

■原 著■

公立図書館蔵書貸出データの統計的分析 —平塚市図書館を例として—

加藤憲一^{1,2}

A Statistical Analysis of Public Library Book Lending Data — The Case of the Hiratsuka City Library —

Ken'ichi Katou^{1,2}

¹ Department of Mathematics and Physics, Faculty of Science, Kanagawa University, Hiratsuka City, Kanagawa 259-1293, Japan

² To whom correspondence should be addressed. E-mail: kkatou@kanagawa-u.ac.jp

Abstract: This paper discusses the statistical characteristics of the numbers of library book loans using data from a public library. It aims to clarify the relationship between the moment of distribution of the numbers of book loans and tail probability from statistical perspectives, focusing on the number of years since each book was published.

Keywords: operations research, statistical analysis, library roans and ageing

序論

平塚市の市立図書館（以下、平塚市図書館）の蔵書貸出データを用いて、蔵書の新しさと貸出回数に関する統計的性質について考察する。蔵書の出版年からの経過年数を蔵書の新しさを表す指標とし、これを経年数と呼ぶ。平塚市図書館の一般図書を対象とし、2012年から2016年までの5年間の年間貸出回数分布と経年数の関係を、モーメントおよび裾確率の観点から調査する。あわせて、連続する2年間の貸出回数を比較することで、貸出回数が持つ不規則性の要因について議論する。また、貸出回数分布の期待値を経年数のべき関数で表すモデルを提案し、回帰分析を通して図書分類ごとの特徴を抽出する。

方法

蔵書貸出データ

はじめに平塚市図書館の概要と、本論文で用いた蔵書貸出データについて説明する。平塚市図書館は中央館と移動図書館、北館、西館、および南館から構成される。2016年度図書館年報¹⁾による所蔵冊数は一般図書、児童図書、参考図書の合計808,396冊であり、個人登録者数は101,933人に対して年間の個人貸出冊数はのべ1,327,075冊（視聴覚資料を除く）の規模である。本論文で分析の対象とする2011年度以降2016年度以前の利用規則では個人貸出の貸

出期間は最大2週間であり、各館ごとに上限10点の貸出が可能であった。なお、2017年度に個人貸出の同時貸出可能点数は全館あわせて上限15点に変更されている。蔵書貸出データは貸出データと蔵書リストの2種類のデータから構成される。貸出データは蔵書についてID、タイトル、著者、出版社、出版年、価格、ページ数、大きさ、請求番号等に加え、館外への年間貸出回数が1月から12月までを1年間とする暦年単位で、2012年から2016年までの5年分が記録されている。以後この5年間を集計期間と呼ぶ。平塚市図書館では同じ図書、すなわちタイトル、著者、出版社、出版年等が同一の蔵書を複数館にまたがって、あるいは一館で複数冊所蔵することもある。このとき貸出データには同じ図書の貸出回数の合計値のみが記録される。以下では貸出データに記録された同じ図書をひとまとめた単位を資料と呼び図書と区別する。分析は全て資料単位で行う。蔵書リストは2017年1月時点の蔵書を図書単位で記録したデータである。大きく一般図書と児童図書に分類され、日本十進分類法（以下、NDC）による分類番号、図書ID、タイトル、著者、出版社、出版年等が記録されている。

貸出データは集計期間の5年間において貸出回数を1回以上持つ資料のみが記録され、貸出が記録さ

れなかった資料の情報を欠いている。貸出の有無によらない総資料点数を推定するために、蔵書リストを資料単位に再構成し、2017年1月時点での全資料のリストを作成した。このリストを用いて各年で貸出が記録されていない資料点数を推定した。ただし蔵書リストは2017年1月以前の購入や廃棄の情報を欠いている。そこで出版年が貸出の集計年以前の資料についてはその年において所蔵されていると仮定した。例えば、蔵書リストに記録された2015年出版の資料が貸出データに存在しない場合には、2014年以前は所蔵していないものとみなし、2015年以後の貸出は0回とする。出版年が2017年の資料は分析の対象から除外する。また蔵書リストに記録されていないが貸出データに記録されている資料についても、2017年1月より前の時点で廃棄がなされたものとみなして除外した。

本論文では対象を一般図書に限定する。児童図書、視聴覚資料、雑誌や他の資料は除外した。以上の前処理を行った結果、総資料点数383,576点に対する集計期間総計で4,067,743回の貸出を分析の対象とする。

結果と討論 回転率と貸出率

はじめに貸出の状況をNDCの類別に貸出率と回転率でみる。ここである資料群に対し、集計期間の貸出回数を資料点数で除算したものを回転率と呼ぶ。これは資料1点の貸出回数の期待値に相当する。また集計期間中に1回以上貸出が記録された資料の割合を貸出率と呼ぶ。NDC第*i*類 ($i = 0, 1, \dots, 9$) に分類される資料群をNDC_{*i*}と表記する。NDCの類分けはNDC 0 (総記)、NDC 1 (哲学)、NDC 2 (歴史)、NDC 3 (社会科学)、NDC 4 (自然科学)、NDC 5 (技術・工学)、NDC 6 (産業)、NDC 7 (芸術・美術)、NDC 8 (言語)、NDC 9 (文学)となる。類によらず全ての資料をまとめた資料群を全資料と表記する。回転率と貸出率を表1に示す。先に述べたとおり資料点数は蔵書リストからの推定値であるため、これを分母とする回転率、貸出率も誤差があることに注意する。表中の貸出点数*(C)は5年間に1回以上貸出が記録された資料点数を意味する。表1に見る平塚市図書館の資料点数の類別構成比は、池内ら²⁾の集計による全国公立図書館の類別蔵書構成比の平均値と大きな違いはなく、公立図書館として標準的な蔵書構成比を持つものと考えられる。回転率や貸出率に顕著な特徴を持つ類がある。NDC 5、NDC 9の回転率は他の類に比べ顕著に大きい。またNDC 0の回転率、貸出率は小さい。NDC 9の資料は全資料

表 1. 回転率と貸出率 (2012-2016年)

資料群	資料点数(A)	貸出回数(B)	貸出点数*(C)	回転率(B/C)	貸出率(C/A)
NDC 0	11,702	28,223	4,882	2.412	0.417
NDC 1	18,316	174,855	12,314	9.547	0.672
NDC 2	41,359	350,948	24,971	8.485	0.604
NDC 3	56,882	350,668	31,260	6.165	0.550
NDC 4	30,121	254,594	19,503	8.452	0.647
NDC 5	31,814	551,917	22,817	17.348	0.717
NDC 6	15,733	127,248	9,716	8.088	0.618
NDC 7	40,097	340,729	26,569	8.498	0.663
NDC 8	7,582	63,878	5,067	8.425	0.668
NDC 9	129,970	1,824,683	88,269	14.039	0.679
全資料	383,576	4,067,743	245,368	10.605	0.640

に対し点数で3割強、貸出回数で4割強を占めるため、全資料の指標に与える影響が大きい類である。

暦年およびNDC類と貸出回数分布の関係

予備考察として暦年での貸出回数分布の相違の有無について検討する。単年での貸出回数の総数は2012年の約85万回から2016年の約78万回と減少している。図1に全資料の暦年ごとの貸出回数の度数分布をプロットしたグラフを示す。横軸に貸出回数、縦軸に度数(資料点数)の対数をとった。貸出回数がおおよそ30回以上の範囲で度数が年を追うごとにやや減少する傾向もあるが、分布の形状は暦年による顕著な違いはないものと判断した。以下では1年を単位とする貸出回数を分析するが、特に断らない限り暦年別には議論せず5年分をまとめる。すなわち、1点の資料で最大5個の年間貸出回数の標本値を同一の資料群に属する5個の貸出回数の標本値として扱う。図1から、貸出回数がおおよそ10回以上では、回数の増加に対して度数は幾何級数的に減少することがわかる。この性質は経年数を導入した上であらためて分析する。資料単位の集計であるため、年間の貸出回数が50回を超える資料も無視できない割合で存在することに注意する。

類別に貸出回数分布を観察する。各類の資料点数にばらつきがあるため、類ごとに度数を資料点数で除算した確率分布で比較する。確率分布をプロット

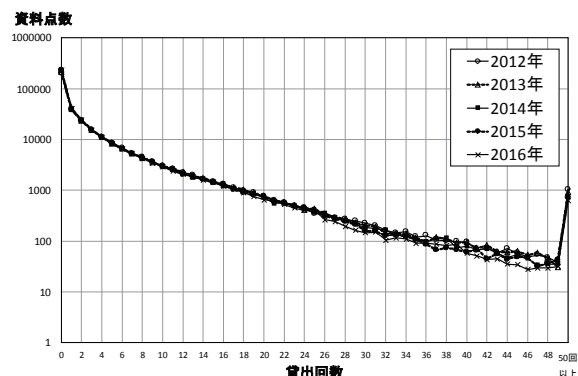


図 1. 貸出回数分布の暦年別比較 (全資料).

したグラフを図2に示す。図1で観察された全資料の度数分布の性質は、各類でも同様に観察できる。一方、類により分布に差異があることも読みとれる。例えば、グラフの傾き、すなわち幾何級数的な減少の早さはNDC 5、NDC 9では他の類に比べやや緩やかな傾向が観察される。ここでは類により異なることのみ指摘し、踏み込んだ検討はしない。

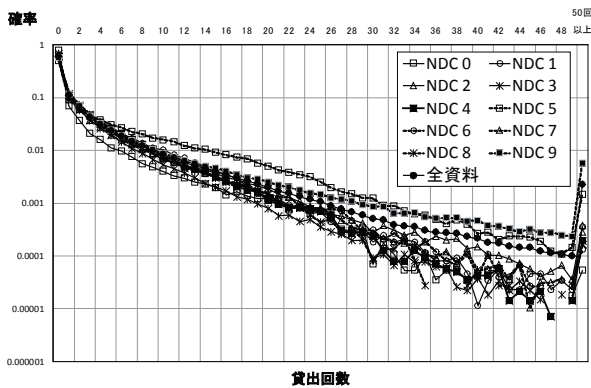


図2. 貸出回数分布のNDC 類別比較.

蔵書の新しさと貸出回数の関係

蔵書の新しさと貸出回数の関係について考える。一般に図書館の蔵書は、時間経過につれて貸出の頻度が減少していくオブソレッセンスと呼ばれる性質を持つことが既存の研究で指摘されている。例えば星野ら³⁾は、東京大学総合図書館の蔵書を対象として出版年別に資料群を分割したとき、出版年別の蔵書回転率は出版年を遡るにつれ減少する性質を持つことを指摘している。松井ら⁴⁾は、奈良大学図書館の蔵書を対象に同様の調査分析を行っている。これらの研究では、オブソレッセンスを個別の資料の経年変化ではなく、ある同一期間において出版年で区分された資料群間に観察される貸出回数の統計的な性質ととらえている。また、オブソレッセンスを前提として蔵書の貸出の数理モデルの提案も行われている。Burrell⁵⁾は、個々の蔵書における貸出の生起を、所蔵期間の指数関数で減少する強度関数を持つ非定常ポアソン過程とするモデルを提案している。また、岸田^{6,7)}は、Burrell のモデルを踏まえ、強度関数の時間的な振る舞いに関して微分方程式を用いた演繹的な説明を試みている。これらの研究ではオブソレッセンスを、蔵書の貸出回数にランダムネスを持たせつつ、時間経過とともに期待値の意味で減少していく性質としてとらえている。

本論文では資料の新しさを表す指標として出版年からの経過年数を用いる。ある資料に対し集計年と出版年の差を経年数と呼ぶ。例えば2010年に出版された資料の2016年における経年数は6となる。

類別および全資料の資料群に対して、2016年の資料経年数の累積分布をプロットしたグラフを図3に示す。図3から、経年数の分布は類により異なることがわかる。NDC 5以外の類では、50%の資料は経年数12年以下から18年以下となる、また20%以上の資料が経年数23年以上であり経年数の大きい資料の存在も無視できない。NDC 0、NDC 2は他の類に比べ経年数の大きい資料の割合がやや大きい。NDC 5は50%以上の資料の経年数が10年以下であり、比較的新しい資料で構成されている。

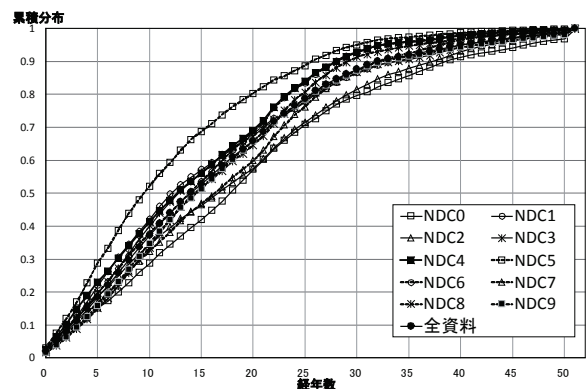


図3. 資料経年数の累積分布 (2016年).

経年数に応じた貸出回数を把握するため、以下に述べる方法で経年数別の貸出回数分布を集計する。分析の対象となる資料群を I とする。 I に含まれる1点の資料 $i \in I$ の t ($= 2012, \dots, 2016$) 年における貸出回数を $n_{i,t}$ とする。この資料の出版年を b_i とするとき、経年数と貸出回数を組とする標本値 $(t - b_i, n_{i,t})$ を得る。これを資料群でまとめることで経年数が付与された貸出回数の標本値の集合

$$N = \{(t - b_i, n_{i,t}) ; t - b_i \geq 0, t = 2012, \dots, 2016, i \in I\}$$
 を得る。これを経年数で分割して経年数が y 年である資料の貸出回数の標本値の集合

$$N_y = \{(t, n) \in N ; t = y\}, y = 0, 1, \dots$$
 を得る。 N_y の貸出回数の確率分布を

$$p_y(k) = \#\{(y, n) \in N_y ; n = k\} / \#N_y, k = 0, 1, \dots$$
 で定義する。ここで $\#S$ は集合 S の要素の個数を表す。これを資料群 I に対する経年数 y 年の貸出回数分布と呼ぶ。

経年数別の貸出回数分布を集計し、経年数との関係を調査する。ここでは期待値(平均値)、変動係数と分布の裾に注目する。類別と全資料のあわせて11の資料群に対し、経年数 $y = 1, 5, 10, 20$ 年に対する貸出回数分布の期待値、変動係数および貸出回数が1, 5, 10回以上である標本数を表2に示す。なお資料1点につき最大で5年分の貸出回数が標本値として集計されるため、経年数 y 年の標本数 $\#N_y$ の y に関す

表 2. 経年数別貸出回数分布のモーメント等

資料群	経年数	標本数	期待値	変動係数	1回	5回	10回
NDC 0	1	1,486	7.320	1.058	1,265	769	443
	5	1,535	3.033	1.591	894	341	148
	10	1,509	0.838	3.356	381	63	25
	20	1,604	0.102	7.567	87	5	1
NDC 1	1	3,598	8.347	0.905	3,338	2,292	1,271
	5	3,866	3.803	1.217	2,980	1,181	369
	10	3,020	1.053	2.551	992	173	51
	20	1,807	0.493	3.401	389	35	8
NDC 2	1	6,703	10.083	0.995	6,064	4,197	2,759
	5	6,560	3.305	1.360	4,504	1,653	590
	10	5,342	1.529	1.954	2,302	552	141
	20	5,750	0.393	3.508	1,106	62	12
NDC 3	1	9,983	6.548	1.066	8,702	4,992	2,478
	5	11,474	2.461	1.502	7,282	1,994	544
	10	9,974	0.667	2.908	2,384	363	85
	20	5,839	0.163	4.860	526	22	6
NDC 4	1	6,219	7.467	0.959	5,697	3,610	1,796
	5	5,664	3.292	1.303	4,088	1,459	423
	10	4,776	1.175	2.208	1,730	350	81
	20	4,593	0.353	3.894	751	53	17
NDC 5	1	8,205	11.769	0.830	7,760	6,084	4,282
	5	8,011	6.099	1.275	6,306	3,470	1,810
	10	5,803	2.132	1.921	2,673	907	318
	20	2,810	0.250	5.244	292	26	8
NDC 6	1	2,734	6.991	1.026	2,448	1,456	712
	5	2,930	3.280	1.509	1,951	683	263
	10	2,539	1.263	2.815	852	184	69
	20	2,476	0.387	3.928	412	43	13
NDC 7	1	5,929	7.565	1.027	4,260	3,342	1,728
	5	6,241	3.582	1.435	4,420	1,580	628
	10	5,983	1.761	2.212	2,664	684	236
	20	6,660	0.641	3.003	1,734	166	56
NDC 8	1	1,021	6.814	1.044	889	525	263
	5	1,365	3.508	1.286	975	372	136
	10	1,452	1.753	1.894	632	190	58
	20	1,246	0.554	2.169	346	23	2
NDC 9	1	16,197	14.809	1.418	14,828	10,530	7,150
	5	19,771	6.494	1.729	15,342	7,680	4,064
	10	20,744	3.259	1.972	12,201	4,326	1,892
	20	18,761	0.651	3.504	4,461	600	155
全資料	1	62,075	10.111	1.311	56,363	37,797	22,882
	5	67,417	4.478	1.706	48,742	20,413	8,975
	10	61,142	1.981	2.332	26,811	7,792	2,956
	20	51,546	0.480	3.740	10,104	1,035	278

る合計は資料群の資料点数より多いことに注意する。横軸に経年数を0年から30年までとり、縦軸に期待値をプロットしたグラフを図4に、変動係数をプロットしたグラフを図5に示す。また、経年数y年に対し、1回以上貸出された標本値の割合 $\sum_{k \geq 1} p_y(k)$ を1回以上の裾確率と呼ぶ。横軸に経年数、縦軸に1回以上の裾確率をプロットしたグラフを図6に示す。5回以上、10回以上の貸出に対しても同様に裾確率を計算した。プロットしたグラフをそれぞれ図7、図8に示す。

経年数別の貸出回数分布は、資料群の標本をさらに経年数別に細分するため、標本数の減少に注意を払う必要がある。図5から、変動係数のグラフは、経年数が大きい範囲で不安定な振る舞いをすることがわかる。類によるが、おおそ経年数が20年を超える範囲では、経年数に対する関数的な性質は不明

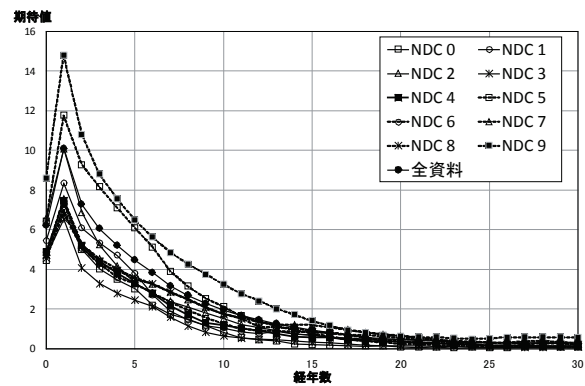


図 4. 経年数に対する期待値。

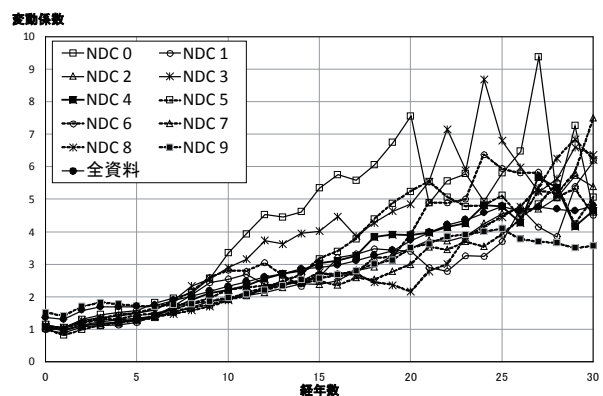


図 5. 経年数に対する変動係数。

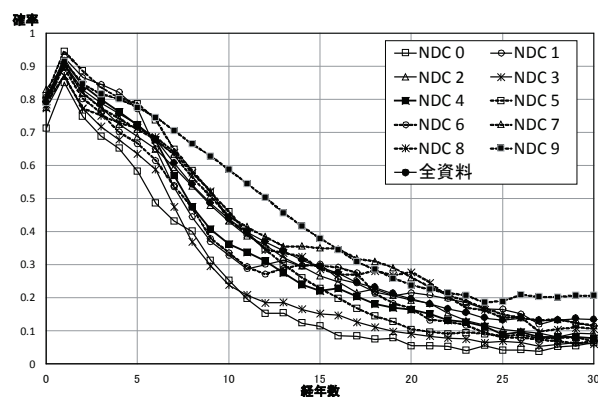


図 6. 経年数に対する1回以上の裾確率。

瞭となる。また経年数が0年の資料は提供期間が資料個々で異なると考えられるため、期待値等を議論することは意味をなさないだろう。表2に示した標本数も考慮し、経年数1年以上20年程度の範囲ではモーメント等の振る舞いを統計的な性質としてとらえることができると判断した。

図4より、貸出回数分布の期待値は、経年数に対し単調に減少する性質が確認できる。すなわち、期待値の意味でオブソレッセンスが確認できる。また図5から、変動係数は、経年数に対して線形的に増加する性質が確認できる。図6にみる1回以上の裾

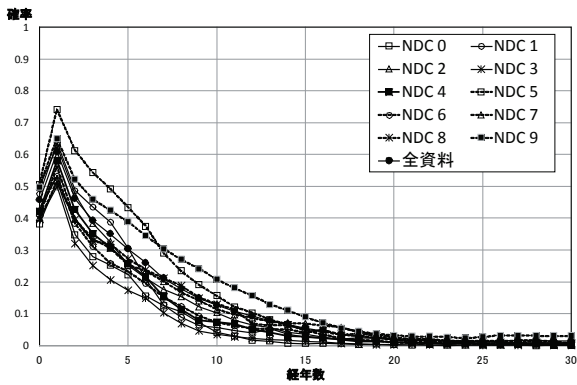


図7. 経年数に対する5回以上の裾確率.

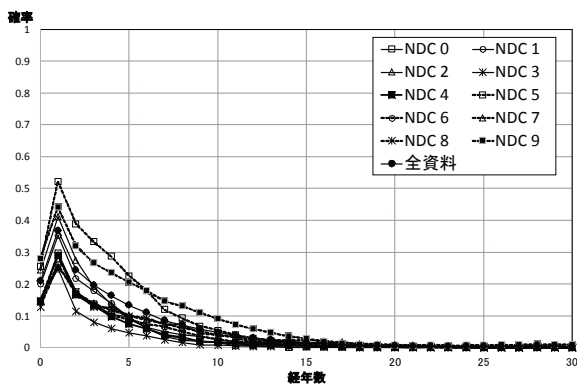


図8. 経年数に対する10回以上の裾確率.

確率は、経年数が増加するにつれ裾確率は減少しつつ正の値に漸近する。経年数20年の資料においても、NDC 0以外の類では10%から30%弱の割合で年間に1回以上の貸出を持つ。図7、図8に見る5回以上、10回以上の裾確率は、NDC 5、NDC 9では他の類に比べ大きい値を持つ。

経年数別貸出回数分布の形状を観察する。横軸に貸出回数を0回以上50回以下とし、NDC 9の経年数 $y = 1, 5, 10, 20$ 年および経年数によらない全体の貸出回数分布を対数軸でプロットしたグラフを図9に示す。全資料に対する同様のグラフを図10に示す。

NDC 9、全資料に共通して経年数によらず貸出回数分布は貸出回数に対して単調に減少することが確認できる。ここで分布の減少率 $p_y(k+1)/p_y(k)$ に注目する。減少率は経年数 y が小さいときは貸出回数 k とは関係なくほぼ一定の値をとる。一方、経年数が大きいとき、減少率は貸出回数の増加につれて緩やかに増加し、一定の値に収束する性質が観察できる。従って、貸出回数分布は、貸出回数を増加させるとべき関数に漸近する。ただし、貸出回数が小さい範囲での減少率の変化も顕著な性質であり、貸出回数分布は一定の減少率を持つ確率分布、幾何分布に適合するとは言えないだろう。このことを簡単に検証

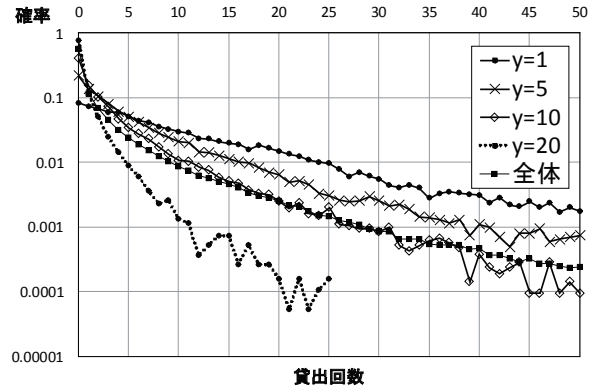


図9. 経年数別の貸出回数分布 (NDC 9).

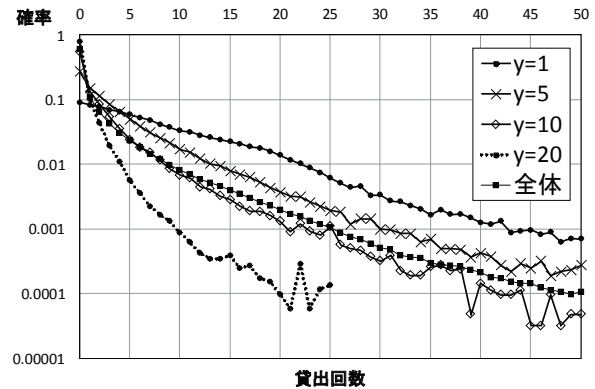


図10. 経年数別の貸出回数分布 (全資料).

する。定数 $p \in (0, 1)$ に対し確率変数 X が確率分布 $p(k) = (1-p)\rho^k, K=0,1,\dots$ を持つとき、パラメータ ρ の幾何分布に従うと呼ぶ。このとき期待値は $E[X] = \rho/(1-\rho)$ 変動係数は $CV[X] = 1/\sqrt{\rho}$ となるから、期待値と変動係数の間には等式 $CV[X] = \sqrt{1+1/E[X]}$ が成り立つ。この式をモデル式と呼ぶ。NDC 9および全資料に対して、経年数が1年以上20年以下の範囲で貸出回数分布の期待値と変動係数をそれぞれ横軸と縦軸にプロットしたグラフを図11に示す。NDC 9、全資料とも、貸出回数分布の期待値に対する変動係数の値は、幾何分布のモ

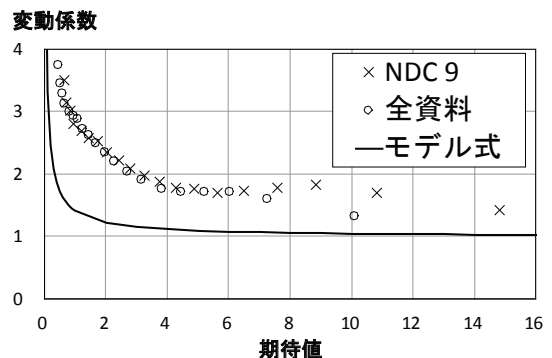


図11. 期待値と変動係数の散布図.

表 3. 2015 年の貸出回数に対する 2016 年の貸出回数分布 (NDC 9)

2015年の 貸出回数	2016年の貸出回数												資料点数
	0	1	2	3	4-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51回以上		
0	82.1%	9.0%	3.7%	1.6%	1.4%	1.2%	0.8%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	76,825	
1	52.8%	21.5%	11.8%	5.8%	5.2%	2.2%	0.5%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	14,655	
2	36.3%	22.5%	15.3%	9.7%	9.7%	5.5%	0.7%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	8,792	
3	24.2%	20.9%	16.9%	12.0%	14.5%	9.9%	1.2%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	5,587	
4-5	14.5%	15.1%	15.5%	13.9%	20.0%	17.0%	3.4%	0.5%	0.1%	0.0%	0.1%	7,007	
6-10	5.1%	7.1%	8.8%	10.3%	20.9%	34.0%	12.4%	1.0%	0.1%	0.1%	0.2%	8,106	
11-20	1.0%	1.2%	2.3%	2.5%	8.1%	33.0%	43.6%	6.3%	1.2%	0.3%	0.4%	5,563	
21-30	0.3%	0.4%	0.6%	0.3%	1.9%	8.8%	46.0%	33.4%	6.3%	0.8%	1.1%	1,797	
31-40	0%	0%	0%	0%	0.6%	2.5%	21.4%	42.7%	25.0%	3.9%	3.9%	668	
41-50	0%	0%	0%	0%	0.3%	0.3%	8.5%	25.7%	36.5%	17.5%	11.1%	342	
51回以上	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1.1%	7.2%	17.8%	19.4%	54.5%	628	
資料点数	76,810	14,906	8,792	5,513	7,084	8,239	5,455	1,692	663	280	536	129,970	

デル式による値に比べて常に大きい。この観察からも、貸出回数分布は幾何分布とは異なる性質を持つと考えられる。

個別の資料における貸出回数の不規則性

ここまで資料群を経年数で細分したときの貸出回数の統計的な性質について分析してきた。図書館の運営にあたっては、経年数で区分された資料群の統計的な性質を把握するだけでは必ずしも有益とは言えない。貸出は、当然のことながら、個々の資料が持つ情報、価値に応じて生じるものである。ここでは、同一資料の連続する2年間での貸出回数を観察する。NDC 9の2015年と2016年の貸出回数に注目する。この分析に限り、出版年が2016年の資料は2015年の貸出回数を0回として集計する。対象となる資料129,970点の2年間の貸出回数の標本相関係数は0.823とかなり大きい。この性質をより詳細にみるために、各年の貸出回数を11個の区分

{0,1,2,3,4-5,6-10,11-20,21-30,31-40,41-50,51}

に分割してクロス集計を行った。2015年の各区分に対する2016年の貸出回数の分布を表3に示す。各行の分布は表の対角成分より左側に偏る性質を持つ。すなわち2015年に比べ2016年の貸出回数は減少する傾向が読みとれる。これは経年数別貸出回数分布で観察された資料群単位のオブソレッセンスと異なる、個別資料単位でのオブソレッセンスの存在を示唆すると考えられる。一方で、前年より貸出回数が増える資料もある程度存在する。例えば、2015年の貸出が1回以上5回以下の資料は36,041点あるが、その中で2016年に11回以上貸出が記録された資料は572点存在する。このような連続する年における貸出回数の不規則な振る舞いは、蔵書の補充や廃棄の計画策定、あるいは開架・書庫への配置の決

定等、図書館の諸々の実務において扱いにくい性質となるだろう。資料個別の貸出の不規則性が図書館運営へ与える影響の評価は、オペレーションズ・リサーチの観点から興味深い問題である。この問題に取り組むためには、貸出事象の確率モデルによる記述等のさらなる検討が必要である。

貸出回数が大きい資料に注目し、個別の貸出回数の振る舞いを調査する。NDC 9の単年貸出回数上位10点の資料を抽出し、2012年から2016年の5年間の貸出回数の推移を表4に示す。あわせて、経年数が大きい資料に限定して同様の抽出を行う。ここでは出版年が1996年以前の資料から上位10点を抽出した結果を表5に示す。表中の網掛けは該当する資料が最大の貸出回数を記録した年を示している。NDC 9では2016年における経年数が20年以上(出版年が1996年以前)の資料で2012年から2016年までの5年間で単年での貸出回数が10回以上ある資料は964点存在する。そのなかで経年数が30年以上の資料は343点ある。表4、表5に抽出された資料は概ね5年間にわたり一定程度以上の貸出が生じている。しかし貸出回数の年ごとのばらつきは大きい。例えば、資料T20は最大値を記録した翌年の2015年には貸出回数が極端に減少する。また、資料T15の2016年では前年に比べ2倍以上に増加するなど、前年の貸出回数からは予期し難い振る舞いも確認できる。表4で抽出された経年数が小さい資料では経年による貸出回数の減少が明瞭に観察できるが、必ずしも最大値を経年数が最も小さい2012年ではとらない。これらを総合すると、資料個別の貸出回数の時系列的な振る舞いは、オブソレッセンスだけでは説明できない。一方で、単純なランダムネスだけで解釈することも難しい。急激な貸出の変動には外的要因が疑われるが、個別に検証が必要であ

表4. 貸出回数上位 10 点 (NDC 9)

タイトル	著者	出版年	貸出回数					5年間合計
			2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	
T1	A1	2011	239	313	186	111	87	936
T2	A1	2008	308	240	145	97	88	878
T3	A2	2009	289	238	174	95	93	889
T4	A2	2010	280	216	135	68	48	747
T5	A3	2010	186	279	166	108	64	803
T6	A1	2011	226	264	273	257	174	1194
T7	A1	2010	270	263	224	153	116	1026
T8	A2	2009	263	217	130	85	70	765
T9	A4	2011	167	228	229	251	167	1042
T10	A1	2012	103	185	217	244	187	936

表5. 貸出回数上位 10 点 (NDC 9, 1996 年以前出版)

タイトル	著者	出版年	貸出回数					5年間合計
			2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	
T11	A1	1990	84	78	78	93	89	422
T12	A1	1993	51	87	60	80	67	345
T13	A1	1994	73	75	69	65	56	338
T14	A1	1993	53	56	50	73	54	286
T15	A5	1986	17	26	20	26	67	156
T16	A1	1995	23	20	25	40	66	174
T17	A1	1996	62	63	48	36	37	246
T18	A1	1989	48	44	62	53	51	258
T19	A1	1996	61	47	33	17	10	168
T20	A6	1986	51	57	61	7	3	179

る。また貸出の生起には類の持つ特性も考慮しなければならない。表4、表5で抽出された20点の資料のうち16点は2名の著者によるものであり、著者に紐付けされた資料の貸出が想定される。これはNDC9に顕著な現象であり、著者の影響は他の類では明瞭には観察されない。一例として、NDC9に次いで資料点数の多いNDC3に対し、単年貸出回数上位の資料を同様に抽出した結果を表6、表7に示す。重複して抽出された資料T'5を含め、20点の資料の著者は全て異なる。

資料個々の貸出回数は、オブソレッセンスだけでなく、ランダムネスや外的な要因からも大きな影響を受けると考えられる。このことはオブソレッセンスを個別の資料の運用に直接活用するには注意が必要なることを意味する。例えば前年の利用実績に基づいて資料の廃棄や追加補充を行うことは必ずしも有効とは言えない可能性がある。詳細な議論のためには適切な数理モデルを構築して検討する必要があり、これは今後の課題である。

べき関数モデルによる期待値の回帰分析

図4では、貸出回数分布の期待値は、経年数に対して幾何級数的に減少するようにみえる。そこで経年数 y 年に対する貸出回数の期待値 $f(y)$ のべき関数モデル

$$f(y) = A\rho^y, y = 1, 2, \dots, 20$$

表6. 貸出回数上位 10 点 (NDC 3)

タイトル	著者	出版年	貸出回数					5年間合計
			2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	
T'1	A'1	2012	57	111	135	109	69	481
T'2	A'2	2015	—	—	—	44	99	143
T'3	A'3	2011	93	39	28	6	4	170
T'4	A'4	2015	—	—	—	19	82	101
T'5	A'5	1980	44	57	40	77	56	274
T'6	A'6	2009	77	76	56	36	35	280
T'7	A'7	2012	9	74	28	12	8	131
T'8	A'8	2000	73	60	60	52	61	306
T'9	A'9	2010	70	22	30	17	11	150
T'10	A'10	2013	—	20	69	46	22	157

表7. 貸出回数上位 11 点 (NDC 3, 1996 年以前出版)

タイトル	著者	出版年	貸出回数					5年間合計
			2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	
T'5	A'5	1980	44	57	40	77	56	274
T'11	A'11	1991	40	57	35	62	41	235
T'12	A'12	1986	26	9	0	0	1	36
T'13	A'13	1984	8	21	6	20	25	80
T'14	A'14	1995	0	1	21	24	2	48
T'15	A'15	1994	3	1	20	23	22	69
T'16	A'16	1985	0	3	22	23	7	55
T'17	A'17	1993	0	2	0	6	23	31
T'18	A'18	1982	10	7	5	19	8	49
T'19	A'19	1992	19	2	4	3	0	28
T'20	A'20	1996	19	5	0	0	1	25

による回帰分析を行う。ここで A, ρ は正の定数とする。両辺の対数をとることで回帰直線により定数項を推定する。経年数1年以上20年以下の20個を標本とした。推定結果を表8に、べき関数モデルによる推定曲線のグラフを図12に示す。表中の E^a は 10^a を表す。各類において、決定係数は概ね高い値を示し、期待値の変化はべき関数モデルでよく説明できることがわかる。定数項 A は経年数0年、すなわち出版年における仮想的な年間貸出回数と解釈できる。出版直後の資料は、類により6回から15回程度の貸出が期待でき、特にNDC5とNDC9では顕著に大きい。また、NDC5の減少率 ρ はNDC0を除く類の中で最小であり、オブソレッセンスの効果が強く表れる資料群であることがわかる。

ここでは経年数と期待値の関係について、モデル式による適合を試みた。変動係数や裾確率へのモデル式、あるいは貸出回数分布に対する理論分布の適合については今後の課題である。

おわりに

本論文では公立図書館の蔵書貸出データを用いて、蔵書の貸出回数と経年数の関係について調査した。経年数により貸出回数が期待値の意味で減少するオブソレッセンスを確認することができた。また減少の程度はNDCによる類ごとに異なることもわかった。一方で資料単位での貸出回数の振る舞いはかな

表8. ベキ関数モデルの推定結果

資料群	A: 定数項		ρ : 減少率		決定係数
	係数	ρ 値	係数	ρ 値	
NDC 0	8.25	1.60E-16	0.797	1.84E-18	0.987
NDC 1	6.79	7.40E-12	0.859	1.83E-11	0.923
NDC 2	8.35	5.65E-18	0.849	2.22E-17	0.983
NDC 3	8.35	5.50E-15	0.828	6.70E-17	0.981
NDC 4	6.92	1.90E-17	0.851	1.92E-17	0.983
NDC 5	15.67	1.42E-26	0.816	1.31E-25	0.998
NDC 6	6.31	7.49E-16	0.869	3.89E-15	0.970
NDC 7	6.55	9.59E-19	0.889	1.45E-16	0.979
NDC 8	6.74	9.41E-20	0.877	3.15E-18	0.986
NDC 9	15.25	1.94E-26	0.853	1.20E-23	0.997
全資料	9.84	5.34E-25	0.856	2.11E-23	0.996

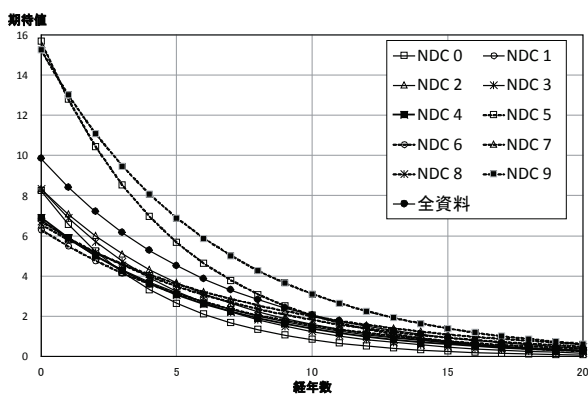


図 12. ベキ関数モデルによる推定曲線.

り不規則な振る舞いを含んでおり、経年数で一律に説明することは難しいことがわかった。

謝辞

貴重なデータを提供していただき、また問い合わせに快く対応していただいた平塚市図書館職員の皆様のご協力に深くお礼申し上げます。

文献

- 1) 平塚市中央図書館 (2017) 図書館年報『らぼーる 2016』.
- 2) 池内 淳, 中川恵理子 (2009) 公立図書館の蔵書構成比と貸出規則に関する実態調査. 三田図書館 2009 年度情報学会研究大会発表論文集. pp.29-32.
- 3) 星野雅英, 渡遺真由美, 風巻利夫, 原香寿子 (2008) 東京大学総合図書館における入館・貸出統計データ分析の試み. 大学図書館研究 82: 1-11.
- 4) 松井 朗, 磯野 肇 (2006) 「蔵書回転率」と「蔵書貸出率」を指標とする貸出データの分析調査. 奈良大学紀要 34: 177-190.
- 5) Burrell QL (1985) A note on ageing in a library circulation model. J. Doc. 41-2: 100-115.
- 6) 岸田和明 (1989) 図書の貸出頻度を記述する負の二項分布モデルの演繹的導出とその一般化. Libr. Inform. Sci. 27: 55-68.
- 7) 岸田和明 (1994) 利用統計を用いた蔵書評価の手法. 情報の科学と技術 44-6: 300-305.