

ニューラルネットワークを用いた品目別買物における商業施設選択モデルの構築*

Application of Neural Network to Store Choice Model

加藤研二**, 近藤光男***, 花岡憲司****

By Kenji KATO**, Akio KONDO*** and Kenji HANAOKA****

1. はじめに

近年、地方都市においてもモータリーゼーションが急速に発展している。それとともに郊外立地型の大規模商業施設が増加し都市内の商業施設の空洞化が進んでいる。また、個人の行動の多様化および自由行動時間の増加に伴い今後も買物行動が変化していくものと考えられる。そこで、買物行動の特性を把握すること、将来の買物行動を予測することは、商業施設にとって今後の経営戦略を考える上で有効的な情報であると考えられる。

買物行動を予測するモデルとしては多くのものが提案されている。ロジットモデル、プロビットモデルのように効用関数に確率項を仮定し、確率論に基づいて作成されたモデルが松本ら¹⁾により提案されている。また、ある制約条件の基で効用を最大化するように行動を行うと仮定する効用理論の枠組みで近藤ら²⁾がモデル化を行っている。さらに買物行動を買物消費額の流動によって捉えた行動モデルが近藤ら³⁾により提案されている。

これらの研究は基本的に統計的手法を用いて人の行動を論理的な手順を踏み逐次的に処理を行うという仮定のもとでのモデルであると考えられる。しかしながら、人が実際に行動をするときは、論理的な手順を踏んで逐次的に行動しているとは考えにくく、特に人の脳の構造を考えた場合、多数の神経細胞の興奮状態とその相互作用による情報処理体系もっている。

また、実際に人が買物行動を行うときには品目ごとに「どのような理由により、どのようなことを考慮して商業施設を決定するのか」という消費者意識の差を考慮することも重要であると考えられる。

そこで、本研究では実態調査データを利用し、消費者意識を考慮した品目別買物における商業施設選択モデルの構築を目指すとともに、人間の知識に基づく主観的判断過程をモデル化したニューラルネットワークモデル（以下 NN モデル）の適応性を検討する。また、品目ごとに消費者意識の差が買物商業施設選択に与える影響を把握することにより、今後の地方都市における商業施設のあり方を考察することを目的とする。

2. 実態調査の概要

本研究で用いたデータは、徳島県の南部に位置する阿南市の商業環境改善を目指すために平成 11 年末に行った消費者行動調査より得られた。なお、この調査は阿南市およびその周辺市町村の住民（3,000 人）を対象とし、郵送配布、郵送回収の形で行われた。有効回答として 503 票が回収された。回収率は 16.8%であった。また、本研究で用いた質問項目は品目ごとの商業施設来訪割合、1 番多く来訪する商業施設を選んだ理由およびそのときの利用交通手段を尋ねている。

3. 品目別買物商業施設選択モデル

(1) モデル化

NN モデルにおいては現象表現をニューロンへの発火状態と静止状態の組み合わせという形で表現する。ここで、発火状態を 1、静止状態を 0 という形で表すと、入力は 0 と 1 を組み合わせた形で表現でき

* キーワード：交通行動分析、自動車交通行動

** 正会員 工修 阿南工業高等専門学校建設システム工学科助手
(〒 774-0017 阿南市見能林町青木 265 阿南工業高等専門学校
建設システム工学科 TEL:0884-23-7185 FAX:0884-23-7199)

*** 正会員 工博 徳島大学大学院工学研究科教授

**** 学生会員 徳島大学大学院エコシステム工学専攻
(〒 770-8506 徳島市南常三島 2-1 徳島大学大学院工学研究科
TEL:088-656-7339 FAX:088-656-7341)

る。本研究では、入力層へ用いるデータとしては個人属性、家族属性等を用いることとし、ニューロン数は50とする。(表-1参照)本来ならば、交通手段も説明要因として与えるべきであるが、今回の調査結果では自動車以外の交通機関利用が約1割と少なかったため、自動車を利用して買物行動を行った人のデータのみを利用することとした。また、出力層については、品目ごとにデパート、ショッピングセンター(複合型施設)への買物行動を行った場合は大型店舗への買物行動、スーパー・専門店への買物行動を行った場合は商店街・商店への買物行動という2つ(ニューロン数:2)に設定し、大型店または商店街・専門店の来訪割合が大きい方に買物に行くことと仮定する。

また、NNモデルの構築に当たっては、中間層の層数、ニューロン数などの各種の設定が必要となる。それらの決定方法としてはまだ確立がされていないが、島崎ら⁴⁾の研究によれば中間層の層数が増加すれば学習回数が増え、中間層のニューロンの数が入力層のニューロンの数と同じである場合に収束が安定するとなっている。そこで、本研究ではモデルの安定化のために以下のような仮定を用いた。

- ① NNモデルの層数は中間層を1層とし、入力層、中間層、出力層の3層とする。
- ②層間のニューロンはすべてが互いに結合している完全結合とする。
- ③学習については回数が500回または2乗誤差が0.001以下になれば終了する。
- ③中間層のニューロン数を入力層のニューロン数の半分にした場合と同じにした場合の2通りのパターンを考え適合性を検討する。

(3) 分析結果

実体調査データを用いて中間層のニューロン数を入力層数の半分(25個)、同じ(50個)の2つのケースについての結果を表-2に示す。

これより、中間層のニューロン数を変化させても的中率はあまり変化がないことがわかる。また、今回のモデルにおいては学習過程において最急降下法を用いたことにより、どのモデルも的中率が高くNNモデルを適応できることがわかった。

そこで、4章以降の分析においては入力層と中間

表-1 説明要因とニューロン数

| 説明要因 | カテゴリー | ニューロン数 |
|-------|--|--------|
| 性別 | ①男性 ②女性 | 2 |
| 年齢 | ①~29歳 ②30~39歳 ③40~49歳 ④50~59歳 ⑤60歳~ | 5 |
| 家族構成 | ①1人 ②2人 ③3人 ④4~5人 ⑤6人~ | 5 |
| 職業 | ①主婦 ②勤め人 ③自営 ④学生 ⑤その他 | 5 |
| 消費者意識 | 23個の意識(※1) | 23 |
| 所要時間 | ①~5分 ②6~10分 ③11~15分 ④16~20分 ⑤21~25分 ⑥26~30分 ⑦31~35分 ⑧36~40分 ⑨41~45分 ⑩46分~ | 10 |

- ※1:消費者意識(選択理由)は以下の23項目
- ・近くて便利 ・品数が多い ・品質が良い
 - ・価格が安い ・なじみの店 ・店が清潔
 - ・営業時間が長い ・広告がよくはいる
 - ・バーゲンの内容が魅力的 ・通勤路上
 - ・信用がおける ・店員のマナーが良い
 - ・駐車場、駐輪場がある ・セルフ方式
 - ・雰囲気、ムードがある ・何でも揃う
 - ・流行の商品がある ・明るくて活気がある
 - ・休憩所、トイレ等の施設がある
 - ・有名店 ・店員の商品知識が豊富
 - ・子供を連れていても買物しやすい
 - ・ついでに他の商品もみることができ

表-2 モデルの推定結果

| | DATA | 的中率(%) | |
|----|------|--------|--------------------|
| A1 | 37 | 100 | ※アルファベットは以下の品目を示す。 |
| A2 | 37 | 100 | |
| B1 | 39 | 100 | |
| B2 | 39 | 100 | A:時計・貴金属・カメラ |
| C1 | 41 | 100 | B:レジャー・スポーツ用品 |
| C2 | 41 | 100 | C:家庭電化製品 |
| D1 | 38 | 97.37 | D:家具・建具 |
| D2 | 38 | 97.37 | E:靴・カバン |
| E1 | 59 | 100 | F:紳士服 |
| E2 | 59 | 100 | G:婦人・子供服 |
| F1 | 44 | 100 | H:肌着・下着 |
| F2 | 44 | 100 | I:書籍・文具 |
| G1 | 43 | 100 | J:荒物・金物・陶磁器 |
| G2 | 43 | 97.67 | K:医薬品・化粧品 |
| H1 | 32 | 96.88 | L:一般食料品 |
| H2 | 32 | 96.88 | M:生鮮食料品 |
| I1 | 31 | 90.32 | |
| I2 | 31 | 90.32 | ※アルファベット横の |
| J1 | 34 | 100 | 数字はモデルの |
| J2 | 34 | 100 | ケースを示す。 |
| K1 | 34 | 80.95 | |
| K2 | 34 | 100 | 1:中間層のニューロン数が25個 |
| L1 | 32 | 100 | 2:中間層のニューロン数が50個 |
| L2 | 32 | 100 | |
| M1 | 39 | 97.44 | |
| M2 | 39 | 97.44 | |

層のニューロン数を同じにした NN モデルを用いて検討することとする。

4. 品目別買物の商業施設選択への影響分析

(1) 各説明要因が与える影響

前章で設定したモデルを用いて、各説明要因が商業施設選択にどのような影響を及ぼすかを考える。NN モデルにおいては、各要因の相対的重要度を直接的に表すのは難しい。そこで、各説明要因の入力パターンの相違が出力パターンに与える変化から、その影響をみることにする。そこで、以下のような計算手順を行う。

- ① サンプルデータを用いて学習を行い結合係数を推定する。
- ② 推定された結合係数を用い、1つのアイテム（要因）の入力値をすべて0とする。
- ③ 各アイテム（要因）について、同様の計算をおこない各カテゴリーに対応した出力値を算出する。

この手順は各カテゴリーの出力値から各説明要因ごとに出力値の取り得る範囲（range）を求めるものであり、range が大きいほど、そのアイテムが出力層に影響を与えると考えられる。

表-3 に解析結果を示す。これを見ると、ほぼどの品目においても各説明要因が影響を与えていることがわかる。しかしながら、家庭電化製品に関しては年齢、家族構成の影響はあまり受けないことがわかる。また、各品目とも消費者意識の range の値が大

きいことより商業施設選択においては、消費者意識が大きく影響を与えていると考えられる。そこで、次章では商業施設選択に消費者意識がどのように働くのかを考えることとする。

(2) 消費者意識が与える影響

ここでは、23 項目の消費者意識が商業施設選択にどのように影響を与えているかを分析する。分析の方法としては、前節において用いた説明要因中の消費者意識の項目を 1 つの要因とみなすのではなく、23 項目それぞれが 1 つの要因であるとみなし解析を行った。そして全体の range と各項目ごとの range の差をみることにより消費者意識がどのような影響を与えるかを考える。

その結果を表-4、表-5 に示す。この結果は正の値のものはその商品の購入先商業施設選択に影響を与える意識であると考えられ、逆に負の値のものは影響を与えないものと考えられる。そこで、一般食料品等の生活必需品の購入における商業施設選択の傾向は、駐車場、休憩所等などの施設の整備の充実を考慮する人は大型店へ買物に行くと考えられ、また、品数が多い、品質が良いといった商品自体の量、質の充実を考慮する人は商店街・商店へ買物に行くと考えられる。それとともに、一般食料品においては上記のことよりも店が近くにあることを考慮する傾向があることもわかった。

一般食料品・生鮮食料品以外の買回り品、高級品の購入にあたっては子供を連れて買物ができるか、

表-3 品目別各要因に対する range

| 7行A | 出力 | range | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
| 1 | 1 | 0.9987 | 0.9942 | 0.9409 | 0.9828 | 0.9984 | 0.9940 | 0.9997 | 0.9997 | 0.9689 | 0.9955 | 0.9960 | 0.9990 | 0.9999 |
| 1 | 2 | 0.9994 | 0.9954 | 0.9800 | 0.9939 | 0.9984 | 0.9965 | 0.9994 | 0.9993 | 0.9953 | 0.9886 | 0.9977 | 0.9990 | 0.9999 |
| 2 | 1 | 0.9955 | 0.9981 | 0.6296 | 0.9735 | 0.9977 | 0.9873 | 0.9999 | 0.9999 | 0.9658 | 0.9950 | 0.9982 | 0.9988 | 0.9999 |
| 2 | 2 | 0.9950 | 0.9966 | 0.6384 | 0.9544 | 0.9984 | 0.9803 | 0.9999 | 0.9999 | 0.9688 | 0.9908 | 0.9983 | 0.9986 | 0.9999 |
| 3 | 1 | 0.9823 | 0.9994 | 0.2326 | 0.9793 | 0.9944 | 0.9978 | 0.9990 | 0.9988 | 0.9960 | 0.9922 | 0.9981 | 0.9999 | 0.9998 |
| 3 | 2 | 0.9903 | 0.9994 | 0.9374 | 0.9848 | 0.9941 | 0.9979 | 0.9969 | 0.9979 | 0.9967 | 0.9920 | 0.9978 | 0.9998 | 0.9999 |
| 4 | 1 | 0.9976 | 0.9991 | 0.9476 | 0.7987 | 0.9979 | 0.9897 | 0.9991 | 0.9814 | 0.9966 | 0.9938 | 0.9955 | 0.9995 | 0.9999 |
| 4 | 2 | 0.9996 | 0.9987 | 0.9349 | 0.8325 | 0.9972 | 0.9920 | 0.9988 | 0.9912 | 0.9971 | 0.9951 | 0.9938 | 0.9993 | 0.9999 |
| 5 | 1 | 0.9916 | 0.9952 | 0.9127 | 0.9935 | 0.9967 | 0.9812 | 0.9999 | 0.9994 | 0.9790 | 0.9969 | 0.9938 | 0.9997 | 0.9993 |
| 5 | 2 | 0.9879 | 0.9940 | 0.9012 | 0.9889 | 0.9981 | 0.9864 | 0.9997 | 0.9996 | 0.9972 | 0.9962 | 0.9967 | 0.9953 | 0.9989 |
| 6 | 1 | 0.8936 | 0.9834 | 0.8279 | 0.9042 | 0.9941 | 0.9988 | 0.9993 | 0.9979 | 0.9731 | 0.9992 | 0.9841 | 0.9993 | 0.9999 |
| 6 | 2 | 0.9937 | 0.9858 | 0.8879 | 0.9394 | 0.9928 | 0.9990 | 0.9991 | 0.9989 | 0.9856 | 0.9992 | 0.9883 | 0.9991 | 0.9999 |

A~Mはそれぞれ購入品目を示す。(表-2参照)

7行A 1:性別 2:年齢 3:家族構成 4:職業 5:消費者意識 6:所要時間

出力 1:大型店 2:商店街・商店

表-4 大型店選択に働く消費者意識

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|-------------------|--------|-------|---|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| 近くて便利 | 0.464 | 0 | 0 | -0.164 | 0.133 | 0.031 | 0 | 0.087 | 0 | 0.011 | 0 | -0.214 | -0.005 |
| 品数が多い | 0 | 0 | 0 | -0.081 | 0.011 | 0.051 | 0 | -0.009 | 0.001 | 0.072 | 0.006 | 0 | -0.031 |
| 品質が良い | -0.128 | 0 | 0 | -0.015 | 0.102 | 0.107 | 0.001 | 0.003 | 0.006 | 0.007 | -0.015 | -0.008 | -0.016 |
| 価格が安い | 0 | 0 | 0 | -0.083 | 0.037 | 0.015 | 0 | 0 | -0.001 | 0.004 | 0 | 0 | 0 |
| なじみの店 | 0 | 0 | 0 | -0.021 | -0.002 | 0.095 | 0.001 | 0.003 | -0.001 | 0 | 0.009 | 0 | 0 |
| 営業時間が長い | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.074 | 0.365 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.004 |
| 店が清潔 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.007 |
| 広客がよく入る | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.005 | 0 | 0.020 | 0 | 0 | 0 |
| パークの内容が魅力的 | 0 | 0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.013 | 0 | 0 | 0 |
| 運動場上 | 0 | 0 | 0 | -0.054 | 0 | 0 | 0.171 | 0 | 0 | 0 | -0.056 | 0 | 0 |
| 賃用がおける | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0.003 | -0.001 | 0.011 | 0.056 | -0.001 | 0.020 |
| 店員のマナーが良い | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | -0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 駐車場・駐輪場がある | 0.066 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.016 | 0.022 | 0.009 | 0 | -0.091 | -0.004 | 0.020 |
| 雰囲気・ムードがある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.091 | 0 | 0 |
| 流行の商品がある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 明るくて活気がある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 休憩所・トイレ等の施設がある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.049 | 0 | 0 | 0 | -0.004 | 0.014 |
| 何でも揃う | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | -0.009 | 0 | 0 |
| 有名店 | 0.003 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.009 | 0 | 0 |
| 子供を連れていても買物しやすい | 0.066 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.037 | 0.002 | 0 | 0 | -0.004 | 0 |
| セルフ方式 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 店員の商品知識が豊富 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ついでに他の商品もみることができる | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表-5 商店街・商店選択に働く消費者意識

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|-------------------|--------|--------|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 近くて便利 | -0.465 | 0 | 0 | 0.100 | -0.116 | -0.017 | 0 | -0.125 | 0 | -0.011 | 0 | 0.256 | 0.017 |
| 品数が多い | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.016 | -0.009 | 0 | 0.008 | 0.001 | -0.070 | -0.007 | 0 | 0.041 |
| 品質が良い | 0.098 | 0 | 0 | 0.118 | -0.148 | -0.075 | -0.004 | -0.005 | -0.006 | -0.001 | 0.016 | 0.002 | 0.035 |
| 価格が安い | 0 | 0 | 0 | 0.030 | -0.095 | 0.011 | 0 | 0 | 0.002 | -0.004 | 0 | 0 | 0.001 |
| なじみの店 | 0 | 0 | 0 | 0.010 | 0.002 | -0.147 | -0.004 | -0.005 | 0.000 | 0 | -0.009 | 0 | 0 |
| 営業時間が長い | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.205 | -0.250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.017 |
| 店が清潔 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.001 | 0 | 0 | 0 | 0.010 |
| 広客がよく入る | 0 | -0.006 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.004 | 0 | -0.021 | 0 | 0 | 0 |
| パークの内容が魅力的 | 0 | -0.008 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.008 | 0 | 0 | 0 |
| 運動場上 | 0 | 0 | 0 | 0.092 | 0 | 0 | -0.147 | 0 | 0 | 0 | 0.062 | 0 | 0 |
| 賃用がおける | -0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.004 | -0.005 | 0.001 | -0.011 | -0.062 | -0.003 | -0.011 |
| 店員のマナーが良い | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.004 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 駐車場・駐輪場がある | -0.066 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.015 | -0.044 | -0.008 | 0 | 0.088 | 0.003 | -0.011 |
| 雰囲気・ムードがある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.088 | 0 | 0 |
| 流行の商品がある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 明るくて活気がある | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 休憩所・トイレ等の施設がある | 0 | -0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.039 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | -0.011 |
| 何でも揃う | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.002 | 0 | 0.009 | 0 | 0 |
| 有名店 | -0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.002 | 0 | 0 |
| 子供を連れていても買物しやすい | -0.066 | -0.002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.025 | 0 | 0 | 0 | 0.003 | 0 |
| セルフ方式 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 店員の商品知識が豊富 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ついでに他の商品もみることができる | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表-4、表-5のアルファベットは購入品目を示す。(表-2参照)
分析結果がごく微小な反応であるものは0と記した。

営業時間が長いかということ considering 商業施設選択を行うと考えられる。また、家庭電化製品の購入に関しては消費者意識があまり働いていないという結果となった。これは、現在大型店においては家庭電化製品を扱う店が減少しており意識とは関係なく、専門店での購入となるためであると考えられる。

5. おわりに

本研究では、実態調査データを用いて消費者意識を考慮するとともに NN モデルを用いて品目別買物における目的地選択を試みた。また、消費者意識が品目別買物商業施設選択に及ぼす影響についても検討を行った。本研究で得られた成果を以下にまとめる。

①品目別買物の商業施設選択に NN モデルを用いて解析したところ良好な結果が得られた。これにより NN モデルが適用できることがわかった。また、

買物商業施設選択においては消費者意識が及ぼす影響が大きいたことが明らかとなった。

②消費者意識が商業施設選択に及ぼす影響をモデル推定したところ、品目ごとに考慮する意識の違いがあることが明らかとなった。

以上のことより、本研究で分析したように今後の商業施設の整備を行うにあたり消費者の意識をいかに考慮することができるかが重要になると思われる。

【参考文献】

- 松本昌二, 熊倉清一, 松岡克明: 非集計モデルによる買回り品買物交通の目的地・手段選択行動の分析, 都市計画学術研究発表会論文集, Vol.18, pp.469-474, 1983
- 近藤光男, 廣瀬義伸: 効用最大化に基づく買物行動モデルとその地方圏への適用に関する研究, 都市計画学術研究発表会論文集, Vol.32, pp.91-96, 1997
- 近藤光男, 花岡憲司, 廣瀬義伸, 青木聡: 地方圏における買物消費細流動の変化とその要因に関する分析, 土木計画学研究・論文集 16, pp.297-304, 1999
- 島崎敏一, 安田誠一: ニューラルネットワークによる交通手段選択モデル, 土木学会論文集 No.494/IV-24, pp. 79-86, 1994