通信サービス分析・評価への選択行動モデルの適用

山本　尚生，井上　明也

1．はじめに

通信サービスの多様化時代に適したサービス分析手法，需要予測法の1つとして交通計画の分野で開発された個人選択行動モデル（Individual Choice Model）[1] [2] の適用が期待されている．

個人選択行動モデルは，個人または会社等の組織が，あるサービスを使う／使わない，複数のサービスから1つのサービスを選択する／しない，といった選択行動を対象とした数学モデルである．構成されたモデルに意思決定要因の評価値（入力）が与えられると，ある行動の選択確率が推定される．多属性効用に関するランダム効用理論，効用最大化原理など，人の行動原理に関する一般性のある理論にもとづいており，広範囲の選択行動のモデル化に適用可能な手法と言われている．モデルの特徴を構成法と利用法の面からまとめると図1のようになる．本稿では，通信サービス分析のためのモデルの構成法と，適用実験例を紹介する．

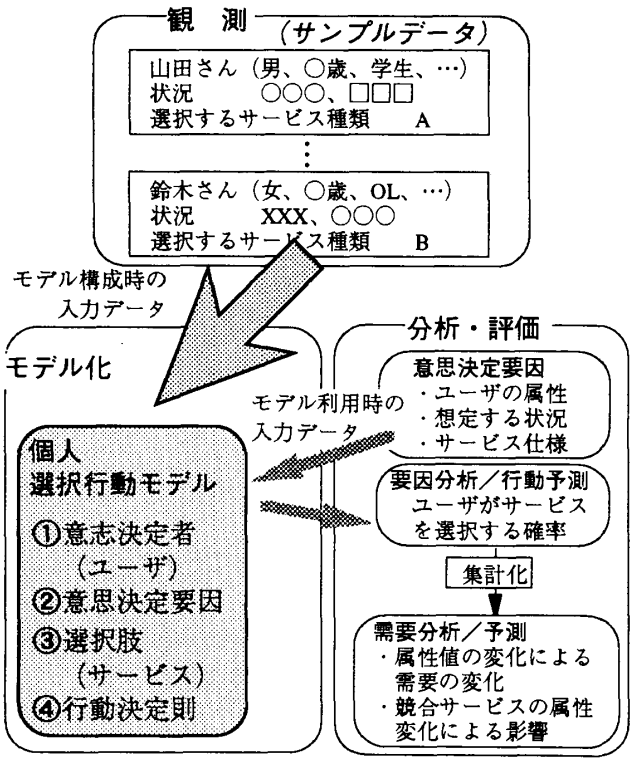


図1　モデルの構成と利用法

2．通信サービスのためのモデルの構成

2.1　モデルの構成要素

選択行動のモデル化のために以下の4つの構成要素を定義する．

[1] 意思決定者（ユーザ）

サービスを利用できるユーザであり，一般に，個人，会社，家庭，あるいは団体を指す．

[2] 意思決定要因

サービス選択行動の意思決定に影響を与える要因の属性を次の3つに分類する [3]．

① ユーザ属性：ユーザの持つ個人属性，例えば，年齢，職業，収入，趣味など．

② 手段属性：サービスの持つ属性，例えば，機能（音声，画像等）の有無やレベル，料金，所要時間，使い勝手，デザインなど．特定の機能の有無やレベルと料金とをモデルに取り込むことにより，ユーザから見た機能に対する料金意識を扱えるようになり，サービス仕様の決定に役立つモデルが得られる．

③ 環境属性：サービス利用の目的あるいは利用環境を取り込む．個々の具体的な要因を直接取り込むよりも，それらを特徴づける共通の特性要素（例えば，“緊急性”，“他の手段による代替可能性”，“天候”など）の評価値を説明変数として取り込む．これによりモデル構成の際に考慮しなかった環境属性に関しても，共通の特性要素に変換して同じモデルから選択行動を予測でき，モデルの適

やまもと　ひさお，いのうえ　あきや
NTT　マルチメディアネットワーク研究所
〒180 武蔵野市緑町3-9-11

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

用範囲を広くできる［3］.

［3］選択肢

ユーザnがある目的を達成する場合に選択可能なサービス（手段）が選択肢であり，その集合をS_nとする．新しいサービスs_{new} ($s_{new} \subset S_n$) に対して，「従来のサービスのいずれか1つを選択する」という選択肢S_{old} ($S_{old} \subset S_n$) を設定することにより，s_{new}とS_{old}間の二者択一モデル（Binary Choice Model）として扱うこともできる．

［4］行動決定則

「ユーザnは各サービスi ($i \in S_n$) を選択することにより得られる効用の推定値U_{in}を比較して，最大の効用の得られるサービスを選択する」という効用最大化原理を行動決定則として用いる．

2．2　モデルの定式化

ユーザは状況が同じでも必ずしも毎回同じ選択をするとは限らない．そこで，効用を確率変数と考えるランダム効用理論を用いている．ユーザnがサービスiを選択する確率（選択確率）P_{in}は，先に述べた効用最大化の原理から，次のように表わされる．

$$P_{in} = Prob(U_{in} > U_{jn}, j \neq i, j \in S_n) \tag{1}$$

以下では説明を容易にするため，選択肢集合S_nが2つのサービス $\{i, j\}$ しか含んでいない場合のモデル化，すなわち二者択一モデルの定式化について説明する．ユーザnがサービスiを選択することにより得られる効用U_{in}を次の線形の効用関数によって表わす．

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \tag{2}$$

ここで，

$$V_{in} = \alpha_{in} + \sum_k \beta_{ik} x_{ink} \tag{3}$$

V_{in} ：効用U_{in}の確定項

ε_{in} ：効用の確率変動項

α_{in} ：考慮外要因による効用の残差成分係数

x_{ink} ：サービスiの選択に関する意思決定要因kの評価値（説明変数）

β_{ik} ：サービスiの選択に関する意思決定要因kの重要度を表わす係数．

ここでε_{in}は，ランダム効用理論を踏まえて導入された確率変動項である．したがって，式(1)，(2)より，ユーザnがサービスiを選択する確率P_{in}は，次のように表わされる．

$$P_{in} = Prob(U_{in} > U_{jn}) \tag{4}$$

$$= Prob(V_{in} - V_{jn} > \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}) \tag{5}$$

式(5)は選択確率P_{in}が効用の値それ自身に無関係であるという選択行動モデルの特徴を表わしている．

確率変動項ε_{in}を選択肢相互に独立と考え，正規分布に近く，数式上の取扱が容易なグンベル（Gumbel）分布を仮定して式(5)に関する確率密度関数の積分計算を行えば，次の選択確率式が得られる［1］.

$$P_{in} = e^{V_{in}} / (e^{V_{in}} + e^{V_{in}}) \tag{6}$$

この式を選択行動モデルと呼び，特にグンベル分布を仮定した式(6)をロジットモデルと呼ぶ．

2．3　係数の推定

選択確率式(6)の特性を左右にするのは効用の確定項V_{in}に含まれる係数α_{in}，β_{ik}である．係数の決定には，実際の選択結果とそのときの意思決定要因の値を一組にしたサンプルデータを複数（統計的検定を満足する数であり，通常，数百データ）用いた統計的推定を行う．係数推定には最尤法が広く使われるが詳細については省略する［1］．推定された係数を用いた選択確率式(6)に，意思決定要因$\{x_{ink}\}$の値を代入することにより，ユーザnが選択肢集合S_nの中からサービスiを選択する確率が求まる．

3．適用事例

通信サービスの個人選択行動分析の事例をいくつか紹介する．紙面の都合上，詳細な記述は省略し，どのようなサービスを選択肢とし，どのような意思決定要因を考慮して分析を行ったのかを中心に述べる．

3．1　情報提供サービスの分析［3］

日常生活に関連した28ジャンルの情報（**表1**）の入手を想定した情報提供サービスを対象として，

A．料金意識を分析するモデルと，

B．情報ジャンルごとの需要を分析するモデル，

を作成した．

［1］選択肢集合の設定

ユーザが情報を得るために選択する手段として，

「サービスI」：電話を介して情報センタから詳しい情報の提供を受けるサービス，

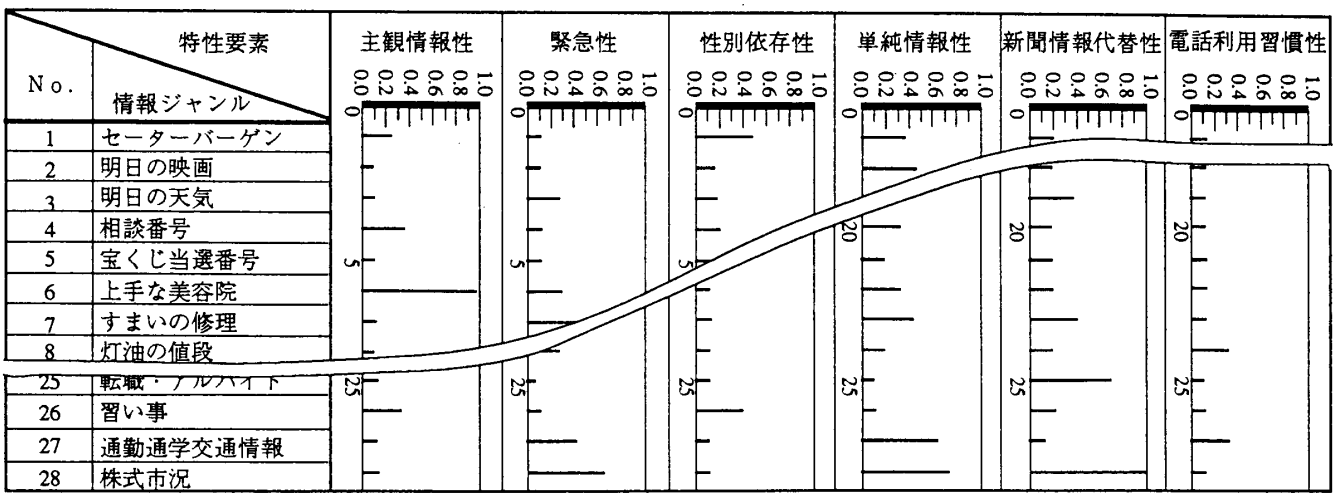
「サービスII」：新聞，雑誌，ラジオ，テレビなどの従来のメディアを用いた情報提供サービス，

の2種類を想定した．すなわち，サービスIとIIの間の二者択一モデルとなる．ここで，サービスIとして，①電話音声のみによる情報提供機能，②電話音声と画

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

表1　情報のジャンルと特性要素による数量化評価

No.	情報ジャンル ＼ 特性要素	主観情報性	緊急性	性別依存性	単純情報性	新聞情報代替性	電話利用習慣性
1	セーターバーゲン						
2	明日の映画						
3	明日の天気						
4	相談番号						
5	宝くじ当選番号						
6	上手な美容院						
7	すまいの修理						
8	灯油の値段						
25	転職・アルバイト						
26	習い事						
27	通勤通学交通情報						
28	株式市況						



像による情報提供機能の2種類を想定した．

［2］意思決定要因

A．料金意識を分析するモデルの場合：

手段属性である「画像機能の有無」と「料金」をモデルに組み込んだ．

B．情報ジャンルごとの需要分析モデルの場合：

環境属性としては，サービス利用目的である情報ジャンルの特徴を一般的に説明できる特性要素に分解して評価値を設定した(表1)．この評価には階層化意思決定法AHP(Analytic Hierarchy Process)［6］で用いられる比尺度上での一対比較行列から求める基数尺度化法を用いた．サンプルデータは都内の高校生から69歳までの男女356人のユーザを対象としたアンケート結果を用いた．日常その情報に関心のあるユーザを対象としてサービス内容を説明した上でどちらのサービスを利用するかの設問に対する回答を用いた．

［3］評価例

A．料金意識を分析するモデルの場合：

各モデルによる選択確率推定値を**図2**に示す．選択確率0.5を選択行動のしきい値とすると，画像機能を加えることによる料金に対する許容増加量は20～30%と小さい．つまり，生活情報に関しては，ユーザは画像を用いた情報提供への料金意識はせいぜい2～3割増しであり，高価な画像よりも音声を中心とした廉価なサービスへの期待感が依然として大きい．

B．情報ジャンルごとの需要分析モデルの場合：

一例として男子学生（39人）からなるユーザ群のモデルの係数推定結果を**表2**に示す．このモデルではサービスI(電話を介した情報提供サービス)を利用するか否かを推定するモデルであるため，係数推定値の符号が正であることは，その要因の評価値が大きくなる

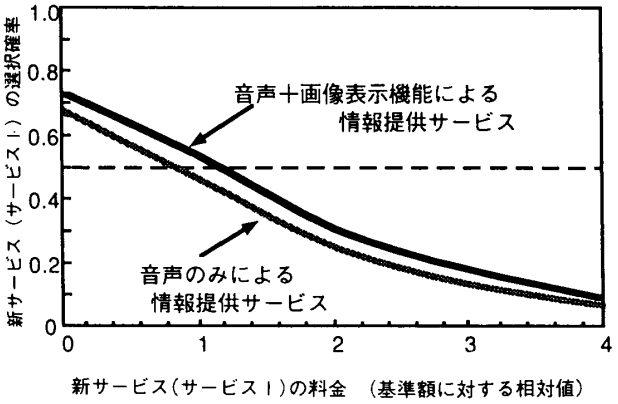


図2　サービス機能と料金意識の分析例

とサービスIを選択する確率が大きくなり，符号が負の場合にはその逆となることを意味している．$\beta 2$と$\beta 6$が正符号で$\beta 5$が負符号となっているのは通信サービスの一般的特徴と言える．$\beta 3$が負符号となっているのは男性群学生というユーザ群の特徴を反映していると考えられる．

次に，任意の（1つの）情報ジャンルG_iを対象とした場合のサンプルデータを除いてモデルを構成（係数

表2　モデルの係数推定結果例

ユーザ群：（高校生＋大学生）男性（39人）

	係数推定値
α	＝ 2.33
$\beta 1$（主観情報性）	＝－0.76
$\beta 2$（緊急性　）	＝ 0.72
$\beta 3$（性別依存性）	＝－1.35
$\beta 4$（単純情報性）	＝－1.32
$\beta 5$（新聞代替性）	＝－0.99
$\beta 6$（電話習慣性）	＝ 1.77

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

を推定）し，そのモデルを用いて，除いた情報ジャンルG_iに対するサービスの選択確率を予測する実験を行った．予測する情報ジャンルを特性要素で評価した評価値（表1）をモデルに代入して選択確率を求めた．情報ジャンルによってバラツキはあるものの，90%を超える推定精度が得られ，要因分析にもとづく選択行動の予測効果が認められた．

3．2　ボイスメールサービスの機能分析［5］

電話を使ってメッセージを蓄積したり，指定した日時，相手にメッセージを送達できるサービスに関して，サービス機能のレベルによる選択行動の変化を分析するモデルを作成した．

［1］選択肢の設定

いくつかのサービス機能の組合せで構成されるボイスメールサービスを使う／使わないの2つの手段が選択できる二者択一モデルである．

［2］意思決定要因の設定

サービス機能のレベルによる選択行動の変化を分析するため，伝言メッセージを蓄積しておける有効期限（日数），蓄積できるメッセージの長さ（分）等，9つのサービス機能を手段属性としてモデル化した．

［3］評価例

標準機能を有するサービスを想定し，伝言メッセージの有効期限のみが変化した場合のサービスの選択確率の変化を図3に示す．メッセージの長さの許容値とメッセージの有効期限は共にサービスの効用にプラスに働く機能であるが，メッセージの長さよりはその有効期限の長いことの方がユーザにとって魅力的なことを示している．このような評価結果は，サービス仕様を決定するときの判断指標に用いることができる．

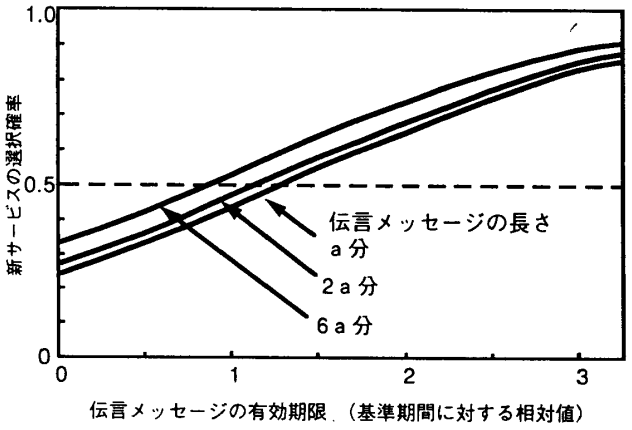


図3　サービス機能のトレードオフの分析例

4．おわりに

多様化時代に適した需要予測，サービス分析手法として期待される個人選択行動モデルを通信サービスの分析に適用した実験例を紹介した．日本では交通計画の一部の分野を除いてあまりポピュラーな手法となっていないが，幅広い可能性を持った手法であり通信サービス分野も含めて今後，多方面に適用されることを期待する．

文　献

［1］Ben-Akiva M.and Lerman S.R.：“Discrete Choice Analysis”,MIT Press(1985).

［2］“土木計画学講習会テキスト”，土木学会（1984-11).

［3］山本，井上：“通信網サービス選択行動モデルとその構成実験”，信学論(B)，J71-B，7，pp.809-819(1988-07).

［4］屋井鉄雄：“非集計行動モデルとその実用性”，土木計画学論，No.3，pp.23-39（1986-11).

［5］Inoue A.and Yamamoto H.：“Evaluation of New Telecommunications Services using Stated Preference Techniques”,Modelling the Innovation,TC-7 IFIP International Conference, Roma,pp.75-82（1990).

［6］刃根 薫：ゲーム感覚意思決定法，日科技連，1986.

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．