食品および食習慣の子供の健康に及ぼす影響に関する調査

若松秀俊（東京医科歯科大学医学部保健衛生学科教授）

〔概　要〕 本研究は食品および食習慣のさまざまな要素が子供の健康に及ぼす影響について，全国的な調査をもとにそれらの因果関係を統計的・総合的に捉えて，子供の健全な発育に役立てようとするものである。そのための手段として，通信回線やパソコン通信網など新しいメディアを用いた調査法を提案するとともに，ファクシミリによる調査票の画像処理法と調査データベースの自動構築法を提案する。さらに，調査から得られる質的データを客観化・数量化し，相互の因果関係を解析するために，双対尺度法の拡張およびそれにファジィ的手法を取り入れた統計的解析方法を提案する。また，実際に全国から抽出した小中学生を対象にして行った調査から得られた質的データに，これらの解析方法を適用し，その有効性を確認する。

1. まえがき

経済・社会の変化とともに我が国では急速に生活環境が変化しつつある。これに伴って以前には顕在化しなかった生活習慣の健康に及ぼす影響が懸念されている。その中で，子供の心身の発達と食習慣の関係，具体的には食品および食生活との関連は重要であり，発育期の偏食や特定の食物の摂取過多が心身の発達に大きな影響を与えていることが予想される。とくに，近年の糖分の摂取量の増加につれて急激に変化してきた子供の食習慣が直接・間接に子供の心身の発達にどのように関わっているのかを，また食習慣を大きく変えた砂糖の摂取量がそれらにどのような影響を与えているかについては，砂糖の過剰摂取の身体に与える影響や精神への影響が報告されていることもあって，各方面から学術的関心がもたれている[1,2]。しかしながら，影響の度合いには個体差があり，生理学的な裏付けが必ずしも十分でないので，疫学的な調査と動物実験によりこれらの事実関係を明らかにするような研究が必要である。本研究は，調査を主たる手段として，上記の影響を総合的に捉え，種々の要素の相互関係を統計的に明らかにしながら，子供の健全な発育に必要な家庭や地域社会の役割を検討し，子供の「未来の健康」を確保するための有効なシステム的対応の基礎とするものである。なお，情報化時代にあって，調査法自体が通信回線やパソコン通信網など新しいメディアを用いたものであり，調査結果の処理法についても，ファクシミリ装置を用いた質問紙の画像処理による大量の調査データの処理とデータベース化を可能とするものである。同時に，パソコン通信ネットワークを用いた調査プログラムの転送と受信者側との対話による個人データの自動作成とデータベース化をも可能にするものである。こうして得られたデータベースの利用法およびそのための情報表現や管理システムについては，共同で利用可能な形の実現を念頭においた設計になっている[3,4]。また，本研究では調査内容の質的な部分の数量化を行う新たな理論を提案し，これらが実際の調査結果の質的な統計的因果関係の解明に有力な方法となり得ることを示す。

2. 調査票の画像処理とデータベースの構築

一般に質問票を用いた調査は，ある特定の事項に対して調査対象者の意見や考え方を把握するために有効な手段であり，最もよく用いられている方法である。回答は適当なマークシート用紙を用いてコンピュータへ入力し，処理を行うのが普通である。これに対して，安価な普通紙による調査では，適当な処理方法がなく，一般に人手に頼る計算機入力を行っており，調査対象が非常に多い場合はこれらに要する労力・時間は膨大なものになる。ここでは，普通紙による調査票に対してFAX機器を利用した画像処理とデータベースの自動構築について述べる。

2.1 調査票と形式

調査票は普通紙に印刷したものを用いる。質問事項の変更を行っても調査票のマーク位置に対応するデータテーブルに変更を加えるだけでさまざまな調査に応用できるように，調査票のフォーマットを定める。具体的には，送信されてきた画像データが調査票であることを認識し，回答の記入欄の位置を明確にするために，調査票の下端と左端に小さな黒い四角形の並びをそれぞれ1列ずつ設け，これを基準軸とし，この上のマークを基準マークとした。調査票の上端には管理領域を設けて調査票のページ番号の判読等に利用した。なお，回答の形式は調査対象者が簡単に答えられるように，マークシート方式にした。回答欄は基準軸の格子点の位置に設けた。その理由は回答マークの位置を基準軸上からみた座標関係から判断し，座標に対応するデータテーブルを参照することにより，データベースを構築できるようにするためである。

2.2 FAX受信データのバイナリデータへの変換

GⅢモードの画像データはFAX機器が画像を読み取る方向に圧縮されたMH型のデータである[5]。これをバイナリーファイルに展開した後に処理する方がビット単位の操作が明確で処理効率が向上する。このバイナリデータに変換された調査票について一連の画像処理を行った。

2.3 受信データの補正とマークの検出

FAX機器で画像を読み取るとき，読み取り密度の粗さ，紙面あるいはセンサに付着したほこり，汚れなどによって，その受信画像データにはかすれ，にじみ，黒い斑点，黒線が表れる。このような条件のもとで，必要な回答マーク，基準マーク，管理マークを明確な境界をもつマークに修復し，文字を含むそれ以外の不要な部分を以下に従って消去する。

（1） 7ビットのパターン付き補正　　中心1ビット1単位に対して，右3ビット1単位，左3ビット1単位の計7ビット3単位の状態によって中心1ビットの内容を決定する。この条件により補正を行うと，5ビット以上の連続した領域と思われる部分については1ビットの空白であれば，その空白を埋め戻すことができる。また，その幅と長さが5ビット未満の連続領域であれば消去できる。

（2） データ中の基準軸の位置と基準マークの検出　　上記補正により，調査票の基準マークと回答マークの部分のみが残る。これらのマークから基準軸の位置を検出し，基準軸上の各点からの相対的な位置関係により記入された回答を検出する。なお，基準軸が検出できなかった場合，その調査票は処理不可能として処理する。基準マークは横方向に30個，縦方向に62個の並びとなっている。これは調査票のフォーマットを設定する時に決めるもので，実際には標準的なフォーマットの範囲であれば任意に決定できるものである。

（3） 回答マークの検出　　基準軸の基準マークを横方向と縦方向の座標値とみれば，調査票は

離散的な座標平面になる。よって，この座標に回答マークが存在するかどうかを調べれば，どの回答が記入されたかを検出できる。もしマークが存在すれば，その領域の値を1とし，もし存在しなければ0として，調査票を2値データとして置き換える。

2.4　データベースの自動構築

調査票には様々な情報が含まれているので，この調査結果を誰にでも簡単に取り扱えるようにする必要がある。そこで，本研究では，前節で作成した2値データから個人データファイルを作成して，全員の個人データファイルを1つのファイルとしてまとめる処理をし，データベースを構築する。これより，多方面の専門家達が同じデータファイルを利用して独自の立場から種々の処理を行うことが可能になる。調査票の形式を問わず，データベースの構築を自動的に行うために，それぞれの調査票ごとに処理プログラムを作成しておく必要がある。

（1）　マーク検出とデータテーブルの作成

まず，回答欄をすべて塗りつぶした調査票をFAXに読み込ませ画像データを得る。これに対して，先に述べた画像処理を施し，回答マーク，識別マーク，管理マークの検出を行う。つぎに，回答マークが基準の座標軸に関してどこの座標にあって，その回答がデータベースのどこにどのような形式で格納されるかが記されているデータテーブルを作成する。このようなデータテーブルを先の処理で得たマークのデータより回答マークの座標をもとに，それぞれの調査票の質問項目に対応して作成する。これらを参照することにより，2値データの調査票から，どのような回答がなされたかを判断できる。また，調査票の一部分に調査票の種別を判断できる管理領域を確保してあるので，この部分のマークの位置を判断することにより，調査票のどのページに対する回答であるかが識別可能になる。

（2）　データ構造の決定　　調査票の質問項目およびそれに対する回答にも番号を付けてコード化した。データファイルではこのコード番号がデータとなるので，その扱いが容易になる。まず，調査対象者の各々について個人データファイルのフォーマットを定めた。1つの項目に対して回答領域を1［byte］確保すると，一人分の調査項目335に対してデータ容量は335［byte］となる。この他に，調査対象者のナンバーコード領域を4［byte］，調査場所識別コード領域を2［byte］，調査日時識別コード領域を6［byte］とし，識別コード領域を全体で12［byte］設けた。よって，個人データファイルの容量は347［byte］となる。次に，全員の調査データを1つのファイルにまとめる作業，つまりデータベース作成では，記憶データの読み出しと加工が容易に行えるように，シーケンシャルファイルにした。また，今後の質問項目や管理データ領域の拡張を考慮して，調査対象者一人に対して1,024［byte］のデータ領域を確保し，フロッピイディスクの先頭セクタから順に，個人データが1,024［byte］ごとに格納されるようにした。本調査の1県あたり選定した調査対象者1,200人分について，5インチ2HDフロッピーディスク1枚にすべての個人データを格納することができる。

（3）　データベースの作成　　本調査で用いた調査票は，全部で7ページからなり，2値データファイルにはそれぞれのファイル名が付く。ここで，読み込む際の調査票が順不同であっても本来のページ番号になるように，管理領域におけるページ番号判読用のデータを利用してリネームする。つぎに，あらかじめ作成しておいたデータテーブルを照合しながら，データファイル構築プログラムを作成するプログラムを作成する。同時に，識別コードを書き込むためのプログラムを作成する。

この2つのプログラムから個人データベースを作成するプログラムを作り，実行すれば，調査票の1ページから7ページまでの2値データから，定まった構造を持つ個人データファイルが作成される。なお，FAX画像処理により処理できなかった調査票については，コンピュータとの対話形式により回答データを個人データファイルとして直接追加できるようにした。これはパソコン通信で用いた対話形式の調査プログラムと同一のもので，これを実行するとプログラム終了後に自動的に個人ファイルが作成される。さらに，独立に作成された個人データファイルを一つのまとまったファイルにする。これより，定まった構造のデータベースが構築できる。

3. アンケート調査

子供の健康や心身の発達との相互関連について，日本健康科学学会（大島正光会長）の「子供と健康」分科会（若松秀俊代表）はその活動の一環として「食習慣が子供の健康に及ぼす影響」に関する調査を全国の小・中学生を調査対象として行った。8分類335項目にわたる調査をマークシート方式の調査票を用いて質問形式によって行った。全国13県にわたり多段層別無作為抽出した小学一年生から中学三年生までの児童・生徒を対象に調査を実施した。主として郵送により調査票の配布と回収を行った後にその結果をファクシミリ画像処理し，さらにこれをデータベース化して数量化理論を用いた統計処理を行った。

3.1 調査の内容と目的

この調査は，食習慣が子供の身体と精神にどのような影響を及ぼすか，その因果関係を追究することを目的とするもので，調査票は以下の8つの分類および調査対象者の属する地域および学年，身長，体重などからなる。調査票の内容とその意図するところの概略を以下に記す。

（Ⅰ） 甘いものへの意識について
- 項目(1) 日常摂取する甘味料について
- 項目(2) 甘いものが好きか嫌いか
- 項目(3) 甘いもの全般の取り方
- 項目(4) 甘いものを取る過去の習慣
- 項目(5) 最近甘いものを取る量が変わったかどうか
- 項目(6) どういう場合に甘いものを欲するか
- 項目(7) 甘いものを食べたとき，身体面，精神面において何か変化を感じるかどうか
- 項目(8) 甘いものに対する認識

（Ⅱ） 間食としてどんなものをとっているか
主として間食から摂取している砂糖の量を調べる

（Ⅲ） 食事について
子供の食生活のあり方と健康への留意について
- 項目(1) 規則正しい食事をしているかどうか
- 項目(2) 間食（おやつ）を取っているかどうか
- 項目(3) 夜食を取っているかどうか
- 項目(4) 1日の食事（朝食，昼食，夕食）の様子
- 項目(5)A 1週間の主食のパターン
- 項目(5)B 1週間の副食の様子について
- 項目(5)C 野菜など繊維質をどのように取っているか
- 項目(5)D 加工食品の利用度
- 項目(5)E 家庭での調味料の使用量
- 項目(5)F ファーストフードショップの利用度

（Ⅳ） 子どもの一般的な先天的性格・体質について
性格・体質の変化をみるための基準を探る

（Ⅴ）　子供のここ1～2年の身体面・精神面についての変化

項目(1)　身体面に関する変化

項目(2)　精神面に関する変化

（Ⅵ）　日常生活について

項目(1)　学校（勉強・運動）が好きかどうか

項目(2)　学校における生活，友達について

項目(3)　塾で過ごす時間

項目(4)　家庭での勉強時間

項目(5)，(6)，(7)　子供の自由時間について

（Ⅶ）　ケガと病気について

項目(1)　身体の頑健性について

項目(2)　虫歯の数と砂糖の摂取量との関係

項目(3)　体の頑健さと砂糖の摂取量との関係

（Ⅷ）　家族構成と保護者について

項目(1)　家族構成を調べる

項目(2)　子供に最も影響を与え得る家族について

項目(3)　親を模範にして生活しているかどうか

項目(4)　カギっ子であるかどうか

項目(5)，(6)　家族とのふれ合いについて

項目(7)　親の食事に対する配慮について

項目(8)　保護者の養育態度

項目(9)　家族性の病気について

3.2　調査対象者の選定方法

本調査対象者の選定方法については，調査の客観性と数学的な処理を重視して，以下のような多段層別無作為抽出を考えた。

調査対象母集団を全国の小・中学生とし，全国の都道府県から無作為に13県の調査対象県を抽出し，1県当り調査対象者を1,200人とした。次に，各調査対象県内の小・中学校のなかから無作為に小学校10校，中学校10校を抽出し，男女比がほぼ等しくなるように，各学校について対象者数を比例配分によって決めた。さらに，各学年ごとに無作為に対象学級を選び，出席番号をもとに無作為に対象者を決定した。これら一連の操作はコンピュータによって行い，プログラムの実行開始時間によって異なる抽出結果が得られるようにした。

3.3　調査票の配布・回収・画像処理とデータベースの構築

調査対象県13県の教育委員会の協力を得て，まず各市町村の教育委員会を通して小・中学校宛に調査票を郵送した。該当する出席番号の児童・生徒に調査票を配布・回収後，学校ごとに返送してもらった。回収した調査票にFAX画像処理を施して得られたデータをもとにデータベースを作成した。

この際，一部の調査については試験的に，調査票をコンピュータから通信回線を通して対象者のFAXに送信し，再びFAXから通信回線を通して送られてきた回答済みの調査票を直接画像データとしてオンラインでコンピュータで受信し，自動処理を行った。調査対象者は受信した調査票の質問項目に対して該当する回答欄にマークした用紙を自分の所持するFAX機器を通じて調査実施者に送信すればよい。このため，調査票を印刷したり，郵送や手渡しする労力が省けるだけでなく，回収した調査票の処理も自動的に行うことができる。よって，この調査方法が有効な手段となり得る。しかしながら，FAX機器が電話機のように普及していない現状では，この調査の実施は困難である。本調査では，調査対象者に対して調査票の送付，回収をFAXによらず，図1のように郵送により行い，回収した調査票を手操作によりFAXに読み込み，コンピュータで画像処理を行った。しかしながら，この方法による調査・データ処理は，FAXによる方法と原理的にはまったく同じものである。

3.4　調査データの検討

上記に従って行った調査のうち福井，岩手，静

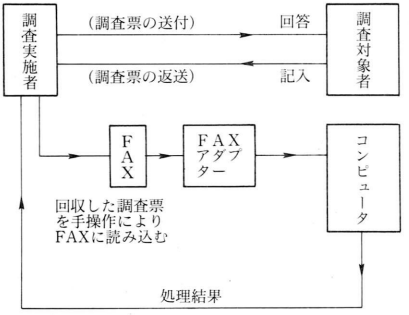

図1　実際に行った調査の過程

岡の3県について得られた調査票の画像処理結果を検討する。

（1）　処理過程について　　回収した調査票を画像処理した。最初に行った画像処理過程の途中で処理ができなかったものについては，再び処理を行った。それでも処理できなかった調査票については，対話式の手入力操作により回答データを個人データファイルに追加した。2回の画像処理で処理できたのは全体の99.6%であった。調査票には回答されているのにもかかわらず，回答マークが読み取れなかったものや，最初から回答がなされていないのにノイズを回答マークとして読み取ってしまう誤読率は，約3.0%であった。

（2）　調査データの有効範囲　　調査から得られたデータには，文字のかすれや記述ミス等によるエラー，および無回答が含まれているものがある。これらを無視して処理を行うと，統計的に信頼度の低い結果をもたらす可能性がある。望ましいものは，これらのエラーができるだけ含まれていない調査票である。そこで，より信頼度の高い統計処理を得るために，福井，岩手，静岡県の調査票の記述誤りについて検討した。**表1**に示した度数分布から，3県とも誤記述率は0～10%に集中していることがわかる。そこで以下の処理では，平均誤記述率を考慮して，誤記述率15%以上の調査票を無効とした。

表1　調査票誤記述率の分布

誤記述率	福井[人数]	岩手[人数]	静岡[人数]
$e = 0$	209	77	89
$0 < e < 5$	675	350	399
$5 \leqq e < 10$	167	150	131
$10 \leqq e < 15$	55	96	53
$15 \leqq e < 20$	25	43	34
$20 \leqq e < 25$	12	32	34
$25 \leqq e < 30$	8	30	12
$30 \leqq e < 35$	8	28	13
$35 \leqq e < 40$	3	19	12
$40 \leqq e < 45$	5	16	15
$45 \leqq e < 50$	1	12	17
$50 \leqq e$	3	33	25
平均誤記述率	4.0%	11.0%	9.0%

4.　質的データの数量化

調査項目について得られる質的データは，その特性が明確でなく，一般に行われている単純な統計処理では有効な結果を引き出すことは難しい[6,7]。外的基準が不明確で質問項目相互の因果関係が予想出来ないような場合に，内的整合性の原理に基づいて質的データの数量化を行う双対尺度法を拡張し，多肢選択データの解析においても複数の質問項目を同時に数量化する方法を述べる。

4.1　双対尺度法による質問項目の数量化と統計処理

実際の調査で得られたデータを例にとって，従来から提案されている双対尺度法で解析し質的データを量的に把握する。調査票には，「優しい性格ですか」という質問がある。この質問の回答（評価）は（たいへん），（かなり），（すこし），（まったく）の4つからなるので，数値x_1，x_2，x_3，x_4を与え，4つの相対的な評価を示す値とする。また，調査結果により，種々の食物の摂取状況から糖分の摂取量が算出できるので，便宜的にその量の多少を5段階に分類するとする。これらに対して，それぞれ数値y_1，y_2，y_3，y_4，y_5を与え，

表2　質問に対する評価の度数

糖分摂取量 [g/day]	たいへん x_1	かなり x_2	すこし x_3	まったく x_4	行反応数
0～ 200　y_1	14	13	19	1	47
200～ 400　y_2	82	156	147	8	393
400～ 700　y_3	89	170	179	16	454
700～1100　y_4	22	56	60	4	142
1000～　y_5	5	21	26	3	55
列反応数	212	416	431	32	1,091

評価の度合いを示す値とし，**表2**のような度数分布を得たとすると，5段階の糖分摂取量に対する得点表が得られる。これらの変数 x_i と y_i に適当な数値を割り出すことが双対尺度法の数量化である。

ここで，**F**を上記のような要素をもつデータ行列，$\mathbf{x}^T=[x_1, x_2, x_3, x_4]$ を行列**F**の列に対する重み，すなわち未知の得点のベクトルとするとき，個体内平方和を最小に，個体間平方和を最大にするように特性値を選ぶ。これより，得点の総和である**F**の行に対する重みのベクトル $\mathbf{y}^T=[y_1, y_2, y_3, y_4, y_5]$ を求める。求まったベクトル**x**，**y**は，それぞれのベクトル内の要素間の弁別性を最大にするものであると同時にデータの情報を最大に説明するものである。すなわち，個体間の特性の差異と親密性の相互関係を統計的に明らかにできる。調査で得られた具体的な項目についてこれらの値の分布を**図2**に示す。

4.2　拡張型双対尺度法

提案する拡張型双対尺度法は，前述の双対尺度法を多肢選択データにおける複数の質問項目を同時に数量化できるように拡張したものである。これにより多数の質問項目の相互関係を同一座標系で解析できる。**表3**に多肢選択データにおけるデータ行列の一例を示す。

表3　多肢選択データのデータ行列の例

	質問1			質問2			…	質問k		
個体 no.	A_1	B_1	C_1	A_2	B_3	C_3		A_k	B_k	C_k
1	0	0	1	0	1	0		1	0	0
2	1	0	0	0	0	1		0	0	1
3	0	1	0	0	1	0		0	1	0
…	…	…	…	…	…	…		…	…	…
n	1	0	0	1	0	0		1	0	0

前節と同様の条件のもとに，若干の手を加えてから逐次近似法を用いて，行の重み**x**と列の重み**y**を求めればよい。

4.3　ファジィ的手法を取り入れた双対尺度法

つぎに特性の相互関係をより明確にするために，従来の双対尺度法にファジィ的手法[8]を取り入れた質問項目の数量化と統計処理を行う。この方法のうちのひとつは，カテゴリーをファジィ集合とし数量化を行う方法であり，他の方法は，複数の質問項目を一つにまとめて数量化を行う方法である。

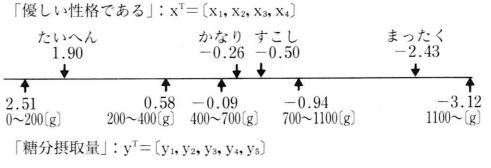

図2　双対尺度法によるベクトル x，y の要素の分布

表4　カテゴリーをファジィ集合とした双対尺度法

		質問1	
		A_1	B_1
質問2	A_2	μ_{A1A2}	μ_{B1A2}
	B_2	μ_{A1B2}	μ_{B1B2}

（1）　カテゴリーをファジィ集合とした双対尺度法　　従来の双対尺度法で扱われているカテゴリーは，その属性度が0または1のクリスプ集合であるのに対し，この方法では，カテゴリーをその属性度が［0，1］のメンバーシップ値で表されるファジィ集合とした。

まず，カテゴリーをファジィ集合に変換するために，質問1のクリスプ集合のカテゴリーをA_1'，B_1'，C_1'，D_1'，質問2のそれを，A_2'，B_2'，C_2'，D_2'とおく。また，ファジィ集合のカテゴリーを質問1に対してA_1，B_1，質問2に対してA_2，B_2とおき，それぞれのメンバーシップ関数をμ_{A1}，μ_{B1}，μ_{A2}，μ_{B2}とおくと**表4**で示される行列の要素は共通集合をとることにより，$\mu_{A1A2}=\mu_{A1}\wedge\mu_{A2}$，$\mu_{B1A2}=\mu_{B1}\wedge\mu_{A2}$，$\mu_{A1B2}=\mu_{A1}\wedge\mu_{B2}$，$\mu_{B1B2}=\mu_{B1}\wedge\mu_{B2}$のように表される。

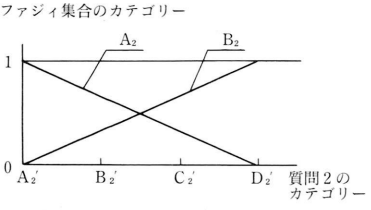

図3　メンバーシップ関数

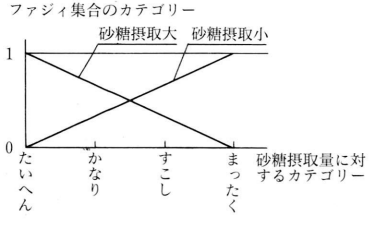

図4　砂糖の摂取量に関するメンバーシップ関数

このようにして作成された**表4**で示されるデータ行列は，調査対象者個人のもので，行列要素がメンバーシップ関数になっている。実際に数量化を行うときには，全調査対象者について行列要素の和を求めデータ行列とする。例として，**図3**に従って**図4**に示すメンバーシップ関数を導入し，先の質問項目をこの方法により数量化する。これを用いて解析した結果を**図5**に示す。これより，先の双対尺度法で得られた結果に矛盾することなく弁別性が向上していることがわかる。

（2）　複数の質問項目を1つにまとめた双対尺度法　　**表5**で示されるデータ行列は，調査対象者個人のもので，列に対するカテゴリーは質問1，質問2をまとめたものになっている。実際に数量化を行うときには，全調査対象者について度数の和を求めデータ行列とする。

以下では，ファジィ集合を用いることにより複数の質問項目を1つにまとめ，新たなカテゴリーを作成し，それを数量化する。これにより，複数の質問項目間の相互関係をより明確にすることが

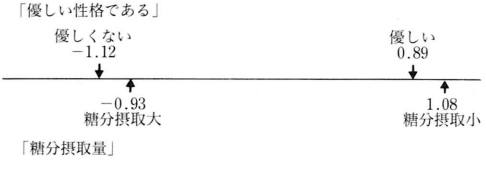

図5　カテゴリーのファジィ化の方法による

表5　複数の質問項目を1つにまとめた数量化

		質問1，質問2をまとめたもの			
		A_{12}	B_{12}	C_{12}	D_{12}
質問3	A_3	0	0	1	0
	B_3	0	0	0	0
	C_3	0	0	0	0
	D_3	0	0	0	0

できる。

図6は実際の調査で使用した質問項目を例に，そのまとめ方を図解したもので，子供の砂糖摂取についてその量が大または小というファジィ集合に対して，砂糖摂取量の4段階のカテゴリーにメンバーシップ値を与える。同様に子供の野菜摂取量の大または小というファジィ集合に対しても野菜摂取量の4段階のカテゴリーにメンバーシップ値を与える。つぎに，野菜摂取量に対する2つのファジィ集合であるカテゴリー（野菜摂取小，野菜摂取大）と糖分摂取量に対する2つのカテゴリー（糖分摂取小，糖分摂取大）の4つの組合わせを新たなカテゴリーと考える。2つのファジィ集合A，Bの組合わせについてメンバーシップ値$\mu_{AB}(x)$は，$\mu_{AB}(x)=\mu_A(x)\wedge\mu_B(x)$のように与えられる。このようにして与えられた各組合わせのうちメンバーシップ値が最大である組合わせを選び，調査対象者個人がどの組合わせに属するかを決定する。図6の例では，調査対象者は（野菜摂取大，砂糖摂取小）に属することになる。

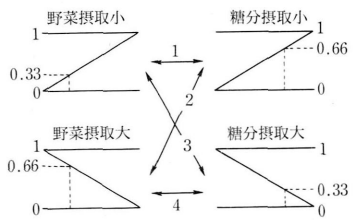

図6　2つの項目のまとめ方と属性

このようにして作成したデータ行列に双対尺度法を適用することにより，質問項目間の相互関係をより明確にすることができる。図1で扱った質問項目をこの方法により数量化したものを図7に示す。

5.　数量化理論を用いた統計処理

本節の主眼は，調査表の335項目にわたる質問に対する回答が相互にどのような関連と因果関係をもつのかをあらゆる観点から統計的に追求するための手掛かりを得ることである。しかしながら，ここでは糖分摂取量，野菜摂取量，加工食品摂取の割合，食事の規則性と「性格や体質」および「身体面・精神面の変化」の関係のみに限定しながら数量化理論を適用して，それらの相互の関連が得られるかどうか，代表的な調査項目を比較検討する。以下に，上記質問項目に関して前節に述べた数量化法を適用して得られた主な結果を示す。

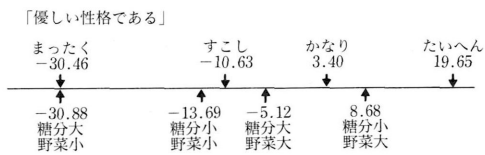

図7　ファジィにより複数項目をまとめる方法による

(1) 糖分摂取量について

摂取量が少ない	・やる気が多い
	・優しい性格である
摂取量が多い	・あきっぽい
	・自分勝手である
	・鼻血がでやすい
	・いらいらする
	・風邪をひきやすい

(2) 野菜摂取量について

摂取量が少ない	・わがままである
	・けんかっ早い
	・あきっぽい
	・立ちくらみがする
摂取量が多い	・がまん強い
	・やる気が多い
	・努力家である

(3) 加工食品摂取の割合について

割合が高い	・風邪をひきやすい
	・すぐ疲れる
	・下痢しやすい
	・くよくよ悩む

(4) 食事の規則性について

不規則な人	・わがままである
	・下痢しやすい
	・すぐ疲れる
	・やる気が起きない

加工食品摂取の割合と食事の規則性は身体面での変化に現れる傾向がある。加工食品摂取が多かったり，食事が不規則であるということが極端に悪影響を及ぼしているわけではないが，加工食品摂取を少なくし，規則正しく食事をとることが，身体面によい影響を与えているという傾向が見い出せる。糖分摂取量については，糖分摂取量が少ない人ほど「性格や体質」および「身体面・精神面の変化」においてよい結果がでている。野菜摂取量については摂取量が多い人ほどよい結果が得られている。また糖分および野菜摂取量については，糖分摂取が少ない人と野菜摂取が多い人，糖分摂取が多い人と野菜摂取が少ない人でほぼ同じ傾向を示していることから，糖分摂取と野菜摂取には何らかの関係が推測される。そこで，２つの質問項目を１つにまとめた双対尺度法を用いて，糖分摂取量と野菜摂取量の関係を検討した。糖分摂取量と野菜摂取量を１つにまとめた新たな質問項目のカテゴリーは（糖分摂取大，野菜摂取大），（糖分摂取大，野菜摂取小），（糖分摂取小，野菜摂取大），（糖分摂取小，野菜摂取小）の４つである。これらのカテゴリーと「性格や体質」および「身体面・精神面の変化」との関係を前述の理論を用いて検討すると，（糖分摂取小，野菜摂取大）と（糖分摂取大，野菜摂取小）が近い値で数量化され，比較的「性格や体質」に関してよい傾向を示している。一方（糖分摂取大，野菜摂取小）については悪い影響が見られる傾向が得られた。（糖分摂取大，野菜摂取大）と（糖分摂取小，野菜摂取大）が同じ傾向を示し，しかも（糖分摂取大，野菜摂取小）だけが悪い影響を示す傾向にある質問項目の主なものは以下の通りである。

・わがままである	・優しい性格である
・すぐ疲れる	・がまん強い
・風邪をひきやすい	・誠実である
・目がつかれる	・人のことにこだわる

これらは先に示した糖分摂取量および野菜摂取量の傾向とほぼ同じものである。これらの結果から糖分を摂取することにより野菜に含まれている栄養素が欠乏し，野菜を摂取しない状態と同じようになることが推測できる。つまり糖分そのものが身体に悪影響を及ぼすのではなく，過剰な糖分摂取によるある栄養素の減少が身体に悪影響を及ぼしていると考えられる。

6. あとがき

食習慣と子供の健康や心身の発達との相互関連について，8分類335項目にわたる質問形式の調査をマークシート方式の調査票を用いて行った。県を単位として多段層別無作為抽出プログラムにより小・中学校を選び，さらに，学年，男女がほぼ均等になるように調査対象者を選んだ。調査結果は，ファクシミリによる直接返送とオフラインでの画像処理により，自動的に整理集計を行い，データファイルを作成した。つぎに，これをデータベース化して統計処理を行った。また，FAX機器を用いた調査法を含む画像処理によるデータ処理法を提案し，実際にこれを調査に応用してデータ処理を行った結果，時間と労力を大幅に軽減できた。なお，形式を問わず種々の調査票に対してデータベースの構築が可能であること，処理速度，精度からいって新しい処理方法として十分に期待できることを確かめた。今後の課題としては，画像データ処理の高能率化と調査票の折れ曲がりや，著しい汚れに対しての誤りのない処理法の開発があげられる。つぎに，質的データの数量化法として，双対尺度法を拡張した方法を提案した。これらの方法を調査票の有効範囲を誤記述率15%未満の場合に限定して応用した結果，いずれの方法でも矛盾のない解釈が得られるだけでなく，ファジィを導入したことにより多数の質的データの一層明確な分類・相関・因果関係が得られた。いまだすべての質問項目にわたって解析してはいないので，結論はできないが，食習慣が子供の心身に影響を及ぼしていることは確かなことであり，そのうち糖分摂取量，野菜摂取量，加工食品摂取の割合，食事の規則性と「性格や体質」および「身体面・精神面の変化」との関係は概観できたようである。また，糖分摂取と野菜摂取の相補的関係をも概観できたようである。本調査では調査の方法自体が高い信頼性を備えているので，今後はデータの適当な選別，多角的データ解析による多数の質的データの因果関係の解明を通して，生活習慣や食生活が子供の心身に与える影響を一層明確に把握できることが期待できる。本調査は，日本健康科学学会の支援のもとに，ある特定の地域に限って人手に頼った形で行う従来の方法に代って，質問紙法と新しい工学的手法を組み合わせて広範囲に大規模に行ったものであった。その際に，データ通信システムとコンピュータの情報処理機能を一部試験的に調査システムの中に組み入れた。また，パソコン通信ネットワークを用いた調査プログラムの提供により，対話形式での回答とデータファイルの自動作成およびその回収を試みた。今後は，得られた調査データが同一基準で他の分野での統計処理にも供されるように，汎用性のある多目的利用可能なデータベースを構築するとともに，統計処理プログラムについてはパッケージとして作成し，誰でも容易に利用できるようにする予定である。以上，本研究は実際の調査と調査に関する総合的な基礎づくりのものであった。なお，本研究で使用した調査データはこれまで調査対象となった北海道，岩手，静岡，福井，滋賀，高知，和歌山，山口，鹿児島県の教育委員会の協力のもとに実施された調査の結果得られたものであることを付記するとともに，調査にご協力を賜った調査対象校の諸先生方ならびに調査対象者および保護者の皆様，さらに本研究に助成金を賜った浦上食品・食文化振興財団に深い感謝の意を表します。

文　献

1) 菅原明子：子ども・健康・食生活，文化出版局，東京(1982).
2) M.J.P. Kruesi, J.L. Rapoport, E.M. Cummings, C.J. Berg, D.R. Ismond, M. Flament, M. Yarrow and C. Zahn-Waxler: Effects of sugar and aspartame on aggression and activity in children. Am. J. Psychi-

atry 144 : 11, 1487-1490 (1987).
3) 浅野裕一，桑野守晶，酒井秀治，若松秀俊：ファクシミリを用いた調査とデータ処理に関する研究．電気関係学会北陸支部連合大会講演予稿集，p.162 (1990).
4) 若松秀俊，岡野泰久，影井清一郎：子供の健康に与える砂糖の影響に関する調査．—その1，2，3，4—，第3，4，5，6回日本健康科学学会講演会予稿集，p.21 (1987)，p.47 (1988)，p.20 (1989)，p.39 (1990).
5) テレマティック・サービスのための端末装置とプロトコル，日本ＩＴＵ協会，東京 (1988).
6) 西里静彦：質的データの数量化，朝倉書店，東京 (1982).
7) 岩坪秀一：数量化法の基礎，朝倉書店，東京 (1987).
8) 田中一男：応用をめざす人のためのファジィ理論入門—ファジィ集合からファジィ制御まで—，ラッセル社，東京 (1991).

Investigation of influence of daily food intake on the health of children

Hidetoshi Wakamatsu (Faculty of Medicine, Tokyo Medical and Dental University)

This is an attempt to study influences on the growth of children which might be exerted by various uncertain factors resulting from food components and their daily intake. For this purpose the relevant investigation is performed throughout the country. The various kinds of influential factors made clear by statistical analyses of the investigation are used for the promotion of the health and growth of children.

In order to cope with laborious works dealing with a great numer of data in such an investigation, a new investigative method is partly developed by means of new media such as telecommunication and computer networks. In addition, a direct image processing system of investigation sheets using a facsimile is developed with an automatic processing of database construction. Then, statistical analysis methods with quantification of qualitative data are proposed as an extension of dual scaling techniques including fuzzy concept. The methods are shown to be useful to find out correlations and causalities among various kinds of factors given by qualitative data which are obtained from the actual investigation of influence of food intake on the health of children.