

A library Applications by Quantification Analysis

(数量化解析による図書館利用について)

Yutaka Kimura¹, Mitsuhiro Hoshino², Aoi Sato³ and Mariko Fujiwara⁴

Department of Management Science and Engineering
Faculty of Systems Science and Technology
Akita Prefectural University^{1,2}

Miraiya Shoten CO.,LTD.³, Akita City Library⁴

Abstract

This research is joint research with the Akita city library. In Japan, after the 1990s, those who do not read a newspaper, a book, etc. are increasing focusing on a youth. The user of the library is also decreasing in relation to the situation in Japan. Based on it, in the Akita city library, they considered it required to investigate the present state of the user of a library. Moreover, it aims at offering service in alignment with it, when a user's present state has been understood. So, in this paper, we have analysis statistical about the characteristic of the user of a library, and it proposes about the state of future books service in a library. Moreover, the book van is also managed in the Akita city library. The Akita city library is demanding the improvement of some run courses of the book van, in order to increase the service time in each service point more. So, we introduce also about the improvement plan of some courses by Dijkstra method.

1 はじめに

近年国内においては 1990 年代末以降を境とし、新聞や書籍、雑誌などを読まない人や、文章を書かない人が増加の傾向にある。この現代人の活字離れ減少を止めるべく様々な政策が行われており、そのひとつとして NIE (Newspaper in Education) などの活動が、社団法人日本新聞協会が 1989 年から取り組みを始めている。

また全国の図書館利用統計データによると、昨今の活字離れを裏付けるように図書館利用者が年々減少傾向にある。秋田市にある秋田市立中央図書館明德館 (以下、秋田市立図書館) でも全国と同様の傾向が見られ、利用者減少の対策が望まれている。秋田市立図書館では本館での通常業務の他に、移動図書館イソップ号の運営も行うという特徴も持っているが、その利用者も年々減少傾向にある。移動図書館では、さらなるサービスの向上のためには、図書サービスを行う各停留点でのサービス時間の増加も考えられている。

本研究では、秋田市立図書館における利用者の利用目的を各利用者の特徴から多変量解析により客観的に分析し、利用目的に対する分類を行う。また、移動図書館イソップ号の各停留点でのサービス時間増加について、1 日の業務時間は限られていることから、各サービス停留点間の移動時間に着目し、各停留点を巡回する最短経路をモデルとして与えることを目的とする。

2 アンケート調査

図書館運営の改善につなげるために現在の利用状況を把握し、問題解決に必要な情報を利用者から引き出すことからアンケート調査を実施する。また、アンケート調査で得られたデータにおいて、データから直接見ることができない情報を得るため多変量解析による統計分析を行う。

2.1 標本数の決定

秋田市立図書館利用者の全数調査は困難であることから、標本調査法を用いる。調査対象者は秋田市立図書館における来館者及び、移動図書館イソップ号の利用者とし、標本調査法は秋田市立図書館は配表調査法、移動図書館利用者には面接調査法を用いる。配表調査法とは、調査員が回答者を訪問し調査表を配布し回答してもらい、再度訪問して調査表を回収する方法である。また面接調査法では、調査員が回答者に口頭で質問をおこない回答してもらう方法である。調査項目は以下の表1、表2のとおりある。

表1. 秋田市立図書館利用者へのアンケート項目

No.	変数名	項目	No.	変数名	項目
1	x_1	性別	7	x_7	図書館までの交通手段
2	x_2	年齢	8	x_8	図書館までの所要時間
3	x_3	職業	9	x_9	図書館サービスについて
4	x_4	図書館の利用頻度	10	x_{10}	移動図書館認知度
5	x_5	来館目的	11	x_{11}	移動図書館利用の有無
6	x_6	日常の利用メディア	12	x_{12}	意見

調査方法は標本調査法を用いることから必要な標本数 n を算出する。母数の区間推定より導かれる以下の式により算出する。

$$n' \geq \frac{N}{\left(\frac{\epsilon}{K(\alpha)}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1} \quad (2.1)$$

ここで、 N は母集団の大きさ、 ϵ は標本誤差の許容値、 $K(\alpha)$ は母集団特性値の推定を誤る確率 α に対する標本正規分布 $N(0, 1^2)$ から与えられる値、 P は母比率を表す。秋田市立図書館の1ヶ月間の来館者数が約24,863人であったため、 $\epsilon = 3$ 、 $\alpha = 5$ 、 $P = 50$ とし必要標本数を算出すると、 $n' \geq 254$ 人となる。本調査は有意抽出法を用いることから回収率が85%と見込み、 $n' = 254$ を踏まえて必要標本数を再度算出する298人となった。よって298人にアンケート調査を行い、有効回答はうち($n =$)265人の結果である..

3 個人特性と来館目的に関する数量化解析

秋田市立図書館における図書館利用者の来館目的に最も影響を与える要因は何であることを明らかにし、さらにカテゴリー相互間の関連性を調べることで、その不意時勢を明らかにすることを目的とする。分析には、アンケート調査で得られたデータを用いるが、調査データは質的変数であるため、ここでは数量化による解析を行う。

3.1 説明変数の選択と数量化変数の定義

来館目的を他の要因で明らかにすることから数量化 I 類での解析を行う。目的変数をアンケート質問項目の No.5 とし、No.5 に影響を与えている他の質問項目について有意水準 5% による分散分析での説明変数の選択を行った結果、質問項目の No.1, No.2, No.3, No.4 が有意との結果となった。各質問項目 No.1~No.4 に対して回答者 $i = 1, \dots, 265$, 質問数 $j = 1, \dots, 4$, 質問 No. j における選択項目 $k = 1, \dots, k(j)$ (ただし $k(j)$ はその質問 j の選択肢の個数を表す) によって定義される次の変数を導入し数量化を行う。選択肢 $k \in \{1, \dots, k(j)\}$ に対して、

$$x_{ij,(k)} = \begin{cases} 0 & (\text{回答者 } i \text{ が質問 No.} j \text{ の選択肢 } k \text{ を選択しない場合}) \\ 1 & (\text{回答者 } i \text{ が質問 No.} j \text{ の選択肢 } k \text{ を選択する場合}) \end{cases}$$

例えば、質問項目 No.1 は性別を問う以下の表の質問内容であり選択肢の個数は 2 であるので、 $k(1) = 2$ である。

表 2. 質問 No.1 の選択項目

質問番号	選択肢	
No.1 ($j = 1$)	k	選択項目
x_1	1	男性である
	2	女性である

このとき回答者 $i = 1, \dots, 265$ が質問番号 No.1 ($j = 1$) について回答し、男性である場合は $x_{i1(1)} = 1$ かつ $x_{i1(2)} = 0$ と定義し、また女性である場合は $x_{i1(1)} = 0$, $x_{i1(2)} = 1$ と定義する。ここで、各 i について $x_{i1(1)} + x_{i1(2)} = 1$ の関係が成立しているので、 $x_{i1(1)} = 0$ であることで $x_{i1(2)} = 1$ を意味することとし、ひとつ数量化変数 $x_{i1(2)}$ を削除する。すなわち一般に、回答者 i が質問番号 j について選択肢 $k = k(j)$ を選択することを意味する $x_{ij(k(j))} = 1$ は、

$$x_{ij(1)} = x_{ij(2)} = \dots = x_{ij(k(j)-1)} = 0 \quad (3.1)$$

とし、各質問 j に対して与える数量化変数の個数は $k(j) - 1$ 個とする。

目的変数とする来館目的の質問の選択については選択数 $k(5) = 8$ (付録: 表 参照) に対して、以下のように量的変数 y_i を実測値として定義する。すなわち、選択肢 $k \in \{1, \dots, k(5)\}$ に対して、

$$y_i = \begin{cases} 0 & (\text{回答者 } i \text{ が選択肢 } k \text{ を選択しない}) \\ k & (\text{回答者 } i \text{ が選択肢 } k \text{ を選択する}) \end{cases}$$

3.2 数量化モデル

回答者 i についての来館目的推定値 \hat{y}_i を性別、年齢、職業、来館頻度から予測するために以下の数量化モデルを立てる。

$$\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_{1(1)}x_{i1(1)} + \sum_{k_1=1}^6 \beta_{2(k_1)}x_{i2(k_1)} + \sum_{k_2=1}^8 \beta_{3(k_2)}x_{i3(k_2)} + \sum_{k_3=1}^5 \beta_{4(k_3)}x_{i4(k_3)}, \quad (3.2)$$

ただし、任意の k_1, k_2, k_3 について偏回帰係数 $\beta_0, \beta_{1(1)}, \beta_{2(k_1)}, \beta_{3(k_2)}, \beta_{4(k_3)}$ は実数である。 $\beta_0, \beta_{1(1)}, \beta_{2(k_1)}, \beta_{3(k_2)}, \beta_{4(k_3)}$ の最適な推定値を得るために、実測値 y_i と推定値 \hat{y}_i の差を考え以下の問題を考える。

$$(P) \quad \text{Minimize } Q(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4) \quad (3.3)$$

ただし,

$$\begin{aligned}
 & Q(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4) \\
 := & \sum_{i=1}^n \{y_i - \hat{y}_i\}^2 \\
 = & \sum_{i=1}^n \{y_i - (\beta_0 + \beta_{1(1)}x_{i1(1)} + \sum_{k_1=1}^6 \beta_{2(k_1)}x_{i2(k_1)} + \sum_{k_2=1}^8 \beta_{3(k_2)}x_{i3(k_2)} + \sum_{k_3=1}^5 \beta_{4(k_3)}x_{i4(k_3)})\}^2,
 \end{aligned}$$

であり, $\beta_1 := \beta_{1(1)}$, $\beta_2 := (\beta_{2(1)}, \dots, \beta_{2(6)})$, $\beta_3 := (\beta_{3(1)}, \dots, \beta_{3(8)})$, $\beta_4 := (\beta_{4(1)}, \dots, \beta_{4(5)})$ である. この問題 (P) を解くことで最適な偏回帰係数 $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_{1(1)}, \hat{\beta}_{2(k_1)}, \hat{\beta}_{3(k_2)}, \hat{\beta}_{4(k_3)}$ は以下のように求められる.

表 3. 式 (3.2) に対する偏回帰係数の値

$\hat{\beta}_0$	2.565	$\hat{\beta}_{3(1)}$	0.108	$\hat{\beta}_{4(1)}$	-0.081
$\hat{\beta}_{1(1)}$	0.516	$\hat{\beta}_{3(2)}$	0.079	$\hat{\beta}_{4(2)}$	0.098
$\hat{\beta}_{2(1)}$	-0.835	$\hat{\beta}_{3(3)}$	0.278	$\hat{\beta}_{4(3)}$	-0.576
$\hat{\beta}_{2(2)}$	-0.460	$\hat{\beta}_{3(4)}$	0.058	$\hat{\beta}_{4(4)}$	-0.464
$\hat{\beta}_{2(3)}$	-0.288	$\hat{\beta}_{3(5)}$	0.343	$\hat{\beta}_{4(5)}$	-0.572
$\hat{\beta}_{2(4)}$	-0.485	$\hat{\beta}_{3(6)}$	0.143		
$\hat{\beta}_{2(5)}$	-0.439	$\hat{\beta}_{3(7)}$	2.308		
$\hat{\beta}_{2(6)}$	-0.467	$\hat{\beta}_{3(8)}$	0.004		

また各変数 x_1, \dots, x_4 について, 最大カテゴリースコアから最小カテゴリースコアの差の絶対値 (レンジ) を求めると以下の表のようになる.

表 4. 各説明変数のガテゴリースコアのレンジ

説明変数	x_1	x_2	x_3	x_4
レンジ	0.516	0.547	2.25	0.674

よって, 目的変数 y に最も大きく影響を与えている変数は x_3 であり, その次に x_4, x_2, x_1 であることがわかる. またこの分析精度は, 重相関係数が 0.4543, 決定係数は 0.2064 である.

数量化 I 類モデルの分析により, 来館目的に最も影響を与える変数として職業の x_3 であることが明らかとなったため, ここではこの分析を元に数量化 III 類によりカテゴリー相互間の類似性を明らかにする. ここでは解析によって得られた結果のみを示す. 寄与率と累積寄与率は以下の表となる. よって上位の第 1 軸と第 2 軸についてカテゴリースコアとサンプルスコアの散布図を作成すると図 1 となる.

表 5. 寄与率と累積寄与率

	第 1 軸	第 2 軸	第 3 軸	第 4 軸	第 5 軸
寄与率	13.99	9.75	9.46	8.66	8.50
累積寄与率	13.99	23.74	33.20	41.86	50.36

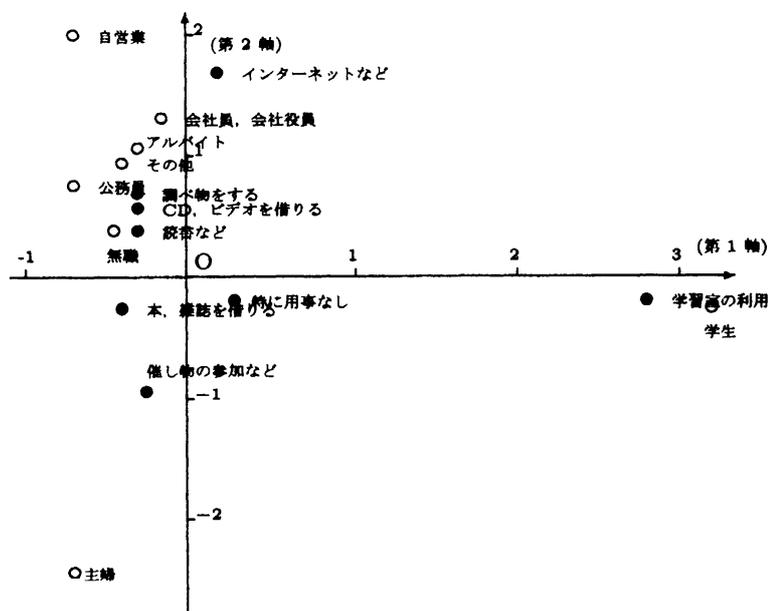


図 1. 来館目的と職業の図

数量化Ⅲ類の結果より第 1 軸を「図書利用度」とおくと、軸の右に位置するほど図書館のスペースを利用する傾向にあり、左に位置するほど図書館内にあるものを利用する傾向にあるといえる。また、第 2 軸を「図書館の活用度」とおくと、軸の上に位置するものは図書館にある設備を利用する受動的な行動だが、下に位置するほど、催し物の参加など自主的な行動が伺える。図より、「学生」と「学習室の利用」は、第 1 軸を基準に他のカテゴリーと差がある位置に分布していることにより、学生の図書の利用度は低いと考えられる。また、「主婦」と「おはなし会への参加」は、第 2 軸を基準に他のカテゴリーと分けられるため、主婦の催し物への積極的参加が伺える。特徴あるこれらの職業層は、来館者の約 4 割を占めており、この層に対する図書環境の改善は利用者満足度を上げる効果があると考えられる。

4 移動図書館の最短経路問題

秋田市立図書館が所有している移動図書館イソップ号が各サービスを行う巡回場所(以下、停留点と呼ぶ)での業務時間を増やすための方策の一つとして各停留点までの移動時間を短縮することが考えられている。新しいモデルコースをいくつか作成し移動図書館車の現行の移動時間より短縮されたモデル経路を探す。すなわち、移動図書館の各経路を見直して、短縮された移動時間を停留点での業務時間に変え、利用者の利用時間を増やすようにすることを目的とする。

移動図書館イソップ号の現行のコースは全 16 種の経路があり、午前はそのうちの 1 種の経路と午後 1 種の経路の組み合わせで固定されており、すなわち 1 日に 2 種の経路を運行している。以下の表 6 が現行の 16 経路の運行コースである。

表 6. 移動図書館イソップ号巡回箇所一覧

経路 No.	ステーション名	所在地
第 1 経路	桜ガ丘団地	桜ガ丘四丁目(桜ガ丘町内会館前)
	ファミリー園	桜一丁目 4
	広面樋口	広面樋口 105(コーポライズ前)

第 2 経路	大住団地 (県営大野住宅)	大住二丁目 19(4 号棟付近)
	御野場病院	御野場二丁目 14
第 3 経路	新屋島木町バス停付近	新屋島木町 4
	松美ガ丘団地	新屋松美ガ丘東町 5(公園前)
	朝日団地	新屋朝日町 12(コーポサトウ前)
第 4 経路	四ツ小屋幼稚園	四ツ小屋字城下当場
	御所野ニュータウン (イオン秋田 SC)	御所野地蔵田一丁目 1(中三南口側)
第 5 経路	大橋マンション駐車場	泉南一丁目 8(酒のサトウ隣り)
	泉皮膚科クリニック駐車場	泉北二丁目 10
	八橋三和町	八橋三和町 17(那波薬局八橋店隣り)
第 6 経路	川尻市営住宅	川尻上野町 1(3 号棟付近)
	太平マンション前	八橋田五郎二丁目 8
	第一貨物社宅駐車場	八橋イサノ一丁目 16(八橋児童館向)
第 7 経路	四ツ谷団地 (市営住宅)	将軍野堰越 8(3 号棟付近)
	外旭川市営住宅	外旭川鳥谷場 (3 号棟付近)
	福祉複合施設 (ウェルビューいずみ)	泉菅野二丁目 17
第 8 経路	千秋の丘松崎団地 (県営住宅)	下北手松崎大巻 (8 号棟付近)
	秋田大学医学部宿舍	広面糠塚 (1 号棟付近)
	手形山団地 (市営住宅)	手形山西町 2
第 9 経路	宮田 JR 社宅イーストハイム (南中ウラ)	南通宮田 14(4 号棟付近)
	南部公民館	牛島東六丁目
	仁井田二ツ屋	仁井田二ツ屋二丁目
第 10 経路	NTT アパート	東通七丁目 3(2 号棟付近)
	はたの循環器クリニック駐車場	横森三丁目
	桜団地	桜四丁目 7(桜第 6 児童公園)
第 11 経路	山手台いなほ作業所	山手台 2-17
	マルダイおのぼ店	仁井田本町五丁目 11
第 12 経路	生協茨島店駐車場	茨島四丁目 19
	牛島市営住宅	牛島西二丁目 10(4 号棟付近)
	川尻児童館	川尻みよし町 8-31
第 13 経路	県職員住宅	土崎港南三丁目 2
	将軍野地域センター	将軍野南四丁目 8
第 14 経路	秋田サティ駐車場	楯山川口境 5
	サン・コーポラス勝平	新屋松美町 12(1 号棟付近)
第 15 経路	追分駅駐車場	秋田市金足追分字海老穴 257
	外旭川幼稚園駐車場	外旭川梶ノ目 534
第 16 経路	外旭川在家街区公園	外旭川在家 (コーポシーハイル前)
	古四王寮	寺内堂の沢 39(児童センター隣)

各経路 16 経路の移動距離を移動図書館の平均速度を 30km と設定し、その移動時間を算出した。結果 16 経路のうちで最大移動時間となる経路では移動時間は 60.2 分であり、最小移動時間となる経路の移動時間は 16.3 分であった。また現行 16 経路の総移動時間は 477.6 分であった。

4.1 モデル経路の設定

実際のコースは、秋田市立図書館から出発して秋田市立図書館に戻るまでに経路2や経路4のように、2つの停留点を経由する2点経由経路と、経路1や経路3のように、3つの停留点を経由する3点経由経路の2種類で校正されている。2点経由経路の数は7経路、3点経由経路の数は9経路であったため、モデルを作成するにあたり、各経路のその数は統一する。モデルは出発点をすべて秋田市立図書館として経路を考え、以下の2つモデルを設定し、Dijkstra アルゴリズムにより最短経路を探す。

モデル1: 現行の16経路では3点の停留点を経由する3点経路が計9経路、2点の停留点を経由する2点経路が計7経路である。条件としてこの数は保つ。

Step 1. 3点経由経路の9経路を先に決定する。秋田市立図書館から最短経路となる3点の組合せをDijkstra アルゴリズムにより選択し、それを3点経路の1つの経路と決定する。

Step 2. すべての停留点の中からStep.1で選択された停留点すべてを削除し、残りの点についてStep 1の作業を繰り返し、3点経路が9経路選択されたところでStep 3へ。

Step 3. Step 1,Step 2で削除された残りの停留点について2点経由経路の7経路を決定する。秋田市立図書館から最短経路となる2点の組合せをDijkstra アルゴリズムにより選択し、それを2点経路の1つの経路と決定する。

Step 4. 2点経路が7経路選択されたところで終了。

モデル1の数値実験の結果を示す。16経路の総移動時間は439.536分であり距離に換算すると219.768kmとなる。実際の経路とモデル1のとの総移動距離を比較すると、実際の経路では238.805kmでありモデル1が19.037km短縮された経路設定となった。しかし16経路中、最大移動時間となる経路の移動時間は77.9分と現行の60.2分より大きく、また最小移動時間となる経路の移動時間は13.2分でありそのレンジが大きい値を示した。

表7. モデル1の各経路の移動時間（単位：分）

経路1	13.2	経路5	19.0	経路9	25.4	経路13	34.3
経路2	14.8	経路6	20.2	経路10	24.4	経路14	35.1
経路3	15.6	経路7	20.5	経路11	27.0	経路15	42.3
経路4	18.0	経路8	22.9	経路12	28.8	経路16	77.9

モデル2: モデル1と同様に現行の3点経路が計9経路、2点経路が計7経路の条件は保つ。

Step 1. 2点経由経路の7経路を先に決定する。秋田市立図書館から最も離れている点を選びそこからの最短経路となる点を選択し、それを2点経路の1つの経路と決定する。

Step 2. すべての停留点の中からStep.1で選択された停留点すべてを削除し、残りの点についてStep 1の作業を繰り返し、2点経路が7経路選択されたところでStep 3へ。

Step 3. Step 1,Step 2で削除された残りの停留点について3点経由経路の9経路を決定する。秋田市立図書館から最短経路となる3点の組合せをDijkstra アルゴリズムにより選択し、それを3点経路の1つの経路と決定する。

Step 4. 3点経路が9経路選択されたところで終了。

モデル2の数値実験の結果を示す。16経路の総移動時間は440.094分であり距離に換算すると220.047kmとなる。実際の経路とモデル2のとの総移動距離を比較すると、実際のコースでは238.805kmでありモデル2が18.758km短縮された経路設定となった。最大移動時間となる経路の移動時間は56.8分と現行の60.2分より小さくまたモデル1よりも大分改善された結果となった。

表 8. モデル 2 の各経路の移動時間 (単位: 分)

経路 1	56.8	経路 5	25.9	経路 9	14.8	経路 13	20.3
経路 2	41.2	経路 6	28.7	経路 10	15.7	経路 14	22.9
経路 3	30.6	経路 7	26.3	経路 11	19.1	経路 15	24.3
経路 4	35.6	経路 8	13.2	経路 12	19.8	経路 16	45.1

5 おわりに

モデル 1 とモデル 2 を比較すると, Dijkstra アルゴリズムを用いた方法により共に現行の総移動時間について移動時間が少なくなるモデル設定となり総移動時間の問題については改善された結果となった. またモデル 1 とモデル 2 での総移動時間は大差ないが最大時間となる経路の移動時間がモデル 1 に比べモデル 2 のほうが改善されている. 今後の課題としては, モデルの設定に対し Dijkstra アルゴリズムによる手法のほかに総移動時間を最小にしながら各経路間の移動時間のばらつき, すなわち分散を最小にするようなモデル構築が必要である.

6 付録: 主な調査項目の単純集計

(1) 性別についての質問:

表 9. 質問 No.1 の選択肢と度数 (計 265 人)

k	選択肢	度数
1	男	136
2	女	129

回答者 i が $k=2$ を選択するとは, $x_{i1(1)} = 0$ を意味するとする.

(2) 年齢についての質問:

表 10. 質問 No.2 の選択肢と度数 (計 265 人)

k	選択肢 (以上~未満)	度数	k	選択肢 (以上~未満)	度数
1	~20 歳	24	5	50 歳~60 歳	68
2	20 歳~30 歳	16	6	60 歳~70 歳	52
3	30 歳~40 歳	35	7	70 歳~	32
4	40 歳~50 歳	38			

回答者 i が $k=7$ を選択するとは, すべての $k=1, \dots, k(2)-1$ ($k(2)=7$) に対して $x_{i2(k)} = 0$ を意味するとする.

(3) 職業についての質問:

表 11. 質問 No.3 の選択肢と度数 (計 265 人)

k	選択肢	度数	k	選択肢	度数
1	会社員	36	5	アルバイト	17
2	会社役員	6	6	主婦	65
3	公務員	12	7	学生	32
4	自営業	12	8	無職	75
			9	その他	10

回答者 i が $k = 9$ を選択するとは、すべての $k = 1, \dots, k(3) - 1$ ($k(3) = 9$) に対して $x_{i3(k)} = 0$ を意味するとする。

(4) 図書館の利用頻度についての質問：

表 12. 質問 No.4 の選択肢と度数 (計 265 人)

k	選択肢	度数	k	選択肢	度数
1	ほぼ毎日	11	4	月に3回以上	89
2	月に14回以上	21	5	月に1, 2回	70
3	月に7回以上	33	6	不定期	41

回答者 i が $k = 6$ を選択するとは、すべての $k = 1, \dots, k(4) - 1$ ($k(4) = 6$) に対して $x_{i3(k)} = 0$ を意味するとする。

(5) 来館目的についての質問：

表 13. 質問 No.5 の選択肢と度数 (計 265 人, 回答総数 500(複数回答式))

k	選択肢	度数	k	選択肢	度数
1	本・雑誌を借りる	206	6	学習室の利用	89
2	CD・ビデオを借りる	52	7	インターネットの利用	70
3	調べ物をする	101	8	特になし	13
4	読書・新聞閲覧, ビデオの視聴	59	9	その他	7
5	講座など催し物などへの参加	13			

References

- [1] 大山達雄, 最適化モデル分析, 日科技連, 1993.
- [2] 岡部篤行, 鈴木敦夫, 最適配置の数理, 朝倉書店, 1992.
- [3] T.Fukutomi, H.Kaneko, R.Watanabe, On-Line Statistics System for library's Computer Terminal, Journal of college and university libraries, vol.49, 67-71, 1996.
- [4] 古田壮宏, 稲川敬介, 鈴木敦夫, k 次メディアン問題とその救急システムへの適用, 日本オペレーションズ・リサーチ学会秋季研究発表会, 20-21, 2006.