

研 究

小児メタボリックシンドロームに関連する
要因分析とモデル化柴崎 三郎^{1~3)}

〔論文要旨〕

最近、小児メタボリックシンドロームを予防するために、小児生活習慣病予防健診が盛んに実施されている。本研究では、小児メタボリックシンドロームに関連する主要因の影響の程度を把握することを目的として、共分散構造分析の手法を用いて、主要因間の関係を一つのモデルとして要約した。データとして、2012~2014年に香川県三木町の全小学校で実施した小児生活習慣病予防健診の788人（健診参加率：97.8%）の各小児のアンケート、小児メタボリックシンドロームの状態を示す身体測定値および血液検査値を用いた。身体計測値および血液検査値との相関および因子分析により、アンケート項目から小児メタボリックシンドロームに関連する4因子が抽出された。共分散構造分析により、小児メタボリックシンドロームには男女ともに食習慣が最も大きく影響し、家族歴、生活リズム、運動習慣も有意に影響することが示された。本研究の結果から、小児メタボリックシンドロームの予防に、小児生活習慣病予防健診に基づく食習慣などの生活習慣の改善指導の効果が期待できる。今後、影響が大きな生活習慣を的確に把握できるアンケート項目の見直しや、香川県全体のデータを用いてのモデルの検証が必要と思われる。

Key words：メタボリックシンドローム，小児，生活習慣病，予防健診，共分散構造分析

I. 目 的

小児期から生活習慣病を予防することにより、成人後の心血管疾患などの発症を防ぐことを目的に、2007年に、国際糖尿病連合から小児に対するメタボリックシンドロームの基準が発表され¹⁾、日本でも厚生労働省研究班から「小児メタボリック症候群の診断基準(対象6~15歳)」²⁾が発表された(図1)。メタボリックシンドロームは、脂質異常、高血圧、高血糖といった生活習慣病をいくつもあわせ持つ病態であり、一般に、栄養摂取過多や運動不足、生活リズムの乱れ、遺伝的素因など多くの要因が影響して、肥満体型となり内臓脂肪の蓄積により発症すると考えられている³⁾。その関係を図2に示す。そして、その要因の基本である

生活習慣は、子どもの頃に身につくものである⁴⁾、小児期からの予防活動が重要である。諸外国では、地域社会のヘルスワーカーの小児肥満に対する介入⁵⁾やWHOによる子どもの生活習慣の改善への忠告⁶⁾などがなされている。近年、本邦では小児生活習慣病予防健診が全国各地で盛んに実施されるようになってきた^{7~9)}。

そして、香川県三木町では約30年前から小児生活習慣病予防健診を実施している¹⁰⁾。また、予防健診を実施する市町は年々全国で広がってきているが、香川県では全国で初めて、2012年度から県の費用補助により、県内全市町で同様の小児生活習慣病予防健診が実施されるようになってきた¹¹⁾。このように広く実施されるようになってきた小児生活習慣病予防健診であ

A Factor Analysis to Model the Metabolic Syndrome in Children.
Saburo Shibazaki

〔31081〕

受付 19. 9.19

採用 21.11.18

1) 医療法人社団讃陽堂松原病院小児科(医師)

2) 香川大学医学部(非常勤講師)

3) 神戸大学大学院システム情報学研究科(博士後期課程)

「小児メタボリック症候群の診断基準 (対象6~15歳)」

腹囲の基準①を満たした上で、
②~④のうち2つ以上を含む場合、小児メタボリック症候群と診断。

- ① 腹囲の増加
(中学生80cm以上、小学生75cm以上ないし腹囲÷身長が0.5以上)
- ② 中性脂肪が120mg/dl以上(注)ないしHDLコレステロール40mg/dl未満
- ③ 収縮時血圧125mmHg以上ないし拡張期血圧70mmHg以上
- ④ 空腹時血糖100mg/dl以上(注)

注)採血が食後2時間以降である場合は、
中性脂肪150mg/dl以上、
血糖100mg/dl以上、
を基準としてスクリーニングを行う
(この食後基準値を超えている場合には、空腹時採血により確定する)

図 1 小児のメタボリック症候群の診断基準 (対象 6~15 歳)

厚生労働省研究班 (主任研究者:大関)²⁾ より作成

るが、予防のための健診なので、健診そのもの以上に、健診実施後の生活習慣改善のための指導が重要であることは言うまでもない。しかし、実際には、健診後フォローを長年担当していて、指導の前提として、メタボリックシンドロームを予防するためには健康な生活習慣が如何に重要であるかを児童達に説明して理解させることが不可欠であるが、定性的な説明(「運動が大切!」「早寝早起きが大切!」「よく噛んで食べよう!」など)ばかりに終始して、具体的に数値を示して解り易く説明することができずに、苦慮しているのが現状である。その原因は、生活習慣の各要因がどのような比率でもってメタボリックシンドロームと関係しているのかが具体的に明確になっていないことである。それを解決するためには、まず、小児メタボリックシンドロームにおける各要因の全体的な影響の関係を明らかにすることが必要である。しかしながら、以前から小児メタボリックシンドロームに関係する個々の単一要因それぞれに注目した研究(例:「両親の肥満と児の肥満は、正の相関を認める」など)は数多く行なわれてはいるが¹²⁻¹⁴⁾、現在のところ、食習慣や運動習慣、生活リズム、遺伝的体質などが全体的にどのように関係しているかを検討した研究はほとんど報告されていない¹⁵⁾。そこで、我々はその主な要因の全体的な関係を定量的に分析する検討を進めてきた¹⁶⁻¹⁹⁾。

本研究では、小児メタボリックシンドロームに関する主な要因の全体的な影響の関係を明らかにすることを目的とした。具体的には、家族歴・生活リズム・食習慣・運動習慣などのアンケートデータ、体格測定値

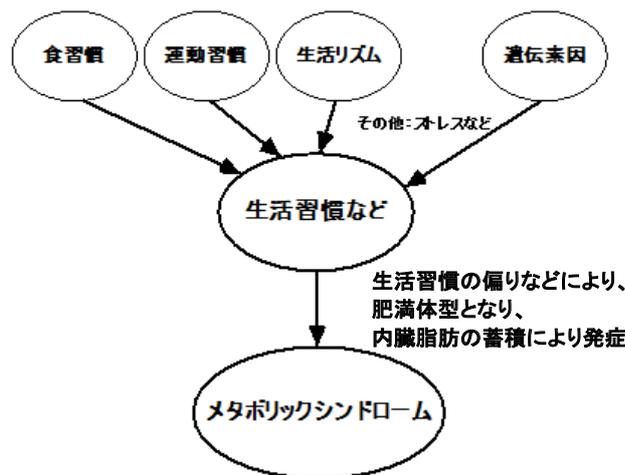


図 2 メタボリックシンドロームと発症要因との関係のイメージ図
生活習慣病分子メカニズム (松澤)³⁾ より作図

および血液検査値などの健診データに基づいて、各要因間の関係を定量的に明らかにする小児メタボリックシンドロームモデル(以下、小児メタボモデル)を構築することを目的とした。なお、その男女別のモデル化を行ない、男女差も検討する。

II. 対象と方法

1. 研究対象者、健診項目とアンケート内容

2012~2014年度に、香川県三木町の全小学校4年生の希望者、合計788人(男子:401人、女子:387人、健診参加率97.8%)に、小児生活習慣病予防健診を実施し、その健診項目として、保護者が児童とともに記入したアンケートデータ(家族歴6項目・出生体重・食事面14項目・運動面12項目。なお、生活リズムに関する項目も含む)、体格測定値(5項目)、血液検査値(14項目)の各個人単位のデータがあり、それらの内の有効データ748件(男子:377件、女子:371件、在籍者の92.8%)を使用した。なお、アンケートの回答は、「いつもある」「まあまあある」「ふつう」「あまりない」「ほとんどない」などの5件法、1週間での頻度として0日~7日の8件法、および、運動実施時間数や就寝起床時刻などである。また、家族歴については、健診や医療機関などで指摘されているものとした。

2. 解析方法

一般的に考えられているメタボリックシンドロームと生活習慣などとの関係(図2)において、「食習慣」

や「運動習慣」などは数値として直接には測定することができない潜在変数であるので、それを構成概念として関係を分析できる共分散構造分析の手法を用いることとした。

そして、共分散構造分析により、家族歴・生活リズム・食習慣・運動習慣などのアンケートデータ、体格測定値および血液検査値などの健診データに基づいて、各要因間の関係を定量的に明らかにする『小児メタボモデル』を構築するに際して、以下の手順に従った。

1) 小児メタボリックシンドロームの項目

小児メタボリックシンドロームの状態を示す観測変数として、その診断基準(図1)の項目を用いた。すなわち、体格測定値の「腹囲/身長」, 「収縮期血圧」, 「拡張期血圧」, 血液検査値の「中性脂肪」, 「HDL-C」, 「血糖」である。なお、当日の朝食を軽めにするように指示した上で、給食直前(朝食後2時間以降)に血液検査を実施している。

2) メタボ関連項目の選定

生活習慣のアンケート項目の中で、小児メタボリックシンドロームの項目と有意な相関がある項目(以下、メタボ関連項目)を選定するために、生活習慣アンケート項目と小児メタボリックシンドロームの項目とのSpearman順位相関係数を求めた(表1)。そして、p値が0.01未満が1つ以上、または、p値が0.05未満が2つ以上の場合には、その生活習慣アンケート項目を、メタボ関連項目として選定した。なお、特別運動回数に1回あたりの運動時間を掛け合わせて特別運動時間としているので、小児メタボリックシンドロームとの相関がより高い特別運動時間を代表として採用することとした。また、ここでの特別運動とは、学校の体育時間以外で、定期的な練習がある野球チームやスイミングスクールなどを意味している。

3) 探索的因子分析

メタボ関連項目に関して、因子構造を調べるために、探索的因子分析を行なった。

探索的因子分析は主因子法による因子抽出とVarimax回転を用いて行なった。

4) 検証的因子分析モデルの構築

探索的因子分析に基づいて、共分散構造分析により、検証的因子分析モデルを構成した。なお、単純な構成でかつ適合度が良いモデルとなるように、探索的因子分析に基づいて項目選択を行なった(例:「肉>魚:肉の量は魚より多い」をモデルに含めると、適合度が

下がってしまう等)。

統計解析用ソフトウェアとしては、PASW statistics 18.0 AMOS 17.0を使用した。

共分散構造分析では個人単位のデータを用いたが、それをすべて提示することはできないため、慣例に従い、使用データをPearsonの積率相関係数行列で提示することとする。なお、データ項目がすべて正規分布にしたがっているわけではないため、共分散構造分析では、特定の分布に強く依存しない頑健性を有する最尤推定法を選択した²⁰⁾。

有意水準を0.01または0.05にした。

3. 倫理的配慮

個人情報に関する理解が未成年である10歳前後の児童本人には難しいため、参加した児童の保護者から、個人が特定されない形でデータの統計的活用について事前に文書で承諾を得ており、さらに健診実施責任者である香川県三木町教育長からも許可を得た。なお、本研究は、小学校の所在地である三木町倫理審査委員会から承認(承認番号:R1-1)を得ている。

III. 結 果

まず、探索的因子分析により、4つの因子が抽出された。表2に、回転後の因子負荷量を、寄与率、累積寄与率とともに示す。

これら4因子について、因子負荷量に基づいて、関与する観測変数との関係からその意味を考察すると、次のように理解することができる。第1因子は、運動との関係が強く、生活習慣の内の「運動習慣」と考えることができる。第2因子は、明らかに、「家族歴」である。第3因子は、食事との関係が強く、生活習慣の内の「食習慣」と考えることができる。最後に第4因子は、睡眠時間の長短、ゲームをダラダラ長時間するかどうか、遅くまで起きていて夜食を食べてしまうかどうかなど、生活習慣の内では「生活リズム」と命名した。

そして、その探索的因子分析に基づいて検証的因子分析モデルを構成し、共分散構造分析を行ない、図3-1, 3-2, 3-3に示す『小児メタボモデル』が得られた。このモデルでは、健診で実施しているアンケート項目で説明できる要因の影響力の総和を「メタボ習慣度」とし、身体測定値や血液検査値に影響する小児メタボリックシンドローム傾向の程度を「メタボレベル」

表 1 メタボリックシンドロームに相関する項目 (Spearman 順位相関係数)

項目	家) 肥満症	家) 冠動脈疾患	家) 脳卒中	家) 脂質異常	家) 糖尿病	家) 高血圧	出生体重	嗜好的食	夜食	家族食卓	好き嫌い	肉>魚	野菜嫌い	既製食品	朝食時刻	夕食時刻
腹囲/身長	.127**	0.019	-0.005	.076*	0.047	.086*	0.026	嗜好的食	.100**	-0.07	-0.064	.149**	0.041	0.056	0.021	0.059
中性脂肪	0.016	0.01	-0.005	0.057	-0.017	0.027	-0.062	朝食	0.004	0.054	0.002	0.024	0.022	-0.017	0	-0.011
HDL-C	-0.059	-0.037	-0.028	-0.023	0.016	-0.029	0.019	朝食	0.01	-0.05	0.039	-0.054	0.019	-0.045	-0.013	0.047
収縮期血圧	.095**	-0.036	-0.083*	.086*	-0.011	.097**	0.041	車登校	.080*	-0.084*	-0.07	0.053	-0.017	0.017	0.016	-0.003
拡張期血圧	0.052	0.002	-0.067	0.069	0.003	0.049	.074*	車登校	-0.015	-0.065	-0.064	-0.024	0.004	0.019	-0.016	0.014
血糖	0.042	-0.067	-0.017	-0.006	0.025	-0.016	0.017	嗜好的食	.097**	0.006	0.035	-0.021	0.051	-0.059	0.012	0.034
項目	規則的食事	食事量	食事速度	朝食	嗜好的食	夜食	家族食卓	嗜好的食	特別運動回数	特別運動時間	起床時刻	就寝時刻	睡眠時間	目覚め不良	便秘	イライラ
腹囲/身長	-0.006	.306**	.216**	-0.028	0.016	.100**	-0.07	車登校	0.015	-0.001	-0.027	0.064	-0.097**	0.008	-0.034	0.03
中性脂肪	0.037	0.071	0.05	0.049	-0.042	0.004	0.054	車登校	-0.104**	-0.109**	-0.004	-0.029	0.021	-0.062	-0.133**	0.005
HDL-C	-0.026	-0.115**	-0.117**	0.006	0.045	0.01	-0.05	車登校	.173**	.175**	-0.016	-0.012	0.011	0.019	0.002	-0.03
収縮期血圧	-0.006	.118**	.113**	0.009	0.042	.080*	-0.084*	車登校	-0.058	-0.083*	-0.032	0.069	-0.081*	-0.014	-0.053	-0.038
拡張期血圧	0.026	.097**	.113**	0.002	-0.019	-0.015	-0.065	車登校	-0.062	-0.081*	-0.038	0.052	-0.062	0.007	-0.076*	-0.035
血糖	0.015	0.057	.079*	.074*	.083*	.097**	0.006	車登校	0.002	-0.003	0.062	0.071	-0.046	-0.001	-0.036	0.019
項目	運動嫌い	屋内遊び	TV・ゲーム	手伝い嫌い	車登校	特別運動回数	特別運動時間	嗜好的食	特別運動回数	特別運動時間	起床時刻	就寝時刻	睡眠時間	目覚め不良	便秘	イライラ
腹囲/身長	.165**	.073*	0.066	0.044	0.037	0.015	-0.001	嗜好的食	0.015	-0.001	-0.027	0.064	-0.097**	0.008	-0.034	0.03
中性脂肪	.128**	.095**	0.002	-0.059	0.023	-0.104**	-0.109**	嗜好的食	-0.104**	-0.109**	-0.004	-0.029	0.021	-0.062	-0.133**	0.005
HDL-C	-0.141**	-0.165**	-0.033	0.024	-0.021	.173**	.175**	車登校	.173**	.175**	-0.016	-0.012	0.011	0.019	0.002	-0.03
収縮期血圧	0.043	.079*	0.002	-0.015	0.013	-0.058	-0.083*	車登校	-0.058	-0.083*	-0.032	0.069	-0.081*	-0.014	-0.053	-0.038
拡張期血圧	0.059	0.055	0.029	-0.015	0.023	-0.062	-0.081*	車登校	-0.062	-0.081*	-0.038	0.052	-0.062	0.007	-0.076*	-0.035
血糖	0.018	-0.049	.095**	0.045	-0.058	0.002	-0.003	嗜好的食	0.002	-0.003	0.062	0.071	-0.046	-0.001	-0.036	0.019

* p<0.05, ** p<0.01

尚, 家): 家族歴, 肉>魚: 肉の量は魚より多いを示す。

表2 探索的因子分析結果

変数	因子			
	1	2	3	4
屋内遊び	0.795	0.08	0.014	0.143
運動嫌い	0.653	0.008	0.1	0.055
特別運動時間	-0.58	-0.015	0.078	0.032
家) 肥満症	0.033	0.628	0.08	-0.021
家) 高血圧	-0.009	0.431	-0.026	0.048
家) 脂質異常	0.039	0.356	0.071	0.009
食事量	0.007	0.008	0.601	-0.012
食事速度	-0.008	0.034	0.444	0.086
肉>魚	-0.02	0.132	0.283	0.17
睡眠時間	-0.029	-0.077	-0.005	-0.366
夜食	-0.015	-0.017	0.071	0.336
TV・ゲーム	0.056	-0.019	0.111	0.259
便秘	0.109	0.003	-0.037	0.118
寄与率 %	15.246	12.16	10.343	8.883
累積寄与率 %	15.246	27.406	37.749	46.632

数値は因子負荷量
 因子抽出法：主因子法
 回転法：バリマックス法
 尚、家)：家族歴、肉>魚：肉の量は魚より多いを示す。

として設定した。そして、「メタボ習慣度」以外からの「メタボレベル」への影響は、すべてまとめて誤差dとしてモデルを構築している。なお、脂質代謝としての中性脂肪とHDLコレステロール、血圧としての収縮期血圧と拡張期血圧は、それぞれ医学的に関連が強いので、それぞれの誤差変数間に双方向矢印を設定した。また、識別性を確保するために、各因子の分散を1に固定し、食習慣→メタボ習慣、および、メタボレベル→中性脂肪のパス係数を1に固定した。

今回の男女全体のモデル化で使用した項目と相関係数を、表3に示す。共分散構造分析に基づく『小児メタボモデル』の適合度指標は、RMSEA=0.030, SRMR=0.040, AGFI=0.960であり、十分な適合を示した。また、得られたパス係数の推定値を示す(図3-1, 3-2, 3-3 : p<0.05*, p<0.01**, p<0.005***)。

以上から、小児メタボリックシンドロームについて、主要要因、すなわち、家族歴、生活リズム、食習慣お

AGFI=0.960
 CFI=0.952
 RMSEA=0.030
 SRMR=0.0401
 AIC=269.999

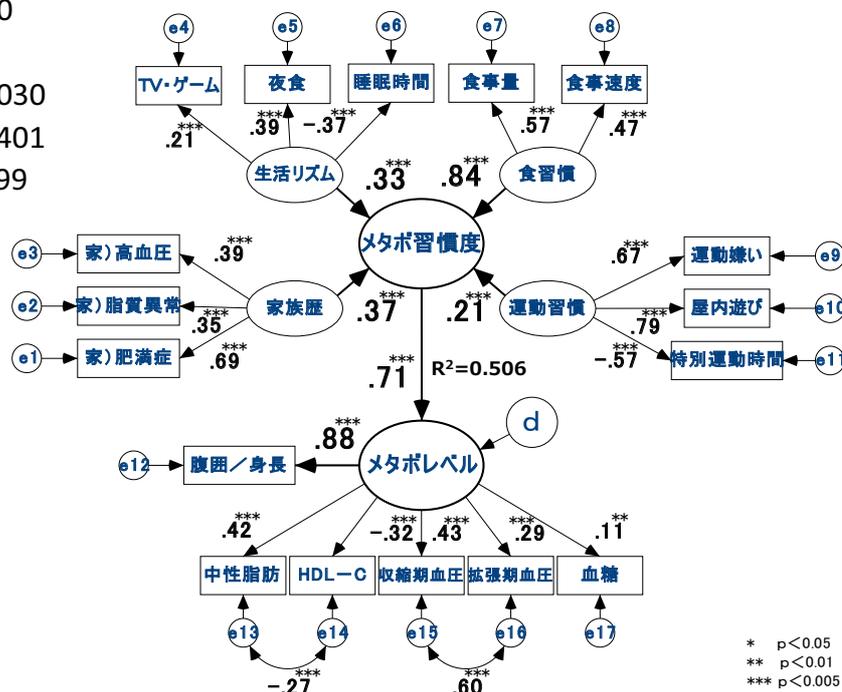


図3-1 パス図(全体)：小児メタボモデル(標準化推定値)

四角形：観測可能な項目(観測変数)を示す
 円または楕円：直接観測できない項目(潜在変数)を示す
 →：項目間に引かれた矢印をパスと呼び、項目間の因果関係を示す
 パス係数：矢印線上に記載された数字で、項目間の関係の強さを示す
 e：誤差

AGFI：Adjusted Goodness of Fit Index
 CFI：Comparative Fit Index
 RMSEA：Root Mean Square Error of Approximation
 SRMR：Standardized Root Mean square Residual

AGFI=0.942
CFI=0.959
RMSEA=0.028
SRMR=0.0480
AIC=225.831

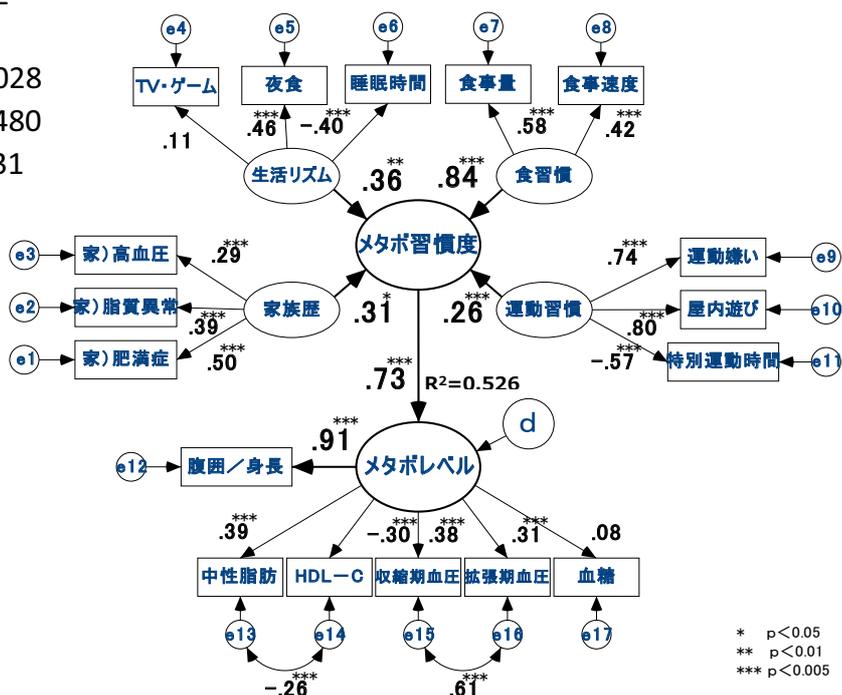


図 3-2 パス図 (男子) : 小児メタボモデル (標準化推定値)

AGFI=0.937
CFI=0.950
RMSEA=0.031
SRMR=0.0497
AIC=232.514

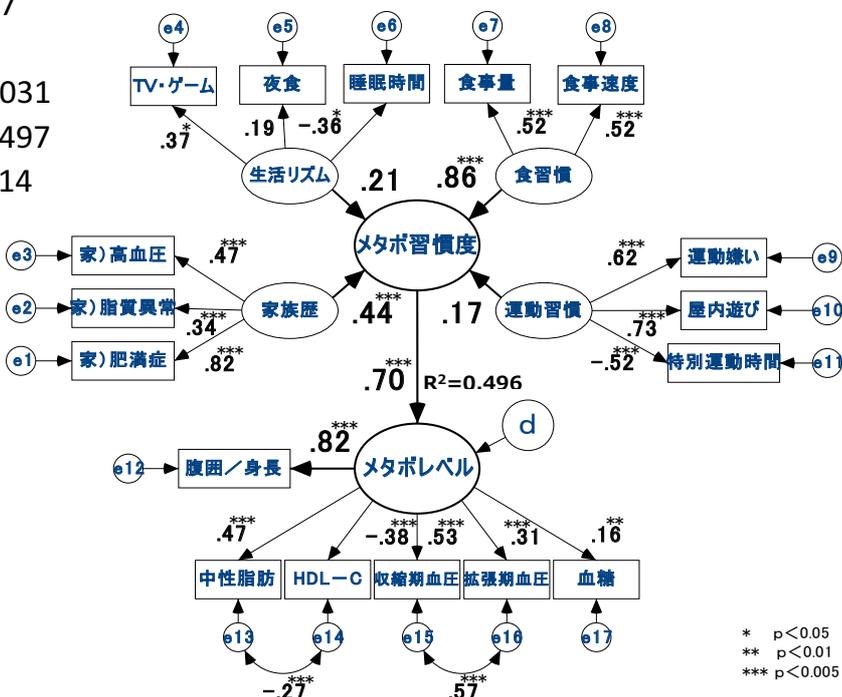


図 3-3 パス図 (女子) : 小児メタボモデル (標準化推定値)

よび運動習慣との関係を、『小児メタボモデル』として1つのモデルにまとめて示すことができた。

小児メタボリックシンドロームに影響する各要因関係を1つのモデルとして構築したことによって、各要因の影響度合いの比率についても、その概算を求める

ことが可能となった。すなわち、小児メタボリックシンドロームに影響する各要因、「家族歴」、「生活リズム」、「食習慣」および「運動習慣」が、小児メタボリックシンドロームの傾向を高めるそれぞれの影響の程度(決定係数)の比率は、パス係数から、図4に示すよ

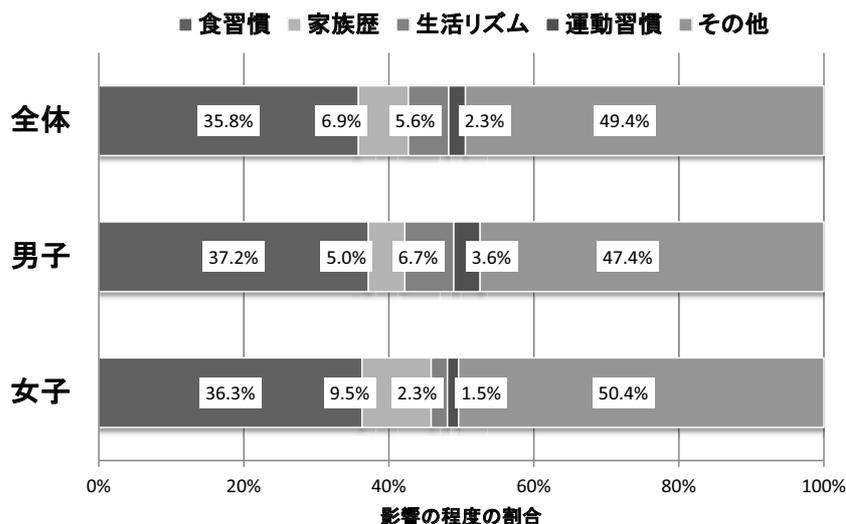


図 4 小児メタボリックシンドロームの各要因の影響の割合 (全体・男子・女子)
メタボリックシンドロームを引き起こす各要因の影響の程度 (決定係数) を示す

うに求まる。例えば、男女全体では、「食習慣」,「家族歴」,「生活リズム」,「運動習慣」に関して、それぞれ $(0.84 \times 0.71)^2$, $(0.37 \times 0.71)^2$, $(0.33 \times 0.71)^2$, $(0.21 \times 0.71)^2$ で求められる²¹⁾。よって、小児メタボリックシンドロームを惹起する各要因の影響力の割合は、三木町小学 4 年生の健診データでは、「食習慣」,「家族歴」,「生活リズム」,「運動習慣」が、35.8%, 6.9%, 5.6%, 2.3% (男子: 37.2%, 5.0%, 6.7%, 3.6%, 女子: 36.3%, 9.5%, 2.3%, 1.5%) ということになり、「食習慣」が中心ではあるが、どの要因もパス係数が有意であった。

IV. 考 察

1. 小児メタボモデル

今回構築した多重指標モデルでは、アンケート項目で説明できる「メタボ習慣度」以外からの「メタボレベル」への影響は、誤差 d として表している。そこで、身体の小児メタボリックシンドローム傾向の程度を表す構成概念「メタボレベル」に対する、「メタボ習慣度」と誤差 d の決定係数は、男女全体では、それぞれ 0.506 と 0.494 である。すなわち、アンケート 12 項目だけで構成した『小児メタボモデル』で、「メタボレベル」の約 50% が説明できることになる。また、他の重要な因子のある可能性があり、アンケート項目の追加の必要性が示唆された。

「家族歴」においては、家族の病歴の中では肥満症が最も関係していることが示された。メタボリックシンドロームにおいての基本が、肥満 (内臓肥満) であ

ることからも理解できる。「生活リズム」においては、まず、睡眠時間に影響していることが示唆された。「食習慣」では、大食い (食事量)・早食い (食事速度) により摂取カロリーの過剰を引き起こし、悪影響を与えていることが示唆された。「運動習慣」では、運動好きかどうかや休日や放課後の外遊びの頻度にも影響しており、当然、少年クラブなどでの特別なスポーツ活動にも関係していることが示された。

最後に、小児メタボリックシンドローム傾向の身体状態の程度を表す構成概念「メタボレベル」は、小児メタボリックシンドローム診断の前提条件である身長腹囲比に、強い影響を与えていることが示された (パス係数=0.88)。脂質異常と血圧上昇への影響も多少認められるが、血糖上昇との関係は、かなり弱いことも示された。

なお、男女差を見ると、生活習慣に関しては、男女ともに「食習慣」が最大の影響を示し、次に男子では「生活リズム」と「運動習慣」の影響が大きく、女子では「家族歴」の影響が大きいことが示された。また、メタボリックシンドロームの項目については、男子では腹囲身長比に影響が強く、女子では中性脂肪や収縮期血圧に影響が強いことが示された。

2. 各要因の関係と先行研究

数多くの先行研究が、小児メタボリックシンドロームに関連する各要因ごとになされている。ここでは、本研究で構築した『小児メタボモデル』の各要因間の関係について、先行研究や他の地域での小児生活習慣

病予防健診で明らかになった事項と比較するが、小児肥満一般に関連する要因についての多くの報告があるので肥満度で評価している報告を用い考察する。

まず、「家族歴」に関しては、両親の肥満と児の肥満は正の相関を認める⁸⁾ことや、高血圧・心筋梗塞・狭心症・脳卒中・糖尿病・高脂血症の中の1つでも家族歴がある児童では、肥満の割合が多い²²⁾という報告と、本研究のモデルは矛盾しない。肥満への遺伝要因は約30~50%が影響すると報告されており、遺伝形式は、単一遺伝は1%未満でほとんどが多因子遺伝である²³⁾。

次に、「生活リズム」に関しては、23時以後に就寝する者の割合は、標準体重者に比べて、肥満度が高度なほど、高い傾向が認められる¹⁴⁾との報告とも、本研究のモデルと合致している。

また、「食習慣」に関しては、「腹一杯食べる」人ほど、肥満傾向、脂質異常、糖尿病発症リスク、肝機能異常の割合が多い¹¹⁾、また、「早く食べる(早食い)」人ほど、肥満傾向、脂質異常の割合が多い¹¹⁾や、「良く噛んで食べない」が、肥満傾向群で高率であった¹³⁾との報告とも矛盾しない。また、食事内容の問題の指摘もあり、甘い糖質飲料、飽和脂肪酸や高カロリー食の制限とオリーブオイルや野菜の摂取を増やすことを勧めていると報告された²⁴⁾。

そして、「運動習慣」に関しては、肥満の程度が強いほど、体育時間以外では運動しない¹⁴⁾、「特別な運動をしている」「外で遊ぶ」人ほど、肥満傾向、脂質異常が少ない¹¹⁾ことも、本研究のモデルに合致している。なお、カロリーバランスの意味で、運動習慣と食習慣とのバランス的な評価も重要であると報告されている²⁴⁾。

さらに、小児の血液検査に関しては、肥満群では、高中性脂肪血症や高血圧を高頻度に認めるが、高血糖の頻度は低い¹²⁾などは、本研究でも同様の結果が得られている。

上記に列挙した先行研究の各事項とも、本『小児メタボモデル』での各要因間関係と矛盾していない。すなわち、今回構築した『小児メタボモデル』は、先行研究で明らかになった個々の各要因間関係を示しながら、さらに全体的な関係を纏めて表すことができている。

3. 各要因の影響の程度と先行研究

要因の影響の程度に関しては、本邦では双生児の縦断調査データに基づいた体格指数に関する遺伝要因と環境要因の影響についての先行研究²⁵⁾があるが、その研究では、遺伝要因の影響が30%程度(1歳)~90%程度(8歳)であり、遺伝要因だけでほとんどが決まってしまう程大きな影響を持っているとされている。しかし、体格指数で示される肥満体型から内臓脂肪の蓄積を原因とする小児メタボリックシンドロームに関する本研究では、前述のとおり、小学4年生(9歳から10歳)では、家族歴による影響の割合は6.9%(男子:5.0%,女子:9.5%)程度のものであることが示され、遺伝要因だけでほとんどが決まってしまうことなく、生活習慣の改善努力による効果の可能性は否定されなかったことは、新しい知見である。

すなわち、影響は確かにあるものの、家族歴があっても諦めることなく、行動変容に取り組む意義を示したエビデンスとして重要である。

V. 結論および今後の課題

本研究では、実際の小児生活習慣病予防健診の3年間のデータに基づき、小児メタボリックシンドロームに関する主な要因の全体的な影響の関係を示す『小児メタボモデル』を、共分散構造分析の手法を用いて構築した。そして、そのモデルにより、小児メタボリックシンドロームを惹起する要因の影響の割合は、「食習慣」、「家族歴」、「生活リズム」、「運動習慣」が、それぞれ35.8%, 6.9%, 5.6%, 2.3%(男子:37.2%, 5.0%, 6.7%, 3.6%, 女子:36.3%, 9.5%, 2.3%, 1.5%)であること、すなわち、食習慣の影響が中心であるが、「生活リズム」や「運動習慣」が明らかに関係しており、また、家族歴でほとんど決まってしまう訳ではないので、男女共に、生活習慣の改善努力が重要であることが示唆された。

今後の課題としては、まず、今回用いたアンケート項目では、小児メタボリックシンドロームを惹起する要因の影響の割合が約50%程度しか説明できないので、より広く要因を把握できるようなアンケート項目の見直しが必要であることが示された。さらに、本研究では、香川県三木町小学4年生に対する小児生活習慣病予防健診のデータに基づいて検討したが、この『小児メタボモデル』が一般的に成り立つものかどうかを検証するために、他の市町を含めた香川県全体の小学

生データや中学生データでも適合するかを検討することが重要であると思われる。その際は、今回はモデルの単純化のためにモデル項目に含めなかった魚と肉の割合や朝食の頻度、孤食の頻度、ストレス、女兒の思春期の時期などの項目も検討することを忘れてはならない。そして、「食習慣」が大きな影響を持っている可能性が示唆されたので、実際の栄養摂取量や運動量を測定して、詳細な検討を進めることも重要と思われる。

以上により、小児メタボリックシンドロームに対する小児生活習慣病予防健診がさらに効果的な活動になり、子どもたちの健康が守られることが望まれる。

謝 辞

まず、約 30 年前から小児生活習慣病予防健診を始められた讃陽堂松原病院・松原奎一先生に敬意を表します。次に、本研究で使用した健診データの収集、整理について、香川県三木町各小学校の養護教諭の御協力を頂きました。また、研究を進めるに際し、神戸大学藤井 進先生、貝原俊也先生には、貴重で建設的なアドバイスを頂きました。最後に、査読並びに編集委員の先生方から頂いた数多くのコメントによって、統計的検討を含め、より正確で解り易い論文に仕上げることができました。皆様に厚く感謝申し上げます。

なお、本研究の要旨は、第 64 回日本小児保健協会学術集会（大阪、2017）で発表した。

利益相反に関する開示事項はありません。

文 献

- 1) The International Diabetes Federation. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. 2007.
- 2) 大関武彦. 日本人小児のメタボリックシンドローム診断基準. 厚生労働省科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）「小児期メタボリック症候群の概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究」平成 17-19 年度総合研究報告書 2008; 89-91.
- 3) 松澤佑次. 生活習慣病の分子メカニズム. 日内会誌 2005; 94: 40-44.
- 4) 杉原茂孝. 思春期における生活習慣病. 母子保健情報 2009; 60: 16-22.
- 5) Schroeder K, Cormick R, Perez A, Lipman TH. The role and impact of community health workers in childhood obesity interventions: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2018; 19: 1371-1384.
- 6) World Health Organization. Ending Childhood Obesity. World Health Organization, 2016.
- 7) 全国国民健康保険診療施設協議会. 子どもの生活習慣病対策ネットワーク事業報告書. 2008.
- 8) 茨城県立健康プラザ. 小児期からの生活習慣病予防に関する研究報告書. 2013.
- 9) 村田光範. 小児生活習慣病予防健診の実施成績. 東京都予防医学協会年報 2015; 44: 44-52.
- 10) 松原奎一, 柴崎三郎. 今後の健康診断の在り方等に関する検討会（第 5 回）配布資料 3（松原参考人提出資料）. 文部科学省, 2013.
- 11) 香川県健康福祉部. 香川の子どもの健康と生活習慣. 平成 26 年度小児生活習慣病予防健診報告書. 2015.
- 12) 吉永正夫. 日本人小児のメタボリックシンドロームの特徴と頻度. *肥満研究* 2005; 11: 82-84.
- 13) 大須賀恵子. 小学生の体型と生活習慣との関連性. *日公衛誌* 2013; 60: 128-137.
- 14) 小児肥満対策推進委員会. 平成 24 年度子供の食生活実態に関するアンケート調査結果. 2013.
- 15) 坂本静男. 小児メタボリックシンドロームへの遺伝・運動・栄養の影響. *日児誌* 2012; 116: 1688-1696.
- 16) 柴崎三郎. 小児メタボリックシンドローム予防健診データの共分散構造分析を用いた検討. *日本行動計量学会大会発表論文抄録集* 2012; 40: 35-36.
- 17) 柴崎三郎, 松原奎一. 小児生活習慣病予防指導のくふう：『メタボ習慣度』導入の試み. *日児誌* 2014; 118: 272.
- 18) 柴崎三郎. 『小児メタボモデル』を活用した生活習慣病予防指導の試み. *日本行動計量学会大会発表論文抄録集* 2015; 43: 218-219.
- 19) 柴崎三郎, 松原奎一. 小児メタボリックシンドロームに影響する生活習慣因子の共分散構造分析モデルによる検討. *小児保健研究* 2017; 76(suppl): 201.
- 20) 豊田秀樹. 共分散構造分析 [Amos 編]. 東京：東京図書, 2010.
- 21) 涌井良幸, 涌井貞美. 図解でわかる 共分散構造分析. 東京：日本実業出版社, 2003.
- 22) 福渡 靖. 厚生労働省科学研究費補助金（心身障害研究費補助金）「小児期からの健康的なライフスタイルの確立に関する研究」平成 7 年度厚生省心身障害研究報告書 1996.

- 23) Gregory JW. Prediction of obesity and metabolic syndrome in children. *Frontiers in Endocrinology* 2019; 10: Article 669.
- 24) DeBoer MD. Assessing and managing the metabolic syndrome in children and adolescents. *Nutrients* 2019; 11: 1788.
- 25) 大木秀一, 横山美江. 幼児期・学童期の Body Mass Index (BMI) に対する遺伝要因と環境要因の影響. *小児保健研究* 2003; 62: 324-330.

[Summary]

Preventive screening for lifestyle-related diseases has recently been implemented to prevent metabolic syndrome in children. This study employed the covariance analysis to construct a theoretical model by summarizing major factors related to childhood metabolic syndrome. The author obtained data of 788 (97.8%) children from all elementary school in Miki town, who underwent preventive medical check-up for metabolic syndrome during 2012 to 2014. The data included family history of illness, activities in daily life, and results of body measurement and blood examination. Four factors related to metabolic syndrome in children were extracted from the questionnaire items using correlations and factor analyses with physical parameters and laboratory examinations. Covariance structure analysis revealed that dietary habits had the greatest effect on metabolic syndrome in children for both males and females; family history, routines in daily life, and exercise habits also had significant effects. The results suggest advices improving daily life such as dietary habit are expected to be effective in prevention of childhood metabolic syndrome. In the future, it will be necessary to review the questionnaire items to ensure that they can accurately identify lifestyle habits with a large impact, and to verify the model using data from all primary school children in Kagawa Prefecture.

Key words: metabolic syndrome, children, lifestyle-related disease, preventive screening, covariance structure analysis