分館の貸出冊数における時系列的变化の特性

反復移動平均法による大都市の公共図書館利用の分析(その1)

CHARACTERISTIC OF THE LOAN FLOW IN A LIBRARY NETWORK

Analysis on the public library use in metropolis

by Iterated Moving Average Method (Part 1)

藤谷 幸弘*

Yukihiro FUJITANI

This paper reports the characteristic of the loan flow in a public libraries' network of metropolis-Tokyo (Ootaku), Nagoya, Kobe. The flow is drawn by smoothing lines that are computed by Iterated Moving Average Method. The data computed is the number of loan summed up each month in the term of 1968~1985.

The flow, especially of children loan, shows to concentrate the fixed level in the long term (approximately above 10 years), although it moves variously in 2~3 years.

Keywords : Public Library, Iterated moving average method, metropolis, loan flow

1. はじめに

1960年代後半に入り、市民の公共図書館への利用が増加し定着化するとともに、いくつかの都市で公共図書館が複数館設置され始めた。その図書館網は、短期間に一気に整備されたのではなく、長年月をかけて徐々に形成されてきた。順次設立される新館は、先に建てられた隣接館と相互に協力しあって、地域へのサービスを全体として充実させてきたといえる。本研究は、その特性をみるため、一定の地域における全分館の貸出冊数の時系列的变化を、10数年にわたる時系列データを通して分析することを目的としている。さらにこのことを基に、

公共図書館の建築計画に必要な長期的利用動向の予測を行うための手法の確立を目指している。

この時系列的变化を解明するためには、次に述べる2点を明らかにする必要がある。その1つは、各分館の時系列的变化が地域全体としてどういう特性を見せるかを解明することである。これを分析するために、図-1に示すフローチャートAより出てくる M_i 値を用いた。他の1つは、図書館網の形成過程で図書館の新設が、隣接館の貸出冊数に与える影響を解明することである。これを解明するために、図-1のフローチャートBより出てくる M'_i 値を用いた。本稿は前者をまとめたものであり、後者は次稿に譲る。

時系列データとして「月別館外貸出冊数」を用いた。幸い、1970年代になって、公共図書館の利用に関する統計データが、階層別にかなり正確かつ統一した形で収集されるようになった。現代に至るまでその統計方法を変更せず、連続してデータを収集保存してきた都市は少ないが、それらの中で東京都大田区、名古屋市、神戸市が保存しているデータを分析対象とした。本研究の契機はもともと、これらの貴重な時系列データを解析する手法の開発にあった。

図-1 M_i , M'_i 算定のためのフローチャート

表—1 3大都市の図書館の概要

東京都大田区			
No	図書館名	開館年月	蔵書冊数
Ac	太田	1970年6月	156,118
A1	池上	*1956年6月	50,758
A2	蒲田	*1960年3月	54,179
A3	洗足池	*1960年3月	64,614
A4	馬込	1971年5月	70,595
A5	浜竹	1971年8月	59,585
A6	六郷	1972年11月	61,399
A7	入新井	1974年8月	44,946
A8	下丸子	1975年9月	58,791
A9	大森南	1976年11月	59,653
A10	蒲田駅前	1981年4月	51,912
A11	大森東	1982年5月	40,382
A12	多摩川	1983年8月	28,328
A13	久が原	1984年10月	17,861

名古屋市			
No	図書館名	開館年月	蔵書冊数
Bc	鶴舞中央	*1923年12月	539,800
B1	西	*1925年4月	238,679
B2	南	*1960年5月	87,606
B3	熱田	*1960年9月	137,030

神戸市			
No	図書館名	開館年月	蔵書冊数
Cc	神戸中央	*1911年2月	550,342
C1	長田	*1958年6月	47,587
C2	三宮	*1960年12月	53,959
C3	王子	*1967年10月	29,537
C4	西	*1970年10月	22,696
C5	東灘	1974年5月	47,034
C6	北	1974年12月	51,393
C7	須磨	1981年9月	44,962

(注) : 蔵書冊数はいずれも1985年現在
 *は分析期間以前の開館を示す

2. 研究の方法

(1) 原系列

本研究の分析対象となる基礎データは、表—1に示された東京都大田区、名古屋市、神戸市の公共図書館が収集してきた「月別館外貸出冊数」 L_i と「月別開館日数」 D_i 、および各都市の「区別年次別年齢別人口」 P_i である。なお、人口は、大人・子供別に計算する関係上、図書館統計の年齢区分と合わせて、大人20歳以上、子供20歳未満として集計した⁽¹⁾。

分析対象となった図書館はすべて分館とし、蔵書規模、利用圏域、利用目的など分館と性格を異にする中央館は分析対象から除いた。分析対象とした期間は開館日もしくはデータが統一して整備された時期（東京都大田区は1968年、名古屋市は1969年、神戸市は1971年）から1985年12月までとした。次節に述べる反復移動平均法のための「原系列」 A_i は、これらのデータをもとに「開館日数1日あたり単位人口あたり平均貸出冊数」として、以下のごとく作成した。

$$A_i = \frac{L_i}{P_i \cdot D_i} \dots \dots \dots (1)$$

(2) 反復移動平均法

時系列データ A_i を分析する方法として、Y.S. Leong により提案された反復移動平均法 (Iterated Moving Average Method) を用いた⁽²⁾。Leong によれば、時系列データは本来その中に4つの変動要因（傾向変動、循環変動、季節変動、不規則変動）をもっているが、この方法は原系列のばらつきの主要因をなす季節変動を季節指数を求めて除去し、不規則変動を平滑化して

図—2 反復移動平均値の構造とフロー

図—3 天白図書館開館前後の瑞穂図書館の M_i と M_i' のフロー

傾向変動を浮き彫りにした滑らかな曲線を得ることができる。

反復移動平均それ自体は、次式(2)に示す移動平均を2回重ねて行うことを意味する。そのデータ構造は、式(2)およびそれを概念図で示した図—2に示すごとく、中央ほど重みの高いことが分かる。すなわち、本研究で採用した7項平均とすると⁽³⁾、

$$M_i = \frac{1}{49} \sum_{k=i-6}^i \sum_{j=k}^{k+6} A_j \quad (i=1, 2, 3, \dots, m) \dots \dots (2)$$

となる。

反復移動平均法は、フローチャートBにみるように、計算過程で A_i 値に対し3回の反復移動平均を行い、季節指数を求めることにより季節変動を除去した M_i' 値を出し、それをグラフ化することによって、滑らかな曲線を得る方法である。また、その計算過程で反復移動平均を1回に簡略化して、 M_i 値を出しグラフ化したのがフローチャートAである。図—3は M_i 値と M_i' 値の流れを比較した図である。瑞穂図書館の M_i' 値は、隣接する

天白図書館の開館に対して、 M_i 値よりピークの位置がデリケートに対応しているが、両者の値はほぼ近似している。全体的な傾向をみる本研究では、簡略的方法すなわち M_i 値で十分であると判断して、 M_i 値によるグラフの作成をもとに分析を行った。なお、 M_i 値の算出は1年間をワンセットにして計算するために、必ず初期にいくらの欠損値が出るが、 M_i 値を用いることによって初期値から後6か月までを図—2のごとく補正して、欠損値をなくすように工夫した。

(3) 調査対象地区の概要

既述したごとく、データを入手した3つの調査地区の概略図を同じスケールで図—4～6に示した。分析対象となる図書館の概要は表—1に示した^{注4)}。3地区とも、

図—4 東京都大田区立図書館の配置図
(番号は表—1 参照)

図—5 名古屋市立図書館の配置図

図—6 神戸市立図書館の配置図

中央館1館と複数の分館によるネットワークを形成している。東京都大田区は、全国でも最も密な分館網を敷いている。名古屋市は、全国に先がけて1区1図書館整備計画が完了して10年を経緯している。神戸市は1区1図書館整備計画が進行中であり、かつ横長の都市形状から、図書館が一直線に並ぶ特殊な配置となっている。

3. M_i -図による考察

(1) 大人・子供別にみた特性

M_i 値の時間的変化の流れ、またはその図化されたもの

図—7 M_i -図 (東京都大田区, 大人)

図—8 M_i -図 (東京都大田区, 子供)

図—9 M_i -図 (名古屋市, 大人)

図-10 M_i -図 (名古屋市, 子供) 図-11 M_i -図 (神戸市, 大人) 図-12 M_i -図 (神戸市, 子供)

のをここでは以下〈フロー〉と呼ぶ。各地区別に、全分館の M_i 値のフローを10数年にわたる長期的スパンで描いたグラフ〈 M_i -図〉を、大人と子供に分けて図-7~12に示した。これらを見て、以下の諸点が指摘できる。なお、中央館は分館とは蔵書規模・蔵書構成が異なりかつ利用のされ方も異質であると考え、図より除いた。

1) 大人のフローは、子供に比して変化が少なく、比較的単調に漸増または漸増から停滞へのフローを示すものが多い。これは大人の利用の安定度の高さを示している

図-13 東京都大田区と名古屋市における〈 M_i - M_{25} 直線〉図 (大人) 図-14 東京都大田区と名古屋市における〈 M_i - M_{25} 直線〉図 (子供) 図-15 前揃え M_i -図 (東京都大田区, 大人) 図-16 前揃え M_i -図 (東京都大田区, 子供)

図-17 前揃え M_i -図 (名古屋市, 大人) 図-20 前揃え M_i -図 (神戸市, 子供) 図-18 前揃え M_i -図 (名古屋市, 子供) 図-19 前揃え M_i -図 (神戸市, 大人)

が、一方で名古屋市の例に見るごとく、少しずつ図書館間に利用の差の広がるケースがみられる。また大量の交通量を有する駅近くに立地する、東京都大田区の入新井 (A7)、蒲田駅前 (A10)、神戸市の新三宮 (C2) の各図書館が高く特化しているのが分かる。

2) 子供のフローは、大人に比して細かいウェーブの変化が多く、全体的にも上昇して下降する山形や最初から下降するものなど、大人のフローにはない変化を示している。しかし、それぞれのフローは拡散するのではなく、からみあい次第に一つの束になった状態に推移していく

ことが分かる。これらのことから、子供の利用は変化しやすいが、その利用圏域の狭さから図書館間の差は時間が経つにつれて少なくなっていくことが分かる。

3) フローを年月を追ってみると、開館後2年間ほどはそのウェーブが不規則に変化に富んでいるが、次第に規則的な動きすなわち利用の安定を示すものが多い。

(2) $\langle M_i - M_{25} \text{ 直線} \rangle$ による開館直後の特性

前述した開館直後のフローの非常に変化に富んでいる状態を分析するために、開館した月 (M_1) から利用が安定してきた2年後すなわち25か月目 (M_{25}) までを直線で結んだ、いわば $\langle M_i - M_{25} \text{ 直線} \rangle$ を用いた。図-7~10をもとに大人・子供別各地区別にこの直線を描き、図-13, 14 を作成した。図から以下の諸点が指摘できる。

1) 大人の場合、 M_i 値および $\langle M_i - M_{25} \text{ 直線} \rangle$ の勾配ともに、全体的にみて漸増の傾向にある。これは、新しく開設された図書館ほどより多くの需要をとらえ、かつ着実に利用を伸ばしていることを示している。

2) 子供の場合、 $\langle M_i - M_{25} \text{ 直線} \rangle$ の勾配は、1970年より以前は増加の傾向にあるが、1970年頃を境として、以後明白に下降の傾向を示す。東京都大田区の大森南 (A9) や多摩川 (A13)、名古屋市の天白 (B14) の各図書館の場合は急降下していることが分かる。これは、開館当初に一時的な定着性のない利用者が高い比率で含まれているためであり、図はそれが次第に定常的な状態に戻っていくと解釈できる。ただ、高い利用率を維持できないのは、子供を取り巻く社会的変化からくる図書館離れも、一因として影響を与えているといえる。

(3) 前揃え M_i -図による特性

M_i -図における各図書館のフローの初期値をすべて前に揃え、Y軸まで平行移動して描いたのが図-15~20 (前揃え M_i -図) である。各図書館の立地する地区特性・PR方法・開館時期などによって、 M_i 値の初期値の動きにはかなりのバラツキが見られるが、それぞれが分館としての限られた予算・蔵書冊数・施設規模さらに共通したサービス基準のもとでは、年月を経るにしたがって

図-21 前揃えされたフローの1年おきの標準偏差値（東京都大田区）

図-22 前揃えされたフローの1年おきの標準偏差値（名古屋市）

図-23 前揃え M_t -図の概念図（大人）

図-24 前揃え M_t -図の概念図（子供）

次第に個々の特性を超えた共通性をも有していくことも考えられる。フローの全体的な傾向を見るため、各図書館のフローをすべて Y 軸にぶっつけ前揃えすることにより、この共通性を抽出した。それを地域別に述べると、次のとおりである。

東京都大田区の場合は、大人・子供いずれのフローも、特殊なものを除いて一定の利用水準へ収束する傾向を示している。名古屋市の場合、大人のフローは拡散の傾向を示しているが、子供のフローについては、子供の利用率が高い新住宅団地の多い地区に立地する図書館を除いて、全体として収束する傾向にあることが分かる。神戸市の場合はフローの数が少ないので判断しにくいですが、新三宮図書館とネットワークからもっとも外れた位置にある西図書館をのぞいて、大人・子供いずれのフローもほぼ収束の傾向を示している。

全体的なフローが収束する傾向にあるかどうか検証するため、すなわちフローの分散状態を定量的に確かめるため、1年おき（各年1月の M_t 値）の標準偏差を計算し、図-21～22に示した。神戸市は分館数が少ないため除いた。折れ線グラフの始まりと終わりでは、データ数にかなりの違いがあり同等に比較できないが、図は上述した傾向を示しているといえる。図より、東京都大田区の方が名古屋市よりグラフの下降度が大きく、収束性が高いことが分かる。

4. まとめ

(1) 各図書館の M_t 値のフローは、開館当初はそれぞれ独自の動きをみせているが、年月を経るに従って次第に全体的に収束したまとまりのある傾向を示すようになる。分館網の密度が高いほど、その傾向は強い。

(2) 大人のフローは、10年以上のスパンで見ても、比較的安定した規則的な動きをみせる図書館が多い。その規則性は地域により異なるが、各地域の傾向がつかめれば大人の長期的利用予測は立てやすいといえる。

(3) 子供のフローは、個別的にみると変化やバラツキがあって長期的見通しが立てにくくみえるが、時間が経つに従って全体のフローはどの地域も収束へ向かう傾向をもっている。

(4) 以上から反復移動平均法は、数館の分館網をもつ地域における新分館の長期的利用予測を行うための有効な一手法と考えられる。

謝 辞

心よく関係資料を提供下さった東京都大田区立大田図書館、名古屋市立鶴舞中央図書館、神戸市立中央図書館の関係者の方々に、感謝の意を表します。また、本研究について多側面からご指導くださった名古屋大学工学部教授柳沢 忠先生に対し、深く感謝いたします。

注

- 1) 人口統計については、東京都大田区と名古屋市についてはそれぞれ毎年発行されている統計書「大田区の数字」、「なごやの統計」によったが、神戸市は5年ごとの国勢調査から比例配分して P_t とした。また「大人」の年齢は20歳以上であるが、「子供」については東京都大田区と神戸市は0～19歳であるが名古屋市は0～14歳である。なお、名古屋市と神戸市の「区別」人口はそれぞれ図書館が存在する区の人口としたが、大田区の場合はどの図書館も同じく大田区全体の人口とした。
- 2) ハワイ大学 Leong の考案した反復移動平均法は、当時経済企画庁にいた田原昭四により日本に紹介された。
- 3) 1年（12か月）をフローの周期とし、平均値が中央になる必要上奇数（13か月）としたため7項とした。
- 4) それぞれ「大田区立図書館あんない」、「名古屋市立図書館年報」、「神戸市立図書館の概要」による。なお、東京都大田区は、久が原図書館の後新しく大森西図書館が1986年に開館したがデータ数が少なく分析対象から除いた。

た。

参考文献

- 1) Y. S. LEONG : THE USE OF ITERATED MOVING AVERAGE IN MEASURING SEASONAL VARIATIONS, AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION JOURNAL, MARCH 1962
- 2) 田原昭四：需要予測と季節変動 (1)(2), OR 実務協会 需要予測研究会, 予測資料 1963
- 3) 藤谷幸弘：公共図書館利用の時系列データの分析について, 日本建築学会東海支部研究報告, 第 21 号, pp. 317 ~ 320, 1983 年 2 月
- 4) 藤谷幸弘：公共図書館の時系列データの分析について (その 2), 日本建築学会東海支部研究報告, 第 23 号,

pp. 325 ~ 328, 1985 年 2 月

- 5) 藤谷幸弘：公共図書館の時系列データの分析について (その 3), 日本建築学会東海支部研究報告, 第 25 号, pp. 361 ~ 364, 1987 年 2 月
- 6) 藤谷幸弘：地域施設における時系列データ解析のための反復移動平均法について一大都市における公共図書館の貸出冊数の分析一, 日本建築学会学術講演梗概集 E (近畿), pp. 769 ~ 770, 1987 年 10 月
- 7) 藤谷幸弘：新館開館にともなう隣接館の利用に与える影響一反復移動平均法による公共図書館利用の分析一日本建築学会学術講演梗概集 E (関東), pp. 473 ~ 474, 1988 年 10 月

(1990 年 6 月 10 日原稿受理, 1990 年 12 月 7 日採用決定)