

論文

郵便事業—その物数と構造—（その3）

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二項モデルとの関係
- 8 二項分布と道路密度法による増減分析
- 9 まとめと残された課題
(4まで前々号、9まで前号)
- 10 配達以外の業務の費用測定と評価
- 11 Cohenモデルの修正
- 12 郵便事業の総費用関数
- 13 二項モデルと道路密度法による配達区数と物数、費用の関係
- 14 郵便事業の物数・物流特性—宅配事業との比較において
- 15 結語
(以上本号)

10 配達以外の業務の費用測定と評価

10.1 方法論の再確認

本稿は、「郵便の基礎理論」に始まり、「郵便事業—その物数と構造—その(1)、その(2)」で展開した、郵便物数と郵便事業との関わりを数量的に解明する試み¹⁾の最終稿に当たる（以下、それぞれ、「基礎」、「その1」、「その2」と呼ぶ）。一連の試みは、郵便物数の増減が、どのようなメカニズムを通じて、効率性を左右するのかを、可能な限りシンプルな形でモデル化しようとするものである。

郵便物の処理工程は、一般に、引受、区分、運送、配達に分けられる。それぞれの作業がどのようなものであるかは「その1」で述べた。このうち、費用の最大部分を占め、郵便の特徴が最大に発揮される配達に関しては、「基礎」において、郵便物が、人口1,000人から構成される「原単位」の世帯及び事業所に、所得構成に応じて、確率的に配分される配達モデル（二項

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）、同「郵便事業—その物数と構造—(1)、(2)」『郵政博物館 研究紀要』第10号、11号（2019、2020）

分布による)を示した。さらに、「その2」で、この原単位が展開される地理的な環境を郵便局の立地と規模により4段階に類型化し、世帯と道路の密度により(これは都市化の割合である)、4類型ごとに1人の郵便配達職員が1日に何通の郵便物を配達できるかを示した。これは、全国の郵便物数を配達するのに必要な区数の形で費用の発生する構造を明らかにしたことになる。ここでは、技術的な要素を個々に積み上げることなく、確率的な分配法則と4パターンに類型化された配達局における一人当たりの配達物数(それ自体は一定の経験値である)に集約され、極限にまで単純化されている。これと配達のコストとは、「その2」においてCohenモデルの費用関数⁽²⁾と関係づけられることが示唆された。

残る引受、区分、輸送の業務をどのようにモデル化すべきか。もともと配達に比べて、これらの作業の効率率は、技術的要素に左右される割合が相対的に高く、積み上げ方式による場合、細かな技術データや原価が必要となり、その取得も容易ではない。物数の変化にこれらがどのように追従するかを計測するのは、一層困難である。このため、モデル化に当たっては、「その1」でCohenモデルを修正して用いることを考えた。その際に考慮すべき点を、以下、わが国の郵便事業と対比しつつ検討する。

10.2 わが国郵便事業の会計情報と原価

まず、わが国の郵便事業について得られる費用情報を概観する。わが国の戦後郵便事業経営の枠組や経営主体は、郵政事業特別会計(1949)から日本郵政公社(2002)へ、民営分社化後は、日本郵便(株)(民営化当初は、郵便事業(株)及び窓口業務を行う郵便局(株)へと変遷を重ねた⁽³⁾。この間、原価、商品ごとあるいは郵便局(個局、タイプ)ごとの損益情報は、次のように収集、公表されてきた。

- (1) 郵政事業特別会計は、法律上、原価計算を行う会計であり、損益を公表していた⁽⁴⁾。同特別会計は、郵便事業のみならず、郵便貯金、簡易生命保険の取扱業務を行い、それ以外にも各種の受託業務を行っていたので、損益もこれらを一体とした損益である。郵便事業単体についてみれば、料金法定制緩和に伴って、1983年度から大括りの損益計算が公表されたにとどまる⁽⁵⁾。また、会計原則も企業会計とは全く同じではなかった⁽⁶⁾。
- (2) 2003年、日本郵政公社が発足し、公社会計は企業会計によることとなり、郵便、郵便貯金、簡易保険の三業務ごとに財務3表が作成された⁽⁷⁾。それとともに公表された郵便の原価は[表18]のとおりである⁽⁸⁾。
- (3) 公社時代の2005年から3年にわたり、郵便局損益計算が公表され、三事業ごと、個局ご

2 Cohenは、1999年のUSPSの損益データをもとに、4つの処理工程について、費用を固定費、変動費に分解した。その結果を1次の長期費用関数と見立てたものをここで、Cohenモデルと呼ぶことにする。

3 1949年の郵政事業特別会計の成立から、2010年の民営化に至るまでの郵便事業経営とその会計的特徴については、藤本栄助『『会計』で見る戦後の郵便事業(その1)~(その3)』『郵便史研究』第46号、47号(2018)及び第48号(2019)並びに、同「郵便事業と公社化、民営化」『郵便史研究』第49号(2019)を参照。

4 郵政事業特別会計法第6条。

5 第一種、第二種郵便料金は法定料金であるが、1980年の郵便法改正により、赤字が継続する場合は、一定の条件のもと、省令で郵便料金が改正できるようになった。このとき、国会に郵便事業の損益報告が義務づけられ、公表されることになった(改正後の郵便法第93条)。藤本前掲「その2」参照。

6 固定資産計上の計上基準(多くの資産が単年度の費用となる)、固定資産を再評価すること、退職給付債務を負債計上せず、退職金支払額を費用計上すること、除却損を除却資産の額と減価償却済額の両建てで計上すること等がある。

7 日本郵政公社法第30条。三事業の区分財表は、公社法上、財務会計として公表が義務づけられるものであったが、会計的な性質は、事後的な管理会計の手法によるセグメント情報である。

(億円)

科 目	2003	2004	2005	2006	2007*
I 営業収益	19,666	19,248	19,090	19,134	8,544
II 営業原価	18,136	17,941	17,923	17,859	8,331
III 販売費及び一般管理費	925	998	1,019	994	536

(営業原価)

I 人件費	13,513	13,695	13,694	13,705	6,327
（うち賞与引当金繰入額）	698	699	674	633	617
（うち退職給付費用）	1,000	988	953	906	468
II 経費	4,623	4,246	4,228	4,154	2,004
1 燃料費	59	65	77	86	45
2 車両修繕費	56	54	62	58	32
3 切手・はがき類購買経費	143	120	109	106	27
4 減価償却費	853	748	677	628	332
5 施設使用料	291	293	270	254	105
6 租税公課	3	14	21	19	17
7 集配運送委託費	1,845	1,698	1,844	1,806	825
8 取扱手数料	335	302	290	289	130
9 その他	1,033	948	875	904	486

*2007年度は、4月から9月までの半年間である（民営化準備のための猶予期間）。

[表18] 公社時代の郵便業務損益と営業原価

と、支社ごとの損益が示された⁽⁹⁾。これによって、純然たる窓口（当時の無集配特定郵便局）局の損益状況等がある程度窺い知ることができた。かつては公社ホームページに掲載されていたが、現在は閲覧できない。

- (4) 2007年の民営化以降、決算書で郵便事業の営業原価は公表されていない（報道資料での補足的な増減分析は別）。しかし、民営化当初は、郵便事業(株)と郵便局(株)に分かれていた結果、郵便局(株)における郵便窓口事務の費用が会社間取引として明らかとなった⁽¹⁰⁾。その額は、平年度化された2008年度（2007年度は半年間）において、約2,132億円であった。同年の郵便事業の営業収益が18,652億円であるから、その11.4%を占める。しかも、この額は、郵便事業における窓口費用のすべてではない。郵便物の引受は郵便事業(株)も直接行うからである。民営化前に政府が見込んだ「骨格経営試算」は、事業全体の窓口費用をすべて窓口会社である郵便局(株)に帰属させたが、その額は3,200億円を超えていた⁽¹¹⁾。これを窓口業務の全費用と見なすことができる⁽¹²⁾。

- (5) 最近では、総務省の情報通信審議会の「郵政事業のユニバーサルサービス確保と郵便・信書便市場の活性化方策の在り方」答申（2015）がある⁽¹³⁾。ユニバーサルサービスの費

8 「日本郵政公社 ディスクロージャー誌」（2003年度～2007年度）各年度の「資料編 2. 財務主要データ(3)郵便業務に係る財務諸表（単体）中、「郵便業務の区分に係る損益計算書の内訳」及び「営業原価明細書」を参照。https://www.japanpost.jp/corporate/milestone/privatization/past/disclosure/2020年12月24日最終確認。

9 費用側では、直課できる費用は直課し、三事業への分計が必要なものは、業務量から算定し、割り当てた定員数（令達定員という）等のパラメータを用いて配賦した。全体として郵便局段階での収益と費用が均衡する「収支相償方式」と郵貯・簡保の運用益をすべて個局に配賦する「全体損益方式」があった。収支相償方式は、郵政事業特別会計時代、郵貯特会、簡保特会から郵政特会に必要経費を繰り入れたことのアナロジーと考えれば分かりやすい。

10 2009年5月22日発表の郵便事業株式会社及び郵便局株式会社のそれぞれの決算短信「平成21年3月期個別財務諸表の概要」を参照。

11 https://www.yuseimineika.go.jp/pdf/shisan_041117.pdfを参照。2020年12月24日最終確認。

用を算定する必要から、コストモデルを構築し、集配局の受持エリアを単位として、黒字局の黒字、赤字局の赤字を合計して示した。郵便の役務を引受から配達までの10の工程に分け、工程ごとに収益と費用を計算したとされるが、詳細は公表されていない。

- (6) 第一種郵便物、第二種郵便物のような郵便物の種別ごとの損益は1995年度から公表されている。また、改正民営化法の下では、郵便法施行規則（平成15年総務省令第5号）第27条の規定に基づき、収支の状況が公表され、その区分と営業原価、販管費の整理方法は別記様式第5に示されている。件数、体積等、原価計算のもととなる大まかなパラメータの名は分かるが、ここから直ちにモデル構築ができる訳ではない。

11 Cohenモデルの修正

11.1 考え方

Cohenモデルの基本的妥当性は、「その2」で確認されたが、何点かの修正が必要となる。

第一は、郵便事業では、費用関数のインプットとなる物数のなかに、物流特性が異なる手紙はがきのような軽量かつ大量の郵便物と、量は少ないが、小包や書留のような重量物あるいは記録扱いのものが混在していることによる。米国もわが国も、公表データでは、小包とそれ以外の郵便物にかかる物数と費用が分離されていない⁽¹⁴⁾。しかし、1999年当時のUSPSの総物数のうち、packageの割合は0.16%にすぎず、わが国の2004年における0.86%より格段に低い⁽¹⁵⁾。後述のとおり、小包は、郵便と異なり、大きな規模の経済を示さないが、この程度の物数に止まる限り、郵便固有のモデル構成に与える影響は少ない。ただ、費用が重量、体積に左右される運送については考慮が必要である。

第二は、彼我の郵便の利用形態、ひいては処理形態の違いの存在である。米国で大々的に行われているワークシェアリングは引受と区分の、私書箱利用は配達の費用に影響する。

第三は、すでに述べたように、USPSの区分費用が高く見えることであり、その要因を探る必要がある。

第四は、配達作業以外を線形近似することの適切性の問題である。この場合、単純な線形モデルが、郵便物の物数に応じた振舞と作業のメカニズムに沿ったものであるかどうかを確認しておく必要がある。

11.2 PRC (Postal Regulatory Commission⁽¹⁶⁾；郵便規制委員会) モデルの参照

Cohenモデルは、1999年度のUSPSの費用を工程ごとに固変分解したが、2014年度についてPRCは同様の作業を行っている⁽¹⁷⁾。この固定費、変動費の分解に基づく費用関数をPRCモデ

12 郵便物の引受（切手販売を含む）がすべて郵便局(株)の窓口カウンターで行われるとの前提に立つたのであろう。実際は、大口顧客はトラックで郵便事業(株)の発着口に乗り付ける。この点は、「日本郵政公社の業務等の承継に関する実施計画」（日本郵政(株)が2007年4月27日付で認可申請）では改められた。

13 「郵政事業のユニバーサルサービス確保と郵便・信書便市場の活性化方策の在り方」〈平成25年10月1日付諮問第1218号〉答申(案) 平成27年8月26日情報通信審議会（2015）14頁以下。

14 わが国では、郵便の種別ごとの収支が公表されていたが、小包は「冊子小包」（現在のゆうメールに相当）を含む概念であり、当時の「一般小包」（現在のゆうパック）の費用が分離されていなかった。現在の郵便物と荷物の二分法においても、問題は同じである。

15 藤本「その1」128頁「表5」日米の物数と運送費用の比較による。

16 2006年のPostal Accountability and Enhancement ActによりPostal Rate Commissionを改称。

17 藤本「その1」123頁の表4を参照。

ルと呼ぶことにする。これら2つを対比すると次の[表19]のようになる。決算値の異時点間比較により、両モデルの特性、妥当性を知ることができる。

PRCモデルは、Cohenモデルと費用の科目を異にする。PRCモデルには、Window Service（窓口サービス）が存在しない一方、CohenモデルにはないPostmasters（郵便局長）、Supervision（監督）、Administration（管理）、Custodial and Maintenance（保全・修理）が存在する。後者は一種の共通費用であり、Cohenモデルでは、Mail Processing（区分）等の工程に配賦されていると考えられる。ただ、Transportation（運送）は、外部委託であるから、共通費用をゼロとみなし、これを除く3つの工程に、それぞれの費用額に応じて共通費用を配賦する。また、PRCの費用総額には、Cohenの1999年度には存在しなかったPSHRBF（Postal Service Retiree Health Benefits Fund：郵便事業退職者健康給付基金）への支払額が含まれている⁽¹⁸⁾ので、これを減算する。PRCのDelivery（配達）は、City Carrier in-office（都市部配達員局内作業）以下3つに分けられているものを1本に統合する。Window Serviceは、Cohenモデルの費用関数により、2014年度の値を求め、これを調整値とした。

Cohen et al. (FY1999)	(a) Total Cost (Million\$)	Volume Variable	2014に 外挿	(b) 同左 CPI調整	PRC 2015 (FY2014)	Total Cost (Million\$)	Volume Variable	(c) 科目 調整	1999へ 遡及	(d) 同左 CPI調整
Mail Processing	21,400	96%	16,691	23,339	Mail processing	10,559	94.0%	14,354	18,254	12,703
Delivery	22,100	48%	19,669	27,503	Delivery	22,192	43.8%	29,239	33,893	23,586
					City carrier in-office	3,556	84.7%			
					City carrier street	11,655	37.5%			
					Rural carriers	6,981	33.6%			
Transportation	4,300	92%	3,393	4,745	Transportation	6,586	87.0%	6,586	8,290	5,929
Window Service	3,100	46%	2,773	3,878	Window Service	—	—	5,095	5,857	4,076
					Postmasters	21,223	0.0%			
					Supervision	1,939	17.7%			
					Administration	3,123	54.5%			
					Custodial and maintenance	13,099	23.5%			
						3,062	71.0%			
Other	11,500	23%	10,894	15,233	Other segments	12,803	49.3%	12,488	13,063	10,459
Total	62,400	63%	53,390	74,655	Total	73,362	53.1%	67,762	79,356	56,752
					PSRHF調整(減算/加算)	▲ 5,600		5,600		
						67,762		73,362		
Total Volume (million)		201,576			Total Volume (million)		155,375			

[表19] USPS（米国郵便事業）の費用額比較（1999年度と2014年度）

以上の結果を「(c)科目調整」の列に示した。これを元に、PRCモデルの費用関数により1999年度の物数に対応する総費用を遡及的に求める。一方、Cohenモデルの費用関数に基づき、2014年度の物数に対応する総費用を外挿して求める。2つの年度の物価水準を調整するため、両モデルについて、CPIで補正する（1999年をCPI=100とすると2014年は約140⁽¹⁹⁾）。こうして、1999年度の(a)が(d)に、2014年度の(c)が(b)に対応することになる。

その結果を概観すると、Cohenモデルは、1999年の元の値も2014年に外挿した値も、総費用がPRCモデルより1割ほど高めに出る。その主たる要因は、Cohenモデルの区分費用が際立って大きいことによる。逆に、TransportationとWindow Serviceは、PRCモデルが高めであるが、費用総額に対する影響は少ない。費用額の大きいDeliveryは両者とも大差がない。この比較から、区分費用を解明、修正すれば、2つのモデルはUSPSの異時点間の費用を説明できるもの

18 GAO, Statement of Frank Todisco, Chief Actuary Applied Research and Methods 'U.S. POSTAL SERVICE Action Needed to Address Unfunded Benefit Liabilities' (2014) を参照。

19 Historical Consumer Price Index for All Urban Consumers (CPI-U) U.S. Bureau of Labor Statistics.

と考えられる。

以下、これらの点を念頭に置いて、4工程について個別に検討し、Cohenモデルを修正しつつ、わが国をも視野に入れた郵便事業に適用可能な費用関数を求める。

11.3 引受（窓口の配置とワークシェリング）

CohenモデルでWindow serviceの窓口費用⁽²⁰⁾は、年間2,000億通を超える物数に対して31億ドル（3,300億円程度）であった。一方、当時、年間260億通程度のわが国の旧郵便局^(株)だけで約2,000億円、郵便事業全体では約3,200億円となるのをどう解釈すべきか。

まず、切手貼付郵便物にかかる費用がある。当時、彼我の年間郵便物数は8倍程異なっていたが、米国において事前区分、バーコード付定の郵便物が3/4に達している。このように事前区分された大量の郵便物は、切手の販売管理の必要がなく、料金計算や引受作業も簡単である⁽²¹⁾。わが国における事前区分郵便物の公表データはないが、米国よりはるかに低い割合であるのは確実である。加えて、わが国では、20,000局に及ぶ直営の郵便局で切手の販売、郵便物の引受を行っており、情報システムや業務フローも洗練されていたと言いがたい。そこで、Cohenモデルをベースに、ワークシェリングがないものとして変形する。ワークシェアされた郵便物の窓口費用の単価を、そうでないものの1/4と仮に見るとしよう。その上でCohenの概数にしたがって、2,020億通の郵便物中のワークシェアされない物数を570億通とすれば、約2,020億通の総物数に対し、 $(1450/2020) \times 1/4 + 570/2020 \div 0.4616$ 倍、すなわち932.5億通の物数インパクトしかもたない。再びCohenにしたがって、固定比率54%として配達的全費用31億ドルを固定分解すると、固定費は16.74億ドルとなる。 $31 = a \times 932.5 + 16.74$ から係数 a を求め、 $y = 0.01529x + 16.74$ という引受の費用関数が得られる（単位は x ：億ドル、 y ：億通）。1999年当時の彼我の人口比 $272,691/126,686 \div 0.46458$ を用いて、固定費をわが国に合わせスケールダウンすると⁽²²⁾、ワークシェアリングがない場合、窓口の費用関数は、 $y = 0.0153x + 7.78$ となる。

11.4 区分（ワークシェアリング、配達区分・道順組立の境界）

Cohenモデルにおける区分費用は巨大であり、配達費用に迫っている。その要因として、「その1」では、わが国と異なり、道順組立が区分センターで集中して行われることを想定した⁽²³⁾。しかし、USPSの1999年のAnnual Reportでは、letter mail（小包形態以外の書状、はがき）の50%は、carrier（配達員）が配達する順序に既に区分されているとされている⁽²⁴⁾。ここから、逆に言えば、集中処理が行われていても、区分センターでの道順組立率は半分程度に過ぎず、

20 郵便業務の4工程における「引受」は、CohenのWindow serviceに概ね相当するが、郵便物の消印は、郵便局窓口で行われることもあるが、集中処理の場合は、区分センターで行われる。後者の場合、消印、取り揃えは、区分と一体の作業となる。本稿では、「引受」は、主として、切手の販売、書留や小包の引受やそれに附帯する業務をいう。

21 わが国の場合、1,000通以上の一括差出にかかる別後納郵便物は、差し出された郵便物からサンプルを取って、1通の平均重量を出す一方、全体の重量を計測し、これを平均重量で割り戻して通数を計算している。100kgの郵便物を引受けた場合、1通20gなら、計量することによって、5,000通の郵便物の引受が、一括して、比較的短時間でできる。

22 米国とわが国の郵便事業を比較する際には、事業が展開される国土と人口を与件として考えなければならない。配達の費用関数を例にとると、Cohenモデルは、全国の配達ルートを回る費用を固定費（定数項）とし、その上に物数比例の変動費を乗せているが、国土が広く、人口が多い米国と、わが国とでは、必要なルート数が異なる。よって、変動費の単価（係数）は変わらないが、規模に応じて固定費を縮小する必要がある。このような操作を、本稿では「スケールダウン」と呼ぶことにする。

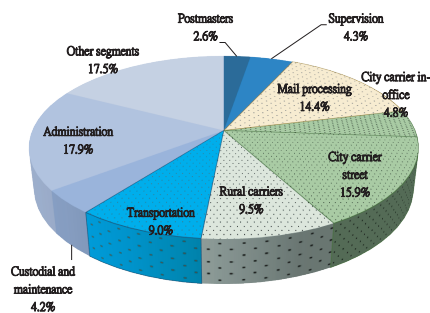
23 藤本「その1」121頁。

24 United States Postal Service, 1999 Annual Report 21頁、⑦Final Sorting（最終区分）の項を参照。

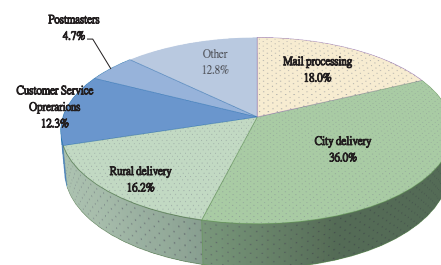
区分を行う階層の違いは決定的ではないと判断される。一方で、この異時点間比較によると、郵便物数が1999年の2,015億通から2014年には1,554億通に縮小するなかで、区分費用は、214億ドルからPRCモデルの105.6億ドル（共通費配賦後は127.03億ドル）へと減少している。これは、ワークシェアリングの増加もあるが、拠点統合、減員等、費用節減の結果でもあった⁽²⁵⁾。Cohenモデルによると2014年の物数では区分費用は167億ドル、CPIによって2014年ベースに置き換えると233億ドルにも達する（〔表19〕）。これは1999年時点では不効率が存在したことを物語っており、ヒストリカルデータによる分析において常に注意を要する点である。

ワークシェアリングされた物数を自ら処理する場合の費用を加えると、区分費用は更に増加する。Cohenは、ワークシェアリング中、事前区分やバーコード付定に対応するUSPSの費用節減額を、1999年時点でUSPSの区分費用214億ドルに対し128.91億ドルと想定している⁽²⁶⁾。この合計額約343億ドルが、すべての郵便物2,015.8億通をUSPSが自ら区分した場合に要する費用である。区分の不効率性を除くため、効率化前後の費用比12,703/21,400（59.4%）を乗じて、2,015.8億通に対する適正な区分費用とみなすと、年間203.55億ドルとなる。固定費はその4%、8,142億ドルだから、引受同様の方法により、区分の費用関数は $y=0.09694x+8.142$ （ x 億通、 y =億ドル）、スケールダウンした費用関数は、 $y=0.09694x+3.784$ となる。日米のネットワーク構造を同じとみなせば、わが国の年間260億通に対する費用は28.99億ドル（3,101.6億円）となる。

区分における人件費について補足しておこう。2014年度の費用構成をPRCの資料に基づきグラフ化する⁽²⁷⁾。〔図37〕では、Mail Processingが14.4%、City Carriers in office（都市部配達員の局内作業）+ City carrier in street（都市部配達員の局外作業）+ Rural carriers（田園部配達員）が30.2%である。これに対して、〔図38〕の労働時間構成を見ると、Mail Processingが18%、City delivery + Rural deliveryが52.2%である。米国の区分作業は、区分センターに業務が集中され、大幅に機械化されてはいても、なお多大な人力を要しているのが分かる。



〔図37〕 2014年度 USPSの費用構成



〔図38〕 2014年度 USPSの労働時間構成

また、区分と配達の比率が費用構成では2.1倍、労働時間では2.9倍になっており、区分が相対的に物件費を要することを示すが、その差は大きくはない。Mail processingはCohenモデルでは96%、不効率是正後のPRCモデルでも94%が変動費である。これは、おそらく区分機の設備費用（減価償却費）が大きくはなく、消耗品費、光熱費、人件費が物数に応じて投入されるためであろう。

25 藤本「その1」123頁の注49を参照。なお、USPSの区分センターを分析して、規模に対して収穫逓減が窺われると指摘したL. Fensterらの研究も参照、藤本「その1」114頁。

26 Robert H. Cohen Director, Office of Rates, Analysis and Planning Postal Rate Commission [2003], Testimony Before the President's Commission on the Postal Service. February 20, 2003, 20頁。

27 〔図37〕は藤本「その1」123頁の〔表4〕を、〔図38〕は同頁の〔表3〕を、いずれも構成比としてグラフ化したものである。

区分作業がほとんど変動費となる意味を考えてみよう。郵便物の取り揃え、消印、区分の作業においては、1通1通、逐次処理するしかない。これは、手作業でも機械処理でも変わらない。配達作業では、物数増加に伴ってカバレッジと配達先1軒1軒への配達物数がともに増加するが、区分においてはこのような数理的なメカニズムは働かない。確かに、技術進歩によって大量の郵便物を高速に区分できるようになる。そして、一定の物数の存在が技術導入の閾値となるが、これは規模の経済の働きではない。また、数量の増加により操業度が増すことが規模の経済と考えられることがある。しかし、区分センターは米国では最盛期に600以上存在し⁽²⁸⁾。そこに存在する区分機の数膨大なものである(後述 [図42] のように、物数が1/8のわが国でも1000台程度設置されていた)。区分機は、モデル的には、物数に比例して順次設置されると考えればよく、区分スペースが不足すれば区分センターを増設すればよい。こうして、全国的あるいは長期的に見ると、操業度は均される。少数設置された巨大プラントの操業度の向上とはメカニズムが異なると考えられる。

なお、区分における小包の分離については、当時のUSPSの小包物数 (Parcel Post: 当時の正式名称はStandard mail(b)) が約10億個 (全物数の0.5%)、収入は18億2800万ドル (全収入の3%) であって、ネグリジブルとみなす。

11.5 運送 (運送委託費からの小包等の分離)

米国におけるドロップシップ (最寄りの郵便局でなく、区分・運送の拠点に差出側が大量郵便物を持ち込むこと) による運送費節減は24.2億ドル⁽²⁹⁾であり、package service分6.1億ドルを除くと18.1億ドルとなる。一方、運送費43億ドルから重量比によりpackage services分5.94億ドルを除くと37.56億ドルであり、ここに18.1億ドルを加えると55.16億ドルとなる。これとUSPSの小包を除いた2,013億通、固定費8%から、 $y=0.02530x+4.41$ (x =億通、 y =億ドル) という小包を除いた運送費の費用関数が得られる。これをスケールダウンすると $y=0.0253x+2.050$ となる。

ここに年間250億通の (小包を除いた) 郵便物数を代入すると83.75億ドル、1ドル107円の為替換算で896.125億円となる。「その1」では、公社時代、同レベルの物数について、2004年度の集配運送委託費から小包配達委託費を除いた1,504億円をゆうパック716.9億円、それ以外の787.1億円に分解したから、この結果と大きな矛盾はない⁽³⁰⁾。

運送もほとんどが変動費である理由は次のように考えられる。トラック運送を例にとると、比較的物数が少ない段階では、ある区間の物数増加に対し、小型から中型、大型へと「車種上げ」が行われ、更に増えると便数増加で対応することになる。車種による積載量是不連続なため、当該区間では一時的な過剰能力となるが、全国的に、あるいは長期的に見ると、なだらかな、線形的なものとなるであろう。

11.6 配達 (私書箱交付の影響の除去)

Cohenらによると、1999年において年間総物数は2,016.44億通、うち屋外での配達物数は1,584.35億通、私書箱交付物数432.09億通であり⁽³¹⁾、全物数の約21.4%が各戸に配達されず、私

28 藤本「その1」123頁の注49を参照。

29 R. Cohen前掲 'Testimony before the President's Commission on the Postal Service' 21頁。

30 モデルの方が14%程高めであるが、計算上、国際運送の費用を除外していないことが要因の一つであろう。米国の国際郵便物数はわが国より多く、それに要する航空運送料の影響が考えられる。

31 Cohen et al A Comparison of the Burden of Universal Service in Italy and the United States, 4頁。ただし、これらの物数は、1999年のUSPSのAnnual reportのものと若干の相違がある。

書箱交付によってサービスが完結している。よって、これらの郵便物を各戸に配達する場合に必要な追加費用を求めればよい。

CohenとChuは1993年におけるUSPSのStreet Delivery（局外作業）の費用を101億ドルとし、その要素を3分した⁽³²⁾。すなわち、①Route time（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（配達人が配達を行うためにルートから離れる時間（基本線から発して配達地点まで徒歩あるいはドライブして戻ってくる時間、運転スピードはスローダウンする）、③Elemental load time（キャリアが郵便受けに郵便を差し入れるのに要する時間）である。次の[表15]と[表16]は、この点に関する「その2」における表の再掲である。Cohenらによれば、このうち、①は本質的に固定であり、②は部分的に可変、③は100%可変である。米国では、possible delivery（潜在的な配達箇所、すなわち、存在する全ての世帯と事業所数）のうち約93%が配達日に毎日配達を受けるから、郵便物数の増加によって新たなアクセスが生じることは少なく、回帰分析の結果、アクセスコストの増加率は約6%であるという。

Function	Cost (\$ billions)	Percent of Total Cost	Function	Cost (\$ billions)	Percent of Total Cost
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	Note: 単純化のため、カバレッジ関連のロードタイム (\$1,232 million) 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。		
Other	8.9	18.5			

[表15] USPSの主要なオペレーションコスト (1993)

[表16] ストリートタイムの構成要素 (1993)

しかし、今は長期の分析であるから、②③について、通数に応じて追加費用が発生するものとみなすと、②の52.05億ドル、③の19.12億ドル、計71.17億ドルに私書箱交付物数と屋外配達物数の比432.09/1,584.35を乗じた19.41億ドルが追加費用となる。これは1993年の配達費用172億ドルの11.28%に当たる。1999年の配達費用221億ドルに同じ割合を適用すると24.94億ドルの費用となる。1999年のCohenモデルの配達費用関数は、 $y = 0.052625x + 114.92$ 億ドルというものであったが、追加費用は変動費だから、左辺と右辺の変動費部分に24.94億ドルを加えて x の係数を再計算すると、 $0.052625 \times 2015.763 + 24.94 = ax$ 、 $x = 2015.763$ から、 $a = 0.064997799$ が得られ、新たな費用関数は、 $y = 0.06500x + 114.92$ 億ドルとなる。

11.7 物数と施設展開（設備投資の費用化）及び「その他」

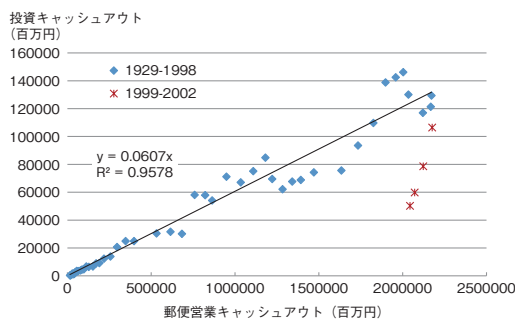
設備投資は、物数とどのような関係に立つのであろうか。土地については機会費用が問題となり、償却資産は減価償却費が年々の費用となる。1999年度のAnnual Reportを見ても減価償却費は明示されていないが、同年度のUSPSの貸借対照表⁽³³⁾からこれを窺うことはできる。当該年度の減価償却済12,143百万ドルと前年度の償却済額10,785百万ドルの差額1,358百万ドル

32 Cohen, Robert & E. Chu A measure of Scale Economies for Postal Systems in Managing Change in the Postal Delivery Industries 1997, 4頁、5頁。

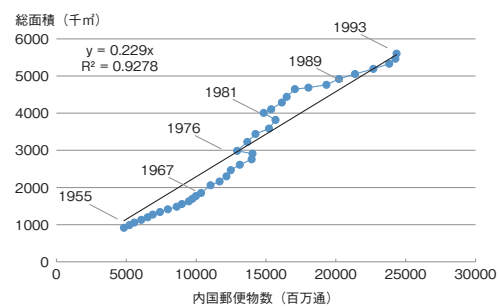
33 United States Postal Service 1999 Annual Report, 58頁。

(円換算1,454億円)が年間の減価償却費に近いであろう。また、翌2000年度、USPSから提出された「財務及びオペレーションの計算報告書」によれば、減価償却 (Depreciation) が18.1億ドルであった⁽³⁴⁾。いずれにせよ、USPSの減価償却費は、2003年の日本郵政公社郵便業務の減価償却費853億円 ([表18] 参照) の倍にも及ばない⁽³⁵⁾。その理由は、一つには、わが国の郵便局は、郵貯、簡保の業務も行うため (いわゆる三事業一体)、都市型立地のオフィス仕様であり、建築単価が高いことが考えられる。

減価償却費は、耐用年数、定額法、定率法等、償却の仕方で変わる評価性のものである。そのため、投資額を現金ベースで示したのが [図39] である。わが国の郵便事業の営業キャッシュアウトと投資キャッシュアウト⁽³⁶⁾ 全体との関係は、概ね線形近似が成り立っている (×で示す最後の数年は投資を抑制したので除く)。土地、建物、工作物、機械、ソフトウェア等、資産取得のため、総体として、年間営業キャッシュアウト (オペレーションコスト) の約6%相当額が継続的に投資されたことが、線形近似の係数から分かる。



[図39] 郵便営業キャッシュアウトと投資キャッシュアウトの関係



[図40] 郵便物数と普通局管理面積の推移

次に、実物ベース、すなわち、郵便物数と普通局面積⁽³⁷⁾ の関係を見ると、[図40] のとおり、多少のうねりがある。1970年代半ば以降の10年間は、物数に対し面積が増加しているが、40年間を通してみると、概ね線形的である。このことを、単に総面積の年々の推移としてみると、[図41] のとおりであり、1970年代の増勢が窺われる。

[図42] は、償却資産中、設備の中心をなす区分機台数の推移⁽³⁸⁾ である。1968年に区分機配備が始まり、大規模局を中心に導入されたが、集中処理方式を採用しなかったため、1980年代に200台で頭打ちとなり、郵便物数の増加にかかわらず、中小規模局の郵便物は、長年、区分機で処理されて来なかった⁽³⁹⁾。その後、7けたの郵便番号と住所合わせ読みによる「新処理

34 藤本「その1」122頁を参照。

35 リース物件があれば、リース料を費用に加える必要があるが、特定することができなかった。

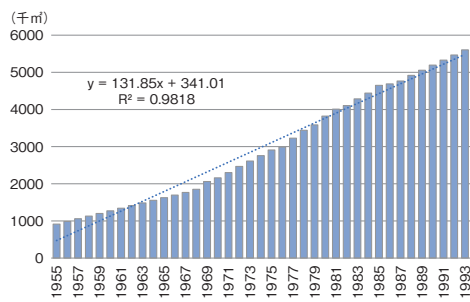
36 郵便事業のキャッシュフローは、郵政事業特別会計の歳出決算 (『郵政統計年報』による) から抜き出す必要がある。営業キャッシュアウトは、「郵便費」、「借入金利子」(借入金はすべて郵便事業のものである) と総係費のうち郵便分を推計する等して求める。投資キャッシュアウトは、「局舎等施設費」から抜き出す。その方法として、減価償却費充当額、建設財源借入金等の投資財源から推定する。詳細については、藤本栄助『『会計』で見る戦後の郵便事業 (その3) 郵便事業の長期ファイナンスと経営』、『郵便史研究』第48号 (郵便史研究会紀要、2019) 8頁以下を参照。

37 普通局の面積は、郵政省郵務局『平成5年度 郵政行政統計年報 郵便編』(旧名称は『郵政統計年報』) まで、歴年掲載された「郵便局舎現況」(旧名称は「普通局舎現況」) に基づく。

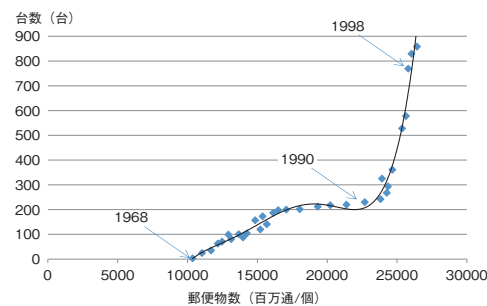
38 区分機台数は、郵政省郵務局『平成9年度郵便の統計』(旧名称は『郵政行政統計年報』、『郵政統計年報』) まで、歴年掲載された「郵便事業用機械類現況」に基づき、筆者において集計したもの。

39 中小局に区分機を導入しても、処理対象となる物数が少なく、稼働率が低いので、導入が控えられることになる。新処理方式によって、従来郵便外務が行っていた局内作業 (大区分、道順組立) を新型区分機で代替すれば、区分機の稼働率が高まり、中小局にも導入がしやすくなる。

システム」の構築に向け、配備台数が1990年代中盤から急増した⁽⁴⁰⁾。



[図41] 普通局面積の推移



[図42] 郵便物数と区分機台数の推移

これは集中処理の対極であって、個々の配達局に新型区分機を配備して配達の道順組立を行う究極の分散方式である。結果的に、ようやく集配普通局で引受、配達する郵便物の大半が区分機で処理されることとなったが、このような分散方式は、世界の潮流から主流とは言えない⁽⁴¹⁾。本稿のモデルでは、米国と同程度の集中処理を想定することになる。

CohenモデルあるいはPRCモデルにおける減価償却費の帰属は、4つの工程に含まれるのかその他に該当するのか、明らかではないが、事業全体における絶対額が大きなものではなく、分析に当たっての大きな問題ではないと考えられる。

「Others」（その他）は、Cohenモデルでは115億ドル、固定費77%、変動費23%だったから、費用関数は $y = 0.01312x + 88.55$ 。スケールダウンすると、 $y = 0.01312x + 41.138$ となる。なお、Cohenモデルの固定費が高いことを考慮し、Othersに対し予備的にPRCの固定費を適用すると $y = 0.0281x + 27.087$ となる。

12 郵便事業の総費用関数

12.1 総費用関数の作成と日米比較における妥当性判断

以上を総合すると、郵便事業の総費用関数が得られる。

	(億通、億ドル)	(億通、億円)	x=260
引受	$y=0.0153x+7.777$	$y=1.636x+832.141$	1,257.57
区分	$y=0.0969x+3.783$	$y=10.373x+404.738$	3,101.62
運送	$y=0.0253x+2.050$	$y=2.708x+219.342$	923.30
配達	$y=0.0650x+53.389$	$y=6.955x+5,712.645$	7,520.88
その他①	$y=0.0131x+41.138$	$y=1.404x+4,401.799$	4,766.84
その他②	$y=0.0281x+27.087$	$y=3.009x+2,898.327$	3,680.79
総費用	ケース①（その他①の場合）	$y=23.075x+11,570.665$	17,570.22
	ケース②（その他②の場合）	$y=24.681x+10,067.194$	16,484.16

[表20] 郵便事業の費用関数（円表示）

40 機械化は、通常、局舎面積の増加を伴うが、区分機の増勢は、普通局面積のそれとは一致しない。

41 集中方式と分散方式については、藤本栄助「郵便ネットワーク試論③④」『郵政研究』573号、574号（郵研社、1998）所収を参照。

〔表20〕では、4つの工程とその他の項目に分かれているが、係数、固定費をそれぞれ足し合わせると総費用関数になる。

これまで、修正Cohenモデルではドル表示であったが、ここで1ドル=107円として円表示に切り替えるとともに、わが国のスケールに合わせた。なお、表中、「その他①」はCohen、「その他②」はPRCの固変分解による。

(1) 引受

ワークシェアリングがない場合、窓口の費用関数は、 $y=1.636x+832.141$ 億円となる。これに2000年前後のわが国の年間通数 $x=260$ 億通を代入し、1ドル=107円で円換算すると⁽⁴²⁾、約1,258億円となり、わが国の窓口費用、年額3,200億円は著しく圧縮される。切手販売管理の費用、直営局の数、業務プロセス、システム等、郵便窓口の費用は、郵便事業に残された最大の効率化原資というべきである。

(2) 区分

ワークシェアリングの影響を除いた区分の費用関数はスケールダウンして、 $y=10.373x+404.7383$ 億円となる。日米のネットワーク構造を同じとみなせば、年間260億通に対する費用は、約3,102億円となる。

(3) 運送

スケールダウンした費用関数は $y=2.078x+219.342$ 億円となる。これにわが国の小包を除いた郵便物数、年間258億通を代入すると917.9億円となり、本節冒頭の787.1億円よりは17%程高いが、許容範囲内としよう⁽⁴³⁾。なお、これに公社時代の集配運送委託費から推測された小包運送費716.9億円を加えたものが、郵便事業全体の運送費である。

(4) 配達

スケールダウンした費用関数は $y=0.06955x+5712.645$ となる。年間260億通を配達した場合、配達費用は約7,521億円となる。わが国の郵便事業は、全体の約半数に当たる都市部の小包を配達委託しているが、半数は自ら配達していることになる。小包を仮にすべて配達委託するものとし、その単価を1個160円で計算すると、小包配達の費用は、当時の個数レベルで、年間約1億5,000万個 $\times 160$ 円/個=240億円となる。したがって、その半額120億円を配達費用に追加しなければならないが、配達費用全体と比べると大きなものではない。残りの半額の費用は、管理費用、情報システム等の費用ともども、全体に含まれていると見ることになる。

(5) 全体評価

個別の工程の見方は上記のとおりであるが、全体としての現実制、妥当性を評価するため、単純化のため、年間物数260億通を代入した結果を集計すると、総費用は約17,570億円となる。引受効率化分2,000億円、小包運送費717億円、小包配達費120億円を加えると、20,407億円となる。年間物数が253億通のわが国の1999年度、決算上の郵便業務収入は22,438億円、その他雑収入1,833億円を除く郵便業務収入が20,605億円、費用は22,991億円で、差引の欠損が553億円であった。その他雑収入の費用を両建てで控除すると、郵便業務収入に対応する費用は決算上21,158億円となる。これから欠損額を除いた20,605億円は、モデル上の20,407億円とほぼ同等である。これらのことから、修正後のCohenモデルは、わが国の現実を説明する上において妥当なもの

42 (公財)国際通貨研究所の時系列データ〈U.S. Dollar against Japanese Yen〉による。同年は113円を上下に変動しているが107円の月もある。107円の意味は、後で説明する。

43 米国モデルをベースにした場合、運送費用が高めに出る理由としては、次のことが考えられる。①米国のような差立集中形態では、配達局が自局で引き受けた郵便物もいったん区分センターに運送され、そこで区分されて、当該配達局に逆送されること、②米国の広大な地理、③国際運送費用が、米国では運送費のかかる国際郵便の比率が高いこと(今回は除外していない)。

と考えられる。国際比較の場合、為替換算が問題になるが、為替レート1ドル=107円は、日米の現実の郵便料金、収益、費用をほぼシミュレートする結果となっている。このように、モデルに修正を加えた費用関数によって、同時期である1999年の日米の郵便事業の費用構造が説明されたことになるが、それは、ほぼ物数が4倍になる変化をも説明できることをも意味する。

なお、係数と固定費を集約した1本の総費用の関数形を見ると、小包の影響を（ほぼ）除いた郵便（letter post）の費用構造は、1通当たりの変動費が23円ないし24円、総費用約1兆7,000億円中、固定費が1兆1,000億円を占めるものとなっている。

12.2 物数変化に伴う費用関数の反応

xに出発点（約202.2億通⁽⁴⁴⁾）、その1/2、2倍、4倍の場合の物数値を代入し、合計すると、[表21] のとおり、それぞれの物数水準に対応した工程ごとの費用と総費用が得られる。また、出発点を100として要素ごとに指数表示したのが表の右側である。

物数	(通数は億通、費用は億円、区数は区)				(基準：出発点=100)			
	101.1	202.2	404.4	808.8	(1/2)	(出発点)	(2倍)	(4倍)
引受	997.6	1,163.0	1,493.9	2,155.6	85.8	100	128.4	185.3
区分	1,453.4	2,502.1	4,599.5	8,794.2	58.1	100	183.8	351.5
運送	493.1	766.8	1,314.3	2,409.2	64.3	100	171.4	314.2
配達	6,415.8	7,118.9	8,525.2	11,337.7	90.1	100	119.8	159.3
その他①	4,543.7	4,685.7	4,969.6	5,537.4	97.0	100	106.1	118.2
その他②	3,202.6	3,506.8	4,115.4	5,332.4	91.3	100	117.4	152.1
総費用①	13,903.6	16,236.5	20,902.4	30,234.1	85.6	100	128.7	186.2
総費用②	12,562.4	15,057.7	20,048.2	30,029.2	83.4	100	133.1	199.4
配達区数a	34,623	43,599	51,461	56,764	79.4	100	118.0	130.2
配達区数b	34,623	43,599	64,000	98,740	79.4	100	146.8	226.5

(注) その他①、総費用①はCohenモデルにより、その他②、総費用②はPRCモデルによる。
配達区数aは二項分布と道路密度法モデル上の計算値、bは持ち出し限界で修正後の区数。

[表21] 総費用関数と物数変化

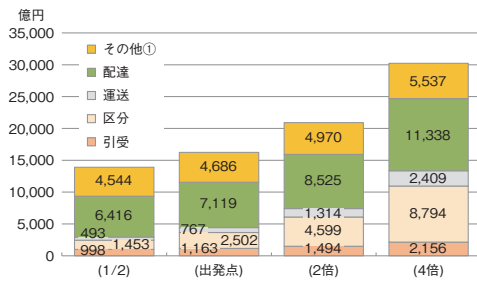
各費用をグラフ化すると [図43] のようになる。[図44] はその構成比である。

費用の伸びは、「その他」が最も低い、これは1999年のCohenの固変分解に単純にしたがった結果であり、あるいは固定費が多きに失するのかもしれない。

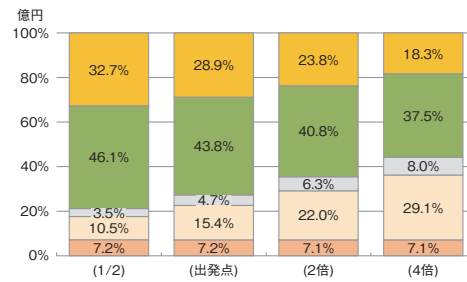
配達費用の伸びがこれに次いで低く、区分と運送は変動費の割合が高いため、大きく伸びている。配達区数のモデル上の理論値は、物数の伸びにしたがって増加率が逡減するが、実際の配達可能性を加味すると、線形的に増加することになる。しかし、その増加率は、出発点の43,599区（年間200億通相当）から4倍になっても98,740区（年間800億通相当）であり、約2.26倍であって、物数の伸びを相当下回っている。

出発点から物数が半減しても大きく総費用が減る訳ではなく、反対に物数が倍増、4倍増するにつれ、総費用は非線形的に伸びていく。これは、配達費用が費用逡減的（収穫逡増的）であるのに対し、運送、区分の費用が線形的に増加するためである。しかし、1通当たりの費用

44 年間200億通が出発点であるが、二項分布の計算上、若干の相違が生じ、配達区数は後者に対応するため、約202.2億通を出発点とした。なお、年間200億通と250億通の違いは、年賀郵便物を含むか否かによる。収益費用を決算ベースで考えるには、年賀郵便物を含めるが、1日の配達物数やその能力を計算する場合は、元旦等にまとめて大量に配達される年賀郵便物を除いて考えるのが妥当である。



【図43】 物数水準の変化と費用



【図44】 構成比

で見れば、出発点に対し4倍増の場合、総費用は2倍にとどまるから、1通の費用（unit cost）は半減している。以前、日米の郵便料金の差が能率や内外価格差の問題と見られたことがある。しかし、1999年当時、わが国の第一種郵便物の料金80円、米国のfirst classの33セント（約35円）は、このモデルによれば、物数水準の違いとワークシェアリングの結果として説明できるものである。逆に、出発点から発して、単純に競争によって市場が2分割された場合、その1社の総費用は僅かしか減らないということになる。

13 二項モデルと道路距離法による配達区数と物数、費用の関係

13.1 二項モデルと道路距離法による配達区数決定のロジック

変化のシミュレーションのコアである「物数増減と1区物数、区数等の変化」のロジックを確認しておこう。これは、後で行う宅配便との比較を理解する上で重要である。「その2」の【表17】から、東京都足立区の部分を抜き出したものが次の【表22】である。

単位：m、通、区

足立区	世帯道路長	足立区全体物数	1区物数	区数
物数 1/2	5.03	176,832	1,506	117.4
モデルの出発点	3.36	353,664	2,200	160.8
物数 2倍	2.60	707,328	3,554	199.0
物数 4倍	2.26	1,414,656	6,334	223.4

【表22】 物数増減と1配達区物数、足立区の区数（【表17】からの抜粋）

モデルの出発点は、年間物数200億通にほぼ対応する。ここで世帯道路長とは、配達の有無を問わず、当該市町村エリアに存在する世帯数で市町村道延長を除いたものである。年間物数が4倍の800億通になると、確率的に配達を受ける世帯数が増加する。これがカバレッジの変化である。スケール依存性により、カバレッジは若干異なってくるが、大きな問題ではない。

【表17】は、1原単位400世帯（事業所は48）、週間物数3,133通を前提に、収入段階別の世帯数に想定される日別通数を確率的に分配して得られたカバレッジ（「その1」の【図5】参照）に基づいている。

足立区を例に計算のプロセスを示す。次の【表23】において、aが1週6日延べ2,688個所に対する延べ配達個所数であり、出発点の1,670個所は、約62.1%のカバレッジとなる（上記単純計算と大差はない⁴⁵⁾。bは出発点に対しての個所数増加率であるが、その逆数分、配達され

45 所得段階別にセグメントすると、高所得段階に多数の郵便物が集中する結果、一律に分配する場合と比べ、カバレッジが低下する。

た世帯間の道路延長（世帯間距離）が縮まることになり、これは、そのエリアの世帯間道路延長が縮まることに等しい。

	配達個所数	個所数増加率	同左逆数 1/b	物数	物数効果d/b	短縮結果	最終物数e*f
出発点	1,670	—	—	1	—	—	—
物数半減	1,115	0.668	1.498	0.5	0.749	2,011	1,506
物数2倍	2,152	1.289	0.776	2	1.552	2,290	3,554
物数4倍	2,478	1.484	0.674	4	2.696	2,350	6,334

[表23] 足立区における物数増減の効果

[表17] の物数4倍、2倍の「道路世帯延長」とは、このようにして縮んだ結果である。（4倍の場合、足立区では、出発点の $3.4\text{m} \div 1.484 \div 2.3\text{m}$ となる）。この世帯道路長を世帯道路長と1区当たりの配達物数の近似式 $y = -424 \ln(x) + 2695.5$ に代入すると、物数増加に伴うカバレッジ増加の結果としての1区の配達物数が得られる。

これが [表23] のf（短縮結果）である。これは、物数増加の効果を伴っておらず（近似式そのものが原単位当たり一定の物数を前提とする）、元々の物数下で、世帯当たりの道路延長が短縮された場合、1区で1人が配達可能な物数を表す。

しかし、4倍の物数になれば、元々の1区の物数も4倍になっているから、1個所当たりの要配達物数の増加率は、4倍を配達個所数の増加率bで除して求められる。これがe（物数効果）である。これは、物数が4倍になることに伴って、1個所の配達通数が増加する増加率である。したがって、eとf（短縮結果）を乗じたg（最終物数）が、4倍の物数増加によって、1人の外務職員が配達すべき通数となる。このとき、足立区全体の実際の配達区数は、[表22] のとおり、出発点から変化して1.5倍弱に、1区の実際の配達物数は2.8倍弱に増加している（その積が4となる）。

この1区通数を現実に1人で配達可能かは別問題であり、「その2」では、4倍増の場合の持ち出し物数の限界を、仮に、足立区では3,000通、東区では2,800通、行橋では2,500通、上陽では1,773通（計算どおり）とした。2倍増の場合は、それぞれ、2,800通、2,500通、1,800通、928通とした⁽⁴⁶⁾。わが国においては自動二輪による配達が主力であることに鑑み、積載可能な重量であるか⁽⁴⁷⁾、という制約要因を重視したものである。これらの通数は（上陽局を除き）、東京都区部や県庁所在地における物数が多めの1区の配達物数に相当する。これ以外に、通数増加による局内作業時間が増加するという制約要因も考えられる。しかし、配達における局内、局外作業及び区分センターとの分担関係は、米国の費用構造を基礎にしており、配達局における局内作業は存在するが、相当部分を区分センターで行っているため、大きな制約要因ではなく、以上の配達通数限界を可とする。

このような配達通数限界をもとに、[表17] に手を加え、物数増加に対応しうる区数を再計算したものが次の [表24] である。モデルの出発点と物数1/2の場合は、区数に変化がなく、2倍と4倍の場合の「調整後区数」とあるのがその値である。「その2」でも述べたが、二項分布と道路密度法によって得られた、この表におけるわが国の全国の物数を4倍し、更に人口

46 藤本「その2」113頁。4倍増の場合ほど配達距離が縮まらないので、持ち出し可能通数を若干少なくした。

47 仮に1通の重量が平均的に10gであっても、3,000通は30kgとなり、6,000通は60kgとなる。配達に四輪車を用いるUSPSでは、配達物数による四分位の第一分位では、平均的に約3,500通を配達しており、持ち出し限界がわが国より高いところにある。藤本「その2」104頁の [表14] を参照。

規模を勘案してこれを2.5倍、2.7倍すると、米国の年間郵便物数、配達ルート数に極めて近い数字となる。2.5倍は4倍となったわが国の物数を2,015億通という米国の年間物数に対応させる倍率であり、このとき、調整後配達区数は米国の配達ルート24万ルートにほぼ一致する。一方、2.7倍は当時の人口比であるが、米国の物数、配達ルート数とも、実際のものよりやや多めになる。

	物数 1/2			モデルの出発点			物数 2倍				物数 4倍					
	市区町村物数	1区物数	配達区数	市区町村物数	1区物数	配達区数	市区町村物数	1区物数	配達区数	修正区物数	調整後区数	市区町村物数	1区物数	配達区数	修正区物数	調整後区数
	(通)	(通)	(区)	(通)	(通)	(区)	(通)	(通)	(区)	(通)	(区)	(通)	(通)	(区)	(通)	(区)
足立区	176,822	1,506	117	353,644	2,200	161	707,288	3,554	199.0	2,800	252.6	1,414,576	6,334	223	3,000	471.5
東区	72,739	1,302	56	145,477	1,900	77	290,954	3,130	93.0	2,500	116.4	581,908	5,598	104	2,800	207.8
行橋市	17,067	934	18	34,133	1,400	24	68,266	2,369	28.8	1,800	37.9	136,532	4,275	32	2,500	54.6
上尾町	764	239	3.2	1,527.0	500	3.1	3,054	928	3.3	928	3.3	6,108	1,773	3.4	1,773	3.4
(全国局数)	(千通)	(区)	(千通)	(区)	(千通)	(区)	(千通)	(区)	(区)	(千通)	(区)	(千通)	(区)	(区)	(区)	(区)
50 足立区	8,841	5,871	17,682	8,037	35,364	9,961	12,630	70,729	11,167	23,576						
110 東区	8,001	6,148	16,002	8,422	32,005	10,225	12,802	64,010	11,435	22,861						
800 行橋市	13,653	14,617	27,306	19,505	54,613	23,057	30,340	109,226	25,549	43,690						
2,500 上尾町	1,909	7,988	3,818	7,635	8,228	8,228	8,228	15,270	8,613	8,613						
3,460 全国値(1日)	32,404	区数計→ 34,623	64,809	区数計→ 43,599	129,617	区数計→ 51,461	64,000	259,234	区数計→ 56,764	98,740						
年間値(312日)	10,110,137		20,220,274		40,440,548			80,881,095								
								米国人口=日本×2.7倍→ 218,378,957	153,262	266,598						
								米国人口=日本×2.5倍→ 202,202,738	141,909	246,850						

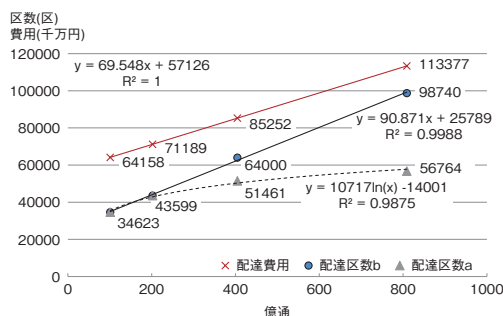
[表24] 物数増減と配達区数

米国の私書箱交付割合21.4%を考えると、これらの郵便物を局外の「あて所」(宛先)配達に回した場合、実際、この区数で配達可能であろうか。この点、前述のとおり、Cohenらは、1993年について、当時の93%というカバレッジに照らし、郵便物数が増加によって新たなアクセスが生じることは少なく、配達ルートデータの回帰分析によると、アクセスコストの変化度は低いとした。私書箱交付の郵便物を配達することは、実質的に物数増加に等しいが、1993年の物数レベルの近傍では、短期的に対応が可能なのであろう。

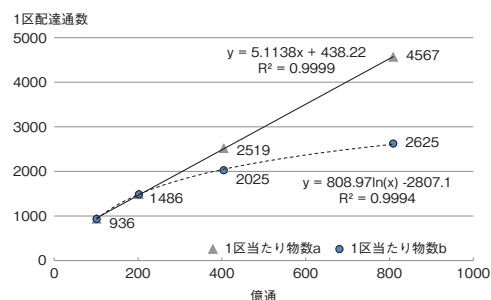
13.2 郵便物数、配達区数、配達費用の関係

以上、やや煩瑣な計算過程を示したが、郵便物数の増減に対する配達区数、配達費用の変化をグラフ化すると、[図45] のようになる。×、●、▲のマーカーは、郵便物数が倍々に増加する、そのポイントである。図において、▲で示される配達区数aとは、持ち出し制約のない計算上の区数であり、●の配達区数bとは、持ち出し制約下の区数である。▲配達区数aは、100億通を過ぎると、増勢が鈍る。これが、二項分布による郵便物配分の特徴である。しかし、この区数で実際に配達できる訳ではない。●配達区数bは、年間100億通から800億通まで、線形的な増加を示す。これは、持ち出し制約を経験的に設定した結果である。異なる持ち出し制約条件では、異なる結果となるだろう。

わが国の制約条件を前提にすると、101億通から202億通に倍増する間、配達区数は、34,599区から43,599区へ(1.26倍)、800億通に8倍増するときは、98,740区へ(2.85倍)と増加する。



[図45] 郵便物数と配達区数、配達費用



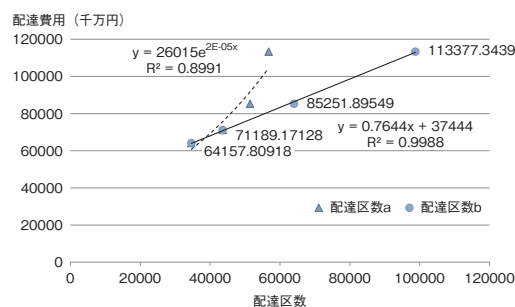
[図46] 年間郵便物数と1区当たり物数

次第に1区の物数が持ち出し可能物数に近づいて飽和するため、理論値を離れ、線形的な増加となる。しかし、この場合でも、[図46]のように、1区当たりの配達物数は、年間物数が200億通を超えても、緩やかにではあるが、なお増加を続けるのである。

[図45]の×配達費用も、物数に対し線形的に増加する。費用を千万円単位としたので、同じスケールの上で、1区を単位とする区数と物数増加に対する変化との比較が可能になっている。3つの近似曲線上の4つのマーカーは、上下方向にそれぞれ対応する。

二項分布と道路密度法で導いた配達区数を持ち出し限界で調整した配達区数は、1999年当時のわが国の配達区数と米国の配達ルート数をよく説明するものであった。一方、CohenモデルにPRCモデルを斟酌して作成した修正Cohenモデルは、米国の1999年から2014年の間の推移を説明するとともに、私書箱交付、及びドロップシップやワークシェアリングによる影響を調整すると、1999年当時のわが国の郵便費用をも合理的に説明するものであった。一口で言えば、1999年度の年間200億通レベル（年賀を除く）のわが国の物数、配達区数、配達費用と、同年度2,000億通レベルの米国の物数、配達区数、配達費用は、二項分布と道路密度法による配達区算出法と、Cohenの修正費用モデルによって、整合的に理解することができるのである。

持ち出し調整後の配達区数と配達費用の関係を見ると、[図47]のとおり、線形的な対応関係にあり、 R^2 は0.9988である。郵便物数と費用の関係は、作成された費用関数における入力値と出力値の関係を後追いたものに過ぎないから、当然にして R^2 は1である。



[図47] 配達区数と配達費用

このようにして、郵便物数⇒配達区数 ($R^2=0.9988$)、配達区数⇒配達費用 ($R^2=0.9988$)、郵便物数⇒配達費用 ($R^2=1$) という関係が成り立っている。以上のことから、二項分布（郵便物数が人口＝世帯に確率的に配分される）と道路距離によって導出された配達区数（配分された物数の地理的貼り付け）の費用は、修正後のCohenの物数と配達費用の関数に対応付けられていると考えてよいであろう。

14 郵便事業の物数・物流特性—宅配便事業との比較において

14.1 宅配便事業の特徴

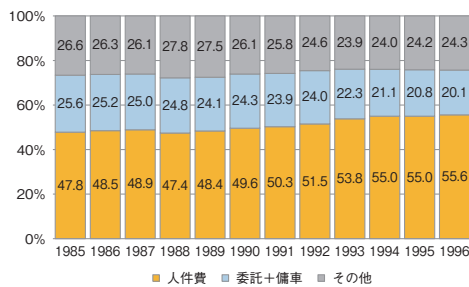
宅配便事業の代表として、ヤマト運輸株の「有価証券報告書」における宅配便個数、社員数、車両台数、損益計算における営業原価の推移⁽⁴⁸⁾をフォローし、郵便事業と比較することによって、宅配便事業の特性を描いてみよう。ただし、「有価証券報告書」にこれらの数字がすべて

48 ヤマトホールディングス移行前のものであり、本社と最初は8支社、後に9支社の合計数値である。『有価証券報告書総覧 ヤマト運輸株式会社』（大蔵省印刷局、昭和63年～平成12年）による。

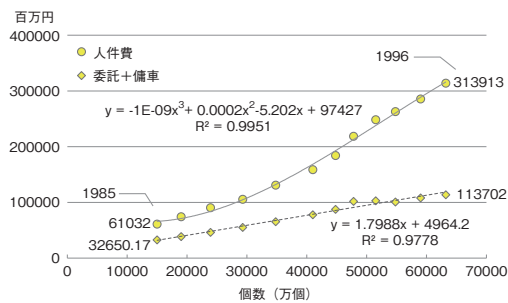
掲載されたのは、1985年から1996年の間であり、宅急便（ヤマト運輸の宅配便のブランド名）の勃興期から約10年間の記録の分析となる。

(1) 人件費と運送費

【図48】は、営業原価⁽⁴⁹⁾の構成比である。人件費の割合が高い（原価の47.8%～55.6%と次第に上昇）のは運輸業の常であるが、委託費・備車費⁽⁵⁰⁾の割合も高い（ただし、26.6%から20.1%と次第に減少）。ヤマト運輸は、基本的にベース（郵便事業の地域区分局、区分センターに相当）間の運送を委託と備車により行い、配達を自前で行う事業形態を採用している（その点では郵便事業と似ている）。したがって、委託費・備車費とは運送費であり、人件費は運送以外の人件費である。宅配便の区分（仕分け）作業は郵便と比較すると単純であるから、人件費の多くは配達に割かれているのであろう。



【図48】 ヤマト運輸の営業原価構成



【図49】 宅急便個数と人件費、委託・備車費

営業原価中、委託・備車費は【図49】のとおり、個数に対してきれいな線形近似が成り立ち、定数項の値も小さいから、規模の経済はほとんど存在しない。郵便事業では年間260億通のレベルにおいて、小包を除いて、運送委託費は、16,000億円のモデル原価中、939億円（5.9%）、決算推計値では787億円で（4.9%）だったから、原価に占める運送費の割合が大きい（20%以上）宅配便は、この点で、規模の経済が働きにくい。しかし、個数の増加に伴い、ヤマト運輸も運送費の比率が下がり、人件費率が上昇しつつあり、4次の曲線で近似できる。これに対し、社員数は【図50】のように線形的である。

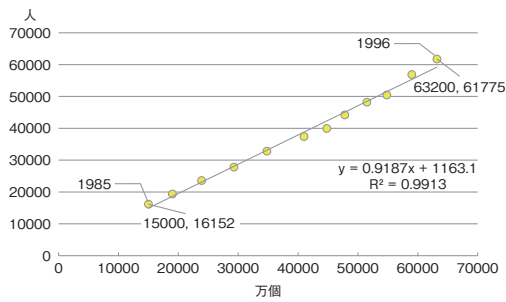
(2) 物数と配達車両台数

個数に対する車両台数の推移を【図51】で示す。これらの関係は、いずれも線形的である。全台数のうち、1トン車未満の小型トラックと軽四輪が集配車両と考えられる。台数には、宅急便以外のもの及び予備車両も多少含まれる可能性があるが、同社の業態から大きなものではないと考えられ、趨勢を見る上で問題はない。これらの台数が郵便事業の配達区数に対応する。

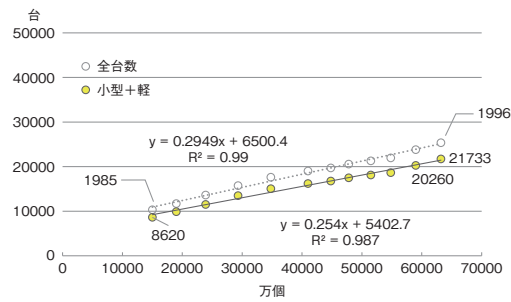
【図51】では、宅急便は、年間15,000万個（1985年）の約8,600台から出発して、個数が4倍になると、台数が約2.3倍の約2万台になる関係にある。郵便の場合は、【図44】で見たように、年間100億通を起点に、物数が4倍になると、持ち出し制約なしで1.26倍、持ち出し限界つきで1.78倍の配達区数となる。ここから、郵便事業の方が区数の面で規模の利益を多く享受することが分かる。

宅配便における年間1億5000万個の出発点は、1日にして41万個（365日配達）、原単位数

49 「有価証券報告書」では、1991年までは、宅急便事業の属する「一般貨物運送」の原価データが分別されていたが、その翌年から全ての事業のデータに一括された。したがって、この移り変わりにおいて、データの断続がある。しかし、宅急便事業のウェイトは大きいので、概況を分析することはできる。
 50 「委託」とは、運送を他の独立した事業者へ請け負わせることであり、「備車」とは、車両と運転手をいわば自らの生産要素として借り入れて、借り入れ側の責任において管理、運行することをいう。



【図50】 宅急便の年間個数と社員数



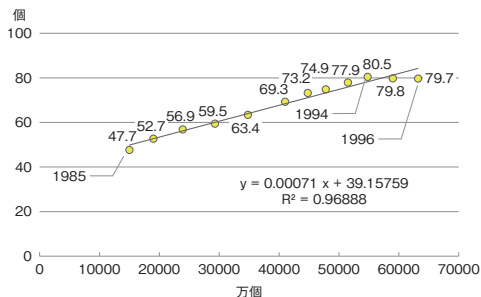
【図51】 宅急便年間個数と車両台数

125,000で割ると、1原単位（400世帯+事業所48）当たり3.28個にすぎない。郵便の場合、年間100億通は、310日配達した場合、1原単位当たり222通になるから、2けたオーダーの異なる宅急便においてもある程度の規模の経済が働いているのである。それは、どのようなメカニズムによるのだろうか。

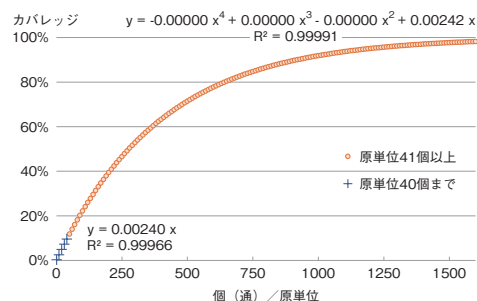
(3) 宅急便の配達における規模の経済

年間15,000万個レベル（1985年）での、集配車両1台当たりの1日配達物数を求めると、【図52】のとおり、約47.7個となる（15,000万個÷365日÷8620台）。1原単位当たりでは約3.3個である（15,000万個÷365日÷12,500原単位）。これは、物数増加に伴って線形的に増加していくが、年間5億個を過ぎて6億個レベル（1994年以降）に達すると、1台80個程度で頭打ちとなっている（原単位当たり13.2個）。

その理由は次のとおりである。まず、配達個数の増加が線形的であるのは、年間個数の増加に伴ってカバレッジ（ヨコの密度）が増加するが⁽⁵¹⁾、この個数水準では、1個所当たりの配達個数（タテの密度）の増加が殆ど関わらないためである。単純に言えば、配達個所1個所当たり2個以上配達することは希ということである。このことを具体的に計算してみよう。宅配便においては、現在、最大のヤマト運輸が年間約18億個を配達する水準にある⁽⁵²⁾。これは1日約493万個、1原単位当たり39.45個となる（493万÷12.5万）。448個所に対して1日39個を配達する場合、1日に1配達先が1個も配達を受けない確率は ${}_{39}C_0 \times (1/448)^0 \times (447/448)^{39} \doteq 0.916538803$ となる。また、1日1個所に1個だけ配達される確率は ${}_{39}C_1 \times (1/448)^1 \times (447/448)^{38} \doteq 0.087053571 \times 0.918589225 = 0.079966473$ だから、1個所に2個以上配達される確率は $1 - (0.916538803 + 0.079966473) = 1 - 0.996505276 = 0.003494724$ 、すなわち約0.35%に過ぎない。



【図52】 宅急便年間個数と1台当たり個数



【図53】 原単位当たりの通数・個数とカバレッジ

51 単純には400世帯に4個の宅急便が配達される時、1世帯に対し配達される確率（全体でみればカバレッジとなる）は、 $4/400 = 1\%$ であるが、2項分布で計算すると、 $1 - (1 - 1/400)^4 \doteq 0.009963 \doteq 1\%$ となる（以下同様）

52 2020年9月18日、国土交通省報道発表「令和元年度宅配便等取扱実績関係資料」による。

【図53】で、所得段階を考慮せずに一律に個（通）数 n を1原単位400世帯に配分した場合のカバレッジ $1 - (1 - 1/400)^n$ の変化を示した。個数の少ない段階、例えば2019年現在のヤマト運輸の個数水準、年間18億個（原単位当たり1日40個）までは、1原単位当たりの個数とカバレッジの関係は1次式で回帰でき、個数増加に伴ってカバレッジは線形的に増大する（【図53】の「+」部分と回帰式を参照）。これはタテの密度が働かないためであり、【図52】は、この区間の更に下半分（原点に近い部分）に当たる。これに対し、年間郵便物数200億通（原単位当たり1日500通）は、4次の曲線に乗っている⁽⁵³⁾。この水準まで物数が増加すると、カバレッジの（ヨコの密度）増加は線形的でなくなり、1世帯に複数配達されるケースが増加する（タテの密度が増す）こととなる。原単位当たり1日2,000個の水準（米国の最盛期）では、カバレッジは飽和し、タテの密度が増加するのは既述のとおりである。

次に、宅配便の1日1台の平均配達物数が80個で頭打ちとなる理由は、宅配便は、受領の証跡を残すため判取りを行うところから、1配達個所当たりの受け渡しに時間がかかるのが大きな要因と考えられる。50個の場合、平均1分と見て50分（2分かかれば1時間40分）、80個あれば、1時間20分（2分かかれば2時間40分）になり、カバレッジが増す分、受持原単位は減るが、1日の走行時間が圧迫される。これが、郵便受箱に配達する郵便物との違いである。カバレッジの増加は停止回数の増加であるから、走行速度も低下するであろう。このため、配達箇所増加には限界がある。

14.2 郵便事業、宅配便事業における規模の経済とその帰結

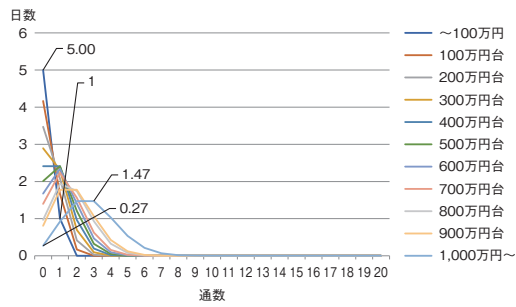
宅配便における処理工程の4区分はできなかったが、運送及び配達について、規模の経済の働きの違いを要約しよう。郵便と宅配便の相違を知るにはこれで十分とも言える。

- (1) 運送費用が物数に応じて線形的に増加するのは、郵便も宅配便も同じである。しかし、宅急便は総費用に占める運送費の比重が大きく、郵便は小さい。運送費は、重量、容積、距離に左右されるから、小包と宅急便が重量あるいは容積（3辺長の合計でもよい）と距離に応じた料金体系を採用し⁽⁵⁴⁾、郵便が全国一律料金を採用することは合理性がある⁽⁵⁵⁾。
- (2) 配達には、いずれの事業にも規模の経済が働く。しかし、郵便はカバレッジの増加（ヨコ方向）と1配達箇所への配達物数の増加（タテ方向）が同時に働くが、宅配便は、カバレッジの増加のみ（ヨコ方向）が働く。これは、今のところ、郵便が年間200億通を配達するのに対し、宅配便は1社最大15億個程度であることを前提としている。このことは、年間物数、世帯数（人口）の関係と有価証券報告書に掲載された程度の情報（年間個数、車両台数等）、郵便配達における経験則（配達局の立地、1区当たりの配達物数等）から、簡単な確率と算術によって、導くことができる。
- (3) 物数が出発点（年間200億通）から4倍（同800億通）に増加した場合の、所得段階に応じて「1世帯が何通を何日受け取るか」の分布は、【図54】から【図55】のように変化する（事業所は省略した）。縦軸が日数、横軸が通数であり、100万円未満の段階では、1週6日の配達日のうち、0通が5日であることを示す。この日数は、「基礎」94頁の【表1】にある、所得段階別の0通から当該受取通数の二項モデルによる確率（【表25】の左側）に、1週の配達日、6日に乗じて（【表25】の右側）、0通から17通まで（これは「100万円～」

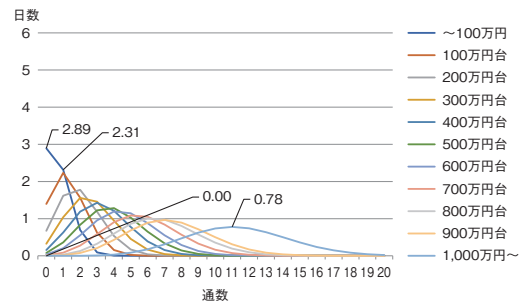
53 もちろん40個未満もこの4次の曲線に乗っているが、部分的には直線で回帰できるということである。

54 古くは、郵便事業において、小包にも全国均一料金が適用されていた。

55 ただし、配達区の人口密度、事業所の集積度は度外視しているので、ここにクリームスキミング（良いとこ取り）が働く余地がある。



〔図54〕 世帯に対する1日の配達通数（出発点）



〔図55〕 世帯に対する1日の配達通数（物数4倍）

の段階の場合であり、表では4通以上は省略）配達される日数を求めたものである。

この計算過程は〔表25〕、〔表26〕のとおりである（一部の所得段階を省略）。二項分布によると、各段階の1世帯当たり週間配達通数を n として、 r 通がある日に配達される確率は、 $P(X=r) = P_{r=n} C_r p^r q^{n-r} (r=0,1,2,\dots,n)$ である。配達日は一週間に6日であるから、 $p=1/6$ 、 $q=1-1/6=5/6$ 。〔表25〕において、所得段階300万円台を例にとると、 $n=4$ として $r=0,1,2,3,4$ の場合の Pr を求めることになる。ここで週間受取通数は、年間物数を1原単位1日の物数を所得段階に応じて配分し、これを確率計算の都合から整数化したものである。〔表26〕では、その4倍、 $n=16$ 、 $r=0,1,2,3,4\dots16$ として Pr を求める。〔表26〕の週間受取通数は、この整数化した通数に対して4倍となるように調整してある。

所得段階	1世帯当たり週間受取通数	整数化	6日に					0通の				
			0通の確率	1通の確率	2通の確率	3通の確率	4通の確率	日数	1通の日数	2通の日数	3通の日数	4通の日数
～100万円	0.57	1	0.8333	0.1667			5.0000	1.0000				
100万円台	1.70	2	0.6944	0.2778	0.0278		4.1667	1.6667	0.1667			
200万円台	2.83	3	0.5787	0.3472	0.0694	0.0046	3.4722	2.0833	0.4167	0.0278		
300万円台	3.96	4	0.4823	0.3858	0.1157	0.0154	0.001	2.8935	2.3148	0.6944	0.0926	0.005
900万円台	10.74	11	0.1346	0.2961	0.2961	0.1777	0.071	0.8075	1.7766	1.7766	1.0659	0.426
1,000万円～	16.95	17	0.0451	0.1532	0.2452	0.2452	0.172	0.2704	0.9195	1.4712	1.4712	1.030

〔表25〕 物数の出発点（年間200億通レベル）

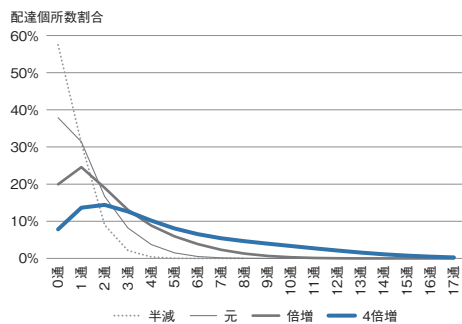
所得段階	1世帯当たり週間受取通数	整数化	6日に					0通の				
			0通の確率	1通の確率	2通の確率	3通の確率	4通の確率	日数	1通の日数	2通の日数	3通の日数	4通の日数
～100万円	2.26	4	0.4823	0.3858	0.1157	0.0154	0.0008	2.8935	2.3148	0.6944	0.0926	0.005
100万円台	6.78	8	0.2326	0.3721	0.2605	0.1042	0.0260	1.3954	2.2327	1.5629	0.6251	0.156
200万円台	11.30	12	0.1122	0.2692	0.2961	0.1974	0.0888	0.6729	1.6151	1.7766	1.1844	0.533
300万円台	15.82	16	0.0541	0.1731	0.2596	0.2423	0.1575	0.3245	1.0385	1.5577	1.4539	0.945
900万円台	42.94	44	0.0003	0.0029	0.0124	0.0348	0.0713	0.0020	0.0173	0.0745	0.2086	0.428
1,000万円～	67.81	68	0.0000	0.0001	0.0004	0.0017	0.0054	0.0000	0.0003	0.0023	0.0099	0.032

〔表26〕 物数4倍（年間800億通レベル）

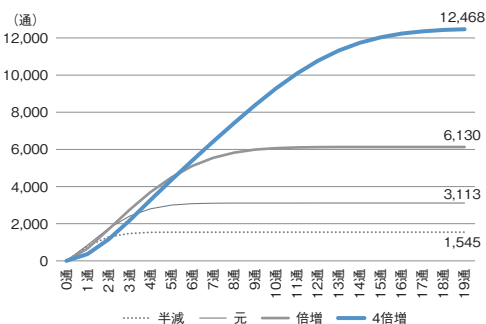
このモデルは、もともと、所得格差＝受取郵便通数の格差というモデルである。年収100万円未満段階では、出発点において1週間（6配達日）中、5日は郵便物の配達がなく、1通配達を受ける日が僅かに1日である（〔表25〕の右側、第1行）。物数が4倍になると、配達のない日が2.89日、1通ある日が2.31日となる（〔表26〕の右側、第1行）。モデル上、通数は収入に比例するから、この段階の年収が300万円になったのと同じ結果となっている。1,000万円以上の段階では、0通の日が0.27日から0.00日となり（〔表25〕、〔表26〕の右側、最下行を比較）、1日で最も多くの通数を配達される日が、1.47通/日の3日（〔図54〕）から、11通/日の0.78日へと変わる（〔図55〕）。実際には、郵便通数は離散値であるから、各所得段階において整数値が配達されるであろう（11通/日×0.78日＝8.58通≒8通または9通等と解釈する）。

配達通数が0通の日の合計と1通以上の日の合計からカバレッジを求めることができる(配達日数の合計が軒数である)。その1軒ごとに、1日に配達される通数を掛け合わせたものが、配達総数となる。宅配便の配達では、先に述べたように、1軒に対して2個以上配達される確率は極めて低いから、積算の効果が働かず、規模の経済は存在するが、小さなものに止まるのである。

- (4) 物数増減による配達箇所数と累積配達通数の変化を見てみよう。[図56]は、1週間(6配達日)における1日当たりの配達通数が0通、1通、2通...のとき、何%の配達個所に配達されるかを、出発点から半減、倍、4倍の物数規模について示したものである(物数規模ごとに合計すると当然100%となる)。これは、[図54]の日数を集積し、通数ごとに%を求めたものと意味は同じである。物数規模の倍増につれ、曲線は大小の差の少ない平坦なものになっていく。つまり、1日に複数通配達されることが多くなるとともに、1日ごとのバラツキが小さくなるのである。



[図56] 配達通数ごとの配達箇所数割合の変化



[図57] 1原単位における累積配達通数

そこで宅配便ではどうなるかを考えてみる。郵便の「半減」は年間100億通に当たり、1/4は50億通、1/8は25億通、1/16は12.5億、1/32は6.25億通となる。ヤマト運輸の宅急便は、1.5億個から始まって4倍で6億個となった。先に、年間18億個レベルでは、1世帯が1個も配達を受けない確率が約0.9165、1個だけ配達される確率が約0.0761、2通以上配達される確率が約0.0034と述べたが、郵便の1/32(年間6.25億個)のレベルでは、仮にこの表に変化の曲線を書き入れた場合、限りなく左端に位置し、直立に近い形になるであろう。

郵便について、1原単位における1週間の累積配達通数の推移を物数段階ごとに見たのが[図57]である。これは、1原単位(448配達箇所、週間延べ3,113通)において、4つの物数段階ごとに、1日の配達通数が0通の日から始まって1通、2通と増えていくときに、配達通数が累積して行く様子を表している。4倍の場合は累積通数増加が続き、容易に飽和しないが、1/2の場合は5通付近で飽和してしまう。これを宅配便に置き換えて考えると、物数水準が3,113個(通)の1/32の場合は、1通(個)のところまで飽和状態となり、そのとき、累積個数は $3,113 \div 32 \approx 97$ 個となり、x軸に張り付いたように見えるであろう。

- (5) 郵便では配達区1区(配達員1人)、宅配便では配達車両1台(セールスドライバー1人)の配達限界が存在する。郵便物数は、創業から130年を経て(2000年頃)、年間250~60億通でピークとなったが、そこに至るまで平均的な1人1区の配達物数は増加し続けた。架空の話だが、今後、米国並みに郵便物数が増えたとすると、緩やかながら1区の配達物数は増加する。これに対し、宅配便(宅急便)は、創業からわずか10年余(2000年に入る前)

で急成長したが、現在の最大1社、年間18億個に達するはるかに手前の6億個の段階で、1台の平均的配達個数の限界80個に達している。この違いも、(2)同様、確率的、算術的に導くことができる。

- (6) (1)、(2)、(3)から、運送部門は、規模の経済が働かないため、分割（競争と言い換えてもよい）しても効率性は失われない。一方、配達に関しては、宅配便はすでに1台の配達能力の限界に達しているから、分割しても規模の利益が失われることはない。郵便配達においては、規模の経済が存在する限り、分割は、モデル上その規模の経済の利益を失わせることになる⁽⁵⁶⁾。郵便分野の競争と宅配便の競争は、事業のメカニズムが異なることを知った上で、論じる必要がある。郵便事業と宅配事業とは、似たもののように見えるが、底で働く物数の論理が異なる事業である。
- (7) ただ、(6)は、あくまでモデル上の話である。既存の事業者に著しい不効率やサービスの不備があれば、規模の経済を超えて、新規参入が消費者の利益となることもあろう。

また、本稿では、郵便と小包（宅配便）という二分法により、単純化を行ったが、形状、重量の面から、これらは連続的にとらえることもできる。判取り（対面配達）の有無も、バーコード等による記録扱いで郵便受箱に配達されるもの（配達記録郵便、クリックポスト、ネコポスト等）が増えれば、業態の絶対的なメルクマールではなくなる。

- (8) (6)は、二項分布モデルにより配達物数が配達個所に分配され、物数が増すにつれて、カバレッジが平面的（道路と考えれば2次元であるが）に拡大し、加えて1個所当たりの配達通数が集積されるという「密度」の論理である。

交通経済学においては、規模の経済の一種として、「密度の経済」が述べられている（山内弘隆、竹内健蔵『交通経済学』）ので、最後に、本稿との関わりを整理しておきたい。これは、ネットワークのサイズを一定として、産出量の増加が費用に及ぼす経済性の議論である⁽⁵⁷⁾。卓近な例として、通勤時の満員電車と航空輸送の座席利用率がある⁽⁵⁸⁾。満員電車における密度の作用は、車両1台という設備の設計上の能力（技術）の上限に達するまでは、固定費の人数による割り掛けが減少するというものであろう。費用逓減の根拠はここにあり、これは設備の操業度が上がることを意味している。その結果、典型的なU字あるいはL字型の平均費用曲線を描くこととなる。これに対し、郵便配達の密度は、二項分布の形で、配達者の配達能力（技術）とは離れたところで働く。そして、配達者1人の配達能力そのものが、却って外生的に密度の関数となっている。理想的には、1人1人が最大の能力を発揮するように配達区の数（配達者の数）が定められ、操業度は1人1人にとって、常に最大となるのである⁽⁵⁹⁾。このような、郵便配達における密度の数量的性格、振舞いは、かなり特殊なものと言うことができる。

56 ただ、郵便の場合、大量の配達物数がある配達区については、分割しても、事業として成り立つ可能性がある。しかし、この場合も、その区における効率の低下は避けられず、その結果を配達郵便物の少ないエリアに転嫁する他ない。これが配達についてのクリームスキミング問題である。どのようにして参入が可能か、クリームスキミングの結果、既存の独占事業者は破綻するのか等について研究したものが、Cohen et. al (2003)「グレープヤード・スパイラルの実証的分析」であった。藤本「その2」108頁を参照。

57 山内弘隆、竹内健蔵『交通経済学』（有斐閣、2002）136頁以下。

58 ただ、それに伴って便数の増加が必要となれば、単位費用が低下するかどうかは俄に判断できず、計量経済学的手法を用いて判定する必要があるが、鉄道、航空においてその存在が指摘される場合が多いとしている。藤本「その1」、「その2」において紹介した外国文献の一部は、郵便における計量経済学的分析に当たる。

59 実際には、物数の変化に応じてスケラブルに配達員1人の担当区を頻繁に伸縮することは困難なこと、配達郵便物数は曜日により変化すること等から、余力を生じたり、超過勤務が必要になったりする。

また、山内、竹内前掲書は、区域トラック事業（ネットワーク性のない貸切トラック）においては、大きな規模の経済は観測されず、路線トラック事業（宅配便のような積合わせトラック）においては、「規模の経済につながる傍証が示されたが、それは免許制度による参入規制と運賃認可制による価格規制を正当化するほどのものではない。」と述べている⁽⁶⁰⁾。この点は、本稿における宅配便の運送費、人件費（配達費）の時系列分析、二項分布による配達ロジックの分析とも矛盾しない。郵便事業と宅配便事業は、「似て非なる」事業であると言えよう。

15 結語

藤本「基礎理論」において、二項分布による配達のモデル化を述べて以降、米国のモデルを参照しつつ、現実の費用構造を説明しうるモデルの構築を試みた。その結果が本号における総費用関数である。本稿で示した郵便事業の長期の費用関数は、わが国で郵便物読取区分機が導入された1968年から物数がピークを迎えた2000年頃までの30年間と、同じ頃物数のピークを記録した1999年の米国USPSの費用に対応している。

4つの工程のうち、引受には固定費が相当に存在し、規模の経済が働く。運送と区分はほとんどが変動費であり、規模の経済はほとんど働かない。配達に関しては、二項分布による配達頻度が、カバレッジを通じて道路密度法における世帯間距離に反映され、その上に世帯ごとの通数が集積される。物数増加によって世帯間距離が縮まり、1軒当たりの配達物数が増えると、モデル上は、配達区の増加は抑えられ、対数近似で近似される形となる。しかし、それは、持ち出し限界のために線形的な増加に変形される。結局、4つの工程を総合すると、個々の工程の固定費、変動費の比率は異なるものの、事業全体の費用関数がひとつの1次式に集約される結果となった。

藤本「その1」で、「ミクロ経済学の教科書は星の数ほどあるが、現実の企業の費用曲線が載っているものを著者は見たことがない」という経済学者の弁を紹介した⁽⁶¹⁾。本稿で得られた郵便事業の費用関数の関数形は、結果として、いかにも教科書的な、陳腐なものに見える。しかし、配達費用については、二項分布にしたがって、年間の郵便物数が、配達先である各世帯、事業所に配分される過程がその根底で働いている。これに基づいて郵便事業と宅配便事業の特性を描き出したが、郵便事業の配達におけるこのような数量の働き、論理は、他の事業に例を見ないものである。

一連の試みによって、数量的に見た郵便事業の性質が正しく理解されれば幸いである。

訂正事項

- (1) 「その1」116頁注19、「ゆうパックをもParcel（小包）として報告している。」を「ゆうメールをもParcel（小包）として報告している。」に訂正。
- (2) 「その2」110頁、「（この場合、配達される確率は $1 - e \cdot v/500$ ）」を「（この場合、配達される確率は $1 - e^{-v/500}$ ）」に訂正。

（ふじもと えいすけ 郵政博物館館長）

60 山内、竹内前掲書128頁。

61 神取道彦『ミクロ経済学の力』（日本評論社、2015）113頁。