

ファジィ回帰モデルによる外食費の研究

長崎大学教育学部家庭経営学教室 堤 伸子
(平成11年3月15日受理)

A Study of Eating Out Using Fuzzy Regression Model

Nobuko TSUTSUMI

Department of Home Economics, Faculty of Education,
Nagasaki University, Nagasaki 852-8521, Japan
(Received March 15, 1999)

Summary

Japanese food consumption has changed greatly under improvement in the income level by high economic growth in or after 1960. Especially, exteriorizing is progressing in the contents of eating habits in connection with change of a life style and food consciousness. Also food service industry supply various service corresponding to consumer needs. Environment surrounding consumer is changing, and consumption behavior is gradually changing too. Generally the human action depend on a subjective judgment. So the purpose of this paper is to analyze the consumer behavior on eating out from 1964 to 1997 by a fuzzy regression model.

As a result, all fuzzy parameters showed the same trend as the parameters by usual regression analysis. But the absolute value were smaller than those of usual regression model. It showed valuable sensitivity of eating out absorbed spread parameters. And relative price and habit formation effect influenced to expenditure of eating out directly, but income had the some kind vagueness and influenced indirectly to expenditure of eating out.

緒 言

わが国の食生活は、1960年代以降の高度経済成長による所得水準の向上に支えられ、量と質の両面において大きく変貌した。1970年代前半までの食生活変化の特徴は、洋風化・多様化などという食事内容の変化にかかわるところにあった。1970年代後半以降は、食事内容よ

りも形態における変化が顕著にみられるようになった。家庭の中で調理をして食事するという「内食」が減り、外で食べる「外食」や調理済の惣菜などを購入して家庭で食する「中食」の利用が増えてきている。このような食料の消費形態の変化は、食の外部化の進展を示すものである。食の外部化が進展する背景には、供給と需要の両側面における変化が影響し合っている。供給サイドにおける外食・中食産業の成長はもとより、需要サイドである消費者の生活スタイルや意識の変化が食の外部化を促す大きな要因となっている。具体的には、女性の社会進出による家事労働の機会費用の上昇、家族の生活時間が多様化したことによる個食化の進行、生活行動が夜型化し夜の食行動が一般化したこと、食に対する意識が変化し食に娯楽性を求めるようになったことなどがその要因としてあげられる。

本研究の目的は、進展著しい食の外部化によって、食生活における地位が年々高まっている外食費の支出行動を、ファジィ回帰分析を用いて解明することである。一般に、消費行動は外的環境の変化に対応して徐々に変貌し、消費者の所得や価格に対する反応のしかたも異なってくる。また、所得や価格などの経済要因のみならず社会環境の変化に影響され、消費者の主観的判断にも左右される。とりわけ、外食行動については、前述したように消費者の生活スタイルや食意識が反映され、判断の主観的あいまいさの入る余地が大きいものと推察される。そこで、消費者の主観的判断のあいまい性に対応するために、ファジィ回帰分析を適用することとした。ファジィ回帰分析は、可能性回帰分析として各方面においてその有効性が実証されている。食料消費行動に関しては、金¹⁾らによって生鮮肉需要への適用がなされ、年次経過による食料需要構造の変化をあらわすことに成功している。しかし、まだ食料消費行動に関する研究は少なく、外食費の支出行動への適用はなされていない。本研究では、外食の支出行動の分析におけるファジィ回帰分析の有効性を検討するとともに、支出行動の経年的変化を示すこととした。

分析方法

1. ファジィ回帰モデルの定式化

ファジィ回帰分析は、1965年L.A.Zadehによって提案されたファジィ集合の概念を田中²⁾らによって定式化されたものである。通常回帰分析と比較して、メンバーシップ関数の設定と推計されるパラメータが幅を持ち、回帰モデルそのものがあいまい性を含んでいるというところに特徴がある。

m個の通常の入力データ $\mathbf{x}_p = (x_{p1}, x_{p2}, \dots, x_{pn})$ に対応する出力データ y_p の組 (\mathbf{x}_p, y_p) ($p = 1, \dots, m$) が与えられたとき、線形回帰式を(1)式のように仮定する。

$$y = a_0 + a_1 x_{p1} + \dots + a_n x_{pn} \quad (1)$$

パラメータベクトル $\mathbf{a} = (a_0, a_1, \dots, a_n)$ を推定する際、通常回帰分析では2乗誤差の総和が最小になるように、

$$\min \sum_{p=1}^m (y - a_0 + a_1 x_{p1} - \dots - a_n x_{pn})^2 \quad (2)$$

パラメータが求められる。(2)の最適解を $\mathbf{a}^* = (a_0^*, a_1^*, \dots, a_n^*)$ とおくと、線形回帰モ

デルは、(3)式となる。

$$y = a_0^* + a_1^* x_1 + \dots + a_n^* x_n \quad (3)$$

実測値 (x_p, y_p) と (3) 式による推定値との差 u_i は、

$$u_p = y_p - a_0^* - a_1^* x_{p1} - \dots - a_n^* x_{pn} \quad (4)$$

正規分布に従うと仮定される。これに対して、ファジィ回帰分析では入出力関係を明確な関数関係とはみなさず、実測値とモデルによる推定値とのずれは、入出力関係を表すシステム構造のあいまい性に依存すると仮定される。ファジィ回帰分析では、パラメータがファジィ数で表されるようにファジィ線形モデルを定義する。

$$Y(x_p) = A_0 + A_1 x_{p1} + \dots + A_n x_{pn} \quad (5)$$

回帰係数 A_i ($i = 0, 1, \dots, n$) はファジィ数である。

ファジィ回帰分析のファジィパラメータ A_i を左右対称な $L-L$ ファジィ数とし、次のように表す。

$$A_i = (a_i, c_i)_L \quad (i = 0, 1, \dots, n) \quad (6)$$

a_i は中心、 c_i は広がりである。このファジィ数は、(7)式であらわす三角型のメンバーシップ関数で特性づけられる。

$$\mu_A(a_i) = \max(0, 1 - |x_i|) \quad (7)$$

ここでは、通常の入力データ $x_p = (x_{p1}, x_{p2}, \dots, x_{pn})$ と対応する通常出力データ y_p の組として、入出力データ (x_p, y_p) ($p = 1, \dots, m$) がすべて実数で与えられている場合限定して、ファジィ回帰モデルの定式化について述べる^{3) 4)}。

ここで、与えられた実測値 y_p とモデルによる推定値 $Y(x_p)$ の関係を (8) のように仮定する。モデルによる推定値が実際の実測値を包含すると仮定している。

$$y_p \in [Y(x_p)]_h \quad p = 0, 1, \dots, m \quad (8)$$

ただし、 $0 < h < 1$ である。 $[Y(x_p)]_h$ は推定ファジィ数の h レベル集合で、以下のように定義される。

$$[Y(x_p)]_h = \{y \mid \mu_Y(x_p)(y) \geq h\} \quad (9)$$

ファジィ回帰分析の問題は、 m 個のデータを h レベルの集合内に包含するように、推定ファジィ数 $Y(x_p)$ の幅の総和を最小にすることである。つまり、(8) を制約条件として、目的関数であるファジィ数の幅の総和 $\sum c_i(x_p)$ を最小にすることにより、ファジィパラメータを求めることができる。この問題は、線形計画法の問題として解くことができる。

したがって、以下のように定式化することができる。

$$\text{目的関数} \quad \sum c_i(x_p) \rightarrow \min \quad (10)$$

制約条件

$$a_i(x_p) - (1-h)c_i(x_p) \leq y_p \quad p = 1, \dots, m \quad (11)$$

$$a_i(x_p) + (1-h)c_i(x_p) \geq y_p \quad p = 1, \dots, m \quad (12)$$

$$c_i \geq 0 \quad i = 0, \dots, n$$

$$\text{計測計数 } a_i, c_i \quad (13)$$

計測計数も、 h で設定される一定の幅をもつ。

2. モデル設定とデータ

はじめに、通常の回帰モデルを以下のように設定する。これは、従来の食料消費行動の分析でよく用いられてきた M. Nerlove 型の動学モデルで、独立変数に所得・外食の価格・消費習慣を用い、外食費を従属変数とする。

$$\log y = \beta_0 + \beta_1 \log x_1 + \beta_2 \log x_2 + \beta_3 \log y_{-1} \quad (14)$$

y は 1 人当り外食費で、1 人当たり 1 か月間の実質支出金額を用いる。実質化に際してのデフレーターは、当該項目の消費者物価指数である。 x_1 は 1 人当り所得で、1 人当たり 1 か月間の実質消費支出総額を用いる。実質化に際してのデフレーターは、消費者物価指数（総合）である。 x_2 は外食費の価格で、当該項目の消費者物価指数を消費者物価指数（総合）で除した相対価格指数を用いる。 y_{-1} は前年度の 1 人当り外食費である。 $\beta_0 \sim \beta_3$ は推定すべきパラメータである。

分析に用いる資料は、総務庁統計局『家計調査年報』（全国全世帯・1963～97年の各年版）の 1 世帯当り年平均 1 か月間の収入と支出である。計測期間は 1964 年から 1997 年の 34 年間である。

(14) 式の外食費の支出関数に対して、次に示すファジィ線形回帰モデルを適用して推計する。独立変数および従属変数、推計に用いるデータはすべて (14) 式と同じである。

$$\log y = (a_0, c_0)_L + (a_1, c_1)_L \log x_1 + (a_2, c_2)_L \log x_2 + (a_3, c_3)_L \log y_{-1} \quad (15)$$

結果と考察

最小 2 乗法により (14) 式を推計した結果は、以下に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \log y = & -4.1498^* + 0.6236^{**} \log x_1 - 0.5973^{**} \log x_2 + 0.6372^{**} \log y_{-1} \\ & (3.2102) \quad (3.5722) \quad (2.6826) \quad (5.9552) \\ & \bar{R}^2 = 0.9936 \end{aligned}$$

かっこ内の数値は t 値、 \bar{R}^2 は自由度修正済み決定係数を示す。また、 t 検定で ** は 1 % 水準、* は 5 % 水準で有意な結果を示すものとする。

計測結果をみると、所得弾力性は 0.6236 を示し正常財と位置づけられ、一般的にもたれている高級感や娯楽性というイメージとは異なる結果である。最近のクロスセクション分析¹においても、外食の所得弾力性は 1 を超え上級財と認識される。しかしながら、バブル崩壊後は消費者の価格意識が厳しくなり、それに対応して供給側の外食産業の業態も変化し、チェーン店を大規模展開し低価格路線を進めるファーストフードやファミリーレストランが急成長している。外食がかつてのように特別な食事ではなくなり、家庭の食事に代わる日常の食事として浸透し、定着してきていることも事実である。価格弾力性も 0.5973 で非弾力的という結果になったのも、習慣効果が 0.6372 という比較的高い値を示したことも、前述

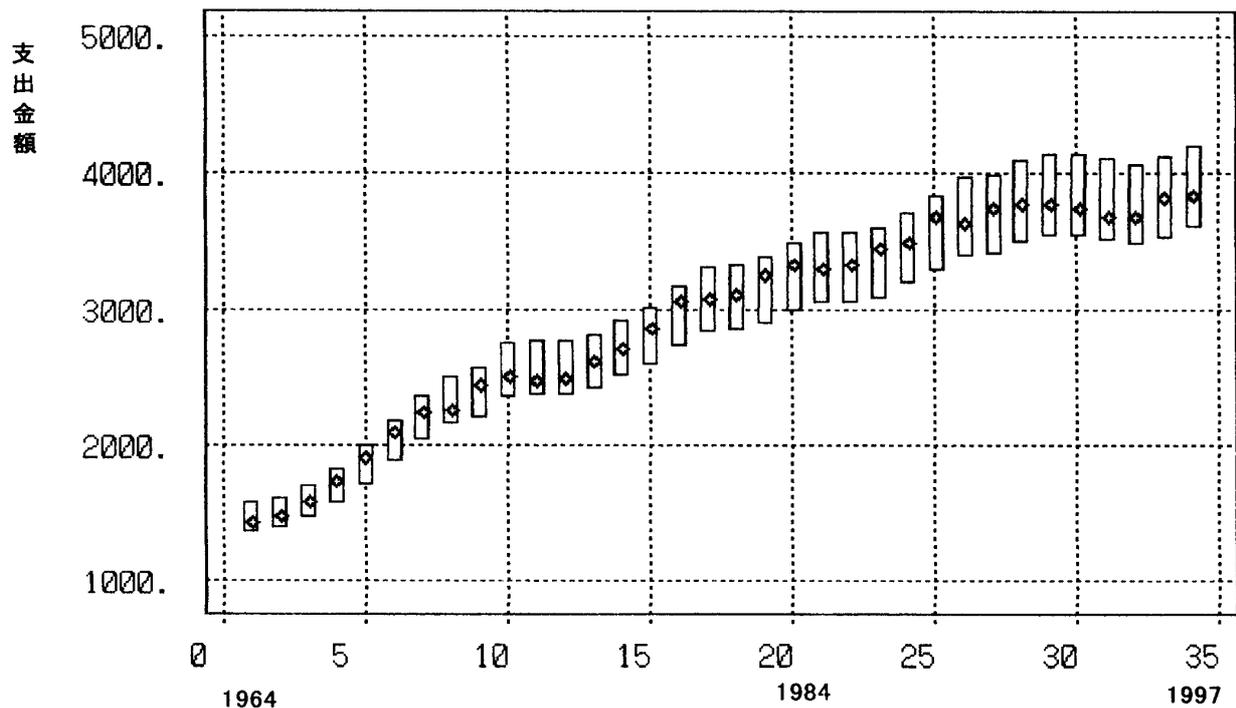
¹ 総務庁統計局『家計調査年報 1997 年』412 頁によると、全世帯の外食の支出弾力性は 1.1358 であった。

したように食生活の一部として外食が担う役割が高まってきたことを考えると合致する結果である。このように長期間にわたる推計では、消費者の意識や生活スタイルが変わり、消費行動もまた変化しているということを考慮して分析する必要があると言えよう。そこで、(15)のように設定したファジィ回帰モデルを推計した。適合度 $\alpha = 0.5$ として推計した結果は、以下に示すとおりである。

$$\begin{aligned} \log y = & (-3.072, 0.000) + (0.557, 0.007) \log x_1 + (-0.281, 0.000) \log x_2 \\ & + (0.600, 0.000) \log y_{-1} \end{aligned}$$

かっこ内の左側の数値はファジィパラメータの平均値、右側の数値は広がりのパラメータを示している。図1および図2は、ファジィ回帰分析による外食の支出金額の変化を示したものである。

図1 ファジィ回帰モデルによる外食費の推定支出幅



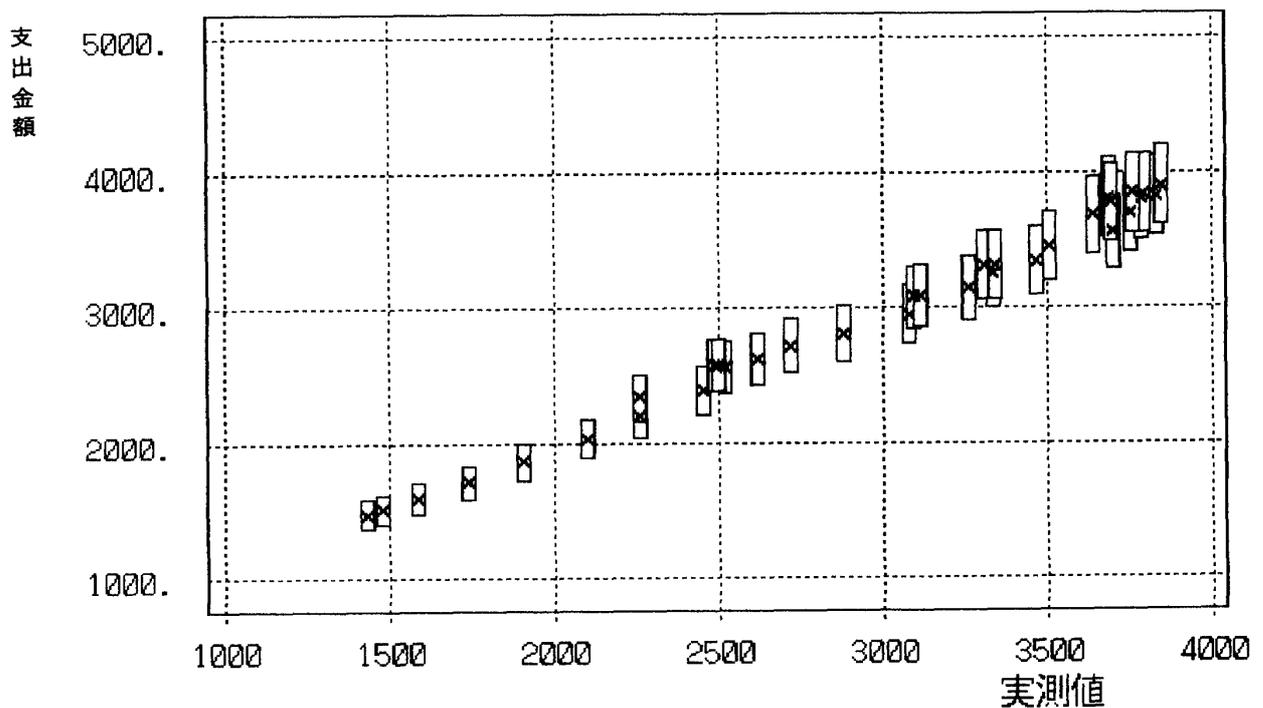
注) ◇は実測値を示す。棒の上段は上限値、下段は下限値を示す。

通常回帰モデルとファジィ回帰モデルの結果を比較すると、共通して所得弾力性からは正常財で価格弾力性からは非弾力的で習慣効果も認められ、両者は矛盾しない結果であった。ファジィパラメータの平均値 $a_0 \sim a_3$ は、通常回帰分析によるパラメータより絶対値が小さくなっているが、外食費に対する変数の感度が広がりパラメータに吸収されているものと考えられる。さらに、ファジィ回帰モデルにおいて、ファジィパラメータ a_0 、

a_2 , a_3 の広がりパラメータは $c_0=0$, $c_2=0$, $c_3=0$ であるのに対して, a_1 の広がりパラメータ $c_1=0.007$ となっている。これは, 外食の相対価格と習慣効果が外食の支出金額に対して直接的に影響を及ぼしているのに対し, 所得は, ある種のあいまいさをもって外食の支出金額に間接的な影響を与えていることを示すものである。つまり, 所得と外食費の関係は, 単純な線形関係で表現しきれず, それ以外の要因が複雑に絡まり合って間接的な影響を与え合う関係として捉えることが可能になることを意味している。図1と図2は, ファジィ回帰分析の特徴であるが, 上下限に幅をもたせて外食の支出金額の可能性を示している。可能性の幅は, 年々広がる傾向を示している。長期間にわたり食の外部化が着々と進行してきたことや, その間外食産業も多様化し外食の内容も様変わりしてきたことなどを考えると, 可能性の幅の広がりはいまいきを含む間接的な影響がより複雑さを増してきたと推察される。

図2 ファジィ回帰モデルによる外食費の推定支出金額（推定値と実測値の比較）

推定値



注) ×は中央値、棒の上段は上限値、下段は下限値を示す。

要 約

1970年代後半以降は、食事内容よりも形態における変化が顕著にみられるようになり、著しく食の外部化の進展している。その背景には、消費者の生活スタイルの変化や食に対する意識や価値観の変化がある。また、外食産業の急成長や消費者ニーズを取り入れた展開が繰り返されているという消費者をとりまく環境変化もある。そこで、ファジィ回帰モデルを用いて外食の支出行動を分析した。同時に、通常回帰分析も行い両者の結果を比較してみた。パラメータの傾向は同じであったが、絶対値はファジィ回帰モデルによる結果のほうが小さくなって、外食費に対する変数の感度が広がりパラメータに吸収されていることが明らかになった。外食の相対価格と習慣効果は、外食費に対して直接的に影響しているが、外食費と所得との関係においては、ある種のあいまいさが間接的に影響を及ぼしていることが判明し、外食の支出行動に関する分析においてファジィ回帰モデルを適用することが有効であることが示された。

本研究のファジィ回帰モデルの推計は、鳥取大学農学部笠原浩三教授研究室にて行ったものである。ご指導ご助言に対し、厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 金相旭, 宋鎮祐, 笠原浩三: 区間回帰分析による牛肉需要の弾力性の計測, 1998年度日本農業経済学会論文集, 66-71, 1998
- 2) 田中英夫: 可能性回帰分析, 日本ファジィ学会誌, Vol.5 No. 6, 1260-1272, 1993
- 3) 石淵久生: ファジィ回帰分析, 日本ファジィ学会誌, Vol.14 No. 1, 52-60, 1992
- 4) 坂和正敏: 『ファジィ理論の基礎と応用』, 森北出版, 84-97, 1989
- 5) 笠原浩三: 第18章消費構造の趨勢効果の計測-回帰モデルによる弾力性の変化-, 『現代農業経済問題へのアプローチ』, 369-385, 1998
- 6) 水本雅晴: 『ファジィ理論とその応用』, サイエンス社, 1988
- 7) 岩淵通生: 『外食産業論』, 農林統計協会, 1996
- 8) 山口喜久男: 生活者からみた外食サービス産業, 季刊家計経済研究, Vol.31, 30-38, 1996