

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 ～小児用簡易咀嚼回数計を用いた測定方法の検討から～

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 (盛岡大学短期大学部食物栄養科)

要 旨

乳幼児期から学童期を通じた保健指導や食育において推奨されている、「モグモグ・カミカミ」「よく噛んで食べる」「一口 30 回噛む」等、日常的な咀嚼行動に関わる食育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、評価する指標を確立することが本課題の目的である。そこで、2008 年に一般販売された、「小児用簡易咀嚼回数計」を実際に幼稚園児（5 歳児 61 名）に適用し、咀嚼回数、食事に要した時間、咀嚼リズム及び食事時間の影響を補正した食事時間調整咀嚼回数を指標として用い検討した。37 名の有効な繰り返し測定データを解析した結果、良好な再現性が認められた。

これらのことから、本測定器は、特徴や幼児に用いる場合の限界を十分理解した上で測定及びデータ処理を行い、標準化された測定手順を用いることにより、咀嚼行動に関わる食生活支援プログラムの効果判定や関連研究に使用可能であると考えられた。

なお、今回、データの解釈及び分析について、新たな課題が見出されたことから、今後も継続して検討する予定である。

A. 目 的

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、これまで多くの研究で取り上げられてきた。平成 17 年乳幼児栄養調査では、平成 7 年の同調査に比べ「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。また、先行研究では、咀嚼能力発達過程にある中学生以下の早い時期から「ゆっくり、よく噛んで食べる」指導が必要であると報告

されている。しかし、集団を対象とした関連研究の多くが、咀嚼能力（最大咬合力、咀嚼用ガムの糖溶出量等）を評価指標としており、「よく噛む」「一口 30 回噛む」の指導効果を咀嚼回数で捉えた評価はほとんど行われていない。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、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「咀嚼しゃく計QK-CFⅡ」（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「咀嚼しゃく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。「お口の万歩計」とも唱っている本センサーは、既に一般に普及し、国民健康・栄養調査にも用いられている歩数計同様、集団を対象とした測定において有用であると考えられる。

そこで、本課題では、本センサーを実際に5歳児に用いた場合の再現性を検証し、咀嚼行動に関わる食生活支援プログラムの効果判定や研究への適用が可能か

どうかについて、基礎データを収集し検討した。

B. 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（図1～図3）。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乳白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（図4）。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に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及び図5)。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センサーの基本原則と装着方法、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6)。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(図7)。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)を手に持った状態で、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8)。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。

さらに、咀嚼回数に与える食事時間の影響を補正するため、残差法を用いて食事時間調整咀嚼回数(以下「調整咀嚼回数」と称す)を算出し、新たな咀嚼回数評価指標として検討に加えた。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を受け、承認を得た後に行った。

C. 結果

咀嚼回数、調整咀嚼回数、食事に要した時間、咀嚼リズムの分布を示した(図9)。調整咀嚼回数、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、調整咀嚼回数、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、調整咀嚼回数では、それぞれ 448.8 ± 173.5 回、 494.5 ± 194.9

回であり、食事時間補正後、特に2回目の咀嚼回数のばらつきが小さくなった。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、調整咀嚼回数、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 $r=0.67$ 、調整咀嚼回数 $r=0.64$ 、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及び図10)。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11, 12)。37名の全観察データのうち95%のデータが、一致性の範囲内 ($-367.9 \sim +276.5$) 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。

D. 考察

本課題では、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し、咀嚼行動に関わる食生活支援プログラムの効果判定や研究への適用可能かどうかについて、基礎データを収集し、検討した。

その結果、咀嚼回数、調整咀嚼回数、食事に要した時間のいずれも、1回目と2回目の測定結果の間に $r=0.64 \sim 0.76$ の範囲で正の相関が見られ、ある小児の集団 (5歳児) を対象として同一内容の食事を着用して行ったセンサーによる咀嚼回数測定には、良好な再現性が認められた。咀嚼リズムについても、同様の結果が得られた。しかし、咀嚼運動や咀嚼性の評価に咀嚼リズムを用いている先行研究と違い、本測定における咀嚼リズムは、分母の食事時間に咀嚼運動以外の全ての時間 (食事中の会話や沈黙、茶碗やコップの上げ下げ、遊び等) が含まれており、同一個人、同一内容の食事における、咀嚼回数及び食事時間が、ほぼ一定していることを示したに過ぎない。よって、食事時間全体を捉えた本測定の場合、咀嚼回数と食事時間を「回数/時間」という指標にあてはめることは適切でないと考えられる。しかし、咀嚼リズムを用いる場合にノイズとなる咀嚼運動以外の時間や個人の食事時の行動は、本課題の目的、「日常的な咀嚼行動を評価する」上で把握しておきたい重要な部分である。今後は、咀嚼回数の多少及び食事時間の長短から、個人の習慣的咀嚼行動特性を分析

し、さらに検討する必要がある。

また、今回、食事時間の影響を補正するため、残差法を参考に算出した「食事時間調整咀嚼回数」を検討に用いた。今後、咀嚼回数を正しく評価する新たな指標として研究等において用いられることが期待される。

これらの結果から、センサーを用いた測定が、食育実践の効果を評価する客観的指標として利用できる可能性が示唆された。

また、本課題では、センサーによる測定値について再現性（精度）の検討を行ったものであり、測定値の妥当性を示したのではない。妥当性を検討する試みとして、今回2名の対象者についてはデジタルビデオカメラによる画像データから事後的に咀嚼回数を数え、その結果とセンサーの測定値とを比較した。画像データから判断した咀嚼回数を仮に「ゴールドスタンダード」として考えると、センサーによる測定値は約30%の過小評価となる可能性が示されたが、画像データからの事後的な判断については、撮影時の手ぶれの問題、画像の解像度の制限などによる問題も考えられ、そのために咀嚼回数が過大推定となっている可能性も否定できない。そこで、調査終了後に同じ対象者に対して、パン（A）及びおにぎり（B）を摂取してもらい、その様子を著者が直接観察して咀嚼回数を数えた結果とセンサーによる測定値とを比較検討した。その結果は、A：直接観察179回、センサー163回、B：それぞれ153回、123回であり、直接観察に対するセンサーによる回数は、10～20%過小となった。

これらの検討は、例数も少なく、予備的な位置づけとして行ったものであり、妥当性に関して何ら結論を導くことのできるものではないが、今回検討した再現性、すなわち精度（あるいは信頼性 reliability）については、良好な結果が得られている。よって、センサーによる測定値そのものは過小推定となっている可能性もあるが、集団内、あるいは個人内における測定値の差を検出するための測定方法として、センサーは有用であると考えた。

さらに、本センサーを用いて良好なデータを得るためには、①センサーの正しい装着、②対象者の詳細な観察、③測定スタッフ人数に対して、一度に測定が可能である適正な測定人数の設定の3点に留意し、精度を高める必要があると思われる。まず、センサーの正しい装着について、測定前にSないしMサイズのいずれかを適用することが適切かどうかを確認する必要がある。本研究では修学直前の年長児に対しSサイズを用いたが、体格や顔の大きさによっては、アジャスターを最小にしても下顎にフィットしない場合があった。このようなケースは、致し方ないものとして除外対象となる。また、スペーサーを付け替えても喉元に深く入りすぎる場合についても同様の扱いとなる。さらに、測定開始後は速やかにセンサーの正常な作動を確認し、もし問題があれば早期に対処する必要がある。測定中は、つるが耳から外れていないか、感知部を故意にずらしていないかなど、測定状況の観察及び確認や調整を行う必要がある。

2点目に対象者の詳細な観察についてである。機器及び装着状態、食事の進み具合に問題は無いがセンサーの感度が鈍い場合、被験者側の要因であることが考えられる。例えば、下顎の動きの大きさ、食べ方の癖（前歯でついでむように食べる、上下動が小さく食塊を擦り合わせるように食べる、一口量が極めて少なく静かな動きで食べる）、下顎の皮下脂肪が緩衝材のような影響を与えて感度を鈍くしていることなどである。これらのケースは、解析対象から除外する際の根拠として、詳細に観察して記録に留めておく必要がある。

3点目に測定スタッフと測定人数の設定についてである。今回、測定スタッフが3名であったことから1回の測定人数を15名程度とし、2回に分けて測定した。それにより装着や観察に十分対応することができた。前述のとおり、測定前や測定中の対応や観察が精度管理上重要であることから、適正な測定人数の設定が必要である。もし測定スタッフの人数を確保でき、十分な機器を用意できれば、1度に多くの測定が可能と思われる。さらに、測定スタッフに対しての事前のレクチャーは、センサーの正しい取り扱いや測定時の観察項目、測定条件の適切性の判断を標準化するために、重要なことである。

なお、センサーを小児に用いた咀嚼回数測定限界点として次のことが考えられる。まず、センサーの仕様に起因するものとして、咀嚼による筋肉や顎の動きにより、つるの位置がずれ、正しく感知しないことがある点、咀嚼により食塊が

小さくなると、微細な上下運動を捉えきれず過少な測定になる点、逆に通常の会話以上にかなり大きく口を開けて話すと誤って測定されることがある点が挙げられる。次に、対象年齢に起因するものとして、過度の遊び食べやむら食いがある場合、安定した測定や測定値の比較が難しい点、つい気になって感知部分をpushえたり動かしたりしてしまう点、測定への理解と協力が得難い点が挙げられる。いずれの場合も、あらかじめ状況を想定し、できるだけ精度を確保するよう細部に気を配る必要がある。

E. 結論（まとめ）

小児用簡易咀嚼回数計（センサー）を幼稚園児（5歳児クラス）61名に用いて測定し、37名の有効な繰り返し測定データを解析した結果、良好な再現性が認められたことから、本測定器を、咀嚼行動に関わる食生活支援プログラムの効果判定や関連研究に用いることについて以下の結論を得た。

1. 本測定の特徴と限界を十分理解した上で、測定及びデータ処理を行なうことにより、比較的機器に経費をかけず、測定者及び対象者への大きな負担もなく、食育実践の評価及び関連研究を行うことができる。
2. より良好なデータを得るためには、装着状態の確認及び調整の徹底、対象者の観察・記録など、測定スタッフの訓練を含む標準化された適切な測定手順を用いる必要がある。
3. 日常的な咀嚼行動を評価するためには、咀嚼回数の多少及び食事時間の長短

から、個々人の習慣的咀嚼行動特性を分析し、検討する必要がある。

F. 研究発表

- 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 (in press)
- 2) 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
- 3) 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

G. 知的所有権の取得状況

なし

H. 利益相反

本研究は、対象とした小児用簡易咀嚼回数計の開発及び販売の企業等から資金提供等は一切なく行ったものであり、利益相反に該当する事項は無い。

I. 参考文献

- 1) 村上多恵子, 石井拓男, 中垣晴男, 北方幸江, 石川洋子, 森田一美: 摂食に問題がある保育園児の背景要因~よくかまないで飲み込む子について~, 小児保健研究, 49, 55-62 (1990)
- 2) 村上多恵子, 中垣晴男, 榊原悠紀田郎, 石井拓男, 北方幸江, 石川洋子, 森田一美: 摂食に問題がある保育園児の特性要因~食べ物を口にためる子について~, 小児保健研究, 50, 747-756 (1991)
- 3) 横溝正幸: 幼稚園児における咀嚼行動の発達に関する研究, 口腔衛生学雑誌, 42, 277-306 (1992)
- 4) 進藤千裕, 笠 マリ子, 丸山美代子, 岡崎光子: 小学生のう蝕と野菜摂取との関連, 小児保健研究, 57, 395-401 (1998)
- 5) 岡崎光子, 高橋久美子, 奥 恒行: 幼児の咀嚼能力に関わる要因の検討, 小児保健研究, 59, 57-64 (2000)
- 6) 岡崎光子, 赤沼裕子: 幼児の摂食状況と咀嚼能力並びに歯の擦り減りとの関係, 栄養学雑誌, 59, 61-69 (2001)
- 7) 木林美由紀, 大橋健治, 森下真行, 奥田豊子: 幼児の咀嚼と食行動及び生活行動との関連性, 口腔衛生会誌, 54, 550-557 (2004)
- 8) 吉田須美子, 岡崎光子: 幼児の夕食時刻と咀嚼状況, 小児保健研究, 64, 397-407 (2005)
- 9) 松山順子: 幼児の一口量と咀嚼回数に関する分析, 新潟歯学会誌, 36, 59-60 (2006)
- 10) 厚生労働省児童家庭局: 平成 17 年乳幼児栄養調査結果, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2006/06/h0629-1.html> (2006.6) (2010年1月25日)
- 11) 社団法人愛知県歯科医師会: 学校関係者のための食育支援ガイド, <http://www.aichi8020.net/kenmin/pdf/syokuikuguide.pdf> (2007.12) (2010年1月25日)
- 12) 厚生労働省医政局歯科保健課: 歯科保健と食育の在り方に関する検討会報告書, 歯・口の健康と食育~噛みんぐ 30(カミングサンマル)を目指して~ <http://www.mhlw.go.jp/za/0721/a12/a12.html>, (2009.7) (2010年1月25日)
- 13) 信澤 希: 歯と口から考える食育『噛むカム教室~おやつ編~』の紹介, 学校給食, 60, 35-40 (2009)
- 14) 戸田貞子, 高松美穂, 香西みどり, 畑江敬子: 高齢者の口腔内状態の分類と野菜の食べやすさ, 日本家政学雑誌, 59, 969-978 (2008)
- 15) 弓削 公, 小田博雄, 斎藤滋: 食育における食行動指標の客観的評価法 学校給食

- 時の食行動との関連性から, 食育学雑誌, 3, 39-47 (2009)
- 16) 松田秀人, 高田和夫, 関正巳, 浅井寿, 熊沢政正則, 東松信平, 長嶋正實, 岩田豊: 中学生の咀嚼能力と肥満生徒の食習慣: 小児科診療 62, 1551-1556(1999)
- 17) 倉賀野妙子, 奥田和子: 市販の菓子類における咀嚼筋活動量と関与する要因: 食生活学会誌, 17, 27-33(2006)
- 18) 芥子川浩子, 仲岡佳彦, 山田賢, 近藤亜子, 長谷川信乃, 田村康夫: 離乳期乳児における筋活動咀嚼リズムの観察, 顎口腔機能学会誌, 6, 79-84(1999)
- 19) Michael, J.G., Barrie, M.M., John, M.K., Lenore, A.: Public Health Nutrition, pp.97-100(2004) Blackwell Science, Oxford
- 20) Petrie, A., Sabin, C.: Medical Statistics at a Glance, 2nd ed. (2006) / 吉田勝美 監訳: 一目でわかる医科統計学(第2版), pp.97-98(2006) メディカルサイエンスインターナショナル, 東京
- 21) 伊達ちぐさ, 徳留裕子, 吉池信男: 食事調査マニュアル はじめの一步から実践・応用まで(改訂2版), pp44-46(2008) 南山堂, 東京
- 22) 石田水里, 対馬栄輝: デジタル画像上の角度測定における検者間・検者内信頼性, 理学療法科学, 18, 167-171(2003)

図1 対象者の身長分布

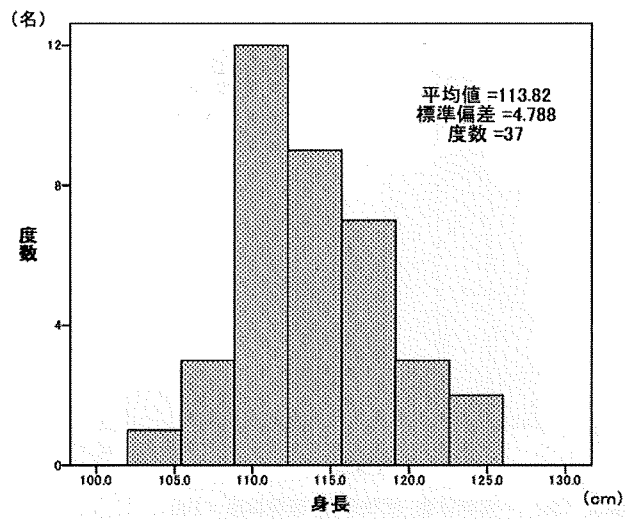


図2 対象者の体重分布

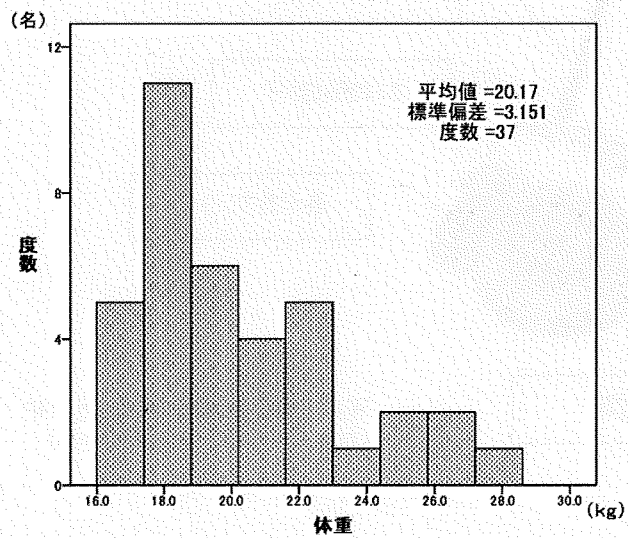
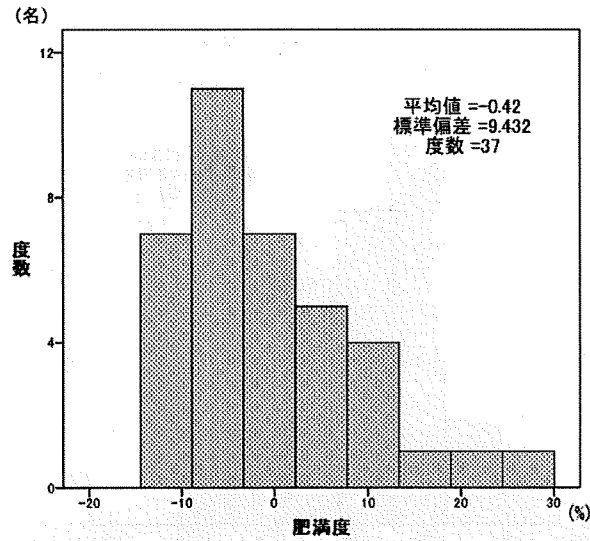
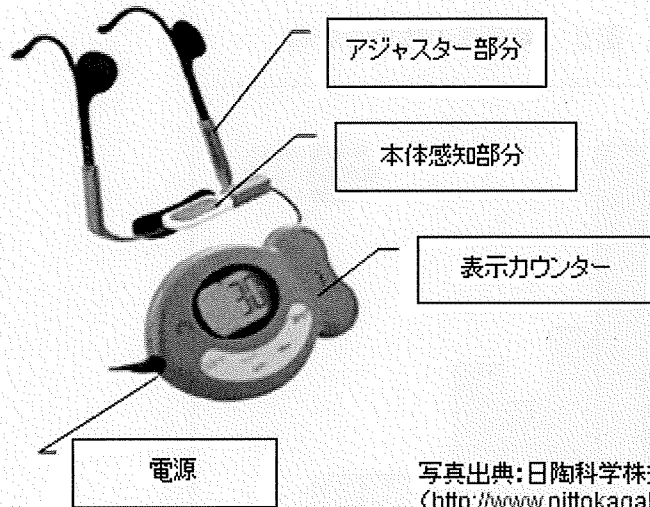


図3 対象者の肥満度の分布



肥満度 (%) = 実測体重 - 標準体重 / 標準体重 × 100
 ※標準体重は村田式標準体重係数 (5歳児男・女) を用いて算定

図4 かみかみセンサーの仕様



写真出典: 日陶科学株式会社 HP
 (<http://www.nittokagaku.com/>)

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）	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	
おかず3	野菜炒め***		約50g	子ども用 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）

図5 測定に用いた試料

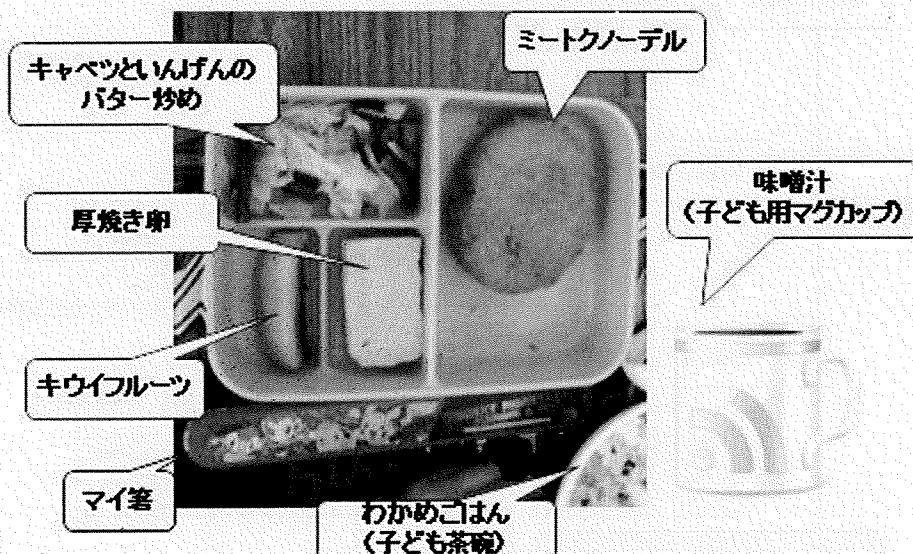


図6 測定の流れとチェックポイント

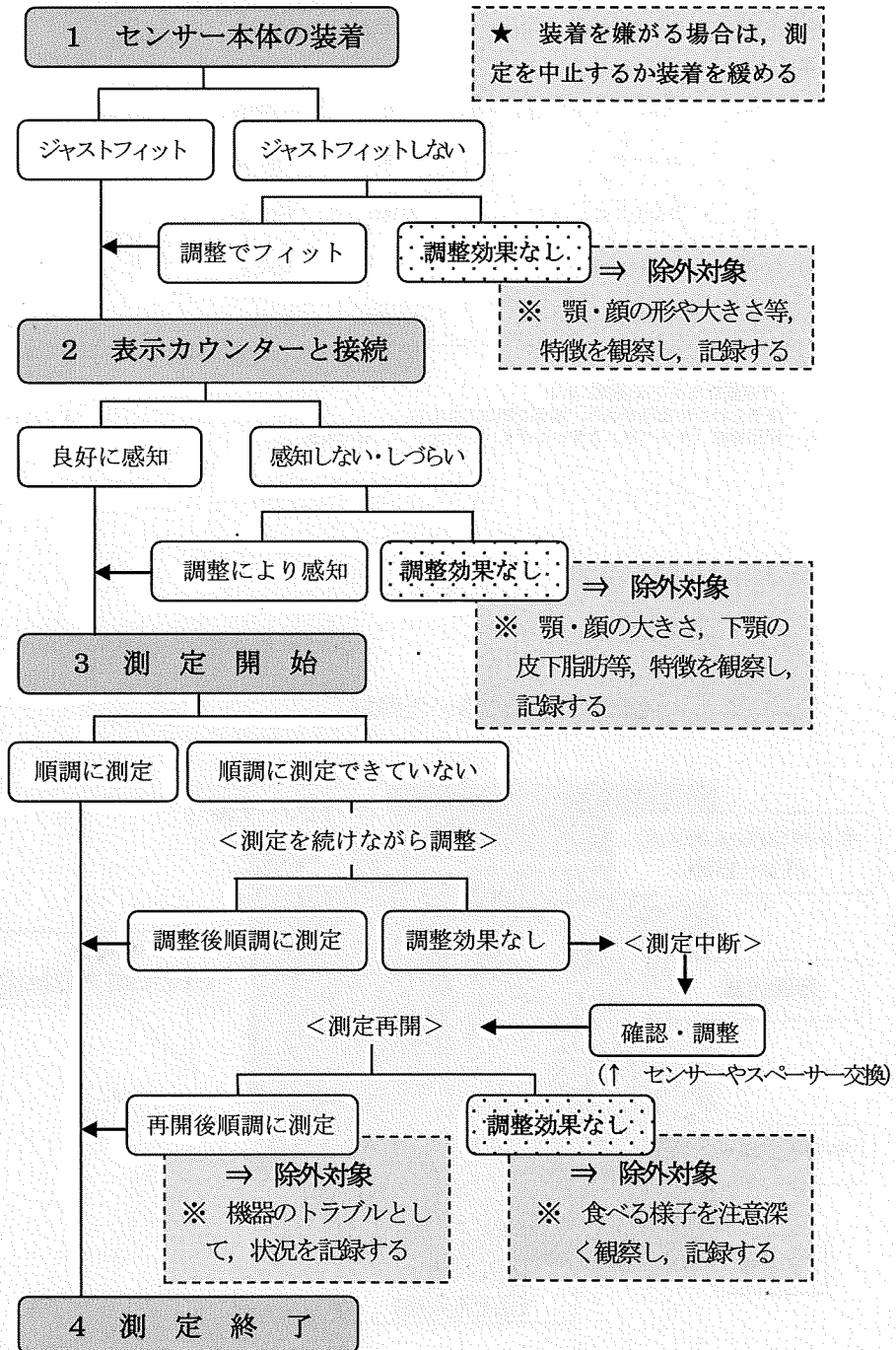


図7 測定中の様子



図8 解析対象者の選択プロセス

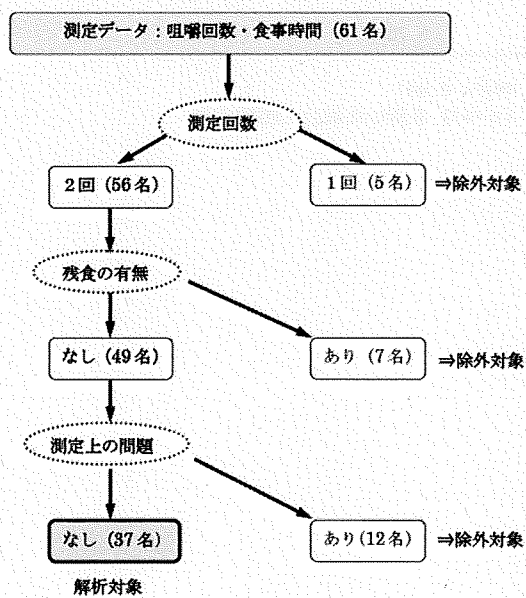


表2 咀嚼回数・食事時間調整咀嚼回数
食事に要した時間・咀嚼リズムの平均値

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
食事時間調整咀嚼回数 (回) *	1	448.8 ± 173.5
	2	494.5 ± 194.9
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

表3 咀嚼回数・食事時間調整咀嚼回数・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**)
食事時間調整咀嚼回数	0.64**	(0.53**)
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

図9-A 咀嚼回数（1回目）の分布

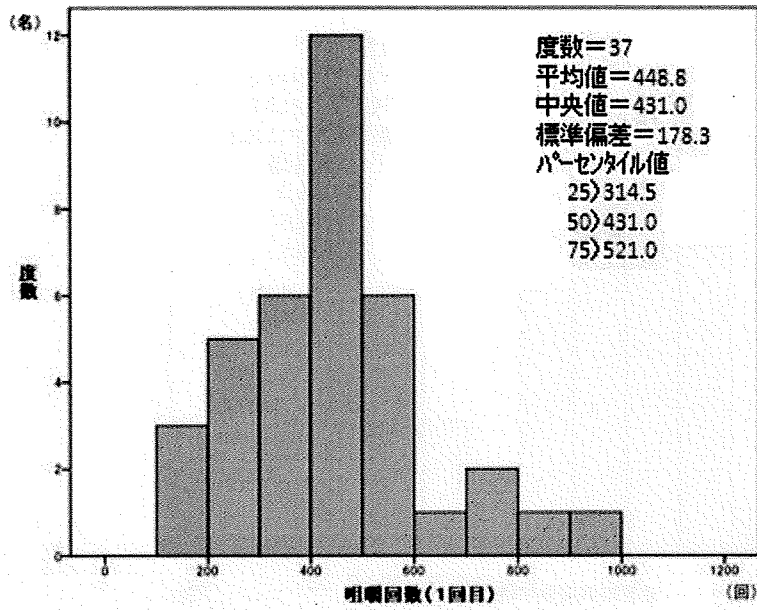


図9-B 咀嚼回数（2回目）の分布

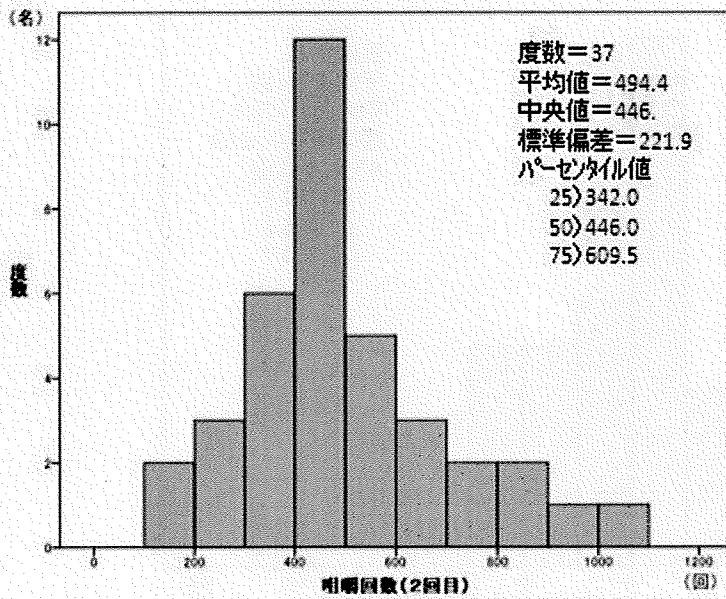


図 9-C 食事時間調整咀嚼回数（1回目）の分布

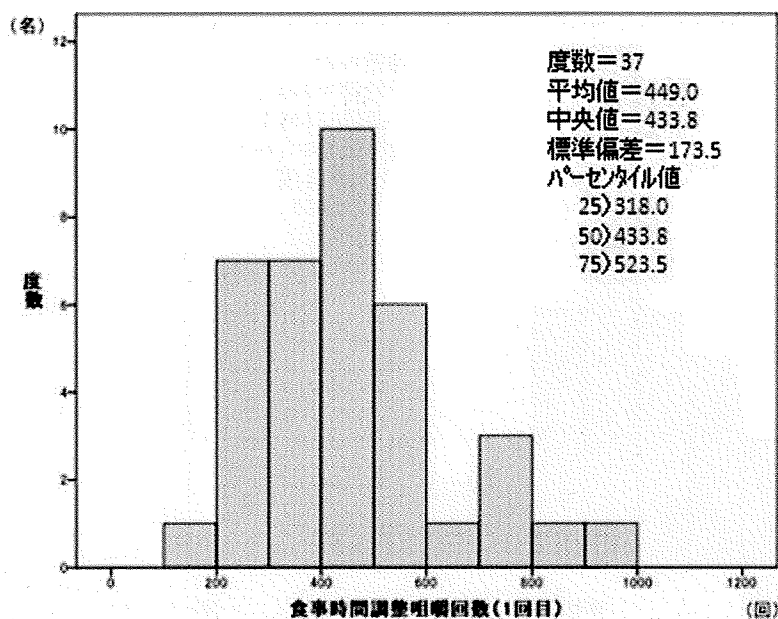


図 9-D 食事時間調整咀嚼回数（2回目）の分布

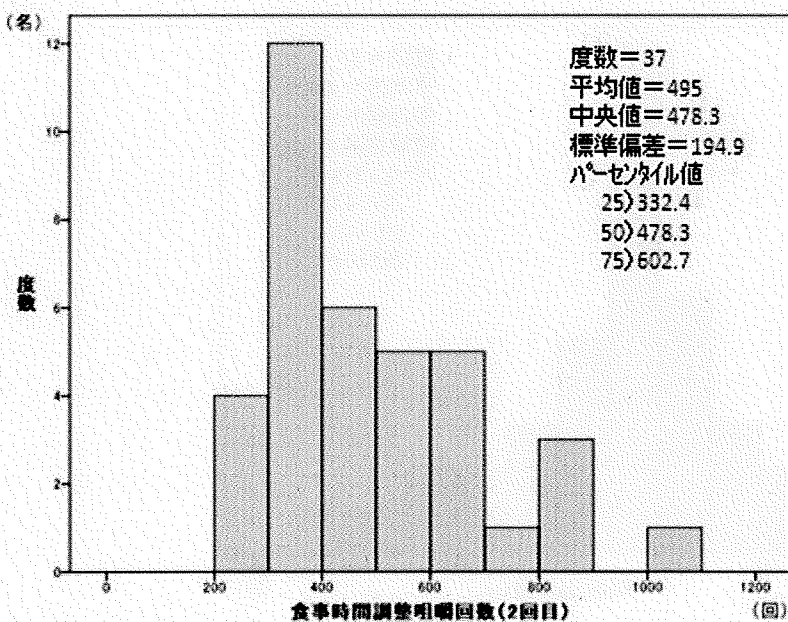


図9-E 食事に要した時間（1回目）の分布

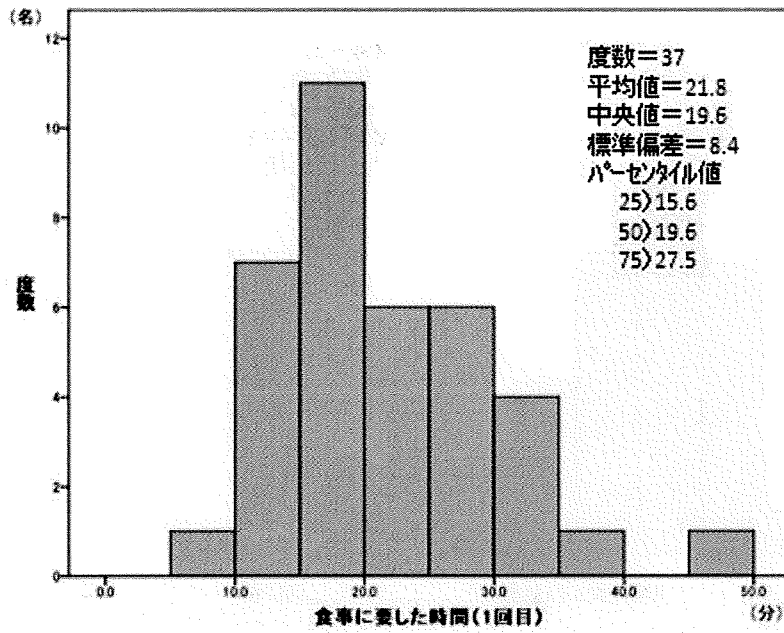


図9-F 食事に要した時間（2回目）の分布

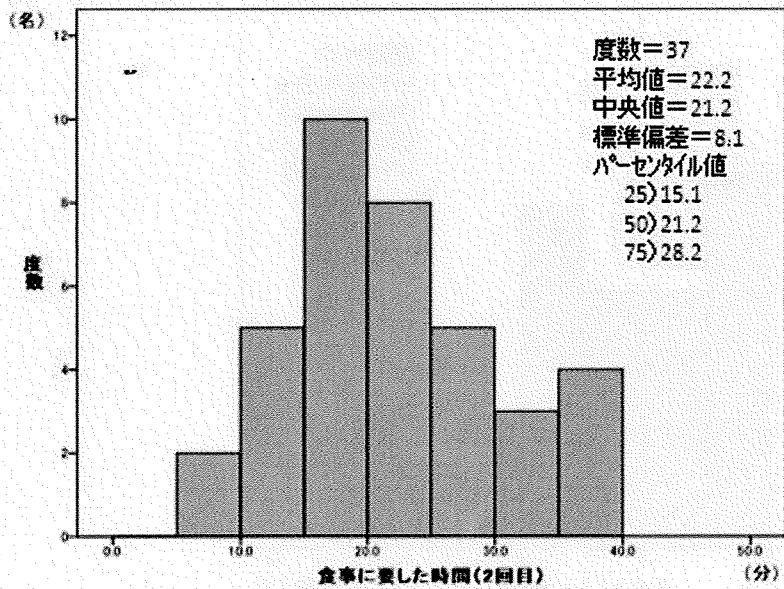


図 9-G 咀嚼リズム (1回目) の分布

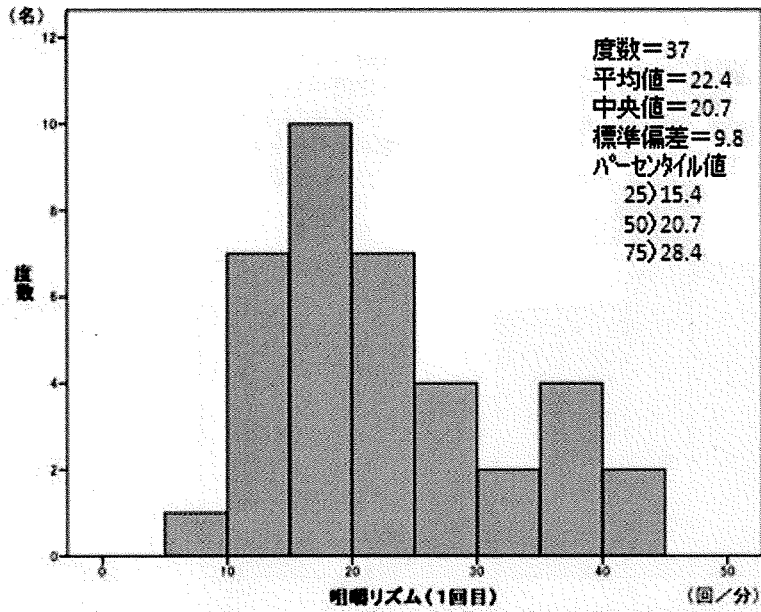


図 9-H 咀嚼リズム (2回目) の分布

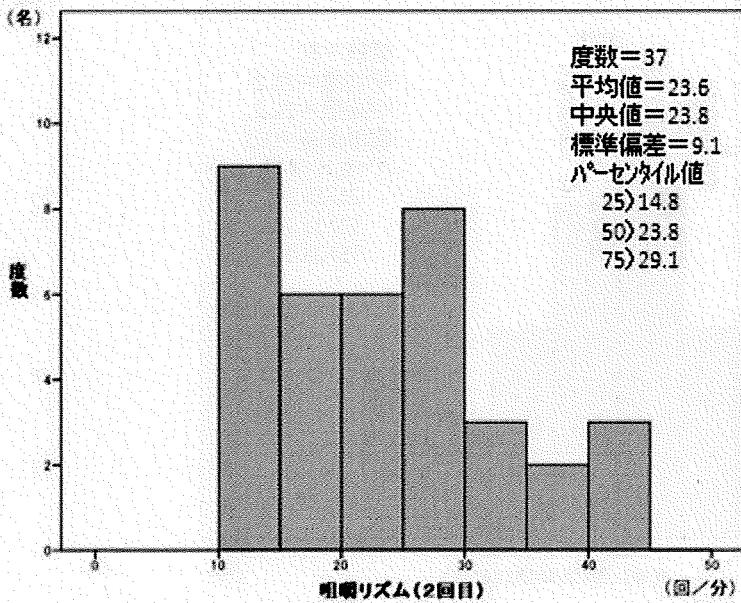


図 10-A 咀嚼回数(1回目)の相関 (n=37)

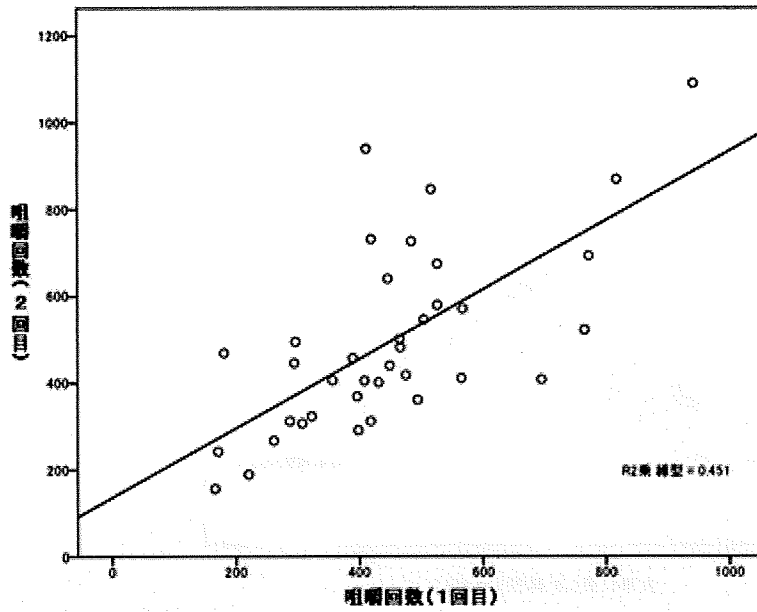


図 10-B 食事時間調整咀嚼回数(1回目)の相関

