

論文

郵便事業—その物数と構造—（その2）

藤本 栄助

目次

- 1 はじめに
- 2 先行研究
- 3 郵便物数（Mail volume）、郵便ネットワーク、費用
- 4 郵便物の処理モデルの基本的考え方
- 5 郵便配達の地理的モデル
- 6 物数の増減と配達効率
- 7 配達効率に関する先行研究と本稿2項モデルとの関係
- 8 2項分布と道路密度法による増減分析
- 9 まとめと残された検討事項

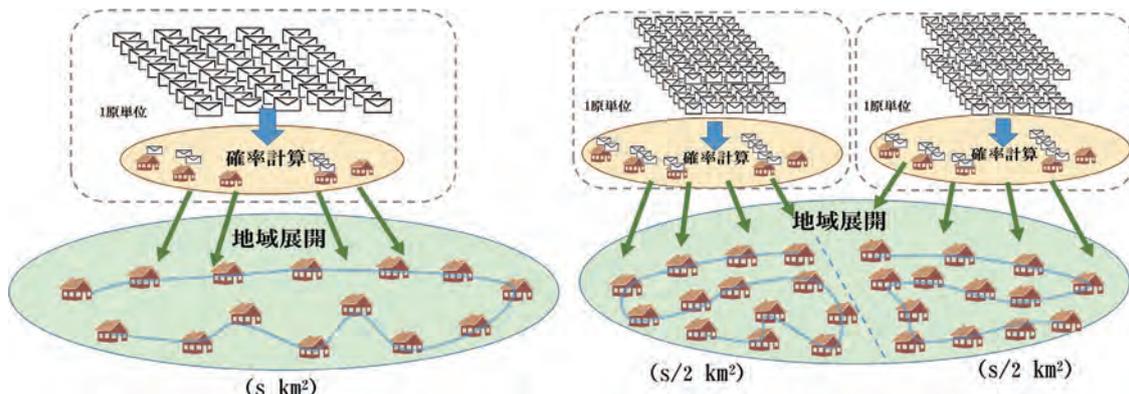
（以上前号）

（以上本号）

5 郵便配達の地理的モデル

5.1 配達の地理的要素と2項モデルとの関係

藤本（2018）においては、まず、日本全国を125,000の「原単位」に分け、そこに1,000人の人口（400世帯+48事業所）が存在するものとした。全国の郵便物数もそこに分割される形で同時に帰属する。その上で、所得段階に応じて郵便物数が配達されると仮定し（「所得仮説」）、1週間に6日配達するものとして、1日、各段階の世帯グループについて何世帯に配達されるか（「カバレッジ」）、配達される場合は各世帯に何通配達されるかの確率を求めた⁽¹⁾。これは、2項分布による配達確率であり、一切の地理的、技術的要素を含んでいない。しかし、配達の効率を考えるには、このような原単位の人口と物数を地理的に展開し、貼り付ける必要がある。



[図15] 2項分布による確率配分とその地域展開

そのときには、集配手段（自動二輪、自転車、徒歩等）、走行距離、走行速度、郵便受箱への差入所要時間等のパラメータが配達効率を左右することになる。このような2段階構造が本稿のモデルの特徴である。

【図15】中、左側の図と比べると、右側では、1原単位当たりの物数が2倍になるため、1原単位における確率配分が変化している。加えて、1原単位が展開される面積が1/2と狭くなる。その結果、最終的な配達効率向上するのである。

わが国の郵便配達は、かつて全国に約45,000の配達区（郵便外務職員1人の受持区域）が存在し⁽²⁾、それを1,200~1,300程度の集配普通郵便局と約5,000局（後には3,600局から2,500局程度に減少）の集配特定郵便局⁽³⁾が管理してきた。原単位の地域展開とは、人口密度の高いところでは1配達区がいくつの原単位で構成されるか、逆に人口密度の低いところでは1原単位がいくつの配達区に分割されるかに帰着する。そのメカニズムを探り、配達効率性をモデル化するのが本稿の目的である。

5.2 配達作業の要素と地理的パラメータ

わが国において郵便外務職員が1日の配達に必要とする主な作業を次に示す。通数が各作業の時間や費用にどう関わるのか、どのように固定費と変動費に分かれるかに着目したい。

- ① 道順組立等：郵便物の集中処理が行われていない場合は、配達局において、外務職員が内務職員から配達区ごとに区分された郵便物を受け取り、局内で大区分、配達順路への道順組立（戸別組立ともいう）を行う。集中処理が行われていても、書状区分機で順立てされた定形郵便物に定形外郵便物（フラット区分機では配達区までの区分しか行わない）等を組み込む必要がある⁽⁴⁾。また、書留の授受に伴う作業もある。これらに要する時間は、通数に比例すると考えられる。
- ② 始業点検：配達作業開始前に車両を確認する（制動装置、操縦装置、荷役装置、油圧装置、タイヤ、ライト、方向指示器、警報装置等）。通数に比例しない。
- ③ 取り付き：郵便外務職員は、自局を出発し、受持の配達区に向かう。このアクセス区間を「取り付き」と呼び、それに要する往復時間が「取り付き時間」である。農山村部では当然ながら、取り付き時間が長くなる。信号停止を除き一定の速度で走行が可能。通数に比例しない（但し、物数が多い区では、午前午後に分けて配達することがある）。
- ④ 各戸配達：配達区に到着すると、道路の片道を走行し、沿道の世帯・事業所に郵便物を配達する。そのためにストップ・アンド・ゴーを繰り返す。道路の両側に配達先⁽⁵⁾がある場合（通例そうであろう）、同じ道を往復する必要があるが⁽⁶⁾、区内の配達順路にしたがっての走行は、しばしば「一筆書き」に警えられる⁽⁷⁾。都市部は住宅が密集しているが、農

1 藤本栄助「郵便の基礎理論を考える」『郵政博物館 研究紀要』第9号（2018）を参照。
2 郵政省郵務局編集・刊行（1999）『平成9年度 郵便の統計』によれば、全国の集配区画数（委託区、団地定数を除く）は45,359区であった（264頁）。この数字は、長い期間大きな変化はなかった。
3 「特定郵便局」の呼称は、長らく「三等郵便局」と呼ばれていたものを1941年の「通信官署官制」で改称したことに由来し、「通信大臣が特に指定した郵便局」という意味である。戦後、官名を根拠に「特定郵便局長を長とする郵便局」を特定郵便局と呼んだが、公社化で「郵政事務官」、「特定郵便局長」の「官」（これらは異なる「官」である）がなくなり、普通郵便局、特定郵便局の区別も根拠を失った。
4 近年、地域区分局への集中処理後は、局内で組み込みを行わず、定形外郵便物を配達時に定形と取り揃えて受箱に差し入れる米国方式に似たやり方も行われているようである。
5 存在する世帯・事業所のうち、実際に配達する郵便物があるものを、本稿では「配達先」とよぶ。
6 外国文献によれば、一本の道路を左、右と横切りながら配達するパターンもある。E. Gussmagg-Pfiegel, Fabien Tricoire, Karl F. Doerner, and Richard F. Hartl(2011) "Mail-Delivery Problems with Park-and-Loop Tours" ORP3 MEETING, CADIZ, September 13-17を参照。

山村部では、集落のようなまとまりはあっても、散在する傾向にあり、1世帯に配達するのに受持区内で長い距離を走ることになる⁽⁸⁾。走行距離は通数によらないと考えられるが、配達個所数が2項分布にしたがって変化するので、効率も変わるであろう。

- ⑤ 帰局後の作業：配達情報システムへの入力、事故処理、不在持ち戻り郵便物の処理、集荷引受あるいは未納不足料金の収受に伴う現金の処理等が必要となる。

これらの作業の所要時分の合計が、郵便外務職員1人1日の勤務時間に収まるかどうかを試みに示せば、概略次のようなものになる。この条件を満たすような物数を得るのが課題である。経済学にいう「予算制約式」にならって、これを「時間制約式」と呼ぶことができよう⁽⁹⁾。

〔時間制約式〕 外務1人の1日勤務時間 ≤ 個所数比例時間 + 物数比例時間 + 固定時間

個所数比例時間 = 区内走行時間 + 受箱差入時間

区内走行時間 = (世帯間 [棟間]) 距離 / 平均走行速度) × 1区の配達個所数

物数比例時間 = 道順組立時間 + 組込時間 + 事故処理時間 + 現金処理時間等

固定時間 = 取り付き時間 + 始業点検時間 + ミーティング時間等

2項モデルにおいて、配達先の数は世帯数・事業所数と物数の関係により確率的に定まる。郵便物数が増えれば、1世帯当たりの物数が増えるとともに、配達個所数も増加する。1個所当たりの配達物数の増加は、配達の局外作業の段階では追加的な時間や費用をほとんど要しない(順立段階では費用増の要素であるが)ので、そのまま規模の利益を享受することができる。一方、配達個所数の増加は、受持面積や道路延長が増加する訳ではなく、その点では効率が向上するものの、停止個所の増加により加速、減速が生じて、その微分的な増減が平均的な走行速度を低下させる⁽¹⁰⁾。個所数増加により、各戸の郵便受けに郵便物を差し入れる時間の合計も増加する。なお、都市部では集合住宅が多いため、停止個所数(対面配達では棟数と同じ)は世帯数/事業所数より著しく少ないので、このことも考慮する必要がある。

時間換算で要員を算出するには「外務要員算出基準」があり、普通通常郵便物1通の受箱1個所当たりの所要時間、速達、書留、ゆうパック等1通(個)の対面配達時間等が定められているが、公表されておらず、絶対的な数値でもない。通数増加の効率への影響を認識するには、さらに実証的な能率調査が必要となり⁽¹¹⁾、その結果は、地理的な条件によって区々なものとなるであろう。そのため、本稿では、これに代わる分析手法を考案することが課題となる。

7 ここでは一筆書きと結果を単純化したが、道路の各辺を最短で回る問題は、中国人数学者の管梅谷にちなみ、「中国人郵便配達問題」と呼ばれている。西野哲朗(1999)『中国人郵便配達問題—コンピュータサイエンス最大の難問』講談社を参照。

8 かつては、各地方郵政局が「郵便地図」を作成していた。国土地理院の25,000分の1地形図に基づき、その上に、配達路のノードごとの距離、(大都市部を除き)配達先の集落ごとに停止する位置、当該集落の戸数がオーバーレイされている。

9 Roy, Bernard “Technico-Economic Analysis of the Costs of Outside Work in Postal Delivery”(1999), In *Emerging Competition in Postal and Delivery Services*, edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishersは、末尾の技術補遺において、採用したモデルの概要を述べているが、ルート、走行、トラフィック(物数)、ストップ(停止個所)、受箱への差込みにかかる定性的な記述が中心である。技術=経済的分析と銘打っているが、バン、自転車、徒歩といった配達手段によるストップ間の走行速度、ストップに要する時間、その他の若干の単位能率の記述があるにとどまり、関数形等は示されていない。

10 Cohen et al. (2002) の「固定費 + 物数比例」の配達費用関数において、固定部分は、物数の如何にかかわらず、区数も変えず、1区には1人を配置して定時で走行するものとし、ストップ数の変化も考慮していない単純なものと思われる。

11 わが国では、近年、「DOSS」(Delivery Operation Support Systemディーオス：配達作業支援システム)が稼働しており、データ取得は以前より容易になったと考えられる。一方で、非正規職員の増加により1区当たりの指標も変わっている可能性がある。

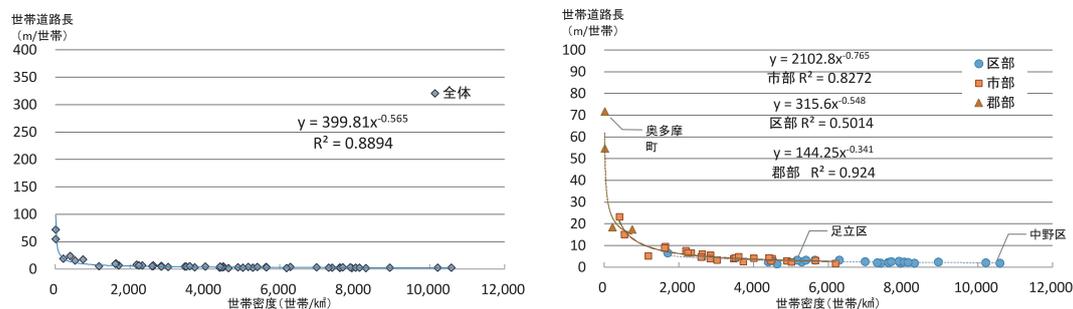
5.3 市区町村の郵便的、地理的パラメータの検討

全国から、いくつかの地域特性を代表する地域を選定し、その上で、配達物数と地理的パラメータとの関係をモデル化する。さらに、それを全国に拡張してマクロ数値と整合するかどうかをチェックする。地域特性としては、①東京都特別区部、②政令都市・県庁所在地の区部、③地方都市、④農山村部の4区分を考え、候補として、東京都と福岡県から4つの地域を選ぶこととした⁽¹²⁾。

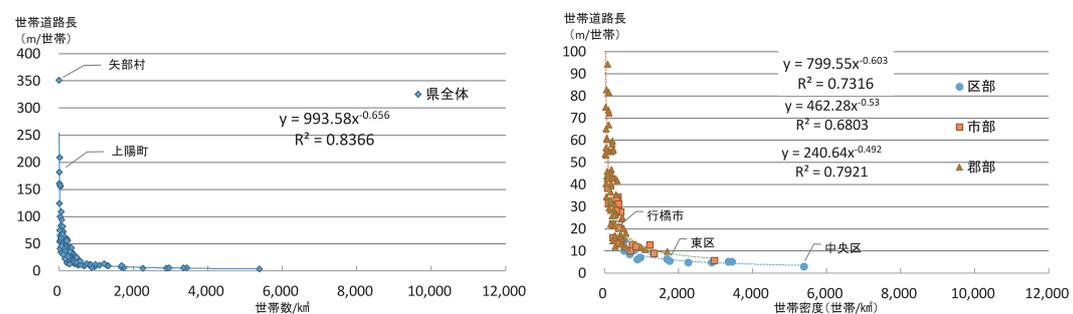
事前作業として、まず、配達に関わる地理的パラメータの相互関係を探ってみよう。指標には、行政区の面積、道路延長、人口、世帯数、事業所数、棟数（世帯が入居する物理的な建物数）が考えられる。しかし、単相関、重相関をとっても、明瞭な関係は得られなかった（計算、図示は省略する）。

配達の基本に立ち返ると、2項分布で定まるのは、①1つの配達先に対する配達物数及び②1つの配達区における実際の配達先の数、その全世帯・事業所数に占める割合、すなわちカバレッジである。英語文献では、これらを配達のdensityとよぶことが多い。そして、世帯・事業所は、一定の面積の中に存在するが、具体的には線状の道路の左右に位置する。そこで、東京都及び福岡県における市区町村の面積に対する世帯数⁽¹³⁾（以下、「世帯密度」とよぶ）、世帯数に対する道路延長（以下、「世帯道路長」とよぶ）という比率、密度を考えてみる。道路延長は市区町村道路延長⁽¹⁴⁾、基準時はわが国の郵便物数のピーク近く、平成の町村合併前の2003年とした⁽¹⁵⁾。

これらのデータによると、[図16]及び[図17]のとおり、東京都及び福岡県の市区町村において、この2つの指標の間には、明瞭な関係が認められ、全体として累乗近似がよく当てはまる。



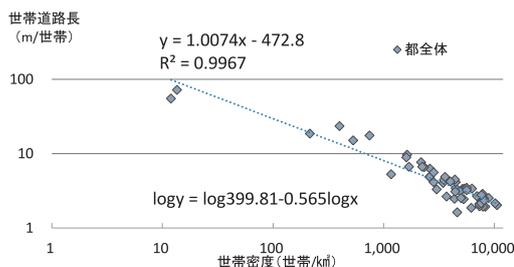
[図16] 世帯密度と世帯道路長（東京都）



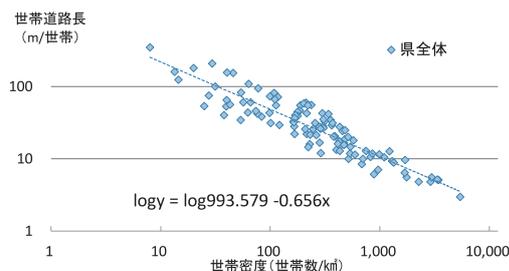
[図17] 世帯密度と世帯道路長（福岡県）

- 12 東京都と福岡県を例にとったのは、筆者の勤務、居住経験から地況や局情が理解しやすいという単純な理由による。さらに、分析に必要な市区町村別の道路延長のデータが得られることがある。
- 13 原単位には事業所も存在するが、本稿のモデルでは、400世帯に48事業所をペアとしているので、パラメータとしては、事業所の密度だけで足りる。

世帯密度が500世帯/km²を切ると、東京都、福岡県のいずれにおいても、世帯道路長が急速に増加する。福岡県の最大世帯密度は6,000世帯/km²位で東京より低い一方、世帯道路長は最大350mに及ぶ。これを [図18]、[図19] のように両対数表示すると線形となり、分布の構造がより明確になる。福岡県の近似曲線が東京都の上方に位置し（同じ世帯密度でも世帯道路長が長い）、傾斜も急である（世帯道路長が世帯密度の変化に対し大きく変化する）。また、東京都の市区町村は世帯密度が高く世帯道路長が短い。福岡県はその反対であり、両者を合わせると近似曲線に沿って市町村が隈なく分布する形となる。2都県を合わせたこの状態は、全国の縮図になっていると言えよう。

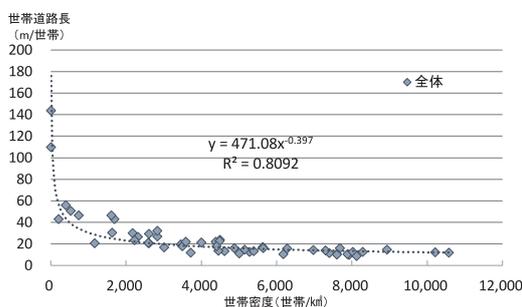


[図18] 世帯密度と世帯道路長（東京都）

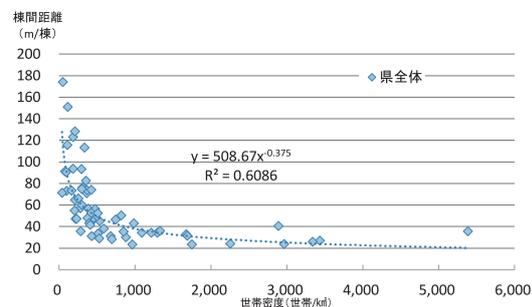


[図19] 同左（福岡県）

配達先は個々の世帯・事業所であるが、それを収容するのは1戸建以外に、集合住宅、事業所ビルもあるから⁽¹⁶⁾、世帯道路長は、棟間の距離（ストップ間の距離）と同じではない。世帯密度と棟間距離の関係の決定係数は、[図20]、[図21] のとおり、道路密度との関係よりやや低くなるが、累乗近似できる点は同様である。



[図20] 世帯密度と棟間距離（東京都）



[図21] 世帯密度と棟間距離（福岡県）

5.4 代表地域の選定と各種のパラメータ

福岡県と東京都のいくつかの市区町村について、基本となるパラメータを [表8] に示す。これらの地域に対し、地理的条件を勘案して、1つの配達区（郵便外務1人の担当区域）当たり

14 データは、『東京都統計年鑑 平成15年』9 運輸及び通信106「地域、種類別道路の延長及び面積」(2004.4.1現在、<https://www.toukei.metro.tokyo.lg.jp/tnenkan/2003/tn03qyti0510u.htm>)及び『ふくおかデータウェブ』10-1「道路現況」2000～2004 (2003.4.1現在、<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/dataweb/report-1-10-1.html>)に基づく。東京都の島嶼部道路を除く。福岡県は市区村道データしか得られなかった。世帯数は『住民基本台帳』(2003.1.1現在)、面積は『東京都統計年鑑 平成15年』1 土地面積及び気象1「地域別土地面積」(2003.10.1現在、<https://www.toukei.metro.tokyo.lg.jp/tnenkan/2003/tn03qyti0510a.htm>)及び『ふくおかデータウェブ』1-4「市区町村別面積」2000～2004 (2003.10.1現在、<http://www.pref.fukuoka.lg.jp/dataweb/report-1-1-4.html>)による。いずれも最終閲覧日は2020年3月10日。

15 合併後は、市部と郡部が一体化して、地理的な特性が混ざり合い、分析が困難となる。

16 世帯数、棟数は、総務省統計局編『住宅・土地統計調査報告 平成15年 第1巻 (全国編)』(2003)に基づく。

の配達可能物数を想定する⁽¹⁷⁾。これは、郵便事業における伝統的な指標であり、大都市部あるいは県庁所在地で2,500~1,800通、その他の市部で1,500通~1,200通、農村山間部、過疎地で500、200通等といった当時の経験値にしたがった⁽¹⁸⁾。そして、世帯数をキーとして各行政区を原単位に換算し、全国一律の原単位物数を乗じて機械的に行政区の1日の要配達物数を推測する。

行政区	国道	県道	区市町村道	世帯数	面積	世帯密度	道路世帯長	棟間距離	むね総数	1戸建	長屋建	共同住宅	その他
	km	km	km	世帯	km ²	世帯/km ²	m/世帯	m/棟	棟				
東 区	NA	NA	720	112,773	67.3	1,676.7	6.4	32.8	43,860	36,800	710	6,150	200
中 央 区	NA	NA	244	81,676	15.2	5,387.6	3.0	35.5	13,780	8,910	150	4,520	200
太 宰 府 市	NA	NA	300	25,228	29.6	852.0	11.9	35.3	16,990	15,710	170	1,040	70
行 橋 市	NA	NA	538	26,460	69.8	378.9	20.3	47.9	22,460	21,120	540	640	170
八 女 市	NA	NA	408	12,304	39.3	312.8	33.2	76.1	10,730	10,320	90	260	50
立 花 町	NA	NA	550	3,491	86.6	40.3	157.4	314.8	3,491	NA	NA	NA	NA
黒 木 町	NA	NA	832	3,986	135.5	29.4	208.6	417.2	3,986	NA	NA	NA	NA
上 陽 町	NA	NA	215	1,184	59.3	20.0	181.4	362.8	1,184	NA	NA	NA	NA
星 野 村	NA	NA	146	1,180	81.3	14.5	124.0	248.0	1,180	NA	NA	NA	NA
矢 部 村	NA	NA	226	643	80.5	8.0	350.8	701.7	643	NA	NA	NA	NA
中 野 区	-	27	334	164,952	15.6	10,580.6	2.0	11.7	54,650	34,530	1,600	17,570	950
足 立 区	8	96	920	274,158	53.2	5,153.3	3.4	14.4	114,800	95,080	1,380	17,030	1,320
福 生 市	4	17	128	26,519	10.2	2,589.7	4.8	20.7	11,750	9,950	120	1,600	70
武蔵村山市	-	19	243	25,069	15.4	1,631.0	9.7	30.3	15,420	14,090	320	930	90
瑞 穂 町	6	19	219	12,544	16.8	745.3	17.5	46.5	9,050	8,620	40	370	30
日 の 出 町	1	25	112	6,043	28.1	215.2	18.5	43.0	4,920	4,760	80	60	20
檜 原 村	-	52	69	1,263	105.4	12.0	54.8	109.6	1,263	NA	NA	NA	NA
奥 多 摩 町	27	52	220	3,071	225.6	13.6	71.7	143.4	3,071	NA	NA	NA	NA

[表8] 東京都と福岡県市区町村の道路延長、世帯数、面積、棟数、各種密度

ここに1区の配達可能物数を適用すれば、[表9]のように、当該行政区の郵便物を配達するに必要な区や要員が導かれる⁽¹⁹⁾。その結果は、概ね当時の郵便事業における経験値の範囲内となっている⁽²⁰⁾。結局、郵便物数は、配達区を媒介として、[図16]以下に示したような関係に立つ、道路、面積（そこに位置する世帯/事業所）に貼り付けられることになる。

この中から4つの地域を代表するものとして、①東京都の特別区として足立区を、②政令市の区/県庁所在地の例として②福岡市東区、③地方都市の例として福岡県行橋市、④郡部（山間部）の例として福岡県旧八女郡上陽町を選定した。その理由とそれぞれの地域特性は、次のとおりである。いずれも2003年当時の状況である。

- ① 東京都足立区は、世帯密度が5,000世帯/km²を超え、住宅密集地域の例である。世帯密度の高すぎる同中野区や、世帯が少ないが事業所が多いため配達物数の多い同中央区は、代表例になりにくい。足立区には、足立、足立北、足立西の3集配局がある。
- ② 福岡市東区は、政令市の区あるいは県庁所在地の例である。同市中央区は、世帯密度が

17 東京都の千代田区、中央区、新宿区等は、経験的に1区の1日配達物数が4,000通を超え、事業所数を除いた場合の世帯当たり1日配達物数が10通から20通にも達する。これは、単に物数が多いだけでなく、事業所数と世帯数の比が平均から偏っていると同時に事業所の郵便物が多いためである。本稿は単純化のため、平均的な一律の原単位をモデルとしており、このような区を代表例から外した。

18 各局の配達物数と配達区数は、統計の形では公表されていない。

19 実際の郵便局の郵便外務の人数は、かつて各郵政局で毎年作成、公表していた「郵政職員録」により確認できる（東京は主任まで。また、総合担務局は郵貯保兼任になる）。これは休暇要員等を含むから、その2/3弱が1日の実働要員、すなわち配達区数となる。

20 本稿モデルでは原単位の物数をもとに一律に郵便物数を計算し、地域特性や所得格差を考慮していないから、都市部の物数は実際より少なく、郡部の物数は実際より多く推計されることになる。たとえば、東京郵政局編集・刊行（1993）『平成4年度 東京郵政局統計年報』に、単独局、総合局それぞれの配達区の合計値が記載されているが、これによると、本表の檜原村、奥多摩町の数値は、推定1日物数、1区配達物数、配達区数とも過大と見られる。

行政区	世帯数	面積	世帯密度	世帯密度	原単位数	推定 1日物数	1区想定 配達物数	通常配達 想定区数	推定 外務要員
	世帯	km ²	世帯/km ²	m/世帯		通	通	区	人
東区	112,773	67.3	1,676.7	6.4	282	145,477	1,900	77	123
中央区	81,676	15.2	5,387.6	3.0	204	105,362	2,500	42	67
太宰府市	25,228	29.6	852.0	11.9	63	32,544	1,500	22	35
行橋市	26,460	69.8	378.9	20.3	66	34,133	1,400	24	39
八女市	12,304	39.3	312.8	33.2	31	15,872	1,200	13	21
立花町	3,491	86.6	40.3	157.4	9	4,503	500	9	14
黒木町	3,986	135.5	29.4	208.6	10	5,142	500	10	16
上陽町	1,184	59.3	20.0	181.4	3	1,527	500	3	5
星野村	1,180	81.3	14.5	124.0	3	1,522	500	3	5
矢部村	643	80.5	8.0	350.8	2	829	300	3	4
中野区	164,952	15.6	10,580.6	2.0	412	212,788	2,500	85	136
足立区	274,158	53.2	5,153.3	3.4	685	353,664	2,200	161	257
福生市	26,519	10.2	2,589.7	4.8	66	34,210	1,800	19	30
武蔵村山市	25,069	15.4	1,631.0	9.7	63	32,339	1,800	18	29
瑞穂町	12,544	16.8	745.3	17.5	31	16,182	1,500	11	17
日の出町	6,043	28.1	215.2	18.5	15	7,795	1,200	6	10
檜原村	1,263	105.4	12.0	54.8	3	1,629	500	3	5
奥多摩町	3,071	225.6	13.6	71.7	8	3,962	500	8	13

[表9] 市区町村の原単位数と推定物数、推定配達区数、推定要員

東京都足立区より高く、政令市の代表例として不適當である。東区は、筥崎宮、海浜公園、九州大学、港湾、志賀島等、多様な土地利用を含み、全てが住宅地域ではない。配達は、福岡東局と和白局の他、区の南部、博多区に隣接する地域を博多局が受け持っていた。東区は、当時、福岡市の平均的な世帯密度であったが、それ以降人口が急増し、現在では、福岡市の中でも高い人口密度となっている。

- ③ 福岡県行橋市は、福岡県の東部、北九州市から25kmに位置し、その通勤圏である。JR駅の周辺に商業地、住宅が多く立地するが、それ以外にも住宅が散在し、市の西南方には農地がある等、ややローカルな市部の例となる。配達局は、行橋局である。
- ④ 福岡県旧八女郡上陽町は、福岡県南部にあって八女市の東北に位置し、茶の産地である。一部を除き山村地域であり、農山村地域の例である。当時、配達局は集配特定局の上陽郵便局であった（現在は無集配局）。2006年八女市に合併された。

5.5 代表例の全国的拡張と妥当性の検証

[表9] は、各地域の物数と地理の関係が、局所的な経験値に合致することを示したにとどまる。そこで、全国を覆い尽くすよう、代表例に適宜の倍数を乗じ、その結果が全国的なマクロ数値と矛盾しないかどうかを検証する。[表10] は、郵便局数の全国総数を勘案して欄外の倍数を乗じて得られたパラメータの全国値を示す。足立区は3集配普通局、東区は2局+0.5集配普通局（博多局の受持分を0.5と見なす）、行橋市は1集配普通局、上陽町は1集配特定局が配

倍数	行政区	配達区数	郵便物数	区市町村道	世帯数	面積	DID 人口比率	DID世帯数 推計	むね総数	1戸建	長屋建	共同住宅	その他
			通/日	km		km ²		世帯	棟				
110	東区	8,422	16,002,489	79,244	12,405,030	7,399	0.96	11,847,375	4,824,600	4,048,000	78,100	676,500	22,000
800	行橋市	19,505	27,306,720	430,141	21,168,000	55,864	0.36	7,721,320	17,968,000	16,896,000	432,000	512,000	136,000
2500	上陽町	7,637	3,818,400	536,985	2,960,000	148,300	0.00	0	2,960,000	2,960,000			
50	足立区	8,038	17,683,191	45,992	13,707,900	2,660	1.00	13,707,900	5,740,000		69,000	851,500	66,000
	計	43,602	64,810,800	1,092,361	50,240,930	214,223	0.66	33,276,595	31,492,600	28,658,000	579,100	2,040,000	224,000

[表10] 全国拡張結果

達を行うこと及び全国の集配局数を勘案して、集配普通局数は $110 \times 2.5 + 800 + 50 \times 3 = 1,175$ 局、集配特定局数は2,500局となっている。欄外の倍数はその意味である。

- ① まず、郵便局数のマクロ的整合性であるが、元々全国合計に近くなるよう設定されたことから、郵政公社の末期よりやや少ない程度であり、分析上の問題はない。
- ② 全国の配達区数は43,602区となり、平成9年度末の通常配達区（一部小包兼配あり）22,822区と集配区21,912区の合計44,714区⁽²¹⁾よりやや少ない程度である。
- ③ 1日の郵便物数は、モデル上、原単位 $125,000 \times 519$ 通 = 約64,854千通（単純日割計算で64,103千通）であり、拡張結果の約64,811千通とは僅かな誤差があるにすぎない。
- ④ 道路延長の1,092,361kmは、[表11] の市町村道実延長992,674km⁽²²⁾より10%程長いが許容範囲であろう。

高速自動車国道	一般国道	都道府県道	市区町村道
供用延長 (km)	実延長 (km)	実延長 (km)	実延長(km)
7,196	54,004	128,719	992,674

[表11] 全国道路延長

- ⑤ 棟総数は、計算上の31,492,600棟に対し、実際値は [表12] のとおり31,640,800棟⁽²³⁾であり、これもわずかな相違である。

(棟)

地 域	総 数	一 戸 建	長 屋 建	共同住宅	そ の 他
全 国	31,640,800	28,798,100	643,200	2,005,400	194,100
市 部	23,707,600	21,160,300	534,900	1,847,600	164,800
人口集中地区	18,204,300	15,836,100	482,300	1,737,000	148,900
関東大都市圏	7,314,100	6,319,100	119,100	815,600	60,300
中京大都市圏	2,041,400	1,865,900	50,000	116,600	8,800
京阪神大都市圏	4,040,300	3,620,900	157,900	240,100	21,400

[表12] 全国建物の建て方

- ⑥ 人口集中地域の構成については、2000年国勢調査の全国DID人口比率は約66%であったが、試算の約66%とほぼ一致している。

以上から、4つの代表例とその全国拡張の結果は、現実の描像として妥当なものといえよう。

6 物数の増減と配達効率

6.1 配達効率の尺度とその決定要因

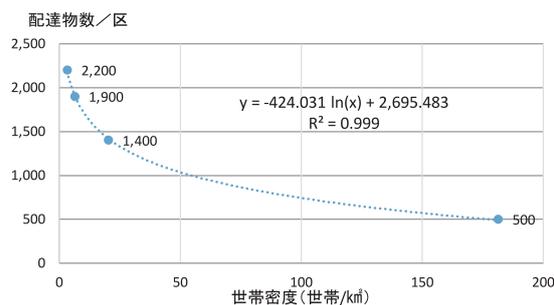
1人の外務職員が1日何通郵便物を配達できるか（1区当たりの配達物数）は、先に示した「時間制約式」で表現できるが、変数が多く、測定が容易でない。そこで、1区の配達物数が何に

21 前掲『平成9年度 郵便の統計』による。同統計上、本文以外に、特別配達区198区（大都市部の事業所への大量配達）、書留通常配達区18区、委託集配区1,772区（物数が少ない山間部等の個人委託）、小包単配区1,078区（都市部の事業者委託）、小配達区295.5区、小集配区104区、団地配達定数3,628（都市部における集合住宅の配達委託）が存在する。本モデルではこれらを考慮していないので、配達物数が都市部とそれ以外とで入り雑っていることになる。

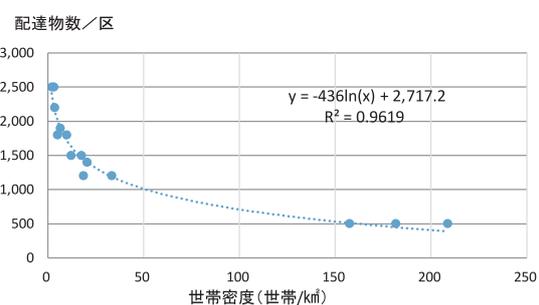
22 前掲『道路統計調査』より「道路現況の推移」における2003年の値。

23 前掲『住宅・土地統計調査報告 平成15年 第1巻（全国編）』による。

依存するかを考えてみる。4つの代表例について、世帯道路長と1区当たり配達物数の関係を散布図としてプロットすると、世帯当たり道路と1区配達物数の関係は、[図22] のようにきれいな対数近似曲線を描くことになる。



[図22] 1区当たり配達物数と道路密度 (4代表例)



[図23] 1区当たり配達物数と道路密度 (14例)

道路密度 (道路延長/世帯) も1区当たりの配達物数も都市化の指標である。これら2つの密度には、その分子、分母に、配達物数、道路延長、世帯数、外務職員数 (区数) という配達に必須の要素を含んでいる。また、1区で何通配達できるかは、配達手段 (とりあえず自動二輪を考える) の走行速度、郵便受箱への投函時間、速達郵便物のように対面配達が必要なものに要する時間等、様々な要素が織り込まれた結果⁽²⁴⁾である。したがって、ここで推測した1区当たりの郵便物数が妥当であるならば、「時間制約式」を充足するものとして、この対数近似式により、道路密度に対する配達効率 (1区当たりの配達物数) が表現されていることになる。この方法の効用は、走行速度や受箱への差入時分のような実務的で細かなデータを用いることなく、1区当たりの配達物数が、単純な要素から機械的に導かれることにある。

全国の各市区町村の世帯道路延長と、対応する配達局の配達区数、郵便物数が分かれば、両者の関係がこの図にプロットでき、バラツキはあっても、この図の近似曲線に沿いつつ、その上下に分布する形になるであろう。それは、4つのモデルに集約された全国約4,000局の集配局が個々の局に分解された散布図である。試みに [表9] から、世帯密度15人/km²未満の町村⁽²⁵⁾を除いた14の地域についてプロットすると [図23] のとおり (基礎になる1区の物数は筆者の経験値にすぎないが)、近似曲線の形状と決定係数は [図22] とほとんど同じである。

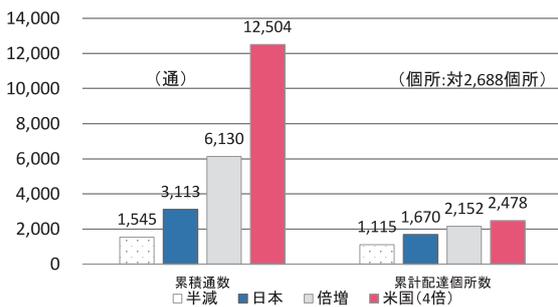
6.2 物数増加と近似曲線のシフト

下図は、藤本 (2019) 中 [図14] の再掲である。モデル上1原単位に対し1週間 (6日) に配達される郵便物数の累計と配達個所数の累計 (6日で3,113通、1,670個所) が基本であり、この物数が半減、倍増、4倍増した場合の配達個所数の変化を示している。物数4倍増の場合、全体で見ると、個所数は1,670⇒2,478 (1.48倍)、累積通数は12,504/3,133=3.99≒4倍となっている。1個所当たりの配達物数は、3,133/1,670=1.88通⇒12,504/2,478=5.05通 (2.69倍) となる。1.484 (配達個所の増加率) × 2.691 (個所通数の増加率) = 3.98≒4倍であるから、1個所当たりの物数も確かに4倍に増加している⁽²⁶⁾。このように、全体の物増が「個所数効果」と「個所平均の

24 ただし、局外作業に関しては、普通通常郵便物だけでなく、速達、書留のような対面配達の数、小包配達を部外委託していない地方の郵便局にあっては小包の配達物数、さらには、始業点検、局内作業である道順組立 (当時は集中処理が進んでいなかった) に要する時間等も含む、総合的な効率となっていることに留意しなければならない。なお、規模の経済を論じる際に複数の生産物について費用の劣加法性が認められることを必要とするため、後述する先行研究例では、郵便物の種別を細かに分けて立論しているが、本稿ではモデルの単純化のため、これらを一括して扱う。

25 これらは、注17で述べたように、郵便物数、区数等について、中心から外れた事例でもある。

通数効果」に分解されるが、これはいずれも確率上定まるものである。

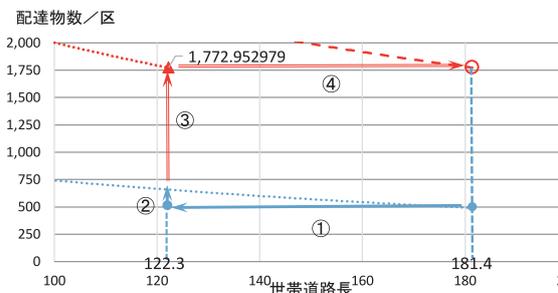


[図14] 配達個所数と郵便物数 (再掲)

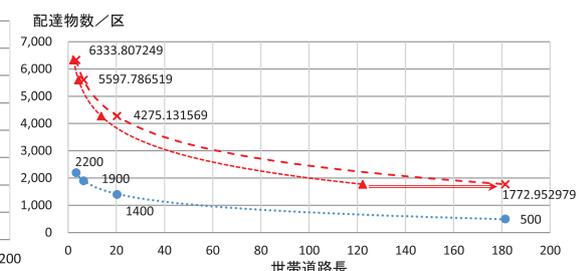
	1通も配達のない日	カバレッジ
当初	37.87%	62.13%
半減	58.56%	41.44%
2倍	19.94%	80.06%
4倍	7.82%	92.18%

[表13] 2項分布によるカバレッジ計算

[図14] をカバレッジとして整理すると [表13] のとおりとなる。物数4倍増の場合、92.18%の世帯に配達が行われるが、これを当初の62.13%と比べると、世帯道路長が $62.13/92.18$ の比 ($0.674 = \text{個所数の増加率}1.48\text{倍の逆数}$) で短くなるのと同じ効果を持ち、走行する棟間距離の短縮を伴うことになる。[図22] において、物数増加前の世帯道路長にこの短縮率を乗じた世帯道路長に対応する1区当たりの配達物数が、増加後の配達物数になる。この差分が物増の地理的な「個所数効果」である。各個所に働く通数効果をこれに乗じると最終的な1区当たりの配達物数が得られる。このことを [図24] で示してみよう。まず、出発点から左向きの世帯当たり道路長の短縮 (①) による通数増加効果 (②) が生じ、そこに個所平均の通数効果 (③) が加わる。しかし、1区の世帯/事業所の総数が変わるわけではないから、これを元の世帯道路長に引き戻すと、(④) 元々の世帯道路長に対応する物数増加後の新たな1区当たりの物数となる。世帯道路長と1配達区当たりの配達物数を対応づけるこのような方法を、仮に「道路密度法」と呼ぶことにしよう。[図24] は部分であり、シフト後の全体像は [図25] のとおりである。1区の配達物数は増加するが(縦方向で比較)、4倍にはなっていない。



[図24] 物数増のメカニズム



[図25] 物数増による近似曲線のシフト

物数増加により面積あるいは道路延長当たりの配達個所数が増加し、密度が上がるので、そのこと自体は効率アップの要素である。しかし、ストップ数の増加により、平均走行速度の減少と受箱投函の時間が増加する。このため、以前と同じ道路延長、面積に対する配達ができなくなる結果、多くの場合、増区が必要となるのである。1区の配達物数が4倍にならないのは、このためである。

この1人1区当たり物数は、物数増による配達先に対して物数が積み上がった姿であり、外務職員1人が無限に郵便物を持ち出せるのであれば、すべて配達することが可能である。その意

26 通数、個所数は、増加、減少の場合を含め、2項分布計算における数値であり、端数を整数化することから、正確には通数は倍数系列になっていない。

味で、これは算出上の上限物数である。実際には、バイク、四輪等、配達手段によって持ち出し物数は制約される。1区、一定の物数を超えると、バイクでは不可能になり⁽²⁷⁾、シフト後の曲線は、実際にはそこで腰折れすることになる。

Cohen et al. (1998) によれば、米国のレジデンシャル・ルート⁽²⁸⁾を利益の大きい順に四分位に分けた場合、[表14] のとおり、1ルートの配達物数は、平均1,131~3,485通の間に分布する⁽²⁹⁾。これは平均であるから、第一分位の最大配達物数は3,485通より多いと考えられるが、四輪を用いる米国でも、限界があることが示唆されている。

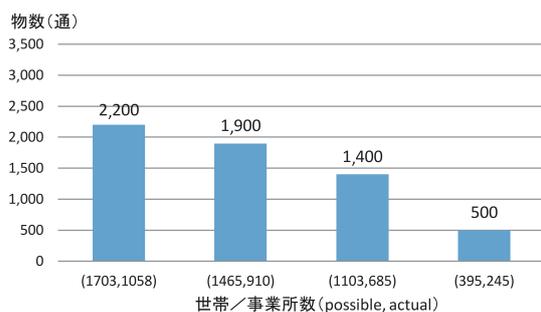
四分位数	利益 (ドル)	費用 (セント) /			物数 通	通数 /	
		Piece	Delivery	Stop		Delivery	Stop
1	248	7.6	39.9	66.6	3,485	5.2	8.6
2	50	12.0	52.0	43.1	2,206	4.3	6.1
3	-25	15.7	56.8	74.2	1,692	3.7	4.8
4	-110	23.5	64.8	81.9	1,131	2.8	3.5
全ルート	41	12.5	51.7	73.6	2,128	4.1	5.9

四分位数	Deliveries /		Stops /		ルートタイプの比率		
	Possible	Actual	Possible	Actual	Foot	P.&Loop	Curb
1	670	612	400	386	14	56	31
2	507	460	365	348	13	62	25
3	467	408	356	330	15	69	16
4	411	332	324	278	16	75	9
全ルート	514	453	361	336	14	66	20

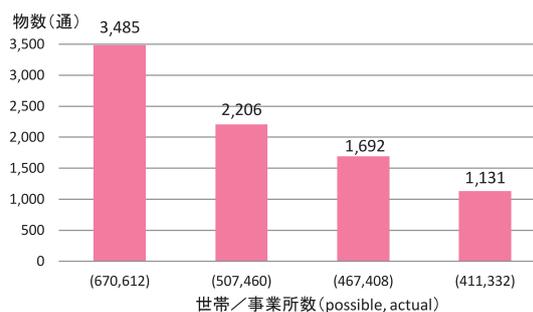
[表14] 利益の大きい順にソートされたレジデンシャル・ルートの平均値

[図14] 及び [表14] をもとに、彼我の1区当たりの世帯数と物数の関係を [図26]、[図27] で示すことができる。下欄に世帯数/事業所数を、CohenのいうPossible delivery (配達の有無を問わない世帯数)、これに対するActual delivery (実際の配達先) とに分けて記した。

比較の上では、カバレッジが異なること (65%対92%)、わが国の [図26] は利益順の四分



[図26] 1区当たり配達先数と配達物数 (日本)



[図27] 1区当たり配達先数と配達物数 (米国)

27 わが国でも、物数の多い大都市の一部の業務地域では、配達に軽四輪自動車を用いている。

28 USPSの配達ルートは、人口や配達個所の多寡に応じて、city carrierの行うbusiness route及びresidential routeとrural carrierの行うrural routeに分けられる。city delivery serviceは、最低2,500人の住民又は750個所のpossible deliveryが必要である。business routeは事業所がPossible deliveryの70%以上、residential routeは住宅が70%以上とされる。以上が2019年11月現在の“Postal Terms” (https://about.usps.com/publications/pub32/pub32_terms.htm) の記述であるが、[表14]のpossible deliveriesの数とは整合しない。

29 Cohen, Robert H., William W. Ferguson, John D. Waller, and Spyros S. Xenakis(1998), “An Analysis of the Potential for Cream Skimming in the U.S. Residential Delivery Market”. In *Emerging Competition in Postal and Delivery Systems*, edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers.

位でなく、4地域を通数順に並べたものであり、便宜的な区切りであること⁽³⁰⁾、及び1区500通の段階は米国のアーバンエリアに該当しないこと、Actual、Possible の比率が4地域で同じとしていることを考慮する必要がある。それにしても、わが国の1区当たりの配達先は際立って多い。一方、USPSは1区当たりの配達先が少なく⁽³¹⁾、1区当たりの物数は多いが、わが国と比べて際立って多いとまではいえない。四輪のバンを用いて配達しても1区の物数がこの程度に止まっている原因は、米国の1ルート⁽³²⁾の長さが長い（1人の配達エリアが広大）ためとも、あるいは事業の効率性が問われるような事態かも知れない。なお、米国の1区当たりの配達物数は、利益の減少に伴って急速に減少することも注目される。このとき、カバレッジも1配達先当たり物数も減少していくのが分かる。わが国のモデルでは、各世帯への1回の配達物数を同数、カバレッジも同じと仮定しているから、[図26]の1区における世帯数の減少による配達通数の減少は、主として棟間距離の増加（地理的密度）によるものである。

7 配達効率に関する先行研究と本稿2項モデルとの関係

わが国では、郵便の配達効率に関する実証的、数量的研究は、これまで見受けられないようである。しかし、外国、特に米国については、1990年代以降、相当数の研究がある。いささか煩瑣に見えるが、これらと対比しつつ、本稿の「2項分布に基づく2段階モデル」、さらには「道路密度法」の位置づけを明確にしたい。

1) Rogerson and Takis (1993)「郵便事業における規模と範囲の経済」⁽³²⁾は、以前Panzar (1991)が述べた郵便事業の規模と範囲の経済に関する議論をUSPSに即して具体化し、区分、運送、配達⁽³³⁾の3機能について論じている。1971年の料金決定案件以来、PRC (Postal Rate Commission) の聴聞において議論が重ねられ、USPSのcity deliveryの配達関数モデルは経験的なテストを受けてきたが、強い規模の経済を示すという。モデルは、ロードタイムとランニングタイムという2つの主な構成部分に分けられる。前者は配達費用の25%を占め、配達人が郵便物を郵便受箱に差し入れ、あるいは手交し、集荷する時間であり、それぞれの配達個所の郵便物数に比例する。後者はそれ以外のものであり、配達先への歩行、あるいは走行時間である。これは、物数増加により配達個所数が増えるという点では物数に関わる。ロードタイムの弾力性は、1戸建て、集合住宅、事務所等を平均して75%である。一方、ランニングタイムの物数に対する弾力性は、まず、配達先数に対するランニングタイムの弾力性の推測であるが、これは、様々なカバレッジレベルのルートをランダムに走らせて回帰分析を行う。次に、郵便物数に対する配達先数の弾力性を推測する。これは郵便物の種別ごとに行われる。そしてこの2つの弾力性が総合される。現在90%以上のカバレッジがあり、このレベルだと物数が増えても配達先数はほとんど増えない。その結果、ランニングタイムの費用は、15%がvolume variable（物数に対して可変）であるに過ぎない。2つの構成部分を結びつけて、USPSは配達費用の弾力性を約35%と推測している。なお、Panzar (1991)の郵便ネットワーク機能のアンバンドリング論⁽³³⁾、特に配達機能の分離には反対しているが、この点

30 [表10]の行橋市の段階を2分すると、[図24]は、わが国全体の配達区数がほぼ均等に5分された(7,600~9,500区)ヒストグラムに近づく。

31 1区当たりの世帯数が都市化の度合いを示すものであること、また米国の対象区がresidential areaにあることから、わが国の1区388世帯の地域を除いたものが比較の対象となろう。

32 Rogerson, Cathy and William M. Takis (1993), "Economics of Scale and Scope and Competition in Postal Services", In *Regulation and Nature of Postal and Delivery Services*, edited by M. Crew and P.A. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers.

は本号の範囲を越えるので、今は論じない。

- 2) Christensen et. al (1993) 「USPSの生産性：測定とパフォーマンス」⁽³⁴⁾ は、郵便には economy of density (密度の経済) があり、一つの配達個所に多くの郵便物を配達することで収穫が増え、物数に対する弾力性は0.79 (物数の10%増加に対するコスト増は約8%) であるという。
- 3) Cohen et al. (1993) 「ルーラル・デリバリーとユニバーサルサービス義務：数量的研究」⁽³⁵⁾ は、アーバン (都市部)・デリバリーに対して高コストとの通念があるルーラル (田園部)・デリバリーについて、料金決定プロセスのデータを用いて、コスト構造、人口密度との関係等を論じている。1マイル当たりの郵便受箱数により、ルーラル・ルートと5分し、1日1通当たりの作業時分を比較している。それは第1分位の23.15秒から第5分位の11.41秒にわたる。また、マイル当たりの受箱数が増加すると、そのルートからの利益が増加し、規模の経済は1マイル当たりの受箱数に関係するという。
- 4) Cohenを共著者とする論文は、上記以外にも多数存在する。Cohen et al. (2002) の、郵便の処理費用全般を単純に固変分解する方法については、藤本 (2019) に述べたとおりであるが (前号の [図5] 及び [図6] を参照)、Cohen and Chu (1997) 「郵便システムにおける規模の経済の測定」は、配達作業に踏み込んだ、やや詳しい分析を行っており、主要な機能ごとのオペレーションコストが [表15] に示されている⁽³⁶⁾。Street Delivery (局外作業) が郵便の全体コストの21.0%、In-Office Delivery (局内作業) が14.7%を占める。Street Time (局外作業時間) は、いくつかの構成部分に分けられる。①Route Time (ルートタイム) は、キャリアがルートを徒歩あるいは運転して通過するために要する時間 (配達地点には達しない)、②Access Time (アクセスタイム)⁽³⁷⁾ は、キャリアが配達を行うためにルートから離れる時間 (走行の基本線から外れて配達ポイントまで徒歩あるいはドライブして戻ってくる時

Function	Cost	Percent of Total Cost	Function	Cost	Percent of Total Cost
	(\$ billions)			(\$ billions)	
Street Delivery	10.1	21.0	Route Time	2,950	29.3
In-Office Delivery	6.6	14.7	Access Time	5,205	51.7
Mail Processing	15.9	33.0	Element Load Time	1,912	19.0
Transportation	3.7	7.0	TOTAL	10,067	100.0
Retail Services	2.5	5.1			
Other	8.9	18.5			

Note: 財務省に対する遡及的負担の支払等、非オペレーションの費用を除く。

[表15] USPSの主要なオペレーションコスト (1993)

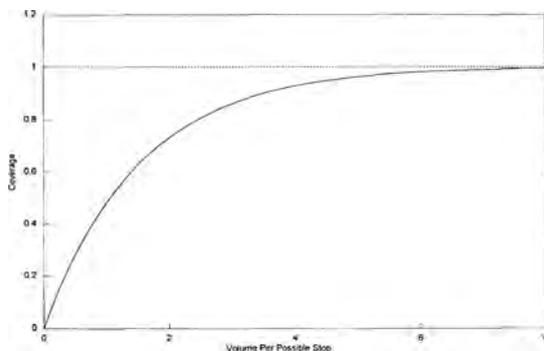
Note: 単純化のため、カバレッジ関連のロードタイム (\$1,232million) はアクセスタイムに含め、ストリートサポートはすべてこれら3つの機能に振り分ける。

[表16] ストリートタイムの構成要素 (1993)

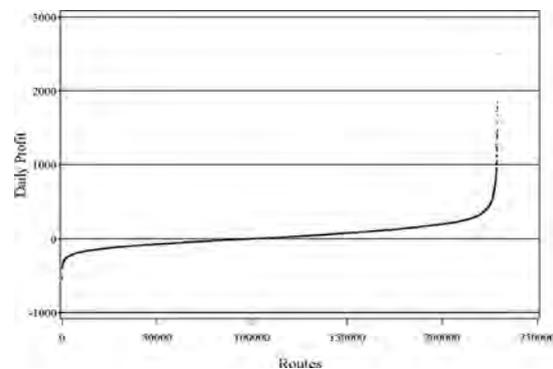
- 33 米国において、区分はワークシェアリング、運送は部外委託により、既に実質的民間参入が行われているが、配達についてもその機能を他と分離して、それぞれの地域の意思により配達レベル (配達頻度等等) を決定させるのがよい、とするもの。
- 34 Christensen, Dianne C., Laurits R. Christensen, Charles E. Guy, and Donald J. O'Hara (1993), "U.S. Postal Service Productivity: Measurement and Performance", In *Regulation and the Nature of Postal and Delivery Services*, edited by M. Crew and P.A. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers.
- 35 Cohen, Robert H., William W. Ferguson, and Spyros S. Xenakis (1993), "Rural Delivery and the Universal Service Obligation: A Quantitative Investigation", In *Regulation and the Nature of Postal and Delivery Services*, edied by M. Crew and P.A. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers.
- 36 Cohen, H. Robert and E.H. Chu (1997) "A Measure of Scale Economies for Postal Systems", In *Managing Change in the Postal Delivery Industries*, edited by Crew Michael and P.R. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers

間、運転スピードはスローダウンする)、③Element Load Time (エレメント・ロードタイム) は外務職員が配達先の郵便受箱に郵便を差し入れるのに要する時間である。

[表16] によれば、ストリートタイムの過半は、アクセスタイムとなっている。ルートタイムコストは、本質的に固定であり、アクセスタイムは部分的に可変、ロードタイムは物数比例で100%可変であるとする⁽³⁸⁾。米国では、possible delivery (潜在的な配達箇所、要するに個々の郵便受箱=世帯や事業所の存在数)のうち、約93%が配達日に毎日配達を受ける。よって、郵便物数がそれ以上に増加しても、新たなアクセスが生じることは少ない。キャリアストリートデータを回帰分析すると、アクセスコストの変化割合は約6%、現在の物数のもとで物数が10%増えるとアクセス数は0.6%増えるとする。possible stop (潜在的なストップ) 当たりの1日の通数に対し1ルートにおいてアクセスするactual stop数のパーセンテージ (要するに実際配達箇所/全ての世帯・事業所数) を与えるのが [図28] の「カバレッジ関数」(Coverage Function)⁽³⁹⁾ である。



[図28] カバレッジ関数



[図29] USPSのルートごとに配列された実際の利益曲線 (1999)

当然ながら、配達郵便物の2項分布による分配でもカバレッジを求めることができる。[図14] の実際配達箇所と全体の2,688箇所との関係がそれであり、約63%となる。これは、所得と受取郵便物数が比例するとの仮定のみから、確率的に導かれる理論値である。これに対し、カバレッジ関数は実測値に基づくが、適宜に取られた説明変数を用いてこれを回帰したものである。しかし、そこに働くメカニズム、例えば、1ストップ当たりの通数、ルート当たりのストップ数を導く説明原理は示されていない。

1ストップ当たりの通数が増えると、カバレッジは100%に近づき、飽和する。逆にこれが減少するとカバレッジは落ち、変化の割合は次第に大きくなるとする。これは当然のことである。この図では、米国のカバレッジは93%であるが、わが国のカバレッジは50%程度となっており、本稿の2項分布によるカバレッジ計算によるよりもやや低い⁽⁴⁰⁾。

37 Cohen and Chu (1997) のルートタイムとアクセスタイムは、Rogerson and Takis (1993) のルートタイムを2つに分解したもののようである。
 38 同論文の注によれば、ロードタイムは、基本とカバレッジ関連のロードタイムに分けられる。基本的ロードタイムはロードされる郵便物の数により変わり、カバレッジ関連のロードタイムは、1回のストップにかかる固定部分的なロードタイムであり、ストップ数によって変わる。だから、一部は可変、一部は固定としている。これは、本文の記述とは矛盾しており、注の記述が正しいと思われる。
 39 技術補遺によれば、1993年会計年度のシティキャリア・システムの原データを用い、300ルートに1年間にわたり2週間おきに計測した約8,000の観測値につき、累乗近似を行っている。
 40 この図は、米国の実測値による回帰結果であるが、シティルートにpossible stop当たり2通、1通という低いレベルのルートが存在するとは考えにくい。この部分に近似曲線の近くに実際データが存在しないとすれば、そこで近似曲線の当てはまりが悪くなるのは不思議ではない。

- 5) Cohen et. al (2003) 「グレイブヤード・スパイラルの実証的分析」は、「墓場への螺旋降下」について述べている⁽⁴¹⁾。これは、クリームスキミングが発生する場合、既存事業者は利益が減少して、残った部分の料金値上げを迫られ、これによって割高となった部分がさらにクリームスキミングされる、というプロセスを繰り返して、事業財政が止めどなく悪化することを指す。しかし、Cohenらは、米国においてこのような事態は発生しないという。クリームスキミングには、利益となる配達ルートと損失となるルートの差が大きいことが必要である。USPSの約24万の全ルートが利益順に並べられた[図29]によると、大きな赤字となるルートも大きな利益を生むルートも少数であり、大部分は赤字から黒字へ緩やかに移行する。したがってクリームスキミングが発生しにくく、仮に起きても、残余部分が大きな値上げを迫られるようなインパクトはないとする。同様のことはイタリアでも確認され、先進国に共通のものではないかと推測している。
- 6) Marshall and Smith (1999) 「郵便は金のあるところに行く」⁽⁴²⁾は、米国のルーラルルートに配達される郵便物の量を決定する経済的、人口学的要因を研究した。そして、郵便物の量はルートの住民の収入との相関が高く、ルートの長さに反比例するという。また、米国ではワークシェアリングの結果、USPSの外にあって区分機を保有し、区分を行うメーカー（区分業者）がルートを熟知しており、独占規定がなければ、USPSは利益の出るルートを奪われる可能性があるとする。なお、本論文は、冒頭で先行研究を要約しているが、そのうち、筆者未見の次の2件について紹介する。
- ① Bradley and Colvin (1995a) 「郵便配達の経済モデル」⁽⁴³⁾は、物数が増加する極限では限界費用はゼロに近づくとして、USPSにおける規模の経済を確認した。
- ② Haldi and Merewitz (1996) 「ルーラルエリアの過疎地域における配達の費用とリターン」⁽⁴⁴⁾は、Cohen et al. (1993) の結論を支持するとともに、ルート上の配達個所数が多く、相互に接近していればいるだけ収益性が高まるのは事実であるが、ルーラルルートの大部分は利益が出ており、USPSが非常なコスト高を理由に財政上の損失を懸念するのは、過剰反応であるという。
- 7) Roy (1999) 「郵便配達における局外作業の技術的・経済的分析」⁽⁴⁵⁾は、郵便の局外作業のコスト要因として、規模の経済を生み出すtraffic（物数）、population density（人口密度）に加え、grouping index（1個所でいったん配達車両を停めてから配達に回るべき世帯数）を重視する。集配における地理的、人口的な要素の影響を研究することを目的とする点で、本稿と軌を一にする。1配達先の1日配達物数を2.5通と決めて分析を行うが、これは年間1人当たり312通に相当し、UPU統計のヨーロッパ平均、年間307通（1996年）と同等である。1つのエリアを5km²とし、1km²当たり50～10,000人の人口を想定する（delivery point世帯数とし

41 Cohen, Robert, M. Robinson, R. Sheehy, J. Waller, and S. Xenakis (2003), "An Empirical Analysis of the Graveyard Spiral" In *Competitive Transformation of the Postal and Delivery Sector*, edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers, 2003.

42 Marshall, Kolin and E. Smith (1999) "Mail goes Where the Money is: A Study of Rural Delivery in the United States.", In *Emerging Competition in Postal and Delivery Service*, edited by M.A. Crew and Kleindorfer, Kluwer Academic Publishers.

43 Bradley, M.D. and Jeff Colvin (1995a) An Econometric model of Postal Delivery, In *Commercialization of Postal and Delivery Services*, edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer, Springer Science+Business Media.

44 Haldi, John and Leonard Merewitz (1997) "Cost and Returns from Delivery to Sparsely Settled Rural Areas" In *Managing Change in the Postal and Delivery Industries*, edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer.

45 Roy, Bernard "Technico-Economic Analysis of the Costs of Outside Work in Postal Delivery" (1999) In *Emerging Competition in Postal and Delivery Services*, Springer Science+Business Media.

ては20～4,000、grouping indexは1～15である⁽⁴⁶⁾。その上で、配達個所数の変化、grouping indexの変化、人口密度の変化に対する価格の弾力性を測定し、配達における規模の経済を論じている。重要性の大きい順にこれらの3要素を並べると、物数>grouping index>人口密度となるという。

- 8) Bradley et al. (2006)「郵便配達の構造モデルによる規模と範囲の経済の測定」⁽⁴⁷⁾は、まず、実証的な数量分析を行った先行研究として、Bradley and Colvin (1995a)、Cohen and Chu (1997)、Roy (1999)等、数件の研究を紹介する。モデルや対象事業体は様々であり、これらが測定したElasticity (物数変化に対する費用の弾力性)は23%から82%までにわたるが、配達における規模の経済の存在が確認されていると述べる。

これらに対して、Bradleyらは、当論文で、USPSの要員配置プロセスにならって、2段階のモデルを作成した。すなわち、①物数、配達個所数、地理条件から、1つのZIPコード(配達エリア)における配達ルート数を求める式、②このルート数が更に変数となって、物数、配達個所数、地理条件と合わせてストリートタイム(局外作業の時分=秒数)を求める式である(いずれも2次の式)。回帰の原データは、層別に無作為抽出された145のZIPコードエリアにおける2002年春の2週間(11配達日)の配達物数(事前ソートの有/無)、(配達先の受箱からの)収集物数、対面配達物数の4種別、合計約52,000通、配達個所数約9,500個所、約20ルートである。ストリートタイムの合計は約325,000秒。配達員1人当たり配達物数1日約2,600通、配達個所485個所となる。これは、Cohen et al. (1998)の示す、利益による第二分位([表26])を少し上回る値である。これを前提に、事前ソートされた非対面郵便物が1,000通増加した場合、局外作業時間は僅かに12分増加するにすぎないとする。一方、対面配達を要する郵便物が1,000通(個)増加した場合には、272.8分と大きな増加となる。ここに非対面配達郵便物における規模の経済性が示されている。

- 9) 実は、これに先立って、Bradley and Colvin (1995b)「自然独占と技術的不可知論：USPSのケース」⁽⁴⁸⁾は、USPSの全配達ルートの1/10のサンプルに基づいて、次のような配達費用モデル(negative exponential model、頁の累乗モデル)を提示していた。

$$C = \omega PS \left(1 - e^{-\sum_{i=1}^N \beta_i \frac{v_i}{PS}} \right)$$

ここで、 ω は配達ルートにかかる労働力費用、 PS はpotential stops (Cohenのいうpossible stopsと同じ)、 v_i は種別ごとの配達物数、 β_i は種別ごとに推測された非負の係数である。右辺のカッコ内は、配達先への配達確率がポアソン分布にしたがうと仮定した場合のカバレッジを意味する。したがって、費用 C は、実際の配達先数に1ルート当たりの人件費を乗じて得られる費用関数である⁽⁴⁹⁾。そこで、いま仮に種別を1つのみとし、原単位を念頭に、 $PS=500$ 、物数=1～3,000、 $\omega=1$ 、 $\beta_i=1$ として筆者が試算したところ、 C は[図30]に示すとおりとなった。

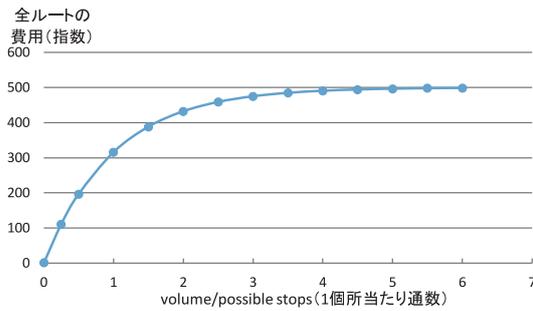
[図31]は、費用に対応するカバレッジそのものの変化である。

46 わが国の上陽町「郵便地図」には、集落ごとに赤い点と戸数、点間距離が表示されている。戸数はgrouping indexの配達先数より多く、13戸から113戸の間に分布する。配達方式の違いであろう。

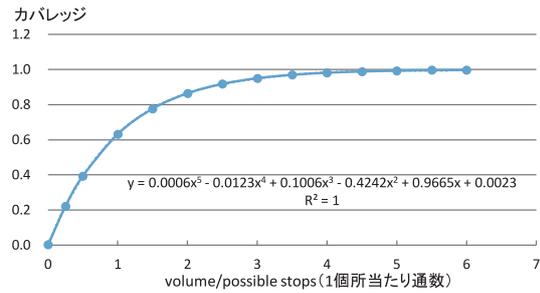
47 Bradley M.D, Jeff Colvin, and Mary K. Perkins (2006), "Measuring Scale and Scope Economies with A Structural Model of Postal Delivery", Postal Rate Commission Filing ID: 54760 Accepted 11/2/2006.

48 Bradley M.D and Jeff Colvin (1995b), "Natural Monopoly and Technological Agnostism: The Case of U.S. Postal Service" For Presentation at The Workshop on Postal and Delivery Economics Naantali, Finland.

49 個々の種別の C_i を求めるに当たっては、定数項 e_i が加えられている。

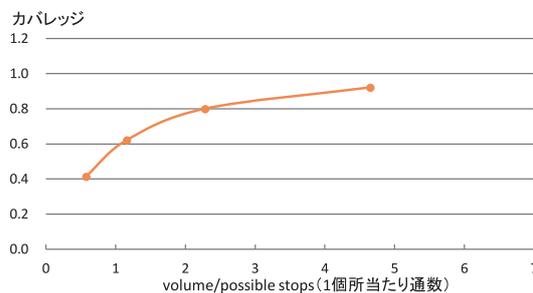


【図30】 1個所当たり通数による全ルート費用

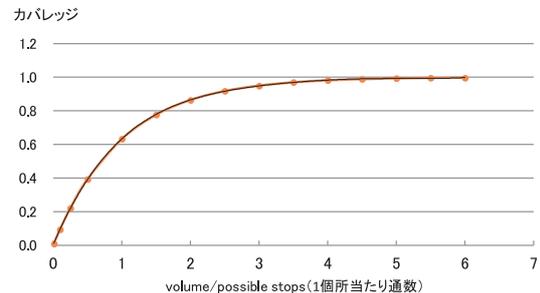


【図31】 1個所当たり通数によるカバレッジの変化

一見して明らかなように、2つの曲線の形状は全く同じである。 C は実際の配達先数に1ルート当たりの人件費を乗じたものにすぎず、 ω も PS も定数であるから、これは当然のことである。これらの図とCohen and Chu (1997) のカバレッジ関数についての【図28】を比較対照されたい。両者の形状は似通っているが、やや異なって見えるのは、実測値の回帰と理論値の違いと考えられる。そうであるなら、【図28】は、世帯の所得の違いや地域格差を要素に含むことになる。所得段階別に2項分布にしたがって作成した、わが国の世帯数と配達物数の関係【図24】をカバレッジの変化として表したものが【図32】である。この場合は、1原単位448の世帯・事業所 (possible stops) を実質12の所得段階 (事業所を1つの段階と見なす) に分け、258通から約2倍ごとに2,084通まで物数を配分している。近似曲線は【図31】よりやや低めに位置し、飽和に達するのも遅く見える。これは、ひとつには、2項モデルが、週間約3,000通の物数を所得段階に分けて配分することに伴うスケール依存性の問題⁽⁵⁰⁾である。さらに、所得段階に分ける場合、高所得段階になる程1日の配達物数が増え、その結果、下位の所得段階の配達チャンスを奪い、全体としてのカバレッジを低めるからであろう。500のpossible stopsに対し、3,000通までの物数を、所得段階を考慮することなく、単純に2項分布にしたがって配分すると、1通も配達されない確率は、 $(1 - 1/500)^v$ 、という式 (v は物数) で得られ、1からこれを引いたものがカバレッジである。これを計算、図示すると、【図33】のとおり、ほとんど【図31】と同等となる。ポアソン分布は2項分布の近似値と考えてよいから (この場合、配達される確率は $1 - e^{-v/500}$)、Bradley and Colvin (1995) のモデルは、全ての所得段階に無差別的、平均的に物数を配分した場合の2項モデルの近似となっていると解釈できる。



【図32】 1個所通数とカバレッジの変化 (4地域モデル)



【図33】 1個所通数とカバレッジの変化 (2項分布)

10) Bradley et al. (2012) 「郵便物数の増加と減少は労働時間に同じ影響を与えるか」⁽⁵¹⁾は、

50 300通を300個所に配分するのと、3,000通を3,000個所に配達する違いである。

51 Bradley, M D., Jeff Colvin, and Mary K. Perkins (2012) "Do Volume Increases and Decreases Have the Same Effect on Labor Hours? ", edited by M.A. Crew and P.R. Kleindorfer, In *Multi-modal Competition and the Future of Mail*.

近年の郵便物の減少傾向に鑑み、物数が増加した場合と、減少した場合とで、配達の効率性に与える影響が対称的かどうかを論じる。長い間物数が増加し続けてきたこともあり、このような実証研究はこれが初めてであるという。USPSの6年間のデータをもとに分析して、物数が減少した場合の費用の減少度合は、物数増加の場合の費用の増加度合より低いとの結論を得ている。また、物数減少に応じて、局内作業の費用は相対的に早く減少するが、局外作業の費用は容易に減少しないとしている。

以上、外国における先行研究事例を紹介してきたが、これらの特徴は次のとおり要約することができよう。配達効率性には一種の密度が働くが、局内作業においては、費用／作業時間は相対的に物数比例的である。その一方、局外作業においては、物数の増加が費用／作業時間の大きな増加をもたらさない点では一致している。この効果は、物数増加に対するelasticity(弾力性)で表現されることが多い。しかし、米国の圧倒的な一人当たり年間物数を前提とするため、物数レベルが年間2,000億通のレベルから1/2あるいは1/8にまで減少した場合の効果は、明らかでない。1/4の年間500億通が、人口を勘案した場合のわが国の年間物数レベル250億通に相当するから、物数レベルの大きいところでのelasticityがこのレベルに妥当するとは考えられず、仮に近似式にしたがって1/4の物数における値を求めても、元々この変域の物数は実測値に存在しなかったと考えられるから、妥当性には疑問がある。また、モデルとはいっても、例えば、Cohenのカバレッジ関数([図28]を参照)のように、USPSのヒストリカル・データを用い、これを回帰式で直接解釈したものが多く、その底に働くメカニズム、機構の説明は少ない。わずかにBradley and Colvin (1995b) がポアソン分布に基づいてカバレッジを説明している程度である。Cohen et al. (1993) は、ルーラル・ルートについて、マイル当たりの受箱数の密度により効率を測定しているが、1国全体の物数増減に伴う効率変化を説明するものではない。

8 2項分布と道路密度法による増減分析

8.1 道路密度法の性格と留意点

道路密度法における1配達区の物数は、配達能率の尺度であるが、局外の作業能率だけでなく、局内での作業能率によっても限界付けられる。本稿の1区当たりの配達物数、2,200、1,900、1,400、500通の4地域=4段階の物数には、局内作業の能率が要素として反映されている。新処理システムによってワンパス・ツーパス⁽⁵²⁾法の道順組立が行われる以前は、外務職員の1日の作業時間の概ね半分⁽⁵³⁾が局内作業に費やされていたが、導入後も劇的な変化はないように見受けられる⁽⁵⁴⁾。一方、[表14]によれば、USPSの主要なオペレーションコスト中、外務職員の局内作業時間の占率は、局外作業の33%に対して14.7%と低いが⁽⁵⁵⁾、なお、一定の割合を占めてお

52 ワンパス・ツーパスの意味については、藤本栄助「郵便事業—その物数と構造—(その1)」『郵政博物館 研究紀要』第10号(2019)120頁を参照。

53 1区の配達物数の多い都市部ほど、経験上、局内作業時間が長い傾向にある。これは、大区分や道順組立時間が物数に比例することの表れである。

54 外務職員は、機械で順立てされた郵便物が順路どおりに並んでいるかどうかをチェックしなければならない。また、薄物(いわゆるフラット、定形外郵便物の一部等)、厚物は、フラット区分機で区分されるが、せいぜい配達区分まで(外務1人の配達区をひとまとまりとする)である。このため、道順組立が必要であり、これを順立てされた手紙はがきに組込む必要がある。近年の薄物、厚物の増加(一方、書状は減少)も、局内作業時間の短縮を妨げているようである。

55 これは、区分センターへの集中度合、組込みを局内で行うか、配達先で行うかによると考えられる。

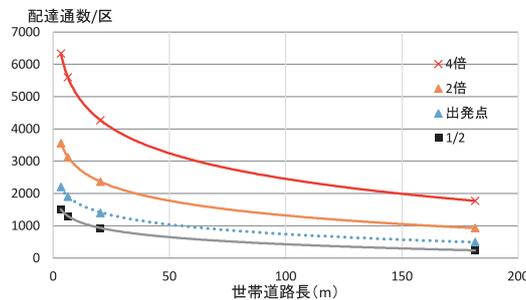
り、集中処理の進んだ米国においても無視できないことが分かる。以下の分析では、道路密度法を採用することから、わが国の作業形態を基本に考えていく。

次に留意が必要なのは、人口、世帯数の変化を捨象している点である。郵便物数の増減を引き起こす動因は、直接的にはGDPの増加であるが、このとき通常は、通常、人口、世帯も増加していると考えられる。しかし、本稿のモデルでは、単純化のため、人口（世帯）と郵便物数の関係を原単位として固定した。人口（世帯）と郵便物数の関係が変わるときは、新たに2項分布による配達確率を計算し直す必要がある。

8.2 物数の増減の効果

1) 物数増減による配達区当たり配達物数、区数等の変化

物数が4倍に増加した場合と同様の方法で2倍増、1/2となった場合の影響を見てみよう。このとき、世帯道路長に対する1区当たりの配達物数は、[図34] のような形でシフトする。



[図34] 物数増減による配達区当たり配達物数のシフト

	行政区	物数 1/2				モデルの出発点			
		世帯道路長	市区町村物数	1区物数	区数	世帯道路長	市区町村物数	1区物数	区数
		(m)	(通/日)	(通/日)	(区)	(m)	(通/日)	(通/日)	(区)
	足立区	5.0	176,822	1,506	117.4	3.4	353,644	2,200	160.8
	東区	9.6	72,739	1,302	55.9	6.4	145,477	1,900	76.6
	行橋市	30.4	17,067	934	18.3	20.3	34,133	1,400	24.4
	上陽町	271.7	764	239	3.2	181.4	1,527	500	3.1
(倍数)	全国値(1日)		32,404,285	34,623			64,808,570	43,602	
50	足立区		8,841,100	5,871			17,682,200	8,038	
110	東区		8,001,235	6,148			16,002,470	8,422	
800	行橋市		13,653,200	14,617			27,306,400	19,505	
2,500	上陽町		1,908,750	7,988			3,817,500	7,637	
312	年間値		10,110,136,920	34,623			20,220,273,840		
2.5	米国相当数		25,275,342,300	86,559			50,550,684,600	109,004	

	行政区	物数 2倍				物数 4倍			
		世帯道路長	市区町村物数	1区物数	区数	世帯道路長	市区町村物数	1区物数	区数
		(m)	(通/日)	(通/日)	(区)	(m)	(通/日)	(通/日)	(区)
	足立区	2.6	707,288	3,554	199.0	2.3	1,414,576	6,334	223.4
	東区	5.0	290,954	3,130	93.0	4.3	581,908	5,598	104.0
	行橋市	15.8	68,266	2,369	28.8	13.7	136,532	4,275	31.9
	上陽町	140.8	3,054	928	3.3	122.3	6,108	1,773	3.4
(倍数)	全国値(1日)		129,617,140	51,462			259,234,280	56,764	
50	足立区		35,364,400	9,952			70,728,800	11,168	
110	東区		32,004,940	10,225			64,009,880	11,435	
800	行橋市		54,612,800	23,057			109,225,600	25,549	
2,500	上陽町		7,635,000	8,228			15,270,000	8,613	
312	年間値		40,440,547,680	51,462			80,881,095,360	56,764	
2.5	米国相当数		101,101,369,200	128,655			202,202,738,400	141,910	

[表17] 物数増減と1区物数、区数等の変化

各曲線上のマーカ―は左から足立区、福岡市東区、行橋市、上陽町である。概況を見ると、物数半減の場合、1区物数は、足立区が半減前の行橋市をやや上回る程度に落ち、倍増の場合は行橋市が倍増前の足立区を上回って逆転する。4倍になると上陽町が4倍増前の東区に匹敵する1区物数となる。

4地域について物数増減に伴う1区物数及び区数の変化を年間値に換算し、さらに、人口規模を2.5倍したものを2000年当時の米国の全国値とみなして、比較したのが【表17】である。

2) 物数4倍増の帰結

この場合、カバレッジは90%を超える。わが国からみて4倍増の物数、年間約800億通は、当時の人口比によりわが国の物数を2.5倍すると、米国の2,000億通に相当する。したがって、足立区の1区6,344通から上陽町の1,773通に至るまで、増加した物数を1人で配達可能と考えれば、米国の年間物数は、わが国のモデルによると、約14万の配達区によってすべて配達できることになる。当時のUSPSのルート数は約24万ルートであるから、14万はその6割にすぎない。これは、国土が狭く、人口稠密なわが国の地理を反映しているとも考えられるが、実際このような効率を発揮できるであろうか。上陽町の1区の物数は元の3倍超の1,773通であり、1人で配達可能な物数と考えられる。しかし、もともと世帯密度が高く、かつ配達先が多い足立区では6,334通となり、3倍には達しないが、自動二輪あるいは自転車をもってしては、1人の配達区域を午前午後に分けて配達局から2往復しても配達できない物数レベルである。仮にバンを用いる場合、カバレッジが90%を超えているので、宅配便と異なり、頻繁に停車して、そこから数軒ずつ配達することになり、現実的ではない。よって、新たな配達方法を考案しない限り、最低でも1区を2分割する必要があるだろう。そこで、今、4つの地域の1区1日の持出し物数の限界をそれぞれ、3,000通、2,800通、2,500通、1,773通とすれば、区数の全国合計は98,740区、2.5倍すると246,850区となり、これはUSPSの実際のルート数とほぼ等しい。それぞれ4,000通、3,300通、2,500通、1,773通の場合でも89,382区、2.5倍して223,455区で、大差はない。物数が4倍となっても、区数の増加は2.05倍(98,740/43,602)あるいは2.26倍(89,382/43,602)にとどまり、大きな規模の経済が示されている。この計算は、わが国の人口密度、道路延長に基づいているから、これらを固定した場合、物数の増加のみによって区数の増加が説明でき、これら2つの要素が地域により異なることは、1人当たり年間800通の物数レベルに達しても、配達効率に影響を与えないように見える。Roy(1999)が配達における規模の経済において、物数>grouping index>人口密度の順で重要性が認められるとしていたのが想起される。そうすると、持出し物数の限界が配達効率を限界付けることになるが、米国のように車両に四輪のバンを用いる場合にも、持出しの限界が存在するのであるだろうか。

3) 物数の倍増の帰結

物数倍増の場合、カバレッジは80.06%となる。1区の物数は、足立区から上陽町まで、それぞれ3,554通、3,130通、2,369通、928通となる。単純計算では、全国51,462区であるが、4倍増のときと同様、持出し限界を考え、それぞれ、2,800通、2,500通、1,800通、928通とおくと、年間約404億通の物数は、61,000の配達区でカバーできることになる。すなわち、この場合、2倍の物数を1.46倍(61,000/43,602)の区数で処理しているのである。

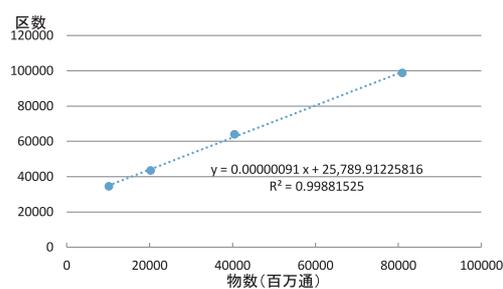
4) 物数の半減の帰結

1区の郵便物数が1/2となることにより、カバレッジは41.4%まで落ちる。1区の物数は、足立

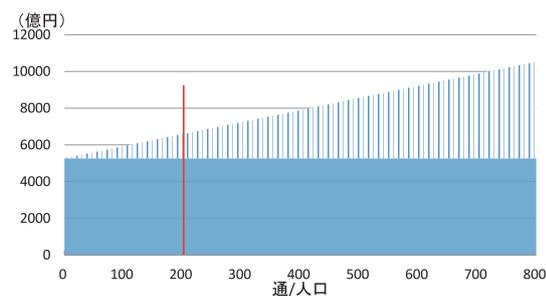
区から上陽町まで、それぞれ1,506通、1,302通、934通、239通である。持出し限界はここに示された物数どおりとすると、単純計算と同じ全国34,623区となる。この場合は1/2の物数を従前の79%の区数(34,623/43,602)で処理することになり、20%弱の労働力を削減できるとどまる。技術水準は異なるが、物数1/2の年間101億通は、わが国の1968年の物数水準(内国通常10,107百万通)に相当する。同年の集配区数は小包の単配区を除いても43,000以上あり、大きな減少にはなっておらず、この計算とは合わない。その理由として、次のようなことが考えられる。まず、当時は、集配度数3度の区と2度の区が併せて2万もあり、配達効率を落とす要因になっている⁽⁵⁶⁾。また、配達車両は、自転車の比率が高く⁽⁵⁷⁾、今日より機動力に欠けていた。加えて、日曜休配は、ようやく試行から実施に移されつつあったが、多くの局がまだ週7日の配達を行っていた。このため、2項分布を計算する基礎となる配達回数が1週間に6日(6回)ではなく、多ければ14回となり、物数もそれによって分割される結果、カバレッジが落ちる。これらのことが相まって配達効率を低め、多くの配達区を必要としていたと考えられる。しかし、当時は、配達回数を増やして戦前のレベルに近づけることが目標とされていたから、同日の論ではない。更に厳密な比較には、1世帯の構成人数、郵便物の種別、非対面配達のもの数等も考慮する必要があるだろう。

8.3 本稿の配達モデルとその解釈

以上の分析結果を総合してみよう。技術水準は一定、原単位の人口、世帯/事業所数も変わらないものと見て(人口1億2,500万人、世帯数5,000万)、年間物数が現在より半減、倍、4倍と変化した場合、1区の配達可能物数が変化するが、その結果、全国の配達区数も変化する。これをグラフにしたものが【図35】である。通数に対するカバレッジの変化が2項分布、そしてその近似値としてのポアソン分布にしたがう場合、 $\text{カバレッジ} = 1 - e^{-1 \text{世帯当たり通数}}$ という関係にあったのに対し(ポアソン分布の場合の【図31】を参照)、全国物数の変化に対する全国集配区数の変化は、 $\text{全国の配達区数} = a \times \text{全国物数} + b$ という単純な1次の関数で近似できることが分かる(【図35】を参照)。



【図35】 年間配達物数の変化と全国配達区数



【図36】 スケールダウンした配達費用曲線

1区当たりの費用は、地理的条件を異にする4つの類型で同じではないであろうが、仮に同じと仮定すると⁽⁵⁸⁾、区数をもって擬似的に配達費用の総体(局内、局外を含む)を表すことが

56 『郵政統計年報 昭和43年度 郵便編』(1970)による。なお、郵政省『通信に関する現状報告 昭和52年度』(1977)は、「配達度数別の配達区画の現状は、2度以上の配達約半数を占めて」おり、「労働力の効率的活用を図り、経済的な業務運行を維持する観点から今後検討を進めるべき大きな課題となっている」(92頁)と述べている。

57 前掲『郵政統計年報 昭和43年度 郵便編』には、軽四(三)輪車が1,586台、第2種原動機付自転車が4,180両、第1種原動機付き自転車が11,874台、集配運送用自転車が普通局に21,292台、特定局に17,785台とある。車両合計が区の数を超えるが、年賀用の予備自転車を含むためであろう。

できる。CohenモデルによるUSPSの一人当たり物数と配達費用の関係をわが国の人口レベルにスケールダウンしたものが【図36】（【図5】から筆者が作成）であり、ここでは、配達費用は、一人当たりの物数の1次の関数で示されている。それは、配達ルートを行くランニングタイム（ルートタイムとアクセスタイムの合計）を固定費とし、配達職員の局内作業及びロードタイム（受箱への差入時間）を物数比例とする単純なモデルと説明されており⁽⁵⁹⁾、当初は過度の単純化ではないかと思われたところである。

【図35】は年間物数に対する配達区数の変化であるが、このとき世帯数は変わっていないから、年間物数の変化は【図36】の1人当たり物数の変化に、区数は費用に対応している。例えば、【図35】の年間200億通が【図36】の一人当たり物数200通に、800億通が800通に当たる。そして、2項分布、所得仮説、世帯道路長と1区当たり通数による本稿モデルにおいて、配達に必要な区数は、物数の大きな変化に対しても1次の関数をもって近似でき（ R^2 は0.999）、この形は【図36】と大きくは変わらない。2項モデル、世帯道路長モデルはCohenモデルと論理は異なるが、同様の結果となっているのである。

もっとも、詳しく見ると、【図36】の方が、定数項である固定費の割合が高く、物数の少ないところでも変わらない。その理由は、第一に、Cohenモデルが、短期の変化の単純な外挿ではないかということである。これは、走行距離は物数にかかわらず固定費として一定であり、これに通数比例の局内作業とローディング（受箱差入）費用が加わるという、元々のモデルの構成に関わる。次に、USPSにおける道順組み立てを含めた作業の機械化、集中度の高さにより、processing（区分）の変動費の中にわが国の局内作業に相当するものが含まれるため、それだけ配達の変動費が区分に移行しているとも考えられる。

【図12】の一人当たり物数と【図36】の全国物数を対応付ける際には、米国における私書箱配達等の多さを斟酌しなければならない。【図36】における一人当たり年間200億通は、概ね、年賀郵便物⁽⁶⁰⁾を除いた2000年前後のわが国の年間物数に相当する。人口規模を斟酌すると、ここでの800億通が米国の年間物数、約2,000億通に相当する。しかし、米国では、私書箱交付等、非配達郵便物が全体の21%ある⁽⁶¹⁾ことから、配達効率を論じる際は、各戸に配達される郵便物の数として約1,600億通を用いるのが適当である。一方、【図12】の一人当たり物数は、年間総物数を単純に人口で除したものであるが、総費用を計算する上では問題がない。

9 まとめと残された検討事項

本稿のモデル構成を作業順に要約してみよう。①まず、原単位当たりの郵便物数と世帯数により、カバレッジと1世帯が受け取る通数の確率が定まる。ここでは、物数と世帯数が所得仮説によりセグメント（層化）された上、2項分布により確率計算されている。②世帯は、一定のエリア、見方を変えれば道路の沿線に位置する。その関係を市区町村ごとに、世帯密度（世

58 実際には、人件費だけをとっても、勤務手当、超過勤務等により都市部の賃金水準が高いと考えられる。ガソリン代、車両の耐久年数、修繕費等には実証データが必要である。また、管理共通費用も発生するが、単純化のため今は度外視する。

59 もっとも、Cohen and Chu (1997) は、カバレッジ関数（【図28】参照）を実測値から近似しており、これからUSPSの総費用を推測していた【図5】が、これとの関係は不明である。

60 年賀郵便物は、配達に正月の一時期に集中するため、これを含めた1日平均は、平常日における2項分布による確率計算を歪める。そのため、2項モデルの計算では、年間の内国郵便物数約261億通から年賀分約36億通を除き、更に単純化のため200億通としている。

61 Cohen et al. (2002) による。その背景として約1,800万の私書箱利用者が存在する。非配達郵便物には、この他に、大口顧客が指定のカウンターで受け取る“firm holdout”と称する郵便物がある。

帯数／市区町村面積）及び世帯道路長（市町村道長／世帯数）の形で数量的に明らかにする。③その上で、わが国郵便事業の経験値を用いて、世帯道路長に対応する配達区1区（配達職員1人）当たりの1日配達物数を想定し、各地域の郵便局で配達に必要な区数を求めた。④こうして、世帯道路長と1区の物数が対応付けられる。⑤4つの代表的地域にウェイト付けして全国の郵便物数、配達区数を構成する。⑥技術一定、人口一定の条件のもとで、年間郵便物数の大きな変化に対応する郵便配達区数を導く。⑦配達区数は1日の配達に必要な員数であり、これに休暇要員等を加える。職員数は人件費の基礎であるから、ここで配達費用の大部分を把握できたことになる。

ただ、その際、いくつか付随的な問題を整理する必要がある。たとえば人件費では、配達職員の社会保険料、退職給付費用、管理監督者の費用等をどう反映させるべきか。物件費では、車両の減価償却費、修繕費、自動車保険料等は、概ね区数に比例し、ガソリン代は道路延長に比例すると考えられるが、配達に必要な局舎スペース、機器やソフトウェアを含むシステム等をどう反映させるべきか。これらは、他の費用にも共通する論点であり、稿をあらためて検討のこととしたい。

（ふじもと えいすけ 公益財団法人通信文化協会参与）