

多変量ロジットモデルを利用した デジタルコンテンツ配信サービスの市場構造分析 —電子コミックサービス市場への適用—

里村 卓也

1. はじめに

近年、利用者数を増やしているデジタルコンテンツの配信サービスでは、サービスが有料のみならず無料の形態でも提供されるものがある。このようなサービスにおいては、消費者が同一カテゴリ内で複数のサービスを同時に利用する行動が見られる。また、デジタルコンテンツの配信サービスでは同じコンテンツが複数のプラットフォームで配信される場合もあれば、特定のプラットフォームでしか配信されない場合もある。同じコンテンツが複数のプラットフォームで配信される場合にはプラットフォーム間に代替関係が発生することが考えられる。一方、あるコンテンツが特定のプラットフォームでしか配信されない場合には、同時に異なるコンテンツを消費したい消費者は複数のプラットフォームを利用するために、プラットフォーム間に補完関係が発生すると考えられる。このように、同一カテゴリであっても複数のサービスが同時利用される市場では、サービス間の代替関係だけでなく、サービス間での補完関係も存在していると考えられる。

そこで本研究では、サービス間での補完・代替関係を考慮した複数アイテムの選択行動を分析できる多変量ロジットモデルを利用して、サーベイ調査で得られるデジタルコンテンツの配信サービスの利用実態から、当該市場構造の分析を行う。

本研究の特徴として、同一カテゴリ内での消費者による複数サービスの同時利用という市場の特性をふまえた分析を行うためにモデルにおいて代替関係に加えて補完関係も考慮した点、高次元の多変量二項モデルを推定する際に複合条件付き尤度を利用して計算を容易にしている点が挙げられる。

2. デジタルコンテンツ配信サービスの市場構造分析の重要性

デジタル化社会では消費の流動化が進み、アクセスベース消費 [1, 2] やリキッド消費 [3] として注目されている。このような顧客によるサービスの乗り換えが容易な市場では、市場シェアの分析だけでは現状を十分に把握することができない。そこで本研究では、マーケティング研究の中で長い歴史がある市場構造分析により、市場の理解を行う。

市場構造分析における市場構造とは、「市場における製品やサービスの競争を経験的、概念的、もしくは図的に表現したもの」である [4]。市場構造分析を得るためのデータとしては強制ブランドスイッチ [5]、消費者インタビュー調査 [6]、サーベイ調査 [7]、購買データでのブランドスイッチ [8, 9]、オンライン上でのサーチ [10]、オンライン上での投稿 [11]、オンライン上で比較された商品 [12] などが利用される。

このような市場構造分析の研究の多くにある前提はアイテムはお互いに競合しているというものである。そのため市場構造分析はアイテム間の代替関係を把握するためのものであった。しかしながら、そもそも市場構造分析における市場の定義と競争の定義は研究アプローチによって異なる [4] とされている。本研究で対象となるデジタルコンテンツの配信サービスでは、消費者は複数のサービスを同時に利用することが可能である。そこで本研究における市場構造分析では、このようなデジタルコンテンツの配信サービスの市場の特性をふまえて代替関係に限定せずに補完関係も含めた分析を行うこととする。

本研究で想定しているデジタルコンテンツの配信サービスの同時利用とは、全く同じタイミングで複数のサービスを同時利用するのではなく、1か月などのある時間単位の中で同時に利用していることである。

効用からサービスの関係を考えると、サービス S_1 とサービス S_2 の補完・代替・独立の関係は次のように

さとむら たくや
慶應義塾大学商学部
satomura@fbc.keio.ac.jp

考えることができる。補完関係にあれば、 S_1 と S_2 を別々に消費して得られる効用を足したのよりも、 S_1 と S_2 を同時に消費して得られる効用のほうが高くなる。また代替関係にあれば、 S_1 と S_2 を同時に消費して得られる効用よりも、 S_1 と S_2 を別々に消費して得られる効用を足したもののほうが高くなる。独立の関係にあれば、 S_1 と S_2 を別々に消費して得られる効用を足したものと、 S_1 と S_2 を同時に消費して得られる効用とは等しくなる。

もし S_1 と S_2 が代替関係にあるのであれば、競争サービスとして対抗戦略を考える必要がある。一方、 S_1 と S_2 が補完関係にあるのであれば、協調戦略を考えることができる。このように、補完・代替関係を考慮した市場構造の分析はデジタルコンテンツの配信サービスの戦略を考えるうえで有用であるといえる。

3. モデル

3.1 多変量ロジットモデルを利用した同時選択行動の分析

本研究では、複数財の同時選択モデルとして多変量ロジット (Multivariate Logit: MVL) モデル [13–16] を用いる。MVL モデルでは、複数ある各選択対象をそれぞれ選択するか否かの問題を、これらのありうる組合せをすべて考えて、その組合せの中から一つを選ぶという問題に置き換えることで、多項ロジットモデルを利用できるようにするものである。例えば A と B という二つの選択対象がある場合には、 $\{A\}$, $\{B\}$, $\{A, B\}$, $\{\emptyset\}$ の 4 通りの選択肢から一つを選択すると考える。

多変量選択のモデルとしては多変量プロビット (Multivariate Probit: MVP) モデル [17] もある。ただし MVP モデルでは推定のために多重積分が必要となる。一方、MVL モデルは複合条件付き尤度を利用することで計算負荷を下げるができる。

3.2 デジタルコンテンツの配信サービスの同時利用モデル

消費者 n ($= 1, \dots, N$) はサービス k ($= 1, \dots, K$) について、複数選択やすべてを非選択を含めて、どのサービスを選択するかという意思決定を行うとする。効用関数 $U(\cdot)$ を以下のように考える。

$$U(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta}) = V(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta}) + \varepsilon_n \quad (1)$$

$$V(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta}) = \sum_{k=1}^K v_{nk} Y_{n,k}$$

$$+ \sum_{k=1}^{K-1} \sum_{l=k+1}^K \psi_{k,l} Y_{n,k} Y_{n,l} \quad (2)$$

$$v_{nk} = \beta_{0k} + \beta_{1k} x_{n1} + \beta_{2k} x_{n2} \quad (3)$$

ただし、

$Y_{n,k}$: 消費者 n がサービス k を選択すれば 1、それ以外は 0 をとる変数

x_{n1} : 消費者 n の性別を表すカテゴリカル変数

x_{n2} : 消費者 n の年齢を表す変数

$\beta_{0k}, \beta_{1k}, \beta_{2k}, \psi_{k,l}$: パラメータ

ε_n : 二重指数分布に従う誤差項

$\mathbf{Y}_n = (Y_{n,1}, \dots, Y_{n,K})'$

$\boldsymbol{\beta}_k = (\beta_{0k}, \beta_{1k}, \beta_{2k})'$

$\boldsymbol{\beta} = (\boldsymbol{\beta}'_1, \dots, \boldsymbol{\beta}'_K)'$

$\boldsymbol{\psi} = (\psi_{1,2}, \psi_{1,3}, \dots, \psi_{K-2,K-1}, \psi_{K-1,K})'$

$\boldsymbol{\theta} = (\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\psi}')$

とする。 $\boldsymbol{\psi}$ の要素は $k < l$ となる $\psi_{k,l}$ のみからなる。

式 (1) における $U(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta})$ は、サービスの組合せ \mathbf{Y}_n の消費から得られる効用の確定的部分 $V(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta})$ と誤差項 ε_n の和とした。

式 (2) の右辺第 1 項は選択したサービス k 単独での効用を表現している。 β_{0k} はサービス k の固有の値である。 v_{nk} については、各サービスの料金形態が有料と無料の場合では異なる β_{0k} を用いる、あるいは v_{nk} を料金の関数とすることで、料金形態の違いを考慮することもできる。ただし、後で述べるように本研究では利用データの制約から各サービスの料金形態は考慮しないものとする。 β_{1k} と β_{2k} はサービス k における消費者の性別・年齢についてのパラメータである。性別や年齢によってサービスの効用が異なることを表現している。

式 (2) の右辺第 2 項はサービスの同時利用による直接効用を表現している。 $\psi_{k,l}$ が正の値をとれば k と l を同時に利用すれば効用が高くなるのでこの二つのサービスは補完関係にある。また $\psi_{k,l}$ が負の値をとれば、同時に利用すれば効用が低くなるのでこの二つのサービスは代替関係にある。また $\psi_{k,l}$ がゼロの値をとれば独立関係にある。このようにサービス間の交互作用効果である $\psi_{k,l}$ から代替・補完・独立の関係を把握することができる。

式 (1) の効用を仮定すると、多変量ロジットモデルでの対象の組 \mathbf{Y}_n の選択確率 $\Pr(\mathbf{Y}_n)$ は

$$\Pr(\mathbf{Y}_n) = \frac{\exp(V(\mathbf{Y}_n; \boldsymbol{\theta}))}{\sum_{\mathbf{Y}_n^* \in \eta} \exp(V(\mathbf{Y}_n^*; \boldsymbol{\theta}))} \quad (4)$$

となる。ただし、 η は選択可能な 2^K 組のサービスの組合せである。

3.3 複合条件付き尤度とパラメータの推定方法

多変量ロジットモデルでは K の増加によって、サービスの組み合わせ数は指数関数的に増加する点に注意が必要である。たとえば、 $K = 10$ の場合でも $2^{10} = 1,024$ の選択肢から一つを選ぶことになる。集合 η の要素の数は、 K の増加によって指数関数的に増加する。

この場合、式 (4) の分母は、 2^K の組合せの和を計算する必要がある。また $\Pr(\mathbf{Y}_n)$ は非常に小さい値をとることになる。いわゆる「次元の呪い」の問題が生じる。この問題を解決するために、推定では次のような条件付き確率 $\Pr(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k})$ を考える。ただし、 $\mathbf{Y}_{n,-k}$ は \mathbf{Y}_n のうち k 番目の要素を除いたベクトルである。

$$\Pr(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k}) = \frac{\exp(V(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k}))}{1 + \exp(V(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k}))} \quad (5)$$

$$V(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k}) = v_{nk} + \sum_{l \neq k} \psi_{k,l}^* Y_{n,l} \quad (6)$$

ただし

$$\psi_{k,l}^* = \begin{cases} \psi_{k,l} & k < l \text{ のとき} \\ \psi_{l,k} & k > l \text{ のとき} \end{cases}$$

とする。

式 (5) および式 (6) は k 番目以外のサービスの選択を固定した条件での k を選択する確率が二項ロジットモデルに従うことを示している。

条件付き確率 $\Pr(Y_{n,k} | \mathbf{Y}_{n,-k})$ を用いて、複合条件付き尤度 (Composite Conditional Likelihood: CCL) は以下のように書くことができる [15, 18]。

$$\text{CCL} = \prod_{n=1}^N \prod_{k=1}^K \Pr(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k})^{Y_{n,k}} \cdot \Pr(Y_{n,k} = 0 | \mathbf{Y}_{n,-k})^{(1-Y_{n,k})} \quad (7)$$

さて、 $\boldsymbol{\theta}$ は大きさ $W = 3K + K(K-1)/2$ のベクトルであるが、これと同じ大きさ W のベクトル \mathbf{z}_{nki} を考える。ただし \mathbf{z}_{nki} の i 番目の要素 z_{nki} は

$$z_{nki} = \begin{cases} 1 & \theta_i = \beta_{0k} \text{ のとき} \\ x_{n1} & \theta_i = \beta_{1k} \text{ のとき} \\ x_{n2} & \theta_i = \beta_{2k} \text{ のとき} \\ Y_{n,l} & \theta_i = \psi_{k,l} \text{ もしくは } \theta_i = \psi_{l,k} \text{ のとき} \\ 0 & \text{それ以外} \end{cases}$$

とする。ただし θ_i は $\boldsymbol{\theta}$ の i 番目の要素である。さらに

$$p_{nk} = \Pr(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k}) \\ g_{nk} = Y_{n,k} - \Pr(Y_{n,k} = 1 | \mathbf{Y}_{n,-k})$$

と定義しておく。

対数複合条件付き尤度関数を $l^c = \log(\text{CCL})$ とすると、 l^c のスコア関数は

$$\frac{\partial l^c}{\partial \theta_i} = \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K g_{nk} z_{nki} \quad (8)$$

となる。たとえば、 $\theta_i = \beta_{1k}$ の場合には式 (8) は

$$\frac{\partial l^c}{\partial \beta_{1k}} = \sum_{n=1}^N g_{nk} x_{n1}$$

となり、 $\theta_i = \psi_{k,l}$ の場合には式 (8) は

$$\frac{\partial l^c}{\partial \psi_{k,l}} = \sum_{n=1}^N (g_{nk} Y_{n,l} + g_{nl} Y_{n,k})$$

となる。

対数複合条件付き尤度を用いてパラメータを推定するには一階の必要条件

$$\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K g_{nk} z_{nki} = 0 \quad \text{for } i = 1, \dots, W \quad (9)$$

を解けばよい。

ところで l^c のヘッセ行列の i 行 j 列目の要素は

$$\frac{\partial^2 l^c}{\partial \theta_i \partial \theta_j} = - \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (p_{nk}(1-p_{nk}) z_{nki} z_{nkj}) \quad (10)$$

となる。ここで \mathbf{A} を $N \times K$ 行 W 列の行列とする。さらに \mathbf{A} の $(n-1)K+k$ 行 i 列目の要素 $a_{(n-1)K+k,i}$ を

$$a_{(n-1)K+k,i} = (p_{nk}(1-p_{nk}))^{1/2} z_{nki} \quad (11)$$

とおくと、文献 [19] による二項ロジットモデルの場合と同様に、 l^c のヘッセ行列は次のように表現できる。

$$\frac{\partial^2 l^c}{\partial \theta \partial \theta'} = -A'A \quad (12)$$

文献 [19] と同じく A の要素はすべて実数であるので、 $A'A$ は半正定値となり、 l^c のヘッセ行列は半負定値である。したがって、式 (9) を満たす θ^* は l^c の大域的最大解である。

パラメータの推定では、準ニュートン法 (BFGS アルゴリズム) を用いて、CCL を最大にするパラメータを求める。CCL を用いた MVL モデルで推定されたパラメータは一致推定量である [20]。CCL により推定したパラメータの標準誤差を求めるためには、Godambe information matrix [20, 21] を用いる。

MVL モデルを最尤法で推定する場合には、分母の計算で 2^K の組み合わせの和を求める必要があるが、CCL による推定ではこの計算を避けることができる。また CCL による推定でも推定量の効率性における損失は比較的小さく、受容できる程度であり [15]、CCL を用いることでマルコフ連鎖モンテカルロ法のような計算負荷の高い推定方法を行わなくてもすむ。

本研究では 4.1 節で説明するように 25 の選択対象について選択の有無を分析するが、MVL モデルを CCL で推定したほかの研究では、選択対象の数が 60 個 [22] や 42 個 [23] のように、本研究で利用するデータよりも多い選択対象の数でも推定が行われている。

このように、本研究で対象とするデータを多変量ロジットモデルを用いて分析する場合でも、複合条件付き尤度を利用することで計算負荷の高い推定方法を利用せずとも、推定を行うことが可能となる。

4. 利用データについて

4.1 利用データの概要

本研究では実証分析として、経営科学系研究部会連合協議会主催「令和 2 年度データ解析コンペティション」で提供されたオリコン顧客満足度調査データを利用する。対象とするデジタルコンテンツ配信サービスは電子コミックサービスである。回答期間は 2020 年 6 月 29 日～2020 年 7 月 1 日である。回答者は週に 1 回以上の頻度で電子コミックを閲覧している人で、有効回答者数は 9,412 名であった。この顧客満足度調査では 33 の電子コミックサービスが調査の対象となった。選択肢にはこれら 33 サービスに加えて「その他」と「特になし/覚えていない・わからない」がある。回答者は、この選択肢の中から現在利用しているサービスを複数選択が可能で回答している。なお「特になし/覚えていない・わからない」を選択した回答者

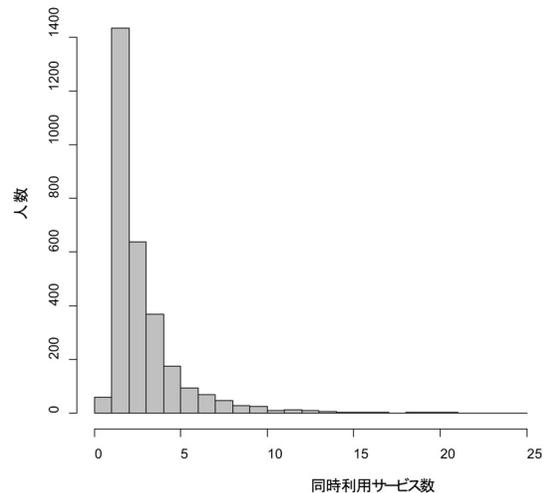


図 1 同時利用サービス数の分布

はいなかった。

有効回答者の中で、最もよく使用している電子コミックサービスにおける料金形態を有料 (定額制/都度課金) で利用しており、なおかつ総利用サービス数が 30 以下の 3,014 名を分析対象者とした。

サービス間の交互作用を考えるために「その他」は分析対象サービスから除き、さらに分析対象者の中で利用者が 80 人以上の 25 サービスを分析対象のサービスとした。

4.2 電子コミックサービスの利用状況

図 1 は分析対象となる 25 サービスについての、分析対象者における同時利用サービス数の分布である。本研究では、回答者が現在利用していると回答したサービスを同時利用しているとみなすことにする。回答者が分析対象の 25 サービスについては現在利用していない場合には、同時利用サービス数は 0 となる。平均同時利用数は 2.4 サービスであった。

図 1 にあるように同時利用サービス数は 1 が最も多く、同時利用サービス数が 0 を除いて同時利用サービス数が多くなるほど人数は減っていくが右側に裾が長い分布となっている。図 1 からわかるように、分析対象者における同時利用サービスの数は限られている。電子コミックサービスの同時利用状況から、無料で利用できるサービスについては金銭的な制約がないからといって消費者はすべての無料サービスを同時に利用するというわけではなく、同時利用をするサービスの数は限られている。そのために、サービス間で利用に影響を与えあっている可能性があるといえよう。

表 1 利用率上位 5 位までの電子コミックサービスの利用状況と利用者属性

| サービス名 | 利用率 | 同時利用サービス数 | 平均年齢 | 女性比率 |
|----------|-------|-----------|------|-------|
| コミックシーモア | 29.3% | 2.3 | 36.9 | 72.3% |
| めっちゃコミック | 27.4% | 1.9 | 37.9 | 75.9% |
| LINE マンガ | 18.5% | 3.6 | 33.2 | 64.2% |
| Renta! | 17.8% | 3.1 | 36.3 | 67.5% |
| 少年ジャンプ+ | 17.4% | 3.5 | 33.0 | 39.8% |

4.3 電子コミックサービスの特徴について

本研究で分析対象とする 25 の電子コミックサービスは文献 [24] によると以下の三つに分類することができる。

- 総合型：アニメイトブックストア、Ameba マンガ、ebookjapan、コミックシーモア、ニコニコ漫画、ピッコマ、BookLive、BookLive! コミック、まんが王国、マンガ BANG!、めっちゃコミック、LINE マンガ、Renta!
- 出版社公式：ガンガン ONLINE、サンデーうぇぶり、少年ジャンプ+、マガポケ、マンガ UP!、マンガ Park、マンガ Mee、マンガワン
- オリジナル：GANMA!、comico、pixiv コミック、マンガボックス

総合型は複数の出版社やオリジナルの電子コミックが閲覧できるサービスである。出版社公式は、特定の出版社や特定の雑誌の電子コミックが閲覧できるサービスである。オリジナルは、サービス独自の電子コミックが閲覧できるサービスである。

25 サービスのうち、利用率で上位 5 位までのサービスの利用状況と利用者の性別・年齢の特徴は表 1 のとおりである。最も利用率が高いのは「コミックシーモア」であり 29.3% の分析対象者が利用している。次に利用率が高いのは「めっちゃコミック」であり 27.4% の分析対象者が利用している。同時利用サービス数では「LINE マンガ」「少年ジャンプ+」「Renta!」が 3 以上あるが、「めっちゃコミック」は 2 未満である。性別・年齢では「めっちゃコミック」と「コミックシーモア」は女性比率が 70% を超えており、平均年齢も高い。「Renta!」は女性比率が 65% を超えており、平均年齢も高い。「LINE マンガ」は女性比率が 60% を超えており、平均年齢は先の 3 サービスに比べると低い。「少年ジャンプ+」は女性比率が低く、平均年齢も低い。このように利用サービスによって性別や年齢に違いがあることがわかる。

表 2 モデルの比較結果

| | モデル 1 | モデル 2 | モデル 3 |
|--------|---------|---------|---------|
| 性別・年齢 | ✓ | | ✓ |
| 交互作用 | ✓ | ✓ | |
| CL-AIC | 37314.5 | 37968.1 | 41788.9 |
| CL-BIC | 41929.4 | 42082.1 | 42353.9 |

4.4 データを利用するうえでの限界について

次に提供データを利用するうえでの限界について述べる。利用データでは、料金形態については、現在最も利用している一つのサービスについてのみ回答する形式になっている。そのため、利用しているが利用順位が 2 位以下のサービスについては料金形態の情報がない。このように利用されているサービスであっても利用順位によって得られる情報が異なる。したがって、料金形態の情報は今回のモデルでは利用することができない。もし、料金形態の違いも考慮した分析が必要な場合には、利用しているすべてのサービスについて料金形態を回答してもらうようにすればよい。

また、提供データは一時点でのパネルデータであるので、本研究での分析も記述的目的のために行われる。本研究で利用したデータ部分だけからではマーケティング変数の変化による選択確率への影響を予測したり、因果関係を推定することはできない。また得られた結果については分析対象者中での利用状況や市場構造である。これらの点についても注意が必要である。

5. モデルの推定と結果の解釈

5.1 モデルの推定とモデル選択

モデルの推定は複合条件付き尤度 CCL を最大にするパラメータ θ を準ニュートン法により求めた。利用したデータでは、すべてのサービスのペアについて同時利用が発生していたため、 ψ のすべての要素を推定することが可能である。

提案モデルに加えて、提案モデルから利用者属性（性別・年齢）と交互作用をそれぞれ除いたモデルを推定して、データへのあてはまりを比較した。複合条件付き尤度法により推定したモデルの比較には AIC と BIC を複合尤度 (Composit Likelihood: CL) にあわせて修正した CL-AIC と CL-BIC を利用する [25, 26]。

表 2 はモデルの比較結果である。モデル 1 は性別・年齢と交互作用を考慮したモデルである。モデル 2 は交互作用のみを考慮したモデルである。モデル 3 は性別・年齢のみを考慮したモデルである。CL-AIC、CL-BIC ともに性別・年齢と交互作用を考慮したモデル 1 が最

表3 β の推定結果

| サービス名 | 利用率 | β_0 | β_1 | β_2 |
|----------------|-------|-----------|-----------|-----------|
| アニメイトブックストア | 4.6% | -4.23** | -0.56** | -0.52** |
| Ameba マンガ | 5.3% | -3.79** | 0.24 | 0.00 |
| ebookjapan | 13.9% | -1.81** | -0.49** | 0.22** |
| ガンガン ONLINE | 3.7% | -4.59** | -0.34 | -0.07 |
| GANMA! | 5.2% | -4.59** | -0.44 | -0.61** |
| comico | 8.3% | -3.58** | 0.13 | -0.40** |
| コミックシーモア | 29.3% | -0.95** | 0.57** | 0.13** |
| サンデーうぇぶり | 5.6% | -4.15** | -0.01 | -0.18 |
| 少年ジャンプ+ | 17.4% | -2.05** | -1.05** | -0.32** |
| ニコニコ漫画 | 6.0% | -4.27** | -1.65** | -0.10 |
| pixiv コミック | 10.5% | -3.41** | 1.30** | -0.37** |
| ピッコマ | 10.3% | -2.74** | 0.22 | -0.23** |
| BookLive | 7.3% | -3.23** | -0.61** | 0.02 |
| BookLive! コミック | 5.9% | -3.62** | -0.14 | 0.03 |
| マガポケ | 5.3% | -4.24** | -1.90** | -0.18 |
| マンガ UP! | 4.3% | -4.84** | -0.37 | -0.52** |
| まんが王国 | 11.6% | -2.52** | 0.20 | 0.15* |
| マンガ Park | 3.8% | -4.72** | 1.14** | -0.23 |
| マンガ BANG! | 4.1% | -4.35** | -1.15** | 0.09 |
| マンガボックス | 2.9% | -5.14** | -1.04** | -0.16 |
| マンガ Mee | 3.4% | -4.44** | 1.90** | -0.66** |
| マンガワン | 4.6% | -4.13** | -0.57* | -0.48** |
| めっちゃコミック | 27.4% | -0.85** | 0.85** | 0.19** |
| LINE マンガ | 18.5% | -2.20** | 0.15 | -0.24** |
| Renta! | 17.8% | -2.01** | 0.21 | 0.08 |

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

もデータへのあてはまりがよかった。これ以降の分析ではモデル1を用いる。

5.2 β の推定結果

β の推定結果は表3のとおりである。式(3)において説明変数 x_{n1} である性別は女性を1、男性を0とした変数を作成して全体平均をとり、1-0変数からこの全体平均を引くことで中心化したものを利用した。説明変数 x_{n2} である年齢は、実年齢を10で割り、この値から全体平均を引くことで中心化したものを利用した。

上の方法により推定された β_{0k} は回答者の平均的な性別・年齢における各サービスの固有の値として解釈することができる。推定されたすべての β_{0k} は99%水準で有意であった。全体的には利用率が高くなるほど β_{0k} の値も高くなることがわかる。式(1)において、 β_{0k} の値が高くなるほど効用も高くなるため、このような利用率と β_{0k} の間の関係は妥当であるといえる。また、 β_{0k} はすべてのサービスで負の値となっている。そのため同時に利用するサービスの数が増えるほど効用が下がり、多変量ロジットモデルではそのような選択肢の選択確率も下がることになる。このことは、図1にあるように、同時利用サービスの数が増え

るほど人数が減っていることにも対応している。このように、 β_{0k} を見ることで、各サービス固有の値を知ることができる。

β_{1k} と β_{2k} は各サービスの効用への性別と年齢の影響である。 β_{1k} の値が高いほど女性の分析対象者における効用が高くなり、 β_{2k} の値が高いほど年齢が高い分析対象者における効用が高くなる。「マンガ Mee」や「pixiv コミック」は年齢の低い女性において効用が高いサービスである。「コミックシーモア」や「めっちゃコミック」は年齢の高い女性にとって魅力が高いサービスである。「少年ジャンプ+」は年齢の低い男性にとって効用が高いサービスである。このように性別と年齢によって各サービスの効用が異なっていることがわかる。

5.3 ψ の推定結果

$\psi_{k,l}$ は電子コミックサービス k と l の交互作用を表し、正の値の場合には補完関係、負の値の場合には代替関係を表す。

$\psi_{k,l}$ は300個あるが、それらの推定値の平均は0.24、標準偏差は0.53であり、最大値は2.09、最小値は-1.28であった。また、 $\psi_{k,l}$ の推定値の中で95%水準で有意

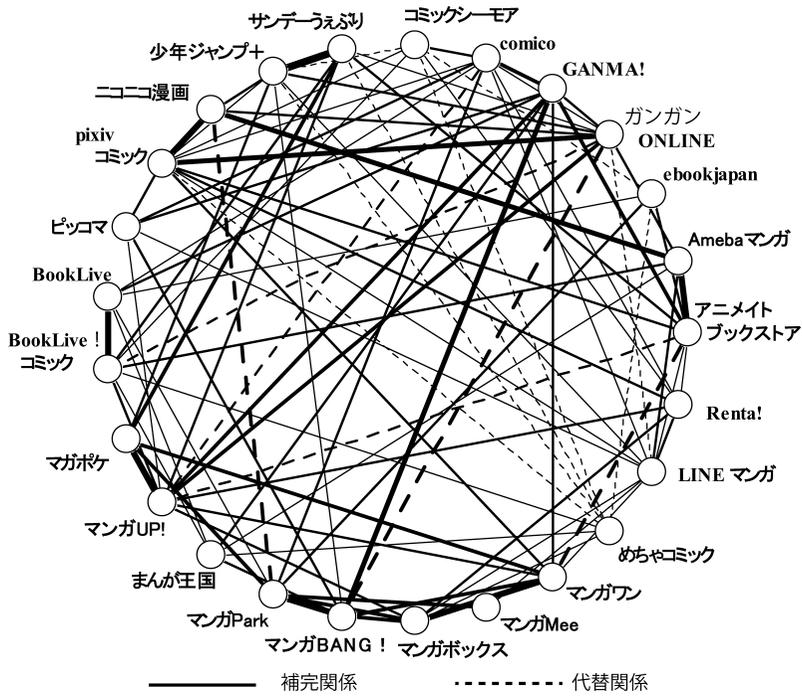


図2 電子コミックサービスの補完関係と代替関係

であったパラメータは95個であり、それらのうち、正の値をとるものは81個、負の値をとるものは14個であった。全体としては補完関係の組のほうが代替関係の組よりも多かった。

図2は電子コミックサービスについて、95%水準で有意である $\psi_{k,l}$ の推定値をもとにサービス間の関係を表したものである。 $\psi_{k,l}$ の符号をもとに、実線はサービス同士が補完関係に、破線はサービス同士が代替関係にあることを表現している。また、線が太いほど、 $\psi_{k,l}$ の絶対値が大きいことを表現している。たとえば、「アニメイトブックストアとマンガワン」や「ニコニコ漫画とマンガPark」は代替関係が強く、「少年ジャンプ+とサンデーうぇぶり」、「ニコニコ漫画とpixivコミック」は補完関係が強い。

補完・代替関係から市場構造を知ることができる。利用率が最も高い「コミックシーモア」と補完関係にあるのは「comico」「pixivコミック」「BookLive! コミック」「Renta!」、代替関係にあるのは「ebookjapan」「少年ジャンプ+」「めっちゃコミック」である。さらに「めっちゃコミックと少年ジャンプ+」も代替関係にあることから、「コミックシーモア」「少年ジャンプ+」「めっちゃコミック」の三つのサービスは互いに代替関係にあることがわかる。

表4は利用率上位5位までの電子コミックサービス

表4 利用率上位5位までの電子コミックサービスについての補完・代替・独立サービスの数

| サービス名 | 補完 | 代替 | 独立 |
|----------|----|----|----|
| コミックシーモア | 4 | 3 | 18 |
| めっちゃコミック | 3 | 5 | 17 |
| Renta! | 7 | 0 | 18 |
| LINEマンガ | 10 | 1 | 14 |
| 少年ジャンプ+ | 7 | 2 | 16 |

と補完・代替・独立関係にあるサービスの数である。補完関係にあるサービス数は、「LINEマンガ」が10サービスで最も多く、次いで「Renta!」「少年ジャンプ+」が7サービスである。「LINEマンガ」「Renta!」「少年ジャンプ+」は補完関係にあるサービスが多く、代替関係にあるサービスが少ない。一方、「めっちゃコミック」は代替関係にあるサービスのほうが補完関係にあるサービスよりも多い。このように補完・代替の関係にあるサービスの数の傾向はサービスによって異なっている。

以上のように ψ の値から電子コミックサービス間での補完・代替関係を把握することができる。

6. おわりに

本研究ではデジタルコンテンツ配信サービスにおける市場構造を把握するために、消費者の複数選択行動

について多変量ロジットモデルを用いて分析を行った。利用したモデルはサービス間の交互作用を考慮し、代替関係だけでなく補完関係も把握することができるものである。サービス間に交互作用のある高次元の多変量ロジットモデルを推定するために、複合条件付き尤度法を用いる工夫を行った。

実証分析では電子コミックサービスについて、サーベイ調査から得られた利用実態データを用いたモデルの推定と、推定結果を利用した市場構造の分析を行った。分析結果からは、各サービス間の補完・代替関係が明らかとなった。

今後の課題として、デジタルコンテンツ配信サービスでの料金形態の違いやサービスの乗り換えなども考慮する必要がある。そのためには、パネルデータの活用なども必要となつてこよう。

謝辞 本研究の分析では経営科学系研究部会連合協議会主催「令和2年度データ解析コンペティション」で提供されたオリコン顧客満足度調査データを利用しました。関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- [1] F. Bardhi and G. M. Eckhardt, "Access-based consumption: The case of car sharing," *Journal of Consumer Research*, **39**, pp. 881–898, 2012.
- [2] S. J. Lawson, M. R. Gleim, R. Perren and J. Hwang, "Freedom from ownership: An exploration of access-based consumption," *Journal of Business Research*, **69**, pp. 2615–2623, 2016.
- [3] F. Bardhi and G. M. Eckhardt, "Liquid consumption," *Journal of Consumer Research*, **44**, pp. 582–597, 2017.
- [4] S. M. Shugan, "Market structure research," *The History of Marketing Science*, R. S. Winer and S. A. Neslin (eds.), World Scientific Publishing, pp. 129–164, 2014.
- [5] G. L. Urban, P. L. Johnson and J. R. Hauser "Testing competitive market structures," *Marketing Science*, **3**, pp. 83–112, 1984.
- [6] W. S. DeSarbo, R. Grewal and J. Wind, "Who competes with whom? A demand-based perspective for identifying and representing asymmetric competition," *Strategic Management Journal*, **27**, pp. 101–129, 2006.
- [7] W. S. DeSarbo, R. Grewal and C. J. Scott, "A clusterwise bilinear multidimensional scaling methodology for simultaneous segmentation and positioning analyses," *Journal of Marketing Research*, **45**, pp. 280–292, 2008.
- [8] T. Erdem, "A dynamic analysis of market structure based on panel data," *Marketing Science*, **15**, pp. 359–378, 1996.
- [9] L. G. Cooper and A. Inoue, "Building market structures from consumer preferences," *Journal of Marketing Research*, **33**, pp. 293–306, 1996.
- [10] J. B. Kim, P. Albuquerque and B. J. Bronnenberg, "Mapping online consumer search," *Journal of Marketing Research*, **48**, pp. 13–27, 2011.
- [11] O. Netzer, R. Feldman, J. Goldenberg and M. Fresko, "Mine your own business: Market-structure surveillance through text mining," *Marketing Science*, **31**, pp. 521–543, 2012.
- [12] D. M. Ringel and B. Skiera, "Visualizing asymmetric competition among more than 1,000 products using big search data," *Marketing Science*, **35**, pp. 511–534, 2016.
- [13] D. R. Cox, "The analysis of multivariate binary data," *Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics)*, **21**, pp. 113–120, 1972.
- [14] G. J. Russell and A. Petersen, "Analysis of cross category dependence in market basket selection," *Journal of Retailing*, **76**, pp. 367–392, 2000.
- [15] K. Bel, D. Fok and R. Paap, "Parameter estimation in multivariate logit models with many binary choices," *Econometric Reviews*, **37**, pp. 534–550, 2018.
- [16] T. Kosyakova, T. Otter, S. Misra and C. Neuberger, "Exact MCMC for choices from menus-measuring substitution and complementarity among menu items," *Marketing Science*, **39**, pp. 427–447, 2020.
- [17] P. Manchanda, A. Ansari and S. Gupta, "The 'shopping basket': A model for multicategory purchase incidence decisions," *Marketing Science*, **18**, pp. 95–114, 1999.
- [18] J. Besag, "Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems," *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, **36**, pp.192–236, 1974.
- [19] M. Ben-Akiva and S. R. Lerman, *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, 1985.
- [20] C. Varin, N. Reid and D. Firth, "An overview of composite likelihood methods," *Statistica Sinica*, **21**, pp. 5–42, 2011.
- [21] V. P. Godambe, "An optimum property of regular maximum likelihood estimation," *The Annals of Mathematical Statistics*, **31**, pp. 1208–1211, 1960.
- [22] H. Hruschka, "Analyzing market baskets by restricted Boltzmann machines," *OR Spectrum*, **36**, pp. 209–228, 2014.
- [23] H. Hruschka, "Analyzing joint brand purchases by conditional restricted Boltzmann machines," *Review of Managerial Science*, <https://doi.org/10.1007/s11846-021-00478-5>, 2021.
- [24] オリコン顧客満足度調査データ データ取得企業, <https://cs.oricon.co.jp/data/report/detail/420/>, <https://cs.oricon.co.jp/data/report/detail/421/>, <https://cs.oricon.co.jp/data/report/detail/422/> (2021年2月28日閲覧)
- [25] C. Varin and P. Vidoni, "A note on composite likelihood inference and model selection," *Biometrika*, **92**, pp. 519–528, 2005.
- [26] X. Gao and P. X.-K. Song, "Composite likelihood bayesian information criteria for model selection in high-dimensional data," *Journal of the American Statistical Association*, **105**, pp. 1531–1540, 2010.