

201018008A

平成 22 年度 厚生労働科学研究費補助金

成育疾患克服等次世代育成基盤研究事業

胎児期から乳幼児期を通じた発育・食生活支援プログラムの

開発と応用に関する研究

報 告 書

研究代表者: 瀧本 秀美

(国立保健医療科学院)

平成 23 年 3 月 31 日

平成 22 年度 厚生労働科学研究費補助金

成育疾患克服等次世代育成基盤研究事業

胎児期から乳幼児期を通じた発育・食生活支援プログラムの

開発と応用に関する研究

報 告 書

研究代表者: 瀧本 秀美

(国立保健医療科学院)

平成 23 年 3 月 31 日

目次

総括研究報告書

胎児期から乳幼児期を通じた発育・食生活支援プログラムの開発と応用に関する研究
瀧本秀美

P1~6

分担研究報告書

「発育曲線の平滑化に関する検討」 加藤則子

P7~17

「LMS法による発育曲線の解析プログラムの開発」 横山徹爾

P18~27

「乳汁栄養の種類と乳幼児期の発育に関する検討」 板橋家頭夫

P28~39

「幼児期における咀嚼行動に関わる食育の効果指標の検討～咀嚼行動と関連する要因
の検討から～」 吉池信男

P40~53

「地域母子保健における妊娠期から子育て期の母親への「食育」プログラム」

..... 吉池信男

P54~74

「子育て期女性の食意識ならびに妊娠中の健康度の評価に関する実態調査」

..... 瀧本秀美

P75~94

「母子保健事業の栄養指導等における困難事例調査及び事例集作成」 草間かおる

P95~132

「妊婦への食生活指導に関する実態調査」 米澤純子

P133~144

平成22年度 厚生労働科学研究費補助金（成育疾患克服等次世代育成基盤研究事業）
総括研究報告書

胎児期から乳幼児期を通じた発育・食生活支援プログラムの開発と
応用に関する研究

研究代表者 瀧本秀美 国立保健医療科学院生涯保健部

研究要旨：

胎児期から乳幼児期の栄養は、児の一生にわたる健康維持にとって重要である。よりよい妊娠転帰と児の健全な発育のためには、妊娠期から乳幼児期を通じてのエビデンスに基づいた健康的な食生活の支援の推進が求められている。本研究では、1) Cole (1990) の LMS メソッドを用い、平成 12 年乳幼児身体発育調査データを用いて発育曲線の作成を試みた。拡張 3 次スプラインによる平滑化曲線が求められ、比較的簡便な (Microsoft Excel 等のシートの上で計算可能な) 数式で表すことができた。2) 品川区内の 1~3 年生の健康な児童を対象に、乳汁栄養法と発育に関する後方視的検討を行った。3) 幼稚園児の咬合力測定、身体・口腔状況の把握、食習慣及び咀嚼にかかわる習慣的行動に関する保護者への質問紙調査を行い、咀嚼行動指標と関連する要因；肥満度、咀嚼行動及び周囲の大人の関与等について検討した。4) 自治体主催の妊婦対象の栄養講座等と、産科医療施設で提供している情報との齟齬について、妊婦と子育て女性を対象にアンケート調査を実施した。5) 保健センター職員、助産師会会員を対象に食生活指導に関する実態調査を行った。

【研究組織】

研究分担者

加藤則子（国立保健医療科学院生涯保健部）
横山徹爾（国立保健医療科学院人材育成部）
吉池信男（青森県立保健大学健康科学部栄養学科）
草間かおる（山口県立大学看護栄養学部）
米澤 純子（国立保健医療科学院公衆衛生看護部）

A. 研究目的

胎児期から乳幼児期の栄養が次世代の健康に影響することは、数多くの先行研究から報告されている。とくに近年、胎児期の低栄養が成人後の虚血性心疾患や 2 型糖尿病などの生活習慣病発症との関連が指摘されている。よりよい妊娠転帰と児の健全な発育のためには、妊娠期から乳幼児期を通じてのエビデンスに基づいた健康的な食生

活の支援の推進が求められている。また、小児を対象とした咀嚼行動を含む望ましい食習慣の定着に向けた食育において「一口 30 回噛む」「よく噛んで食べる」といった指導が推奨されているが、咀嚼行動を客観的に評価する簡易指標の開発が望まれる。

また、乳幼児の栄養評価指標としての乳幼児身体発育曲線については、近年の早産児割合増加を考慮した活用方法の検討が必要である。また、乳幼児身体発育曲線は標本調査データをもとに作成されているため、一定割合で誤差が生じることを念頭に活用されることが望ましい。

今年度は平成 12 年の乳幼児身体発育調査データを用いた乳幼児身体発育曲線に活用に関する検討と小児の咀嚼行動の把握な

らびに妊婦・子育て女性への食生活支援の問題点把握を行った。

B. 研究方法

1) 平成12年乳幼児身体発育調査の一般調査のデータにCole(1990)のLMSメソッド適用し、発育曲線の作成を試みた。

2) 品川区内のA小学校の協力を得て、1~3年生の保護者に対して調査を依頼した。調査票の内容は、年齢、性別、現在の体重および身長、成長に影響を与えるような慢性疾患の既往の有無以外に、妊娠期間、妊娠前体重と妊娠中の体重増加量、多胎妊娠の有無、出生体重・身長、生後1ヵ月、4ヵ月、7ヵ月、10ヵ月の体重、身長と乳汁栄養の種類、生後12ヵ月、1歳6ヵ月および3歳の体重、身長である。これらのデータについては、母子健康手帳のデータをもとに保護者に記入してもらった。母乳栄養とは母乳以外の乳汁を一切与えていない状態、人工栄養とは人工乳以外の乳汁を一切与えていない状態と定義し、それ以外はすべて混合栄養とした。

3) 幼稚園の5歳児クラスの保護者(61名)に調査への協力を求め、同意が得られた61名(男児34名、女児27名)の幼児及びその保護者を本研究の対象とした。対象児の身体状況の把握、口腔診査、咀嚼回数及び食事に要した時間の測定、咬合力測定を実施した。なお、食事に要した時間は、実際に咀嚼している以外の時間を含む、食事開始から全量を摂取し終えた時点までとした。全ての調査は、幼稚園内で行った。

4) 大阪府と東京都で、産後1か月から20

か月の子育て中の女性から回収した質問紙の分析を行った。産後1か月調査の対象者は、平成21年12月から22年10月までの期間、東京都と大阪府で妊婦向けの栄養講座の参加者107名である。出産後1か月での調査票の返却を依頼したところ、27名から回収できた。乳幼児健診の対象者については、平成21年12~2月に、東京都M市の1歳6ヵ月児健診に参加した保護者を対象に、本研究について文書と口頭で説明を行った後、計183通配布を行い、55通を回収した。回答者は全員母親であった。また大阪府では、同様に説明を行った後平成22年4月~7月までに271通配布を行い、279通配布127通回収した。このうち、年齢区分・母親の身長・妊娠前体重・現在の体重について記入漏れのなかった204名について解析を行った。

5) 平成22年12月~平成23年2月の間に、中核市及び青森県、埼玉県、山口県、鹿児島県の約200市町村の母子保健事業担当者に対して、母子保健事業の中での食生活支援で対応困難であった事例に関する質問票を郵送し、質問票の回収はファクシミリにて実施した。回収した質問票は60件で、そのうち有効回答は45件であった。

日本助産師会の協力を得て、会員約1万名から無作為抽出した2,000名を対象として、妊婦の食生活指導として実施している業務と連携職種、「妊産婦のための食生活指針」・「授乳・離乳の支援ガイド」の認知と活用状況に関するアンケート調査を実施した。回収数は820件であった。

C. 研究結果

1) 拡張3次スプラインによる平滑化曲

線が求められ、比較的簡便な(Microsoft Excel 等のシート)の上で計算可能な数式で表すことができた。

Cole(1990)の LMS 法による身体発育曲線を計算するプログラムを、汎用統計パッケージ SAS を用いて開発した。L, M, S の平滑化曲線および身体発育曲線を一括して描くことができる他、それぞれの曲線の元となるデータ(標準誤差を含む)も出力されるので、エクセル等に読み込んで図を作成することも容易であった。

2) 母乳栄養群と人工栄養群では、調査時の体重 SD スコア(WSDS)、妊娠前体重、妊娠中の体重増加量、在胎期間、出生体重、男女の比率に有意な差を認めなかった。男児では母乳栄養群は生後 4 ヶ月時点で人工栄養群に比べ平均すると約 400g 有意に少なく、その較差は月齢ごとに拡大し、1 歳 6 ヶ月時点で約 1000g 有意に少なかった。女児ではすべての時期で母乳栄養群と人工栄養群で有意な体重の差は認められなかった。

3) 食事時間調整咀嚼回数と肥満度についてのみ、有意な負の相関($r = -0.28$; $p = 0.041$)がみられた。さらに、食事に要した時間との関連について同様に検討したところ、身長、体重、肥満度に有意な負の相関(それぞれ $r = -0.31$; $p = 0.018$, $r = -0.30$; $p = 0.026$, $r = -0.27$; $p = 0.047$)がみられた。

4) 現在自身が健康な子育て期を過ごしていると回答した者の割合は、両群ともほぼ 9 割であった。現在の食生活に対する満足度は、「とても満足」「やや満足」を合わ

せると約 7 割であった。11.4%の者が前日の食事のいずれかを欠食しており、内訳は朝食が最も多かった。食物選択や食事の準備に必要な知識・技術があるかという問いには、「十分にある」と回答した者はわずかで、「あまりない」と回答した者が 40%であった。妊娠中の自身の体型評価は、肥満者が非常に少ないにも関わらず、「かなり太っていた」または「太っていた」と回答した者が 56%みられた。妊娠中の体重増加に対しては、4 割の者が「全く満足していない」と回答した。地域の母親学級」と「病院の母親学級」のいずれも「受けていない」と回答した者は 19.6%みられた。地域と医療機関が情報を共有し、その適性に即した情報提供を実施することで、きめ細かい子育て支援につながるものと考えられた。

5) 自治体の保健センター職員らに対応に苦慮した事例では、事例の対象者は妊婦 3 件、授乳婦 8 件、乳幼児 38 件、母親 4 件であった(複数回答)。乳幼児の年齢は、0-3 か月 2 件、4-6 か月 6 件、7-9 か月 7 件、10-12 か月 8 件、1~2 歳 13 件であった。回答者の職種は管理栄養士が 34 件、保健師 13 件であった(複数回答)。回当施設は保健センター 32 件、保健所 8 件、市役所・役場 5 件であった。内容を項目別に分類すると、1) 妊婦 3 件、2) 食物アレルギー 6 件、3) 臨床例 6 件、4) 母乳・卒乳・離乳食 27 件、5) コミュニケーション 2 件であった。

アンケートに回答した助産師で「妊産婦のための食生活指針」を知っていると回答した者の活用状況は、「妊産婦のための食事バランスガイド」は 355 名(65.7%)、「妊娠期の至適体重増加チャート」は 323 名(60.3%)、「たばことお酒の害について」

は 337 名 (62.2%)、「妊産婦のための食育のすすめ」は 283 名 (53.7%)、「葉酸サプリメントの情報提供」は 296 名 (56.5%)、「貧血予防の食事指導」は 366 名 (67.2%)であった。「授乳・離乳の支援ガイド」を知っていると回答した者の活用状況は、「妊娠中からの母乳育児支援」は 353 名 (63.1%)、「母親以外への母乳に関する情報提供」は 273 名 (48.9%)であった。

D. 考察及び結論

1) Cole(1990)の LMS 法による身体発育曲線を計算するプログラムを、汎用統計パッケージ SAS を用いて開発した。計算手順の透明化が図られ、わが国の乳幼児身体発育調査の分析のために独自の工夫を加えることが容易になると期待された。

2) 今回の検討により、生後 4 ヶ月の乳汁栄養の種類が、男児においてその後の発育に影響を及ぼすことが示された。乳汁栄養の種類による発育や adiposity への影響は男児にだけ認められ(gender effect)、3歳まで持続することが示された。また、性差に関わらず 3 歳までの発育を評価するさいには、乳汁の種類に加えて出生体重や妊娠前体重の影響を考慮する必要があると考えられた。

3) 肥満度と食事時間調整咀嚼回数、食事に要した時間に有意な負の相関が示されたことから、肥満傾向であるほど食事時間が短かく、噛む回数が少ないこと、小柄であるほど噛む回数が多く、食事に時間を要することが明らかとなった。

咀嚼行動にかかわる生活習慣・食習慣をたずねた質問項目、「すぐに飲み込まず、い

つまでも口の中に入れていることがある」「よく噛まずに食べている」について、食事に要した時間の実測値と保護者の回答が一致していたことから、本質問項目は測定指標として有用であった。

4) 生後 1~20 ヶ月の児をもつ子育て女性を対象とした調査から、自身をおおむね健康ととらえているものの約 1 割に欠食がみられ、食物選択や調理にはやや自信がない状況が明らかとなった。このことは、個別意見で「簡単に栄養バランスの取れる加工食品」や「時間がなくても作れる離乳食レシピ」を求める意見が多くあがっていたことと対応していた。

妊娠中の体型に対しては、過大評価の傾向が顕著であった。また、体重増加量が少ないほど妊娠中の体重増加量に対する満足度が高く、妊娠中の適切な体重増加が児の発育に不可欠であるとの認識が薄いことが示唆された。妊娠期の栄養・食生活に関する情報源として、医師や助産師・看護師などをあげていないものは少なかったが、母親学級は受けていない割合が高かった。しかし、受講者では地域や病院における母親学級の満足度は高く、いずれも 27.1%が「とても役立った」と回答しており、「まあ役立った」と合わせると 7 割以上が肯定的な評価をしていた。一方、経産婦ではそのいずれにも参加していなかった者が 3 割以上みられた。とくに、経産婦で地域の母親学級に参加しなかった者は 67%と多数であった。

5) これまで母子保健事業における栄養指導等についての事例収集はされたことがなかったため、これらは今後のより効果的な母子保健事業の推進(ケースメソッド等の事例対応に用いるなど)、母子保健事業にお

ける人材育成を図るための基礎資料となると考えられた。

分娩に携わる助産師のほとんどが妊産婦の食生活指導を実施し、個別指導や母親学級を通して指導しており、妊産婦への食生活指導の大きな担い手である実態が明らかとなった。

「妊産婦のための食生活指針」と「授乳・離乳の支援ガイド」の認知度は6割、活用はその6割であり、30代・40代の活用が低いことや、他職種との連携が活発ではないことから、共通の認識の下で食生活指導が実施されるための情報提供を進める環境整備が必要であると考えられた。

E. 健康危険情報

特になし

F. 研究発表

論文発表

- 1) 佐藤ななえ, 吉池信男: 小児用簡易咀嚼回数計を用いた測定方法の基礎的検討, 栄養学雑誌, 68(3), 213-219, 2010
- 2) 佐藤ななえ, 吉池信男: 実験食における咀嚼回数を指標とする小児の咀嚼行動に関連する因子の検討, 栄養学雑誌, 68(4), 253-262, 2010
- 3) Sato N, Yoshiike N: Dietary patterns affect occlusal force but not masticatory behavior in children, J Nutr Sci Vitaminol (accepted)
- 4) Takimoto H, Sugiyama T, Nozue M, Kusama K, Fukuoka H, Kato N, Yoshiike N. Maternal antenatal body mass index gains as predictors of large-for-gestational-age infants and cesarean deliveries in Japanese singleton pregnancies. J Obstet Gynecol Res. In press.
- 5) Takimoto H, Hayashi F, Kusama K, Kato N, Yoshiike N, Toba M, Ishibashi T, Miyasaka N, Kubota T. Elevated maternal serum folate in the third trimester and reduced fetal growth: a longitudinal study. J Nutr Sci Vitaminol. In press.
- 6) Takimoto H, Mitsuishi C, Kato N. Attitudes toward pregnancy related changes and self-judged dieting behavior. Asia Pac J Clin Nutr. In press.
- 7) Isomura H, Takimoto H, Miura F, Kitazawa S, Takeuchi T, Itabashi K, Kato N. Type of milk feeding affects hematological parameters and serum lipid profile in Japanese infants. Pediatrics Int. in press.
- 8) 瀧本秀美. 若い女性のやせ志向とダイエット. 公衆衛生 2010; 74 (6):488-491
- 9) 瀧本秀美, 吉池信男, 加藤則子. わが国における低出生体重児増加とその要因—母子保健統計を用いた検討. 医学のあゆみ 2010; 235 (8): 817-821
- 10) Kato N, Takimoto H, Sudo N. The cubic functions for spline smoothed L, S and M values for BMI references of Japanese children. Clinical Pediatric Endocrinology (in press)
- 11) 加藤則子, 須藤紀子. The Knowledge of Community Public Health Nurses in Supporting Multiple Birth Families. 保健医療科学. 国際保健医療科学院

2010;09;59(3):298-303.

12) 加藤則子. 多胎児の成長と発達. チャイルドヘルス 2010;13(10):705-8.

13) 加藤則子. 特集 母子保健をめぐる今日的課題 発達障害の早期発見と乳幼児健診の現状. 公衆衛生 2010;74(10):850-3.

学会発表

1) 瀧本秀美, 林芙美, 草間かおる, 石橋智子, 宮坂尚幸, 久保田俊郎, 加藤則子. 妊娠前体格と理想体重増加量・体形意識. 第34回日本産科婦人科栄養・代謝研究会シンポジウム「肥満とやせ」.

2010年9月3日, 志摩

2) 瀧本 秀美, 林 芙美, 草間 かおる, 吉池信男, 宮坂尚幸, 久保田俊郎. 妊娠末期における葉酸サプリメントの使用と妊娠中・産後の血清葉酸, 血漿総ホモシステイン値の変化. 第64回日本栄養・食糧学会大会. 2010年5月22日, 徳島

3) 瀧本秀美, 草間かおる, 林芙美, 下浦美佐子, 向井文枝, 池田しのぶ, 加藤則子. 妊婦栄養講座参加者の特徴と食意識. 2010年10月27日, 東京

4) 益子まり, 石津博子, 加藤則子. トリプルP (前向き子育て) のチップシート (アドバイスシート) を活用した健康相談、健康教育等の取り組み. 第57回日本小児保健学会. 2010.9.16-18. 講演集 p.166

5) 加藤則子, 益子まり, 石津博子, 柳川敏彦. 川崎市におけるペアレントトレーニング (グループトリプルP) の介入効果. 第57回日本小児保健学会. 2010.9.16-18. 講演集 p.229

6) 加藤則子. 市民公開シンポジウム 小児の健全な食生活習慣の確立にむけて 4)小児の食生活と食環境 第37回日本小児栄養消化器肝臓学会 かがわ国際会議場. 2010年10月9-10日 日本小児栄養消化器肝臓学会雑誌 24 増刊号 第37回日本小児栄養消化器肝臓学会 講演抄録集 2010;111-2

7) 佐藤ななえ, 吉池信男: 小児用簡易咀嚼回数計を用いた測定方法の基礎的検討, 日本ヒューマンケア科学学会第3回学術集会, 2010年10月23日, 青森県

G. 知的財産権の出願・登録 特になし

H. 利益相反 特になし

平成 22 年度 厚生労働科学研究費補助金 (成育疾患克服等次世代育成基盤研究事業)
分担研究報告書

発育曲線の平滑化に関する検討

分担研究者 加藤 則子 (国立保健医療科学院生涯保健部)

【研究要旨】

Cole (1990) の LMS メソッドを用い、平成 12 年乳幼児身体発育調査データを用いて発育曲線の作成を試みた。拡張 3 次スプラインによる平滑化曲線が求められ、比較的簡便な (Microsoft Excel 等のシートの上で計算可能な) 数式で表すことができた。

A. 研究目的

Cole (1990) の LMS メソッドでは、(M)、および標準偏差(S)とゆがみの度合いを示す値(L)を算出し、それぞれを多項式を用いて平滑化し、発育曲線を作成することができる。利点は、分布の特徴をとらえてパーセンタイル値を数式で表すことができることである。

この手法を用い、曲線を比較的簡便な(Microsoft Excel 等のシートの上で計算可能な)数式で表すことができる。また、数式化されているので、任意の年月齢の計測値から、対応するパーセンタイルレベルが細かく算出できる。たとえば、個人の測定値を成長曲線上にプロットするだけでは「10パーセンタイルと 25パーセンタイルの間」のような把握しか出来ないが、この計算式に当てはめることで、どのパーセンタイルに位置するかを求めることができる。

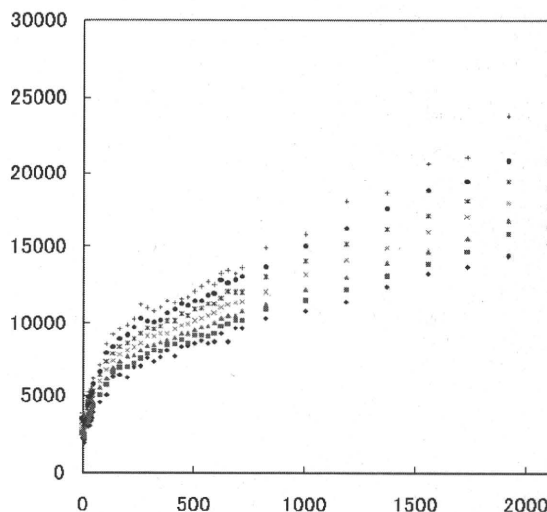
B. 研究方法

平成 12 年乳幼児身体発育調査データを利用し、検討をおこなった。

C. 研究成果

乳幼児身体発育調査で公表されるのは、体重、

身長、胸囲、頭囲についての、3,10,25,50,75,90,97の各パーセンタイル値である。各年月齢別にこれを統計計算ソフトなどを用いて計算し、グラフ上にプロットすると以下ようになる。



同じレベルのパーセンタイル値を横に折れ線でつなぐだけでは、身体発育の基準として用いることができないので、平滑化が必要になってくる。ここで、7つのパーセンタイル値をグラフ上それぞれ別々に平滑化した場合、いくつかの問題点が残る。

-7つの曲線の間隔が、相互の関連性を持って調和した形で得られない。

-7つのパーセンタイル値は得られるが、いろいろなパーセンタイルレベルでの参考値が求められない。

このような問題を解決するには、中央値を中心的な軸として、ゆがみとばらつきを考慮して各パーセンタイル値を求めてゆくといい。ColeによるLMS法は、このような目的のために作られた平滑化パーセンタイル値を求めるための手法である。

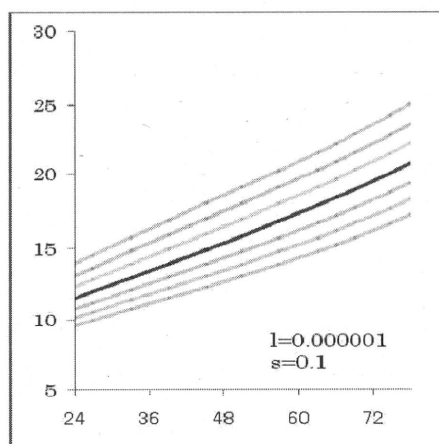
Lは、ゆがみを表す係数で、正の値の場合小さい方になだらかで、負の値の場合大きい方になだらかな分布に対応する。Sは広がりを示す係数で、大きい値ほど広がり方が大きくなる。

ゆがみと広がり付け方を模式的に解説する。中心線は、2歳から6歳までの体重の中央値を例として取り上げている。下図は、年月齢を通じて、値の上下にゆがみがなく、広がりも一定である場合である。

$$L=0.000001 \text{ (一定)}$$

$$S=0.1 \text{ (一定)}$$

計算上、Lが分母となることがあるので、完全にゆがみがない場合本来L=0なのであるが、便宜上かなり小さいと考えられる値を当てた。これは、概念的な分布であり、このパターンに相当する発育項目はない。

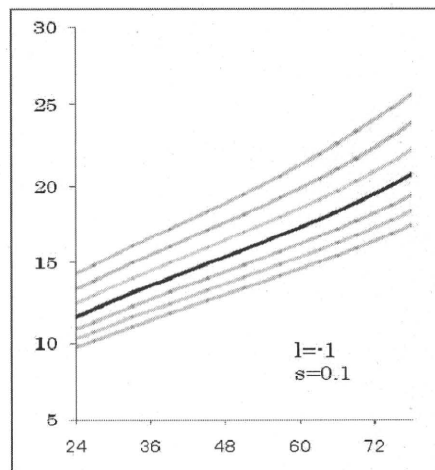


次に、年月齢を通じて広がりを一定とし、ゆがみが上方に緩やかとなる分布の場合を描いてみる

$$L \text{ は負数 } L=-1 \text{ (一定)}$$

$$S=0.1 \text{ (一定)}$$

これは、図解上の概念的なものであり、このパターンに相当する発育項目はない。

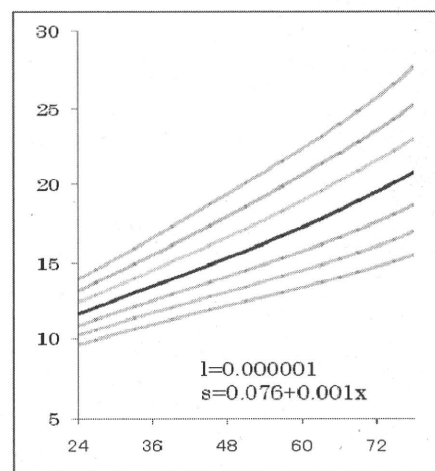


次の図は、歪みが大きい方と小さい方に対象であり、広がりが年月齢が上がるにつれて増大してゆくパターンである。

$$L=0.000001 \text{ (一定)}$$

$$S=0.076+0.001x$$

身長と頭囲はおおむねこのような分布の推移を示す。

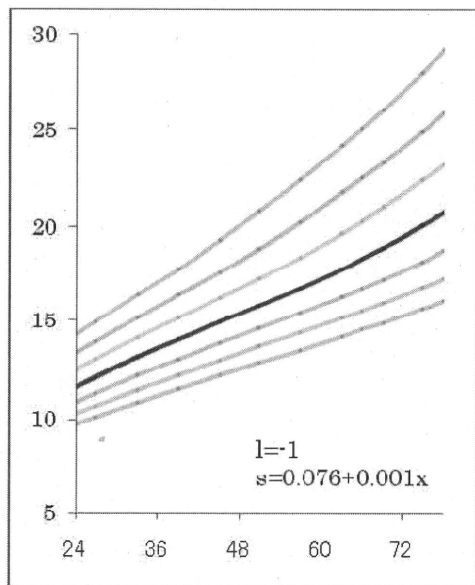


次の図は、歪みが上方に緩やかであり、広がりが年月齢が上がるにつれて増大してゆくパターンである。

$$L=-1 \text{ (負数)}$$

$$S=0.076+0.001x$$

体重と胸囲はおおむねこのような分布の推移を示す。

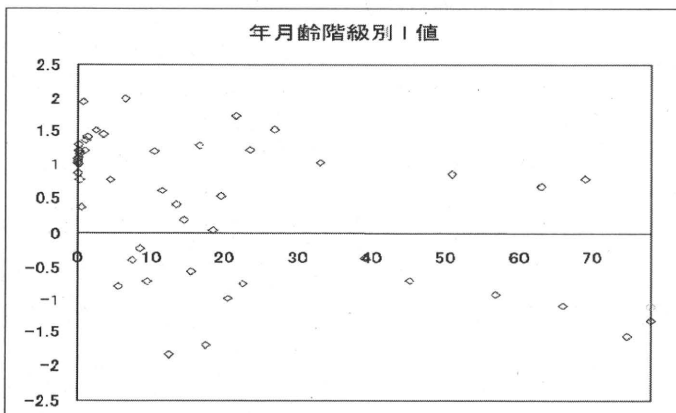
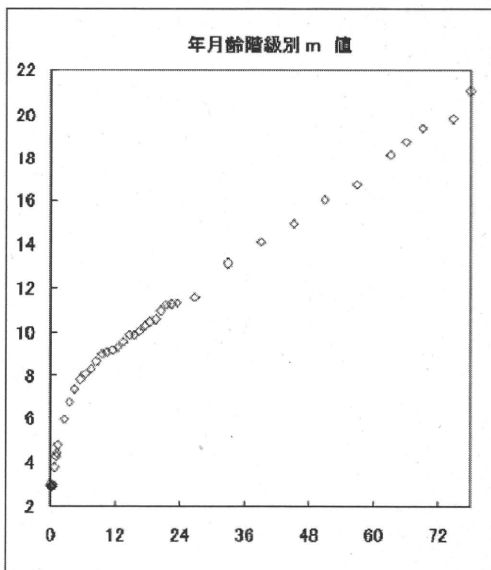
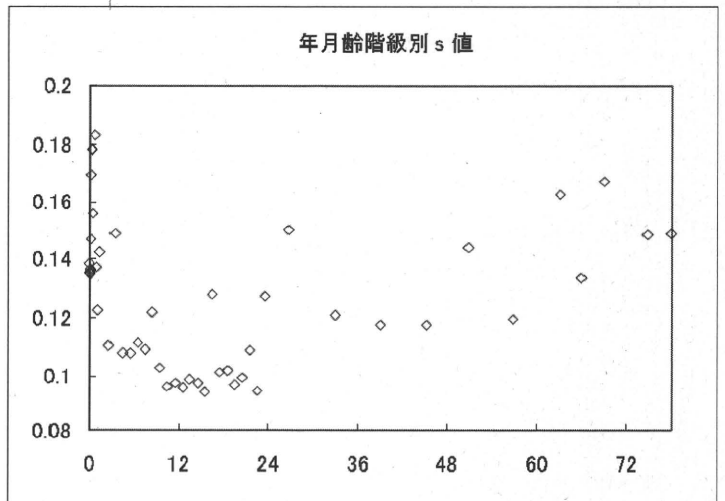


実際の平滑化身体発育曲線を得るには計測データセットより L,S,M 値を計算する。年月齢区分は厚生労働省発育調査の集計区分と同一である。

出生→2歳 1か月毎

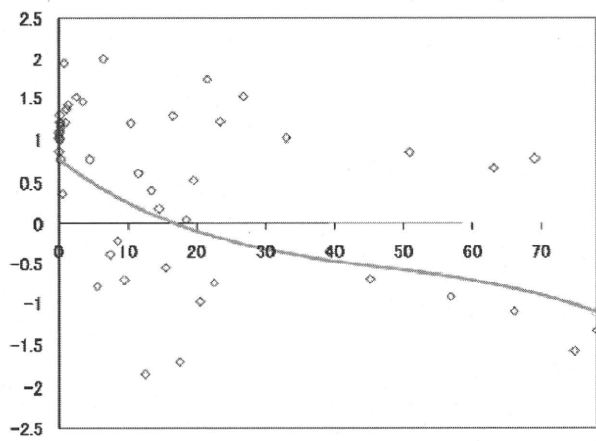
2歳→6歳 6か月毎

L と S の計算式は、参考資料 1 の記載のとおりである。M は中央値であるので、一般的な統計ソフトパッケージで算出する。これらについて、男子体重（2000年調査）について示す。

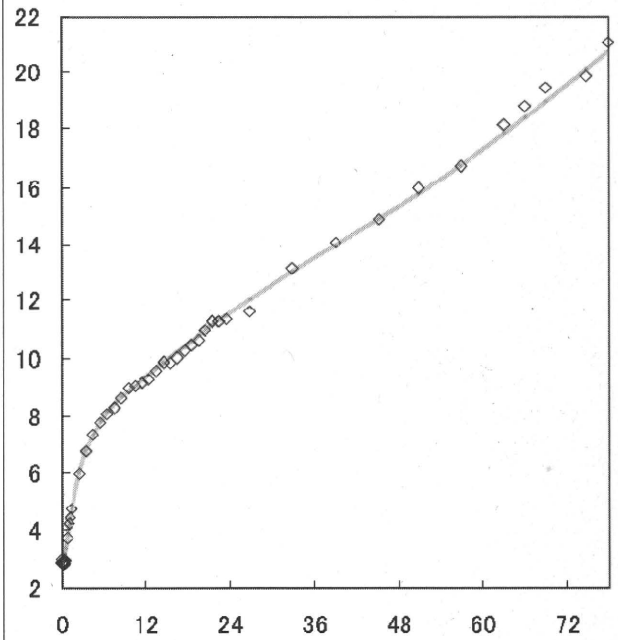


この L,S,M それぞれにつき平滑化曲線を求める。発育曲線は L,M,S を組み合わせて作られるものであるから、滑らかな平滑化曲線を得るためには L,M,S それぞれを平滑化しておかなければならない。3 次スプライン関数による平滑化方法は参考資料 2 に示されたとおりである。

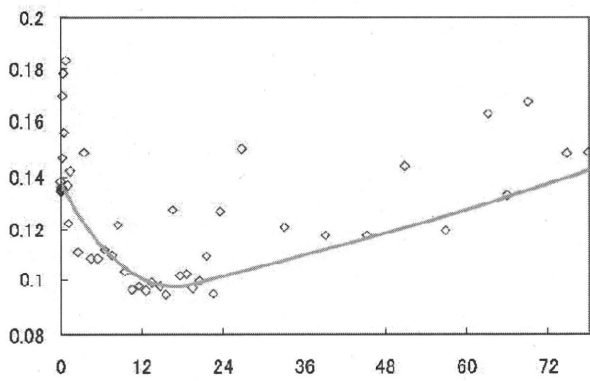
年月齢階級別 l 値(平滑化曲線つき)



年月齢階級別 m 値(平滑化曲線つき)



年月齢階級別 s 値(平滑化曲線つき)

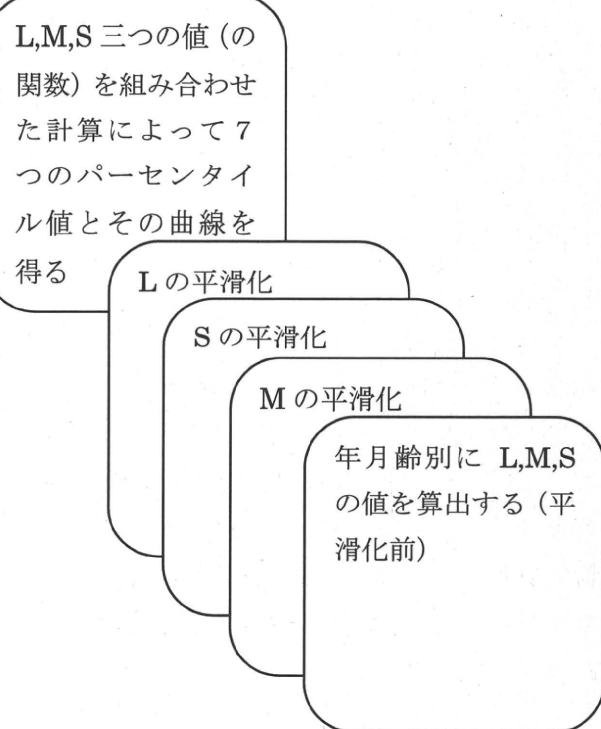


これらの平滑化曲線を数式で表現すると表のようになる。境となっている月齢の値は、スプライン関数の節点にあたる。

Table. Functions for smoothed L, S and M by age in months (male weight)

Months of age	Smoothed L	Smoothed S	Smoothed M
0			-78.059136 X ³ + 37.92351826 X ² + -4.452439411 X + 3.041201791
0.197			-0.06373148 X ³ + 0.139882464 X ² + 1.351456281 X + 2.767875632
2.5		-1.15705E-06 X ³ + 0.000183873 X ² + -0.005195477 X + 0.138330686	0.00458225 X ³ + -0.129307551 X ² + 1.411609968 X + 3.232551748
8.4			
19.4	-7.46537E-06 X ³ + 0.001064387 X ² + -0.061728362 X + 0.773978418		1.60089E-05 X ³ + -0.00199757 X ² + 0.237302191 X + 6.820265606
210		-1.99518E-08 X ³ + 4.03994E-06 X ² + 0.000516891 X + 0.086889372	

L,M,S を組み合わせた 7 つのパーセンタイル値は、それぞれのシート間で関連づけられる。



L,M,S 三つの値から 7 つのパーセンタイル値を計算するのは次の計算式による。

$$M(1+LSZ)^{1/L}$$

Z の値は以下のようにする。

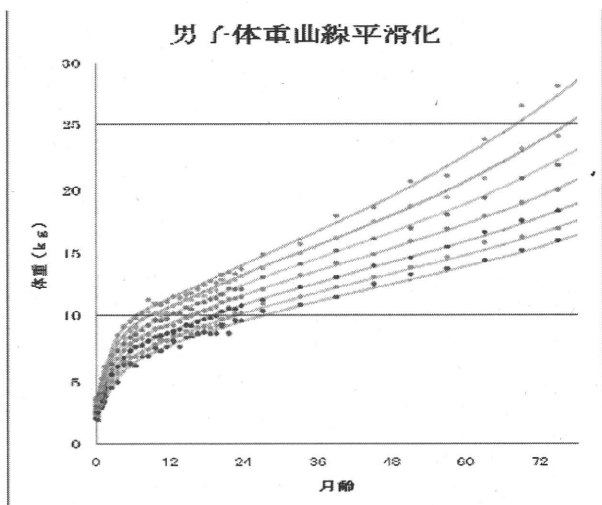
- 3 パーセンタイル Z = -1.881
- 10 パーセンタイル Z = -1.281
- 25 パーセンタイル Z = -0.625
- 50 パーセンタイル Z = 0
- 75 パーセンタイル Z = 0.625
- 90 パーセンタイル Z = 1.281
- 97 パーセンタイル Z = 1.881

この一連の計算を行うには、下図模式図のような Microsoft Excel® ブックを作成する。年月齢別算出による L,M,S 値、それらの値の平滑化、平滑化

L,M,S から 7 つのパーセンタイル値を求める計算は、以下のような計算シートを用いる。

	l	s	m		-1.881	-1.282	-0.674	0	0.674	1.282	1.881
0	0.777978	0.136331	3.041202	0	2.274363	2.513056	2.760696	3.041202	3.327686	3.591006	3.854772
0.032854	0.771952	0.13818	2.933087	0.032854	2.194492	2.424425	2.662908	2.933087	3.209068	3.462773	3.716941
0.065708	0.769227	0.13789	2.890222	0.065708	2.163591	2.386907	2.624351	2.890222	3.161863	3.411615	3.661822
0.098563	0.767905	0.13782	2.896028	0.098563	2.168992	2.395184	2.629963	2.896028	3.167996	3.417893	3.668415
0.131417	0.765885	0.137651	2.933866	0.131417	2.198404	2.42718	2.664677	2.933866	3.208969	3.461979	3.715554
0.164271	0.763867	0.137482	2.987136	0.164271	2.23941	2.471963	2.719418	2.987136	3.266913	3.524259	3.782215
0.197125	0.761852	0.137314	3.058226	0.197125	2.279568	2.515785	2.761102	3.039226	3.323559	3.581322	3.847359
0.229979	0.759838	0.137146	3.085306	0.229979	2.315246	2.554469	2.803333	3.065306	3.373813	3.630889	3.904961
0.262834	0.757828	0.136978	3.13159	0.262834	2.35111	2.593733	2.845757	3.13159	3.42289	3.682873	3.962602
0.295688	0.755819	0.13681	3.178067	0.295688	2.387148	2.632977	2.88837	3.178067	3.474367	3.747069	4.020564
0.328542	0.753811	0.136594	3.238755	0.328542	2.424244	2.674246	2.944024	3.238755	3.540264	3.817814	4.082184
0.473101	0.745012	0.135914	3.431911	0.473101	2.584322	2.847531	3.121105	3.431911	3.749803	4.042699	4.339654
0.785501	0.725664	0.134348	3.889226	0.785501	2.941821	3.23561	3.541486	3.889226	4.245709	4.5745	4.90489
0.998768	0.71328	0.133324	4.193709	0.998768	3.181254	3.494922	3.821777	4.193709	4.575349	4.927653	5.281954
1.143326	0.704783	0.132629	4.400635	1.143326	3.344695	3.67163	4.012509	4.400635	4.799146	5.167241	5.537625
1.396304	0.696942	0.131432	4.754145	1.396304	3.625386	3.974494	4.336852	4.754145	5.181013	5.575701	5.973219
2.510062	0.625624	0.12843	6.033558	2.510062	4.663005	5.085706	5.527674	6.033558	6.55684	7.040774	7.531087
3.47269	0.572138	0.12457	6.767142	3.47269	5.286083	5.740723	6.218509	6.767142	7.3355	7.864398	8.401895
4.474743	0.518404	0.11866	7.370543	4.474743	5.814105	6.290467	6.792432	7.370543	7.971358	8.532765	9.103832
5.506306	0.465105	0.115104	7.849801	5.506306	6.248138	6.73701	7.253424	7.849801	8.47145	9.054017	9.648271
6.465708	0.41734	0.112112	8.192447	6.465708	6.596987	7.063872	7.596986	8.192447	8.825163	9.419622	10.02746
7.507187	0.3874	0.1092	8.480975	7.507187	6.850046	7.366602	7.871203	8.480975	9.11809	9.72149	10.3384
8.49528	0.322079	0.106768	8.700675	8.49528	7.069439	7.564118	8.089704	8.700675	9.342191	9.947742	10.56982
9.491581	0.277586	0.104593	8.906366	9.491581	7.275049	7.788824	8.294326	8.906366	9.550383	10.1598	10.78678
10.46735	0.239904	0.102767	9.103688	10.46735	7.489304	7.963284	8.469604	9.103688	9.751143	10.36485	10.99792
11.5384	0.191971	0.101086	9.316999	11.5384	7.67653	8.17115	8.699447	9.316999	9.96502	10.58933	11.23007
12.46489	0.155461	0.099598	9.498846	12.46489	7.849608	8.346226	8.871184	9.498846	10.1598	10.78311	11.43163

求められた 7 つの値は、横軸を適宜取って Microsoft Excel® 上グラフ作成し、滑らかな曲線で結ぶことによってグラフ化する。別途年月齢別に統計ソフトパッケージ等を用いて算出された 7 つのパーセンタイル値と重ね合わせて図示すると下図ようになる。



これは、比較的うまく適合している平滑化結果であるが、L,M,S それぞれを平滑化し組み合わせただけでは、曲線が7値の列の間を通らない場合が多い。L,M,S それぞれの平滑化における、通過点のyの値、通過点のxとyの値、節点の値などを適宜動かして、平滑化曲線を微調整することにより、7つの平滑化曲線が、7つの平滑化前のパーセンタイル値のプロットとよく合うようにしてゆく。

平滑化の方法には、Tangoの方法や、LMS法を基本とし penalized likelihood を導入した方法等がある。

Tango T; Estimation of age-specific reference ranges via smoother AVAS. Statist Med 1998;17:1231-1243

Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. Stat Med 1992;11(10):1305-19.

これらは、本報告書で紹介するものより洗練された方法ではあるが、末端の適合が中央に比べると十分でない。出生から数か月の発育曲線が重要となるこの平滑化においては、あまり有効な方法とは言えない。

LMS法で平滑化曲線を得る方法にはいろいろな効用がある。平滑化値が数式化されているので、公表される表にある年月齢だけでなく、任意の月

齢におけるパーセンタイル値を数式に当てはめて計算することができる。また、公表される7つのレベルのパーセンタイル値だけでなく、任意のレベルのパーセンタイル値を計算することができる。求めたい百分位をセルに入力し(下図の例では35パーセンタイル) 相対累積度数がそれに対応する標準正規分布のZ値をエクセルの関数によって算出する。(下図の例では、-0.3652) これをもとに、35パーセンタイルに対応する値が算出される。

計算の実際は数のようなエクセルのシートを用いている。スプラインの節点を境に異なる計算式を用いている。L,M,S は3次式であらわされ、パーセンタイル値算出は

$$M(1+LSZ)^{1/L}$$

の式が入力されている。

年齢範囲	年齢 (month)	L	M	S	相対累積度数	Z	体重の百分位
0歳まで	0	1.2	5.6427055	1.21E-01	1.94E-00	3.7	4.1
2歳から	24	3.4821389	31.126773	5.3069907		6.1	6.5
5歳から	60	3.3823445	3.2919346	5.8643194		8.3	8.5
10歳から	72	0.31246443	1.28E-01	1.1259197		13.9	14.8

年齢範囲	年齢 (month)	L	M	S	相対累積度数	Z	体重の百分位
0歳まで	0	1.2	5.6427055	1.21E-01	1.94E-00	3.7	4.1
2歳から	24	3.4821389	31.126773	5.3069907		6.1	6.5
5歳から	60	3.3823445	3.2919346	5.8643194		8.3	8.5
10歳から	72	0.31246443	1.28E-01	1.1259197		13.9	14.8

また、これを逆算することで、任意の年月齢と計測値のデータをもとに、その計測値が基準の何パーセンタイルに相当するかを算出することができる。

$$Z=[(Q/M)^L - 1] / LS$$

Qは、計測値で、L,M,Sはその計測年月齢に対応するそれぞれの値である。このように算出されたZ値に対応する標準正規分布の相対累積度数が求めるパーセンタイルレベルである。

参考資料 2. 拡張三次スプラインによる平滑化例

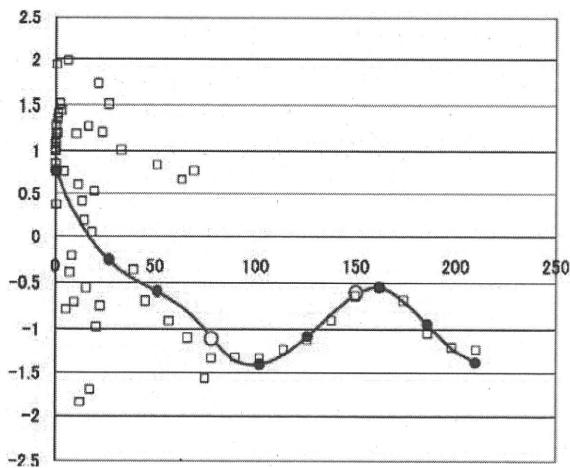
平滑化曲線を、視察により定める。連続したいくつかの(本例では3つとする)三次関数をあてる。

3次関数の数-1の数の節点が置かれる。このモデルでは、各構成要素である三次関数の中間点の2点を通過点として与えることとする。

節点 ○

通過点 ●

平滑化しようとしている元の値 □



ここでは、節点の x 値と、通過点の(x,y)値を以下のように与える。



(s, y_s) (x_{11}, y_{11}) (x_{12}, y_{12}) k_1 (x_{21}, y_{21}) (x_{22}, y_{22})
 k_2 (x_{31}, y_{31}) (x_{32}, y_{32}) (e, y_e)

3つの三次曲線を、左から以下のように表すとす
 る。

$$y = a_{13}x^3 + a_{12}x^2 + a_{11}x + a_{10} \quad (1)$$

$$y = a_{23}x^3 + a_{22}x^2 + a_{21}x + a_{20} \quad (2)$$

$$y = a_{33}x^3 + a_{32}x^2 + a_{31}x + a_{30} \quad (3)$$

(1)は始点 (s, y_s) と通過点 (x_{11}, y_{11}) 及び (x_{12}, y_{12}) を通
 る

$$y_s = a_{13}s^3 + a_{12}s^2 + a_{11}s + a_{10} \quad (4)$$

$$y_{11} = a_{13}x_{11}^3 + a_{12}x_{11}^2 + a_{11}x_{11} + a_{10} \quad (5)$$

$$y_{12} = a_{13}x_{12}^3 + a_{12}x_{12}^2 + a_{11}x_{12} + a_{10} \quad (6)$$

k_1 は節点であるから、

(1)と(2)は $x = k_1$ において同じ値を取る。

$$a_{13} k_1^3 + a_{12} k_1^2 + a_{11} k_1 + a_{10} = a_{23} k_1^3 + a_{22} k_1^2 + a_{21} k_1 + a_{20} \quad (7)$$

拡張スプラインによる平滑化であるから、節点で
 一次導関数のみが等しい(狭義のスプラインでは、
 二次導関数まで等しい)。(1)と(2)は $x = k_1$ におい
 て一次導関数 $y' = 3a_{13}x^2 + 2a_{12}x + a_{11}$ 及び

$$y' = 3a_{23}x^2 + 2a_{22}x + a_{21} \quad \text{が等しい}$$

$$3a_{13} k_1^2 + 2a_{12} k_1 + a_{11} = 3a_{23} k_1^2 + 2a_{22} k_1 + a_{21} \quad (8)$$

(2)は通過点 (x_{21}, y_{21}) 及び (x_{22}, y_{22}) を通る

$$y_{21} = a_{23}x_{21}^3 + a_{22}x_{21}^2 + a_{21}x_{21} + a_{20} \quad (9)$$

$$y_{22} = a_{23}x_{22}^3 + a_{22}x_{22}^2 + a_{21}x_{22} + a_{20} \quad (10)$$

k_2 は節点であるから、

(2)と(3)は $x = k_2$ において同じ値を取る。

$$a_{23} k_2^3 + a_{22} k_2^2 + a_{21} k_2 + a_{20} = a_{33} k_2^3 + a_{32} k_2^2 + a_{31} k_2 + a_{30} \quad (11)$$

拡張スプラインによる平滑化であるから、節点で
 一次導関数のみが等しい。(2)と(3)は $x = k_2$ におい
 て一次導関数 $y' = 3a_{23}x^2 + 2a_{22}x + a_{21}$ 及び

$$y' = 3a_{33}x^2 + 2a_{32}x + a_{31} \quad \text{が等しい}$$

$$3a_{23} k_2^2 + 2a_{22} k_2 + a_{21} = 3a_{33} k_2^2 + 2a_{32} k_2 + a_{31} \quad (12)$$

(3)は通過点 (x_{31}, y_{31}) 及び (x_{32}, y_{32}) と終点 (e, y_e) を
 通る

$$y_{31} = a_{33}x_{31}^3 + a_{32}x_{31}^2 + a_{31}x_{31} + a_{30} \quad (13)$$

$$y_{32} = a_{33}x_{32}^3 + a_{32}x_{32}^2 + a_{31}x_{32} + a_{30} \quad (14)$$

$$y_e = a_{33}e^3 + a_{32}e^2 + a_{31}e + a_{30} \quad (15)$$

(4)-(15)は、 a_{ij} $i=1,2,3$ $j=0,1,2,3$ に関する 12 元 1 次連立方程式となっている。

この方程式の解を求めるには、次の行列式の積を求める。右辺の一行が方程式の解となる。

$$\begin{bmatrix} s^3 & s^2 & s & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_{11}^3 & x_{11}^2 & x_{11} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ x_{12}^3 & x_{12}^2 & x_{12} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ k_1^3 & k_1^2 & k_1 & 1 & -k_1^3 & -k_1^2 & -k_1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3k_1^2 & 2k_1 & 1 & 0 & -3k_1^2 & -2k_1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x_{21}^3 & x_{21}^2 & x_{21} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x_{22}^3 & x_{22}^2 & x_{22} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & k_2^3 & k_2^2 & k_2 & 1 & -k_2^3 & -k_2^2 & -k_2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3k_2^2 & 2k_2 & 1 & 0 & -3k_2^2 & -2k_2 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_{31}^3 & x_{31}^2 & x_{31} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x_{32}^3 & x_{32}^2 & x_{32} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e^3 & e^2 & e & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} y_s \\ y_{11} \\ y_{12} \\ 0 \\ 0 \\ y_{21} \\ y_{22} \\ 0 \\ 0 \\ y_{31} \\ y_{32} \\ y_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{13} \\ a_{12} \\ a_{11} \\ a_{10} \\ a_{23} \\ a_{22} \\ a_{21} \\ 0 \\ a_{33} \\ a_{32} \\ a_{31} \\ a_{30} \end{bmatrix}$$

この行列式の積を求めるには、以下のようなエクセルのシートを作成して下記のような計算をする。

A0	A1	A2	A3	B0	B1	B2	B3	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37	C38	C39	C40	C41	C42	C43	C44	C45	C46	C47	C48	C49	C50	C51	C52	C53	C54	C55	C56	C57	C58	C59	C60	C61	C62	C63	C64	C65	C66	C67	C68	C69	C70	C71	C72	C73	C74	C75	C76	C77	C78	C79	C80	C81	C82	C83	C84	C85	C86	C87	C88	C89	C90	C91	C92	C93	C94	C95	C96	C97	C98	C99	C100	C101	C102	C103	C104	C105	C106	C107	C108	C109	C110	C111	C112	C113	C114	C115	C116	C117	C118	C119	C120	C121	C122	C123	C124	C125	C126	C127	C128	C129	C130	C131	C132	C133	C134	C135	C136	C137	C138	C139	C140	C141	C142	C143	C144	C145	C146	C147	C148	C149	C150	C151	C152	C153	C154	C155	C156	C157	C158	C159	C160	C161	C162	C163	C164	C165	C166	C167	C168	C169	C170	C171	C172	C173	C174	C175	C176	C177	C178	C179	C180	C181	C182	C183	C184	C185	C186	C187	C188	C189	C190	C191	C192	C193	C194	C195	C196	C197	C198	C199	C200	C201	C202	C203	C204	C205	C206	C207	C208	C209	C210	C211	C212	C213	C214	C215	C216	C217	C218	C219	C220	C221	C222	C223	C224	C225	C226	C227	C228	C229	C230	C231	C232	C233	C234	C235	C236	C237	C238	C239	C240	C241	C242	C243	C244	C245	C246	C247	C248	C249	C250	C251	C252	C253	C254	C255	C256	C257	C258	C259	C260	C261	C262	C263	C264	C265	C266	C267	C268	C269	C270	C271	C272	C273	C274	C275	C276	C277	C278	C279	C280	C281	C282	C283	C284	C285	C286	C287	C288	C289	C290	C291	C292	C293	C294	C295	C296	C297	C298	C299	C300	C301	C302	C303	C304	C305	C306	C307	C308	C309	C310	C311	C312	C313	C314	C315	C316	C317	C318	C319	C320	C321	C322	C323	C324	C325	C326	C327	C328	C329	C330	C331	C332	C333	C334	C335	C336	C337	C338	C339	C340	C341	C342	C343	C344	C345	C346	C347	C348	C349	C350	C351	C352	C353	C354	C355	C356	C357	C358	C359	C360	C361	C362	C363	C364	C365	C366	C367	C368	C369	C370	C371	C372	C373	C374	C375	C376	C377	C378	C379	C380	C381	C382	C383	C384	C385	C386	C387	C388	C389	C390	C391	C392	C393	C394	C395	C396	C397	C398	C399	C400	C401	C402	C403	C404	C405	C406	C407	C408	C409	C410	C411	C412	C413	C414	C415	C416	C417	C418	C419	C420	C421	C422	C423	C424	C425	C426	C427	C428	C429	C430	C431	C432	C433	C434	C435	C436	C437	C438	C439	C440	C441	C442	C443	C444	C445	C446	C447	C448	C449	C450	C451	C452	C453	C454	C455	C456	C457	C458	C459	C460	C461	C462	C463	C464	C465	C466	C467	C468	C469	C470	C471	C472	C473	C474	C475	C476	C477	C478	C479	C480	C481	C482	C483	C484	C485	C486	C487	C488	C489	C490	C491	C492	C493	C494	C495	C496	C497	C498	C499	C500	C501	C502	C503	C504	C505	C506	C507	C508	C509	C510	C511	C512	C513	C514	C515	C516	C517	C518	C519	C520	C521	C522	C523	C524	C525	C526	C527	C528	C529	C530	C531	C532	C533	C534	C535	C536	C537	C538	C539	C540	C541	C542	C543	C544	C545	C546	C547	C548	C549	C550	C551	C552	C553	C554	C555	C556	C557	C558	C559	C560	C561	C562	C563	C564	C565	C566	C567	C568	C569	C570	C571	C572	C573	C574	C575	C576	C577	C578	C579	C580	C581	C582	C583	C584	C585	C586	C587	C588	C589	C590	C591	C592	C593	C594	C595	C596	C597	C598	C599	C600	C601	C602	C603	C604	C605	C606	C607	C608	C609	C610	C611	C612	C613	C614	C615	C616	C617	C618	C619	C620	C621	C622	C623	C624	C625	C626	C627	C628	C629	C630	C631	C632	C633	C634	C635	C636	C637	C638	C639	C640	C641	C642	C643	C644	C645	C646	C647	C648	C649	C650	C651	C652	C653	C654	C655	C656	C657	C658	C659	C660	C661	C662	C663	C664	C665	C666	C667	C668	C669	C670	C671	C672	C673	C674	C675	C676	C677	C678	C679	C680	C681	C682	C683	C684	C685	C686	C687	C688	C689	C690	C691	C692	C693	C694	C695	C696	C697	C698	C699	C700	C701	C702	C703	C704	C705	C706	C707	C708	C709	C710	C711	C712	C713	C714	C715	C716	C717	C718	C719	C720	C721	C722	C723	C724	C725	C726	C727	C728	C729	C730	C731	C732	C733	C734	C735	C736	C737	C738	C739	C740	C741	C742	C743	C744	C745	C746	C747	C748	C749	C750	C751	C752	C753	C754	C755	C756	C757	C758	C759	C760	C761	C762	C763	C764	C765	C766	C767	C768	C769	C770	C771	C772	C773	C774	C775	C776	C777	C778	C779	C780	C781	C782	C783	C784	C785	C786	C787	C788	C789	C790	C791	C792	C793	C794	C795	C796	C797	C798	C799	C800	C801	C802	C803	C804	C805	C806	C807	C808	C809	C810	C811	C812	C813	C814	C815	C816	C817	C818	C819	C820	C821	C822	C823	C824	C825	C826	C827	C828	C829	C830	C831	C832	C833	C834	C835	C836	C837	C838	C839	C840	C841	C842	C843	C844	C845	C846	C847	C848	C849	C850	C851	C852	C853	C854	C855	C856	C857	C858	C859	C860	C861	C862	C863	C864	C865	C866	C867	C868	C869	C870	C871	C872	C873	C874	C875	C876	C877	C878	C879	C880	C881	C882	C883	C884	C885	C886	C887	C888	C889	C890	C891	C892	C893	C894	C895	C896	C897	C898	C899	C900	C901	C902	C903	C904	C905	C906	C907	C908	C909	C910	C911	C912	C913	C914	C915	C916	C917	C918	C919	C920	C921	C922	C923	C924	C925	C926	C927	C928	C929	C930	C931	C932	C933	C934	C935	C936	C937	C938	C939	C940	C941	C942	C943	C944	C945	C946	C947	C948	C949	C950	C951	C952	C953	C954	C955	C956	C957	C958	C959	C960	C961	C962	C963	C964	C965	C966	C967	C968	C969	C970	C971	C972	C973	C974	C975	C976	C977	C978	C979	C980	C981	C982	C983	C984	C985	C986	C987	C988	C989	C990	C991	C992	C993	C994	C995	C996	C997	C998	C999	C1000	C1001	C1002	C1003	C1004	C1005	C1006	C1007	C1008	C1009	C1010	C1011	C1012	C1013	C1014	C1015	C1016	C1017	C1018	C1019	C1020	C1021	C1022	C1023	C1024	C1025	C1026	C1027	C1028	C1029	C1030	C1031	C1032	C1033	C1034	C1035	C1036	C1037	C1038	C1039	C1040	C1041	C1042	C1043	C1044	C1045	C1046	C1047	C1048	C1049	C1050	C1051	C1052	C1053	C1054	C1055	C1056	C1057	C1058	C1059	C1060	C1061	C1062	C1063	C1064	C1065	C1066	C1067	C1068	C1069	C1070	C1071	C1072	C1073	C1074	C1075	C1076	C1077	C1078	C1079	C1080	C1081	C1082	C1083	C1084	C1085	C1086	C1087	C1088	C1089	C1090	C1091	C1092	C1093	C1094	C1095	C1096	C1097	C1098	C1099	C1100	C1101	C1102	C1103	C1104	C1105	C1106	C1107	C1108	C1109	C1110	C1111	C1112	C1113	C1114	C1115	C1116	C1117	C1118	C1119	C1120	C1121	C1122	C1123	C1124	C1125	C1126	C1127	C1128	C1129	C1130	C1131	C1132	C1133	C1134	C1135	C1136	C1137	C1138	C1139	C1140	C1141	C1142	C1143	C1144	C1145	C1146	C1147	C1148	C1149	C1150	C1151	C1152	C1153	C1154	C1155	C1156	C1157	C1158	C1159	C1160	C1161	C1162	C1163	C1164	C1165	C1166	C1167	C1168	C1169	C1170	C1171	C1172	C1173	C1174	C1175	C1176	C1177	C1178	C1179	C1180	C1181	C1182	C1183	C1184	C1185	C1186	C1187	C1188	C1189	C1190	C1191	C1192	C1193	C1194	C1195	C1196	C1197	C1198	C1199	C1200	C1201	C1202	C1203	C1204	C1205	C1206	C1207	C1208	C1209	C1210	C1211	C1212	C1213	C1214	C1215	C1216	C1217	C1218	C1219	C1220	C1221	C1222	C1223	C1224	C1225	C1226	C1227	C1228	C1229	C1230	C1231	C1232	C1233	C1234	C1235	C1236	C1237	C1238	C1239	C1240	C1241	C1242	C1243	C1244	C1245	C1246	C1247	C1248	C1249	C1250	C1251	C1252	C1253	C1254	C1255	C1256	C1257	C1258	C1259	C1260	C1261	C1262	C1263	C1264	C1265	C1266	C1267	C1268	C1269	C1270	C1271	C1272	C1273	C1274	C1275	C1276	C1277	C1278	C1279	C1280	C1281	C1282	C1283	C1284	C1285	C1286	C1287	C1288	C1289	C1290	C1291	C1292	C1293	C1294	C1295	C1296	C1297	C1298	C1299	C1300	C1301	C1302	C1303	C1304	C1305	C1306	C1307	C1308	C1309	C1310	C1311	C1312	C1313	C1314	C1315	C1316	C1317	C1318	C1319	C1320	C1321	C1322	C1323	C1324	C1325	C1326	C1327	C1328	C1329	C1330	C1331	C1332	C1333	C1334	C1335	C1336	C1337	C1338	C1339	C1340	C1341	C1342	C1343	C1344	C1345	C1346	C1347	C1348	C1349	C1350
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

連立方程式の解は3つの3次関数の係数に対応しているため、xの値(月齢)を代入した値を求める。2か所の節点を越す段階で、二つ目あるいは三つめの三次関数を用いて、これにxの値(月齢)を代入する。

=MMULT(MINVERSE(j3:v14),v3:v14)	0	0.773978	
-7.5E-06	0.032854	0.771952	
0.001064	0.065708	0.769927	
-0.06173	0.098563	0.767905	
0.773978	0.131417	0.765885	
-5.6E-06	0.164271	0.763867	
0.00226	0.197125	0.761852	
-0.28199	0.229979	0.759838	
9.802655	0.262834	0.757828	
9.95E-06	0.295688	0.755819	
-0.00557	0.338398	0.753211	
1.016586	0.473101	0.745012	
-61.3225	0.788501	0.725964	
	0.998768	0.71338	
	1.143326	0.704783	
	1.396304	0.689842	
	2.510062	0.625624	
	3.47269	0.572138	
	4.474743	0.518404	
	5.506366	0.465105	
	6.465708	0.41734	
	7.507187	0.3674	
	8.489528	0.322079	
	9.491561	0.277586	
	10.48735	0.235904	
	11.5384	0.191971	
	12.46469	0.155461	
	13.47023	0.117367	
	14.53799	0.078595	
	15.46776	0.046206	
	16.48624	0.012154	
	17.45873	-0.01901	
	18.48378	-0.05049	
	19.48255	-0.07984	
	20.50103	-0.10849	
	21.48008	-0.13484	
	22.47556	-0.16048	
	23.48747	-0.18541	
	26.74661	-0.25845	
	32.95934	-0.37158	
	39.02094	-0.4576	
	45.13183	-0.53018	
	50.85503	-0.59433	
	56.8115	-0.66641	
	63.08665	-0.75848	
	66	-0.80989	
	69.06283	-0.87152	
	74.79918	-1.01232	
	78	-1.10781	
	90	-1.36465	
	102	-1.40742	
	114	-1.29435	
	126	-1.0837	
	138	-0.83371	
	150	-0.60263	-0.60263
	162		-0.54078
	174		-0.69088
	186		-0.94977
	198		-1.21433
	210		-1.3814

求められた値をグラフ上スムージング機能を用いてつなげれば、拡張3次スプラインによる平滑化曲線が求められる。

E. 研究発表

- 1) Kato N, Takimoto H, Sudo N. The cubic functions for spline smoothed L, S and M values for BMI references of Japanese children. *Clinical Pediatric Endocrinology* (in press)
- 2) 加藤則子, 須藤紀子. The Knowledge of Community Public Health Nurses in

Supporting Multiple Birth Families. *保健医療科学*. 国際保健医療科学院 2010,09;59(3):298-303.

3) 加藤則子. 多胎児の成長と発達. *チャイルドヘルス* 2010;13(10):705-8.

4) 加藤則子. 特集 母子保健をめぐる今日的課題 発達障害の早期発見と乳幼児健診の現状. *公衆衛生* 2010;74(10):850-3.

5) 益子まり, 石津博子, 加藤則子. トリプルP(前向き子育て)のチップシート(アドバイスシート)を活用した健康相談、健康教育等の取り組み. 第57回日本小児保健学会. 2010.9.16-18. 講演集 p.166

6) 加藤則子, 益子まり, 石津博子, 柳川敏彦. 川崎市におけるペアレントトレーニング(グループトリプルP)の介入効果. 第57回日本小児保健学会. 2010.9.16-18. 講演集 p.229

7) 加藤則子. 市民公開シンポジウム 小児の健全な食生活習慣の確立にむけて 4)小児の食生活と食環境 第37回日本小児栄養消化器肝臓学会かがわ国際会議場. 2010年10月9-10日 日本小児栄養消化器肝臓学会雑誌 24増刊号 第37回日本小児栄養消化器肝臓学会 講演抄録集 2010;111-2

F. 知的財産権の出願・登録状況

なし