

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.
2. 学会発表
- 1) 瀧本秀美、林芙美、角倉知子、草間かおる、石橋智子、宮坂尚幸、吉池信男。“妊娠婦のための食事バランスガイド”を用いたセルフモニタリングによる食生活介入研究。第2回保健医療科学研究会。2008年9月18日、和光市
 - 2) 瀧本秀美、林芙美、草間かおる、石橋智子、鳥羽三千代、宮坂尚幸、久保田俊郎。葉酸サプリメント摂取者と非摂取者における妊娠初期から中期の葉酸摂取と血清葉酸値・血漿総ホモシステイン値の変化。第61回日本産科婦人科学会学術講演会2009年4月5日、京都
 - 3) 瀧本秀美、林芙美、草間かおる、石橋智子、鳥羽三千代、宮坂尚幸、久保田俊郎。葉酸サプリメント摂取者と非摂取者における妊娠初期から末期の葉酸摂取量と血清葉酸値・血漿総ホモシステイン値の変化。第33回日本産科婦人科学会栄養代謝研究会2009年8月1日、金沢
 - 4) 瀧本秀美.妊娠期の栄養.第31回日本臨床栄養学会総会・第30回日本臨床栄養協会総会第7回連合大会 ワークショップ2

「妊娠～胎児～乳幼児期の栄養障害へのアプローチ—栄養障害のもたらすものとその栄養管理の実際—」2009年9月18日、神戸

- 5) 林芙美、瀧本秀美、草間かおる。望ましい妊婦の食生活及び体重管理をめざした「食育」の検討：プロセス評価。第68回日本公衆衛生学会総会2009年10月21日、奈良市
- 6) 草間かおる、瀧本秀美、吉池信男。自治体における妊産婦の食生活指導に関する実態調査。第68回日本公衆衛生学会総会2009年10月21日、奈良市
- 7) 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
- 8) 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
- 9) 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。第69回日本公衆衛生学会総会。2010年10月27日、東京

E. 知的所有権の取得状況

なし

妊娠期から幼児期における食生活支援に資する基礎データの検討

研究分担者 吉池 信男 (青森県立保健大学健康科学部栄養学科)
研究協力者 佐藤ななえ (盛岡大学栄養科学部栄養科学科)
岩部 (佐々木) 万衣子 (青森県立保健大学健康科学部栄養学科)
安川 澄子 (酪農学園大学酪農学部食品科学科)

要 旨

3カ年の研究において、妊娠期から幼児期における栄養ケア・食育推進に資する検討として、①乳児期の食事摂取基準策定の根拠データとなる摂取量データの整備（平成20年度）、②幼児期における咀嚼行動に関わる食育効果指標の検討（平成21～22年度）、③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」プログラム構築に向けた試行（平成22年度）を行った。その結果、①「日本人の食事摂取基準（2010年版）」の策定のための基礎資料を提供し、その基準に反映された。②咀嚼に関わる行動指標として集団にも適用し得る小児用簡易咀嚼回数計を用いた指標を新たに開発した。③地域の母子保健サービス事業の中で展開し得る妊娠初期から3歳児健診に至る継続的な食生活支援とモニタリングの仕組みに関して、実施可能性と有用性が示された。これらのことは、「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」に資する成果である。

A. 目的

妊婦の健康及び児の健やかな発育のためには、妊娠前・妊娠期・出産後を通じた適切な食生活が不可欠である。また、健全な食習慣の形成という観点からも、ライフサイクルチェーンのこの時期において、効果的な食生活支援を行うことが重要と考えられる。しかし、妊娠初期（望ましくは妊娠前）から出産、子育て期において、継続的に食生活支援を行い、しかもその経過をモニタリングしていくような仕組みはできていない。

このような取り組みを行う場合の基盤となる事項として、食事摂取基準に代表されるような科学的根拠に基づいたガイドや実際に教育的介入（「食育」を含む）を行ったときの評価指標の確立が重要である。しかし、これらの検討や開発は不十分であり、我々は前者に資するための検討として「日本人の離乳期における栄養素摂取量に関する系統的レビュー

一」を、後者に資する検討として「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」を行った。さらに、妊婦教室や乳児健診において栄養状態・発育状況を把握するモニタリングの仕組みを構築し、食生活支援に活用することを目的に、「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」の検討を行った。

B. 各年度の研究の概略

1. 日本人の離乳期における栄養素摂取量に関する系統的レビュー（平成20年度）

日本人の食事摂取基準の策定根拠となるデータを提示することを目的として、これまで十分な情報がなかった離乳期におけるエネルギー及び各種栄養素摂取量データに関する報告を系統的に検索し、整理・提示した。1983年～2008年に国内外で発表された文献を系統的に検索・精査し、全15件の報告につい

て検討を加えた。そのうち、1989～1999年までの古い報告が9件を占め、「日本人の食事摂取基準 2005年版」の策定作業が行われた2004年以降の発表論文は、2件に過ぎなかった。これらの報告データを適宜活用できるように、数値の整理（再計算を含む）し、栄養素ごとに月齢別に提示し、乳児期（離乳期）における目安量策定のための参照データとした。

2. 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（平成21～22年度）

岩手県の2つの幼稚園の5歳児クラス61名（男児34名、女児27名）の幼児及びその保護者を対象とした。まず、食育実践のツールとして開発された小児用簡易咀嚼回数計を集団に用いた測定の実現性を検討した。また、咀嚼行動の個人間差を表わす新たな指標として、食事時間調整咀嚼回数を提示した。さらに、対象児の咬合力測定、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。

その結果、肥満傾向であるほど食事時間が短く、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。また、「材料やおやつは、よく噛んで食べることを考えて選んでいる」という保護者の関わりと食事時間調整咀嚼回数との間に有意な正の相関が示された。

日常の食事における咀嚼行動と体格との関連、保護者の関わりとの関連が示されたことから、幼児期における肥満の改善や予防において、「よく噛んで食べる」「食事に時間をかける」といった咀嚼行動に着目したアプローチが有用である可能性、また、幼児期に望ましい咀嚼行動を身につけさせる上で、保護者の関わりが重要であることが示唆された。

3. 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」プログラムの検討（平成22年度）

妊婦及び出産後の母親の食行動変容が児の発育にどのような影響を与えるのか、妊婦教室や乳児健診において栄養状態・発育状況を把握するモニタリングの仕組みを構築し、地域において実践可能な妊娠期から子育て期までの母親への食生活支援方法を検討することを目的に、妊婦・出産後・子育て中の女性を対象に、縦断的調査を実施した。

6つの観察ポイント（①妊娠届け提出時、②出生届け提出時、健診時（③3ヶ月児、④1歳児、⑤1.6歳児、⑥3歳児））について計517名のデータを得た。その結果、「食生活に対する満足度」は妊娠期では低かったが、出産後は満足度が高まり、子育て中に徐々に低くなった。一方、食物選択に関する知識や技術は1.6歳ないしは3歳時点で高まる傾向にあった。食事バランスに関わる行動変容ステージもこの妊娠期から3歳時点で大きく変化することは、有効な教育的な介入を行うことによって、持続可能な望ましい行動変容につながる可能性を示唆している。今後、ルーチンの母子保健業務の中でも継続可能なモニタリングを行うことにより、個人内の真の変化を評価・分析し、より良い「食育」プログラムが構築されることが期待される。

C. 結論（まとめ）

3年間の検討から次のような成果を得ることができた。

①乳児期における食事摂取基準は、「目安量」が基本となり、その設定のためには摂取量データが重要である。本分担研究において過去のデータを系統的に整理し、「日本人の食事摂取基準（2010年版）」の策定に役立てることができたものの、データの量と質は十分では無く、今後推進すべき研究課題であることが

わかった。

②咀嚼に関してはこれまでも「食育」の中の一要素として取り入れられていたが、その評価は不十分であった。今回の検討により、幼児期における咀嚼行動を客観的に評価するための指標を開発することができた。このことは、子ども達の食生活支援を今後さらに推進するために有用と考えられる。

③市町村等の母子保健事業において、妊娠期から出産・子育て期の食生活支援をより積極的に展開するための仕組みを検討した。開始が平成22年度となったことから、現時点では途上のものであるが、今回分析したデータは、この時期に有効な教育的な介入を行うことによって、持続可能な望ましい行動変容につながる可能性を示唆していた。今後もフォローアップを継続することにより、より良い「食育」プログラムの構築へとつなげていきたい。

D. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 吉池信男、佐々木万衣子：母体の食事摂取基準. 周産期医学 38(12); 1489-1494, 2008
- 2) 吉池信男、佐々木万衣子：子どもたちの「生活リズム」と食事、健康を考えるために. 日本栄養士会雑誌 51(11); 1118-1123, 2008
- 3) 吉池信男、佐々木万衣子：小児の食事摂取基準 ～2010年版の基本的な考え方～ 小児科 50(6), 669-681, 2009
- 4) 吉池信男：日本人の食事摂取基準(2010年版)；乳児・小児、妊婦・授乳婦. 臨床栄養 115(3), 245-249, 2009
- 5) 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
- 6) 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

- 7) Sato N, Yoshiike N : Dietary patterns affect occlusal force but not masticatory behavior in children, *J Nutr Sci Vitaminol* (accepted)

2. 学会発表

- 1) 吉池信男：小児の「日本人の食事摂取基準 2005年版」の概要と、タンパク質摂取基準について. 日本小児科学会「小児の食事摂取基準を考えるワークショップ」 2008.10.10, 東京
- 2) 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, 2010.10.23, 青森県

E. 知的所有権の取得状況

なし

II 研究成果の刊行に関する一覧表

1. 書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

2. 雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
加藤頼子	Construction of BMI for age references for Japanese children from the 2000 national growth survey	日本成長学会雑誌	15(2)	7-44	2009
加藤頼子	特集 乳幼児健診とその周辺 I. 総論 1. 乳幼児健診の現状	小児科臨床	62(12)	2539-44	2009
吉池信男、 佐々木万衣子	母体の食事摂取基準	周産期医学	38(12)	1489-1494	2008
吉池信男、 佐々木万衣子	子どもたちの「生活リズム」と食事、健康を考えるために	日本栄養士会雑誌	51(11)	1118-1123	2008
吉池信男、 佐々木万衣子	小児の食事摂取基準～2010年版の基本的な考え方～	小児科	50(6)	669-681	2009
吉池信男	日本人の食事摂取基準(2010年版)； 乳児・小児、妊婦・授乳婦	臨床栄養	115(3)	245-249	2009
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
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
瀧本秀美	胎内での低栄養と生活習慣病	小児保健研究	68 (5)	521-528	2009

3. 研究班刊行物

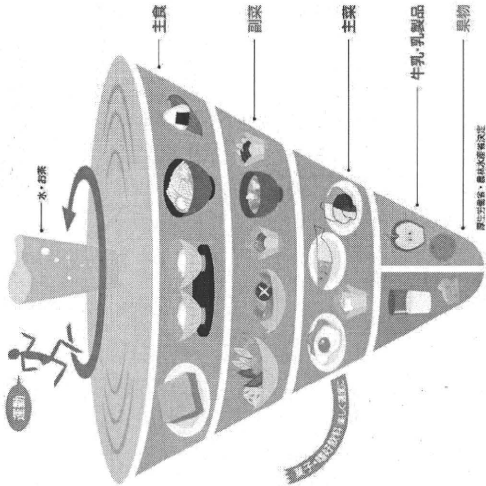
種類	タイトル名	ページ数	出版年
パンフレット	あなたの食事を簡単チェック！妊産婦のための食事バランスガイド	1	2009
冊子	プレママ・ママのフードダイアリー	30	2009
DVD	妊産婦のための食事バランスガイド		2010

あなたの食事を簡単チェック！妊産婦のための食事バランスガイド

監修：国立保健医療科学院生涯保健部
瀧本秀美

「食事バランスガイド」って？

食事バランスガイドとは、1日に「何を」「どれだけ」食べたらよいかが一目でわかる食事の目安です。「主食」「副菜」「主菜」「牛乳・乳製品」「果物」の5グループの料理や食品を組み合わせさせてとれるよう、コマにたとえてそれぞれの適量をイラストでわかりやすく示しています。



「主食」を中心に、エネルギーをしっかりと

不足しがちなビタミン・ミネラルを、「副菜」でたっぴりと

からだづくりの基礎となる「主菜」は適量を

牛乳・乳製品などの多様な食品を組み合わせ、カルシウムを十分に

毎日の果物で、ビタミン・ミネラル・食物繊維をとりまじよう

Step 1!

では、昨日1日の食事を書き出してみよう。

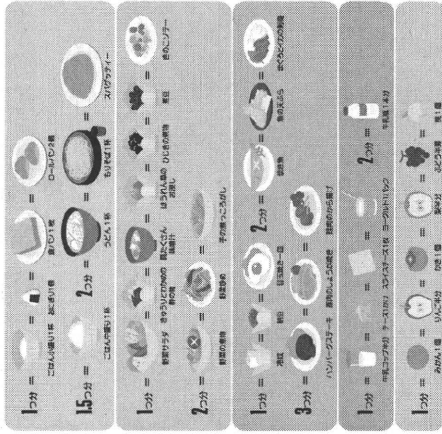
朝食

昼食

夕食

間食

妊娠時期	妊娠初期	妊娠中期	妊娠末期	1日付加量
5~7ヶ月(SV)	—	—	—	+1
5~6ヶ月(SV)	—	+1	—	+1
3~5ヶ月(SV)	—	+1	—	+1
2ヶ月(SV)	—	—	—	+1
2ヶ月(SV)	—	+1	—	+1



※SVとはサービング(食事の量の単位)の略

Step 2!!

更に5つのグループに分けて記入してみよう。

あんぱん・メロンパン・クリームパン等 → 菓子類
肉まん → 主食&主菜
豆乳 → 主菜

	主食(つ)	副菜(つ)	主菜(つ)	牛乳・乳製品(つ)	果物(つ)	菓子類・嗜好飲料
朝食						
昼食						
夕食						
間食						
合計						

超カンタン!

これですぐに「つ」が数えられる!

監修: 国立保健医療科学院生涯保健部
草間 かおる

?これは主食?主菜?

カレーライス

野菜: 全部で小鉢2皿分くらいなら
↓
副菜2つ



ごはん: 大盛り杯くらいなら
↓
主食2つ

肉: から揚げ2-3個分くらいなら
↓
主菜2つ

親子丼



野菜: 全部で小鉢1皿分くらいなら
↓
副菜1つ

ごはん: 大盛り杯くらいなら
↓
主食2つ

卵: 1個、肉: から揚げ1-2個分くらいなら
↓
主菜2つ

焼きそば



中華めん: 1人前なら
↓
主食1つ

野菜: 全部で小鉢2皿分くらいなら
↓
副菜2つ

肉: スライス2枚くらいなら
↓
主菜1つ

?これは主菜?副菜?

野菜: 全部で小鉢2皿分くらいなら
↓
副菜2つ



酢豚

肉: から揚げ2-3個分くらいなら
↓
主菜2つ

卵: 1個、肉: スライス4-5枚くらい
↓
主菜4つ



すき焼き

野菜: 全部で小鉢2皿分くらいなら
↓
副菜2つ

マーボ豆腐



豆腐: 1/2丁くらい
肉: ひき肉大さじ1杯くらいなら
↓
主菜2つ

?これは菓子?

ヨーグルト
↓
牛乳・乳製品1つ



たこ焼き
↓
主食1つ、主菜1つ



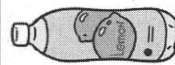
あんぱん、ポテトチップス、せんべい、ビスケット、パイ、ケーキなど → 菓子類

?これは嗜好飲料?

100%オレンジジュース
↓
果物1つ



野菜ジュース
↓
副菜1つ



コーヒー、スポーツドリンク、炭酸飲料、ビールなど → 嗜好飲料

Construction of BMI for age references for Japanese children from the 2000 national growth survey

Noriko Kato

Introduction

The skeletal growth of children should not be assessed using a single type of measurement alone, but should be assessed by a combination of more than two types of measurements; one example of which is the BMI (body mass index). By applying this index, a person's bodyweight can be identified as either too large or small for their stature. Therefore, BMI standard curves for children have been developed in various countries^{1,7)}.

The prevalence of child obesity is increasing rapidly worldwide⁸⁾. It is associated with several risk factors for later heart disease and other chronic diseases, including hyperlipidemia, hyperinsulinemia, hypertension and early atherosclerosis^{9,11)}. Because of their public health importance, the trends in child obesity should be closely monitored.

The body mass index in childhood changes substantially with age^{12,13)}. At birth, the median is as low as 12 kg/m², increases to 17 kg/m² at age 6 months, decreases to 15.5 kg/m² at age 6 years, then increases to 21 kg/m² at age 20 years. Clearly, a cut off point related to age is needed to define child obesity, based on the same criteria at different ages, for example, using reference centiles for age¹⁴⁾. In Japan, BMI references for children from 2 to 20 years of age are developed, where references are not shown for children aged less than 2 years of age, whose BMIs change widely among months of age¹⁵⁾.

The most widely used cutoffs for adults, a body mass index of 25 kg/m² for overweight and 30 kg/m² for obesity, are related to health risk¹⁶⁾. A workshop organized by the International Obesity Task Force proposed that these adult cut off points be linked to body mass index centiles for children to provide child cut off points^{17,18)}. Cole et al.¹⁹⁾ described the development of age and sex specific cut off points for body mass index for overweight and obesity in children, using dataset specific centiles at the same level of adult cut off points. However, in Asian population, cut-offs for overweight and obesity differ from western countries^{20,23)}. In this study, age-specific cut-offs were determined using data of Japanese children with Japanese criteria following the methods of Cole et al.²⁴⁾ and reported along with the age and sex specific percentile reference for BMI.

Methods

Two types of datasets were used for calculation, that is to say, preschool datasets and a dataset of school-age children.

A growth survey of preschool children by the Ministry of Health, Labour and Welfare was undertaken between September 1st to 30th in the year 2000 among children representative of the Japanese population. Growth data of preschool children were gathered from randomly selected regions throughout the nation. Sampling was undertaken by the Ministry of Health, Labour and Welfare. The participants in the survey were selected through a two-step sampling method. All children from the age of 2 weeks to 2 years were recruited from 3000 randomly selected census units

Department of Health Promotion, National Institute of Public Health

[2-3-6 Minami, Wako-shi, Saitama 351-0197]

kato@niph.go.jp

defined by the Ministry of Health, Labour and Welfare. In order to recruit children aged 2-6 years, 900 census units were randomly selected from the above 3000 census units. The survey was carried out at local public health centers located in the selected census unit, under the supervision of the municipal governments. The survey participants were requested to attend the routine infant health examinations at the centers in charge of the survey. Birth data were collected from 136 hospitals which were randomly selected. Survey was undergone in September 2000.

Table 1. Number of cases in each age group in the dataset of Preschool Children

Age interval	Number of boys	Number of girls
birth	2022	1922
< 1month	18	863
1month =< < 2months	80	357
2months =< < 3months	133	101
3months =< < 4months	133	104
4months =< < 5months	127	159
5months =< < 6months	146	121
6months =< < 7months	119	118
7months =< < 8months	146	153
8months =< < 9months	143	127
9months =< < 10months	123	111
10months =< < 11months	131	126
11months =< < 12months	132	115
12months =< < 13months	151	148
13months =< < 14months	145	138
14months =< < 15months	141	103
15months =< < 16months	143	120
16months =< < 17months	121	108
17months =< < 18months	123	118
18months =< < 19months	118	132
19months =< < 20months	131	137
20months =< < 21months	89	120
21months =< < 22months	106	119
22months =< < 23months	120	110
23months =< < 24months	144	129
24months =< < 30months	233	237
30months =< < 36months	249	241
36months =< < 42months	235	215
42months =< < 48months	236	215
48months =< < 54months	242	203
54months =< < 60months	233	233
60months =< < 66months	234	217
66months =< < 72months	212	248
72months =< < 78months	225	205

Cross-sectional data for weight and height / length were stored on magnetic tape and used under permission of the Ministry. The total number of subjects was 14,113. Body weight was measured to the nearest 10g, while the height / length was measured to the nearest 0.1 cm. Toddlers younger than 24 months of age were measured according to their supine length, while preschool children more than 24 months of age were measured according to their standing height. Abnormal data that occurred during the filling in of the survey form and missing data were deleted. The data were subdivided into numbers of cases with corresponding age groups with 1 month intervals until 24 months of age, and 6 month intervals after 24 months of age. The age intervals and the corresponding number of cases are shown in Table 1.

In Japan, health check-ups of all schoolchildren are done at the beginning of every fiscal year, which is compulsory according to School Health Law. To monitor the results of these check-ups, a school health survey is performed every year. The participating schools were randomly selected by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. From the survey in 2000, cross-sectional data on the height and weight were collected from 72,380 children attending kindergartens, 270,720 pupils of elementary schools, 225,600 students of lower secondary schools, and 126,900 students of upper secondary schools. Data were stored on magnetic tape and used under permission of the Ministry of General Affairs. Height was rounded to 1 cm, and weight was rounded to 1 kg. Abnormal data that occurred during the filling in of the survey form and missing data were deleted. The mean age in each grade is shown, for example, among 1st-grade pupils, where the mean age is 78 months (6.5 years). The numbers of cases for each age group are shown in Table 2.

BMI (kg/m^2) was calculated for each individual, and the BMI reference was calculated from individual BMI data. Wt/Ht^2 corresponding to the various centiles were obtained for each age by gender, using Cole's LMS method ²⁴⁾. The distribution of Wt/Ht^2 is somewhat

skewed, so that the Z-scores and centiles cannot be calculated from the mean and standard deviation, assuming a normal distribution.

The LMS method uses three quantities, the power (L), median (M) and coefficient of variation (S) calculated for each group; it can determine the value that best approximates the median (50th centile of the distribution). The assumption underlying the LMS method is that after the Box-Cox power transformation the data at each age are normally distributed. The three corresponding values L, M and S, were calculated for each age interval shown in Table 1 and Table 2. Though the L, M and S values obtained display considerable oscillation, the LMS method allows one to draw smooth curves of L, M and S. Each parameter for both sexes was smoothed by a combination of polynomial functions. Smoothed L and M consisted of two component of polynomial function, while smoothed S consisted of one component. The points on each centile curve are defined in terms of the formula²⁵⁾ :

$$M(1+LSz)^{1/L} \quad (1)$$

where Z is the Z-score for the normalized distribution. To calculate the 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th percentile values, Z was substituted as -1.881, -1.281, -0.625, 0, 0.625, 1.281 and 1.881.

Asian cut-offs of adult BMI for overweight and obesity differ among studies^{21,23)}. Japanese Society of Obesity determined that cut-off for Japanese obesity as

25 kg/m^{2.26)}. The cut-off percentile levels, which correspond to BMIs of 25 kg/m² at 17.5 years of age were obtained as follows:

The LMS method converts BMI values to Z-scores and centiles. The formula to obtain the Z-scores is given by:

$$[(Q/M)^L - 1] / LS \quad (2)$$

where Q is the observed BMI, L the power, M the median and S the coefficient of variation for each age and sex group. The Z-scores obtained using the above equation can be converted to a centile using normal distribution tables. Z-scores of body mass indices (Q) of 25kg/m² at age 17.5 were calculated both for males and females, through equation 2. The obtained Z-scores were substituted into equation 1 to determine the cut-off points curve for obesity (BMI 25). Besides this, formula (2) calculates BMI Zscore for given age and observed BMI value.

Results

Three quantities used in the LMS method were calculated both for boys and girls from birth to 17.5 years of age. The polynomial function for smoothed L, M and S are shown in tables 3 and 4. With the power (L) of 1 indicating a normal distribution, we note variations ranging from -2.8 to 0.5. As for the coefficient of variation (S) of BMI, the variability ranged from 0.075 to 0.141. The median (M) ranged between 12 and 21.

The third, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th centile curves are shown along with CDC 2000⁸⁾ standard for both boys (Figure 1) and girls (Figure 2). In boys, the width of percentile lines was almost the same between the present study and the CDC standard, while in girls, the width was found to be larger in the CDC standard, especially with higher 90th and 97th percentile values after 96 months of age.

The body mass index of 25 kg/m² at age 17.5 is on the 87th centile for boys and 90 the centile for girls, with an obesity prevalence of about 10~13%. Each Z-score substituted into equation 1 provides the formula

Table 2. Number of cases in each age group in the dataset of School Children

Age	interval	Number of boys	Number of girls
5years =<	< 6years	31313	31090
6years =<	< 7years	21869	21777
7years =<	< 8years	21894	21905
8years =<	< 9years	21920	21969
9years =<	< 10years	21971	21967
10years =<	< 11years	21978	21950
11years =<	< 12years	22002	22024
12years =<	< 13years	36229	36506
13years =<	< 14years	36277	36526
14years =<	< 15years	36375	36538
15years =<	< 16years	21017	20979
16years =<	< 17years	21077	20988
17years =<	< 18years	21017	20985

for an extra centile curve passing through the specified point corresponding to 25 kg/m² of BMI at 17.5 years of age. Corresponding lines are shown in Figure 3 (boys) and Figure 4 (girls) along with those shown by Cole, et al.¹⁰⁾.

Discussion

We have presented Japanese reference standards for BMI attained at 0-17.5 years of age. Although the two datasets were from different growth surveys, they are based, as national standards should be, on nationwide samples of school-age and preschool-age children.

Previous study of Japanese, whose samples are representative of Japanese population, lacks the reference in infancy¹⁵⁾. Indicators of overweight are useful in the diagnosis and management of obesity in childhood and adolescence. An index of overweight that can be employed across all age groups would be ideal.

Although the excellence of Cole's method is unquestionable, its validity depends on the sample size among the age groups. In each age group there should be no fewer than 100 subjects. The present data obtained from the growth survey contain large number of subjects to fulfill such a requirement. The database for our calculation consists of two kinds of national

Table3. Polynomial functions for smoothed L,S and M of male

months of age	smoothed L	smoothed S	smoothed M
0			-1.02146E-06 x ⁶
			+ 8.52130E-05 x ⁵
			+ -0.002909235 x ⁴
			+ 0.052307887 x ³
			+ -0.52036707 x ²
			+ 2.559941077 x
			+ 12.62254537
21		-1.59506E-14 x ⁶	
		+ 1.40059E-11 x ⁵	
		+ -4.00643E-09 x ⁴	
64		+ 3.98997E-07 x ³	
		+ -1.23168E-06 x ²	
		+ -0.000769444 x	
		+ 0.090651064	1.62682E-12 x ⁶
	-8.954 93E-12 x ⁶		+ -1.21621E-09 x ⁵
	+ 7.27060E-09 x ⁵		+ 3.44760E-07 x ⁴
	+ -2.34771E-06 x ⁴		+ -4.80920E-05 x ³
	+ 3.81935E-04 x ³		+ 0.003834804 x ²
	+ -0.032566173 x ²		+ -0.16234701 x
	+ 1.358656401 x		+ 18.04924058
	+ -23.43870476		
210			

growth surveys. For preschool children, the database from the growth survey of the Ministry of Health, Labour and Welfare was used, and for School Children, the database from the health survey of the Ministry of Education, Culture, Science, Sports and Technology was used. The method of data collection differed between the two surveys, but both surveys used a large number of samples, so they are both suitable for the construction of a BMI standard for age.

Many BMI standards have been calculated world wide. Some have been calculated from datasets based on single samples^{13,27)}, whereas the British²⁵⁾ and American⁸⁾ standards are calculated from a pool of samples collected over a period of time.

In developing CDC 2000 BMI standards⁸⁾, some of the datasets were excluded because those included

many obese children. In our study, all data were included in the calculation because we intended to develop a national standard as it is. For girls, the 90th and 97th percentile values were smaller in the Japanese especially after 10 years of age, which might result from the control of habits of calorie intake among young Japanese women.

An expert panel convened in 1997 recommended that a 95th percentile BMI value for age can be used as a cut-off point for the assessment of childhood and adolescent obesity¹⁶⁾. The 85th and 95th percentiles of BMI are very popular for identifying children and adolescents at risk of overweight and obesity in western countries²⁸⁾. Cole et al.¹⁹⁾ calculated the cut-off points of BMI percentiles that were constructed by using results from studies across four continents (Asia,

Table4. Polynomial functions for smoothed L,S and M of female

months of age	smoothed L	smoothed S	smoothed M
0			-2.37041E-07 x ⁶ + 2.78840E-05 x ⁵ + -0.00129332 x ⁴ + 0.030342091 x ³ + -0.374508053 x ² + 2.144075223 x + 12.56896799
16	-0.038 x + 0.795846301	9.75187E-15 x ⁶ + -5.51924E-12 x ⁵ + 1.47964E-09 x ⁴	
67		+ -2.85072E-07 x ³ + 3.27070E-05 x ² + -0.001085592 x + 0.08896935	
210	-2.26452E-12 x ⁶ + 2.11940E-09 x ⁵ + -7.63954E-07 x ⁴ + 1.33297E-04 x ³ + -0.011505051 x ² + 0.44192393 x + -7.05128386		3.22336E-12 x ⁶ + -2.26349E-09 x ⁵ + 5.92628E-07 x ⁴ + -7.33980E-05 x ³ + 0.004817142 x ² + -0.160718511 x + 17.38621694

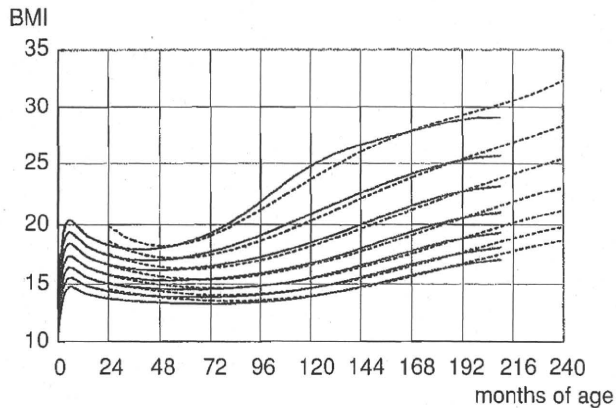


Figure 1. BMI percentile curves for boys

dotted lines : CDC 2000 growth chart
 solid lines : present study
 The 7 lines of each category correspond to the 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th percentiles.

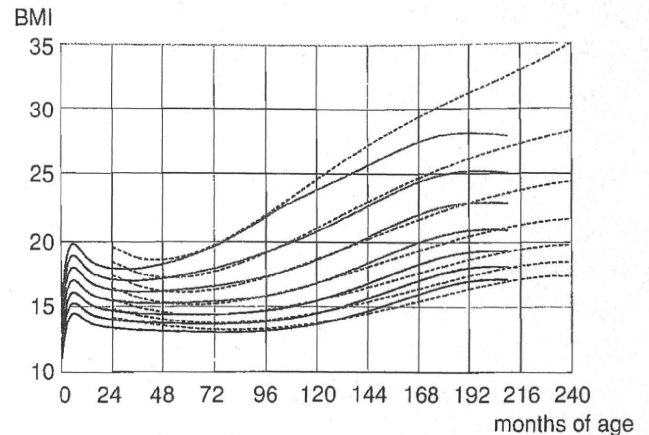


Figure 2. BMI percentile curves for girls

dotted lines : CDC 2000 growth chart
 solid lines : present study
 The 7 lines of each category correspond to the 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th percentiles.

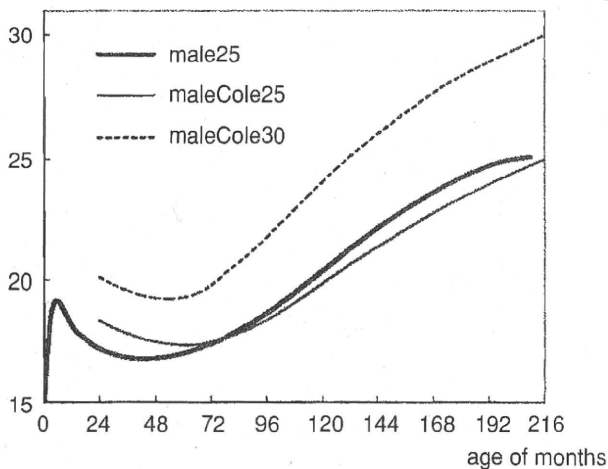


Figure 3. Obesity cut-offs for boys

Body mass index value of 25 (obesity) at age 17.5 years, with an extra centile drawn through them. (thicker solid lines)
 Thinner lines correspond to that of Cole's, 25 (overweight) and 30 (obesity) at age 18 years.

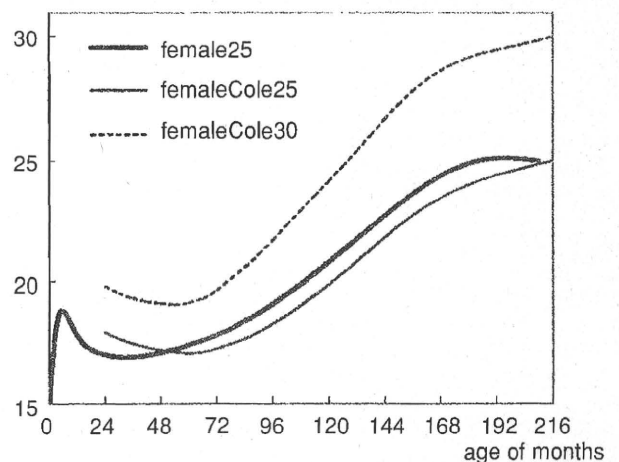


Figure 4. Obesity cut-offs for girls

Body mass index value of 25 (obesity) at age 17.5 years, with an extra centile drawn through them. (thicker solid line)
 Thinner lines correspond to that of Cole's, 25 (overweight) and 30 (obesity) at age 18 years.

Europe and North and South America), with the aim of bringing an international definition for obesity into use.

Although BMI cut-offs for overweight among Asian adults range from 23 to 24 in various studies²¹⁻²³, the value 23 for Japanese cut-offs for overweight is supported by a few studies^{20, 29}.

The age of 17.5 years is younger than the age at which the final height occurs in boys and therefore can not be considered to be an adult stage, so the indication of this age is a kind of limitation of the present study. The indication of Cole's method into the Japanese population is less of a problem because Cole's method

was used for the combined data from many regions of the world.

The results of our study are useful for the assessment of obesity in Japanese children. In our study, adult cut-off points (BMI of 25kg/m² for obesity) were linked to body mass index centiles for children to provide cut off points. As a result, the corresponding centile levels of obesity were the 87th centile for males and 90th centile for females.

In conclusion, the present study provides BMI standards from a representative population of Japanese

Table 5. Cut off points for BMI for obesity by sex and age, defined to pass through BMI of 25 at the age of 17.5 years

Age (months)	Boys	Girls
birth	13.95	14.00
1	16.25	15.99
2	17.70	17.33
3	18.55	18.17
4	18.98	18.64
5	19.15	18.85
6	19.14	18.88
7	19.04	18.80
8	18.89	18.65
9	18.72	18.46
10	18.55	18.27
11	18.39	18.09
12	18.23	17.92
18	17.63	17.32
24	17.26	17.09
30	17.01	17.00
36	16.87	17.00
42	16.82	17.06
48	16.84	17.17
54	16.92	17.31
60	17.05	17.49
66	17.22	17.69
72	17.43	17.91
78	17.68	18.17
84	17.97	18.46
90	18.29	18.78
96	18.64	19.12
102	19.01	19.49
108	19.40	19.87
114	19.81	20.28
120	20.22	20.70
126	20.63	21.15
132	21.05	21.62
138	21.46	22.10
144	21.87	22.58
150	22.28	23.06
156	22.68	23.52
162	23.06	23.95
168	23.43	24.33
174	23.77	24.64
180	24.09	24.88
186	24.37	25.03
192	24.61	25.11
198	24.80	25.11
204	24.93	25.06
210	25.00	25.00

children, and has great importance because it is based on national data. The results of the present study can be used for the assessment of obesity of Japanese children.

Acknowledgment

Supported by Tanita Body Weight Foundation. We thank the personnel of the Ministry of Health, Labor and Welfare of Japan for copying the magnetic tape data on the growth survey. We also thank Ms T Tanaka and Ms Y Kawamura for their technical assistance.

References

- 1) Cacciari E, Milani S, Balsamo A, et al. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20 y). *Eur J Clin Nutr* 56(2):171-180, 2002.
- 2) Karasalihoglu S, Oner N, Ekuklu G, Vatansever U, Pala O. Body mass index percentiles among adolescent girls living in Edirne, Turkey. *Pediatr Int* 45(4):452-457, 2003.
- 3) Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, et al. *CDC Growth Charts: United States*. Adv Data 314: 2000.
- 4) Lindgren G, Strandell A, Cole T, Healy M, Tanner J. Swedish population reference standards for height, weight and body mass index attained at 6 to 16 years (girls) or 19 years (boys). *Acta Paediatr* 84(9):1019-1028, 1995.
- 5) Luciano A, Bressan F, Zoppi G. Body mass index reference curves for children aged 3-19 years from Verona, Italy. *Eur J Clin Nutr* 51(1):6-10, 1997.
- 6) Power C, Lake JK, Cole TJ. Body mass index and height from childhood to adulthood in the 1958 British born cohort. *Am J Clin Nutr* 66(5):1094-1101, 1997.
- 7) Rosner B, Prineas R, Loggie J, Daniels SR. Percentiles for body mass index in U.S. children 5 to 17 years of age. *J Pediatr* 132(2):211-222, 1998.
- 8) Flegal KM, Wei R, Ogden C. Weight-for-stature compared with body mass index-for-age growth charts for the United States from the Centers for Disease Control and Prevention. *Am J Clin Nutr* 75(4):761-766, 2002.
- 9) Berenson GS, Srinivasan SR, Wattigney WA, Harsha DW. Obesity and cardiovascular risk in children. *Ann N Y Acad Sci* 699:93-103, 1993.
- 10) Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP, 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 338(23):1650-1656, 1998.
- 11) Mahoney LT, Burns TL, Stanford W, et al. Coronary risk factors measured in childhood and young adult life are

- associated with coronary artery calcification in young adults: the Muscatine Study. *J Am Coll Cardiol* 27(2):277-284, 1996.
- 12) Malina RM, Katzmarzyk PT, Beunen GP. Relation between birth weight at term and growth rate, skeletal age, and cortical bone at 6-11 years. *Am J Human Biol* 11(4):505-511, 1999.
 - 13) Cole TJ, Roede MJ. Centiles of body mass index for Dutch children aged 0-20 years in 1980—a baseline to assess recent trends in obesity. *Ann Hum Biol* 26(4):303-308, 1999.
 - 14) Power C, Lake JK, Cole TJ. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. *Int J Obes Relat Metab Disord* 21(7):507-526, 1997.
 - 15) Inokuchi M, Hasegawa T, Anzo M, Matsuo N. Standardized centile curves of body mass index for Japanese children and adolescents based on the 1978-1981 national survey data. *Ann Hum Biol* 33(4):444-453, 2006.
 - 16) Barlow SE, Dietz WH. Obesity evaluation and treatment: Expert Committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics* 102(3):E29, 1998.
 - 17) Dietz WH, Robinson TN. Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr* 132(2):191-193, 1998.
 - 18) Bellizzi MC, Dietz WH. Workshop on childhood obesity: summary of the discussion. *Am J Clin Nutr* 70(1):173S-175S, 1999.
 - 19) Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj* 320(7244):1240-1243, 2000.
 - 20) Nishida C. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 363(9403):157-163, 2004.
 - 21) Chang CJ, Wu CH, Chang CS, et al. Low body mass index but high percent body fat in Taiwanese subjects: implications of obesity cutoffs. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27(2):253-259, 2003.
 - 22) Ji CY. Report on childhood obesity in China (1)—body mass index reference for screening overweight and obesity in Chinese school-age children. *Biomed Environ Sci* 18(6):390-400, 2005.
 - 23) Shiwaku K, Anuurad E, Enkhmaa B, et al. Overweight Japanese with body mass indexes of 23.0-24.9 have higher risks for obesity-associated disorders: a comparison of Japanese and Mongolians. *Int J Obes Relat Metab Disord* 28(1):152-158, 2004.
 - 24) Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 11(10):1305-1319, 1992.
 - 25) Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* 17(4):407-429, 1998.
 - 26) Kanazawa M, Yoshiike N, Osaka T, Numba Y, Zimmet P, Inoue S. Criteria and classification of obesity in Japan and Asia-Oceania. *Asia Pac J Clin Nutr* 11 Suppl 8:S732-S737, 2002.
 - 27) Leung SS, Cole TJ, Tse LY, Lau JT. Body mass index reference curves for Chinese children. *Ann Hum Biol* 25(2):169-174, 1998.
 - 28) Deurenberg P, Yap M, van Staveren WA. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among different ethnic groups. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22(12):1164-1171, 1998.
 - 29) Kagawa M, Tahara Y, Byrne N, Moji K, Tsunawake N, Hills AP. Are Japanese criteria for obesity useful to screen Japanese at risk? Consideration from anthropometric indices- percentage body fat relations. *The 39th Conference of Asia-Pacific Academic Consortium for Public Health*. Saitama Japan; 2007.

小児用簡易咀嚼回数計を用いた測定方法の基礎的検討

佐藤ななえ^{1,2)}, 吉池 信男²⁾

¹⁾ 盛岡大学短期大学部

²⁾ 青森県立保健大学大学院健康科学研究科

Investigation of the Measurement by a Portable Chewing Counter for Children

Nanae Sato^{1,2} and Nobuo Yoshiike²

¹Morioka Junior College

²Graduate School of Health Sciences Aomori University of Health and Welfare

Aim: To investigate the accuracy of measurement of the number of chews by portable equipment, which was developed mainly to promote chewing behavior in usual diet in children. The obtained data can be utilized in the evaluation and relevant studies for the practices of nutrition education in children.

Subjects and methods: We recruited 61 children (5-6 years old) in two kindergartens. We used a portable chewing counter (Nitto Science Co, Japan) to make duplicated measurements of the number of chews taken for the same lunch-time test meal with a two-week interval. The three examiners were engaged in pre-checking, adjusting and attaching the equipment and closely observing the children according to the protocol. We obtained 37 duplicated observations that were eligible for the test-retest analyses. The reproducibility of the measurements was tested by calculating Pearson's correlation coefficients and using the Bland-Altman plot to analyze the degree and tendency toward the differences between the two measurements.

Results: The correlation coefficients for the duplicated measurements in the number of chews (A times), time taken to consume the test meal (B minutes), and chewing rhythm (A/B times per minute) were $r = 0.67$, $r = 0.76$, and $r = 0.70$ ($p < 0.001$ for all indicators), respectively. The Bland-Altman plot revealed 95% of observations of the number of chews among the 37 subjects were distributed within the range of consistency (Δ ; from -367.9 to +276.5).

Conclusions: The results showed good reproducibility of the measurements by the counters, being relatively low cost, small, and easy to operate for evaluation and studies on nutrition education. Obtaining more reliable data will be possible when the users adopt a well-standardized measurement procedure, including training the examiners.

Jpn. J. Nutr. Diet., 68 (3) 213~219 (2010)

Key words: children, nutrition education, evaluation, number of chews, chewing counter

緒 言

小児の咀嚼に関わる問題については、保健指導や保育・教育現場において以前から指摘され^{1,2)}、これまで多くの研究で取り上げられてきた^{3~9)}。平成17年乳幼児栄養調査¹⁰⁾では、10年前の同調査に比べ「よく噛まない」幼児の割合が2倍に増加したと報告され、そのようなことから、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^{11~13)}。そこで、小児を対象としたこのような食育実践のアウトカム指標の一つとして、咀嚼回数を正しく測定し、評価することが必要である。

これまで用いられてきた咀嚼回数の測定方法は、咀嚼時の下顎の動きを直接あるいはビデオカメラに収録した映像を用いて間接的に観察し、下顎降下回数を数え咀嚼回数とする方法(高齢者¹⁴⁾、児童¹⁵⁾)、咀嚼時の筋電図を測定し、表れた波形のストローク数を咀嚼回数とする方法(成人¹⁶⁾、乳児¹⁷⁾)などがある。これらはいずれも少人数を対象とする研究に用いられることが多く、実施場所が限定され、測定・分析にかかる経費や時間の点を考えると、集団における評価への適用は難しい。

咀嚼回数の測定器として、2002年に「咀嚼計 QK-CF II」(九州計測器株式会社)が、2009年に「そしゃく・かみしめレコーダー BR-1000」(株式会社西澤電機

キーワード：小児，食育，評価，咀嚼回数，咀嚼回数計

(連絡先：佐藤ななえ 〒020-0183 岩手県岩手郡滝沢村滝沢字砂込808 盛岡大学短期大学部食物栄養科
電話 019-688-5570 (内3267) FAX 019-688-5568 (代) E-mail nanae@morioka-u.ac.jp)

計器製作所)が販売されている。これら測定器は高額であるため、実践の現場において一度に多人数を対象に用いることは難しい。また、2008年7月には「咀嚼計かみかみセンサー」(日陶科学株式会社)が一般購入しやすい価格で販売されている。この、「かみかみセンサー」(以下「センサー」と称す)は、咀嚼に特徴的な下顎の上下運動を捉えて、その回数を数える簡易咀嚼回数計である。このセンサーは、子どもたちによく噛んで食べることを意識づけ、噛む大切さを教えることを目的に開発された教育ツールである。研究や評価に用いる場合の妥当性の検討は不十分ではあるが、既に幼稚園や教育現場、歯科保健関係者を中心に活用が広がっている(産経ニュース:産経新聞 公式ウェブサイト, 2008年8月26日付)。

現在、広く普及している回数測定器に歩数計がある。歩数計による測定結果は身体活動評価に用いることができ、他の評価手法に比べ精度は劣るものの、低価格で操作が簡単なことから、国民健康・栄養調査に代表される大規模疫学調査などに適用されている¹⁸⁾。

同様に、小児を対象とした咀嚼回数測定においても、特に集団を対象とした場合、「お口の万歩計」と唱っている本センサーは有用であると考えた。そこで、本研究では、本センサーを実際に幼児に用いた場合の再現性を検証し、食育実践の評価や関連の研究に用いる際に参考となる基礎データを収集し、提示した。

方 法

1. 対象者の選定及び調査時期

2009年11月に、岩手県盛岡市の対象幼稚園2園に調査の主旨及び方法を説明し、研究協力を求めた。幼稚園施設長の了解を得た後、両園の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)の幼児を本研究の対象とした。2009年11月中旬から12月上旬の間に調査を実施した。なお、調査にあたり歯科医師による口腔診査を行い、①顎関節や歯列・咬合の異常、②歯髄に達する重度のう蝕(C3以上)、③乳臼歯の未萌出や欠損といった、センサーによる測定上、影響を及ぼすと考えられる状態の有無をスクリーニングした。

2. 咀嚼回数の測定

(1) センサーの原理と基本的な仕様

本研究に用いたセンサーの原理は以下のとおりである。基本構造としては、単四電池3個で駆動し、両耳にかける「つる」の付いた本体と、咀嚼回数をデジタル表示する表示カウンターから成り、本体のプラグを表示カウンターに接続すると電源が入るようになっている。つるを耳にかけ、本体の感知部分を下顎の先端からやや内側に

軽くあたる程度に装着する。その際、つるの根元にある7段階アジャスターを調節して、下顎にジャストフィットさせることで、感知部分が会話と咀嚼を区別し、咀嚼時だけに起こる筋肉の上下運動を選択的に捉えることが可能となる。また、センサーには耳元から顎までの長さにより、Sサイズ、Mサイズの2種類がある。さらに、小児が楽しく使うことができるような工夫として、表示カウンターは魚の形となっており、魚の目は咀嚼をカウントする度にLEDで点滅し、表示回数に応じて電子音やメロディが鳴り、ゲーム感覚で測定できる仕様となっている。

(2) 測定のセッティング

測定にはSサイズのセンサーを用いた。幼稚園の教室において、昼食時間に同一内容の食事を食べてもらい、その際の咀嚼回数及び食事に要した時間を測定した。測定日は、各園ともに約2週間期間において2日設定した。ただし、初回測定日に欠席等で未測定者が多かった1園については測定日を1日追加した。測定スタッフがセンサーの操作や装着状態の確認、対象児の観察を十分行えるように、クラスを無作為に2分し、1グループ(15~16名)ずつ測定を行った。なお、センサーは、同ロットで製造された16台を用い、各対象児の測定にはセンサーを無作為に割り振り、同一対象児の繰り返し測定と同じセンサーを用いることは行わなかった。

(3) 咀嚼試料の調整と提供方法

咀嚼試料は、対象児が幼稚園において普段食べている業者が配食する給食とし、各測定日には全て同一内容の食事を提供した(表1)。今回の検討は、咀嚼能力や咀嚼行動を特定の食品で調べるものではなく、対象児の日常的な食事内容と考えられるものとした。なお、喫食には普段通り箸を用いた。各幼稚園では、通常の給食時に水・茶等の提供はしておらず、今回の試験においても同

表1 咀嚼回数測定に用いた咀嚼試料(一人分)

分類	料理名	概量	重量*	配膳方法
主食	わかめご飯**	1膳	約80~90g	子ども用 ご飯茶碗
汁物	味噌汁 (青菜・人参・油揚げ)	1杯	具:約20g	子ども用 マグカップ
おかず1	コロッケ	1個	約50g	
おかず2	厚焼きたまご	1切れ	約20g	子ども用
おかず3	野菜炒め***		約50g	弁当箱
デザート	キウイフルーツ	1/6切れ	約15g	

* 予定献立表または実測による

** 素干しわかめを混ぜ込み、塩味を添加したもの

*** 使用食材(キャベツ, さやいんげん, ブナシメジ, ゆで大豆)

様の条件とした。

(4) 測定スタッフへの事前レクチャー

測定には、著者及び教頭、クラス担任の3名が従事した。測定精度の確保を目的として、事前に測定スタッフに対して以下のレクチャーを行った。すなわち、①当日の流れと役割、②センサーの基本原理と装着方法、③装着及び測定時の留意点、④嫌がった場合の対応方法を伝えるとともに、実際の操作の練習を行った。

(5) 測定の実際

測定の流れとチェックポイントを示した(図1)。はじめに、対象児に対し、センサーを使用して2回給食を食べること及び装着方法と注意点について、実演を交えて説明した。説明では、測定を意識していつも以上に咀嚼しないよう、回数を測定していることを伝えなかった。逆にそのことで本測定に対する疑問や不安を感じることはないよう、2回の測定が終わった時に今回調べた内容について知らせる約束をした。また、表示カウンターの発する電子音については、時間の経過とともに時々後ろで音が鳴ることがある旨説明した。表示カウンターは、

従事者が感知状況を確認でき、かつ対象児から見えない位置に配置した。次に、各自でつるを最大に伸ばし耳にかけさせてから、測定スタッフがアジャスターと感知部分の角度を調整し、感知部分が正しく下顎に収まるように装着させた。感知部分が喉元に深く入りすぎる場合は、大きいスペーサーに付け替えた。フィット感を嫌がる場合は、無理強いせずに緩く装着させた。全員の装着完了後に給食を配膳し、順次スタートボタンを押して食事を開始させた。食事中は、食べる様子の観察と装着状態や感知状況の確認を行った。測定中問題が生じた場合は、測定を継続しながらアジャスター等の微調整をするか、食事と測定を一時中断して、調整後再開した。これらの問題が改善しない場合には、対象児の食べ方や体格、顔や顎の形状などを注意して観察し、記録をした。食事が終わった時点で挙手させ、測定スタッフが表示カウンターのスイッチを止めた。測定が終了した順にセンサーを回収し、咀嚼回数と食事に要した時間を記録した。加えて、承諾の得られた2名について、測定中の様子を撮影者がデジタルビデオカメラ(パナソニック株式会社 VDR-M95-S:2.5型液晶モニター)を手を持った状態で、正面約80cmから収録した。その記録を基に、測定スタッフの1名が、手動カウンターを用いて各個人の下顎降下回数を数え記録した。

3. 解析対象者の選択プロセスと統計解析

得られた61名のデータの中から、解析対象者を選択する過程をフローチャートに示した(図2)。測定が1回以下のデータ、残食が1回以上あったデータ、観察記録と測定データから問題ありと判断したデータを除外し、最終的に37名を解析対象者とした。なお、歯科医師による

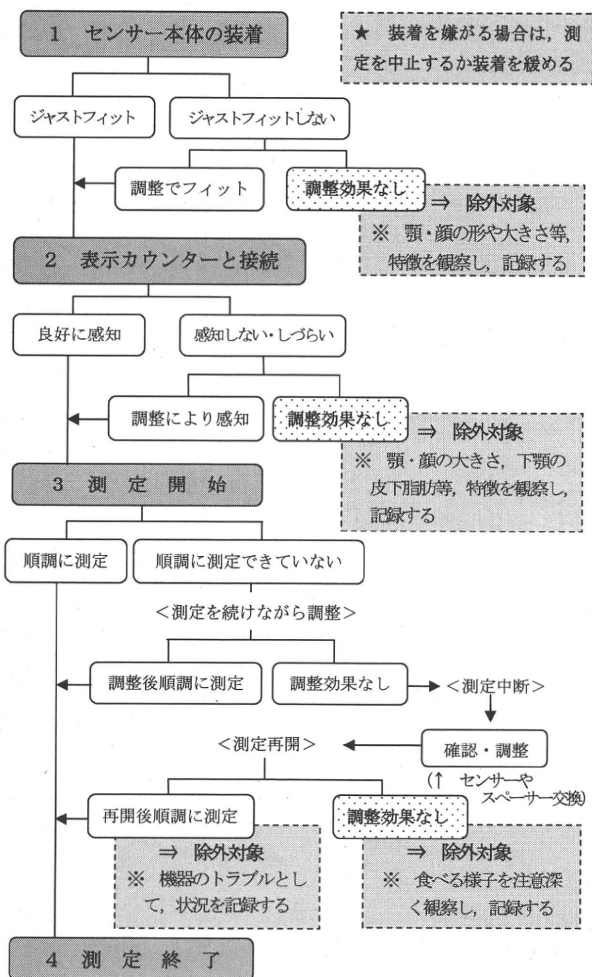


図1 測定の流れとチェックポイント

※ 小児用簡易咀嚼回数計を実際に幼児に用いて、咀嚼試料の咀嚼回数を測定した際の流れを図示したもの。

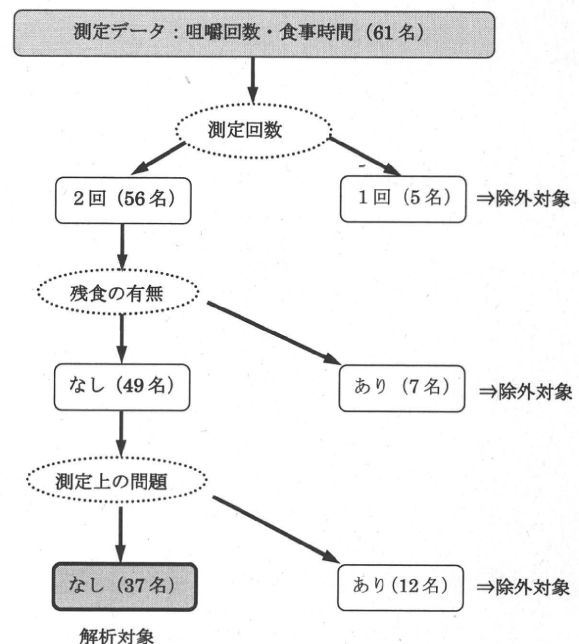


図2 解析対象者の選択プロセス

口腔診査の結果、本研究対象として不適格であると判断された者はいなかった。

再現性については、1回目と2回目の咀嚼回数及び食事に要した時間、咀嚼リズム（咀嚼回数/食事時間 単位：回/分）の比較にピアソンの相関係数を算出した。また、各個人の繰り返し2回の測定データについては、2回の平均値（x軸）に対して、2回の測定データの差（y軸）をアルトマンプロット¹⁹⁾により検討した。統計処理には統計解析ソフト SPSS16.0J for Windows (SPSS社)を使用した。

4. 倫理的配慮

調査協力を求める際に、対象児の保護者に対し、調査の目的及び概要ならびに個人情報の保護について、調査への協力は任意であり、調査開始後であっても参加を取りやめることができること、子どもが嫌がる場合は強制しないことを説明し同意を得た。また、個人名は扱わず、電子データの保存、解析に際しては、外部とのネットワークから遮断されたコンピュータを用いた。なお、本研究は、青森県立保健大学倫理審査委員会の審査（NO. 09055）を受け、承認を得た後に行った。

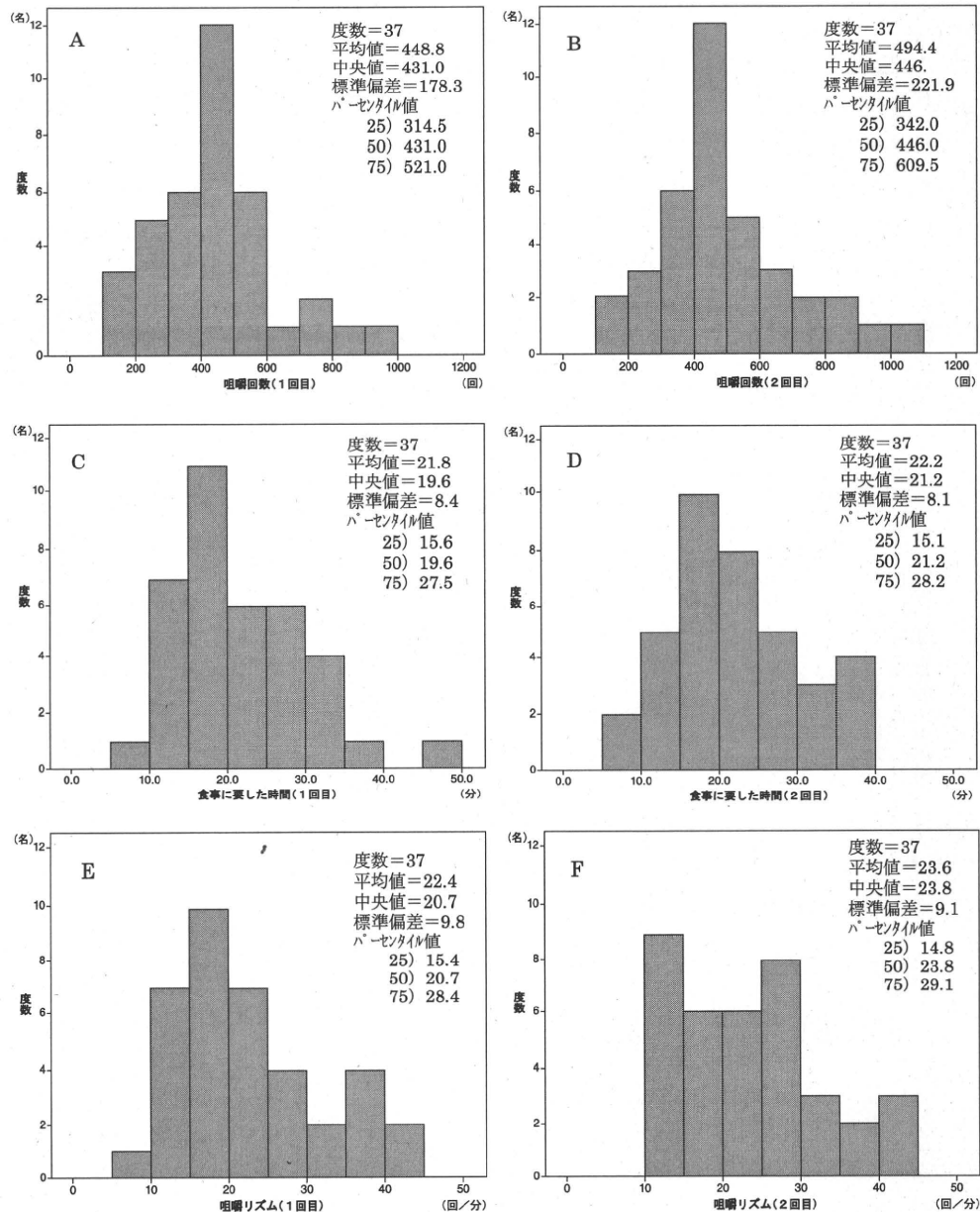


図3 データの分布

※ 小児用簡易咀嚼回数計を用いた、各個人2回の測定により得られたデータの分布を示したものである。測定により得られるデータは、咀嚼回数、食事に要した時間であり、咀嚼リズム（咀嚼回数/食事に要した時間）はその2つのデータを用い算出した。

- A. 咀嚼回数の分布（1回目）
- B. 咀嚼回数の分布（2回目）
- C. 食事に要した時間の分布（1回目）
- D. 食事に要した時間の分布（2回目）
- E. 咀嚼リズムの分布（1回目）
- F. 咀嚼リズムの分布（2回目）

表2 咀嚼回数・食事に要した時間・咀嚼リズムの平均値

変数名	測定回	測定結果
人数 (名)	37	
咀嚼回数 (回)*	1	448.8 ± 178.3
	2	494.4 ± 211.9
食事に要した時間 (分)*	1	21.8 ± 8.4
	2	22.2 ± 8.1
咀嚼リズム (回/分)*	1	22.4 ± 9.8
	2	23.6 ± 9.1

*Mean ± SD で示す

付記) 咀嚼回数及び食事に要した時間の1回目と2回目それぞれの測定平均値と標準偏差並びに咀嚼リズム(咀嚼回数と食事に要した時間から算出)の平均値と標準偏差。

表3 咀嚼回数・食事に要した時間・咀嚼リズムに関する相関係数

変数名	相関係数
咀嚼回数	0.67** (0.56**)
食事に要した時間	0.76** (0.74**)
咀嚼リズム	0.70** (0.63**)

Pearson の相関係数 ** $p < 0.001$

() 内は全データ ($n=61$) を用いた場合の相関係数

付記) 各被験者2回の測定の再現性を検証するため、1回目と2回目の咀嚼回数及び食事に要した時間、咀嚼リズムの比較にピアソンの相関係数を算出した。() 内には除外データを含む全測定データの相関係数を参考として示した。

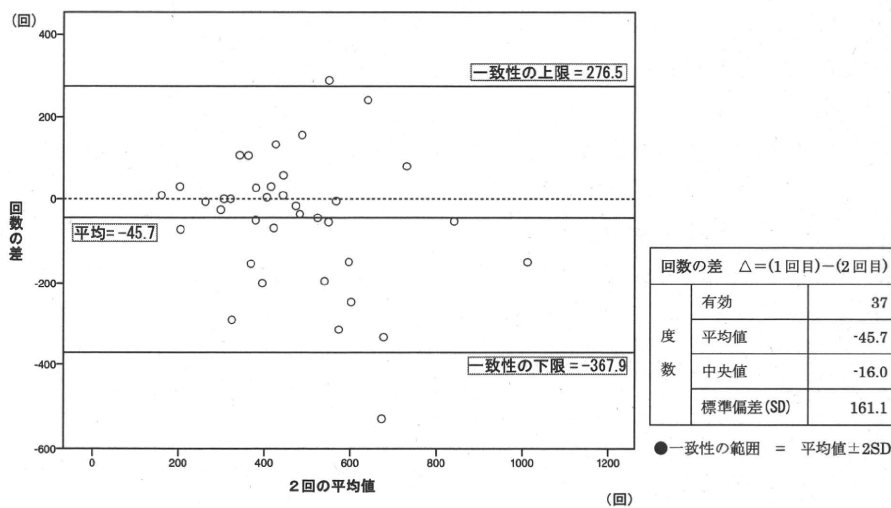


図4 2回の咀嚼回数測定の平均値に対しプロットした、1回目と2回目の差

※ 各個人の繰り返し2回の測定データについて、2回の平均値 (x軸) に対する、2回の測定データの差 (y軸) をアルトマンプロットで検討したもの。

結果

咀嚼回数、食事に要した時間、咀嚼リズムの分布を示した(図3)。2回目の咀嚼リズムを除いて、正規性が認められた。次に、咀嚼回数、食事に要した時間及び咀嚼リズムの平均値を示した(表2)。1回目及び2回目の咀嚼回数と標準偏差は、それぞれ448.8 ± 178.3回、494.4 ± 211.9回であった。同様に、食事に要した時間では、21.8 ± 8.4分、22.2 ± 8.1分であった。さらに、咀嚼回数と食事に要した時間を用いて咀嚼リズムを算出した結果、1回目が22.4 ± 9.8回/分、2回目が23.6 ± 9.1回/分であった。次に、咀嚼回数、食事に要した時間及び咀嚼リズムについて、それぞれ1回目と2回目の関係についての相関係数は、咀嚼回数 $r=0.67$ 、食事に要した時間 $r=0.76$ 、咀嚼リズム $r=0.70$ であり、いずれも有意な正の相関 ($p < 0.001$) が示された。また、除外前の全データ ($n=61$) を用いて同様の検討を行ったところ、全てに同様の有意な正の相関が見られた(表3)。さらに、

2回の繰り返し測定の違いの大きさと、それが一定の傾向で生じているかについて、アルトマンプロットで検討した結果を示した(図4)。37名の中観測データのうち95%のデータが、一致性の範囲内 (-367.9 ~ +276.5) に分布し、2回測定の平均値 (x軸) とそれらの差 (y軸) との間には関連は見られなかった。

デジタルビデオカメラに収録した2名 (A, B) の映像から確認した下顎降下回数と、センサーによる咀嚼回数を比較した結果では、A:ビデオ観察642回、センサーによる測定421回、B:それぞれ330回、235回であり、センサーによる測定値は、ビデオ観察による結果よりも約30%程度低かった。

考察

本研究では、よく噛んで食べることを意識づけ、噛む大切さを教えることを目的に開発された教育ツールであるセンサーを、実際に幼児に用いた場合の再現性を検討