

大阪機械卸業の共同配送実験*

Experimentally Cooperative Delivery for Wholesalers of Machine Tools in Osaka

今井昭夫**
Akio IMAI

1. はじめに

近年、貨物輸送における輸送機関のアンバランスが問題になっている。ドアトゥードアの利便性ゆえに陸上輸送ではトラックの依存度がきわめて高い。このため大都市部では慢性的な交通渋滞が発生し、環境汚染の問題が深刻になっている。さらに輸送時間が増大し、企業の物流コストも増加している。

これら環境汚染や物流の非効率性を是正するために、最近官民いずれにおいても物流共同化への関心が高まってきている。しかし声高に叫ばれているほどには共同化は普及していないのが現状であろう。

共同化への関心は今に始まったわけではなく、20年前にもその推進が図られ、ある程度の調査研究が行われた。しかし今また共同化が言われているのは景気低迷に起因する物流経費の節減のみならず、地球規模で環境問題が重視されているからである。

現在、日本では運輸省や環境庁さらには通産省までもが共同化の推進を積極的に行っているが、1993年10月には運輸省と通産省が中心となって、中小企業物流効率化促進法が制定された。物流効率化が難しくかつその必要性が高いのは中小企業であるが、本法は中小企業の物流共同化事業に対して税制上および金融上の優遇措置を提供するものである。

しかしこのような財政的な優遇措置があっても、共同化の方法論が欠如しており、具体的にどうすれば効果のある共同化が実施できるかが明確になっていない。物流共同化にはおそらく統一的な理論はないと考えられるが、しかしながら多くのケーススタディを通して、共同化の分類および体系化を行うことが、共同化推進への鍵となるにちがいない。

*キーワード：物資流動、共同化

**正会員 工博 神戸商船大学助教授 輸送システム工学講座
(〒658 神戸市東灘区深江南町5-1-1, ☎ 078-431-6261)。

共同化に関連するいくつかの理論的研究はあるが^{1, 2)}、実証的な研究はあまり見られない。そこで大阪の機械卸業の有志が業界内での物流共同化の可能性の検討を行うため、そのパイロットモデルを構築して約一週間共同配送実験を実施した。また、本実験の事前調査として、物流に関するアンケートを行った。本論文ではこれらアンケート調査と共同化実験の結果を示し、共同化実施への課題を考察する。

まず第2章では機械卸業界に対するアンケート調査の結果を述べる。第3章で集配共同化実験の代替案の検討を行う。第4章では予備実験の結果を考察し、第5章でそのとき用いた時間指定配達モデルを述べる。第6章では共同化実験の結果を検討し、また第7章で実験参加企業の実験に対する評価を考察する。最後に第8章で結論と今後の課題を述べる。

2. 機械卸業界における物流問題

本調査は先に示した物流共同化実験を念頭において進められたが、その前にまず予備的なアンケート調査を行って、業界における物流の問題点や共同化に対する関心度を調べた。本章ではこの調査結果のなかの主要なものを検討する。なお、アンケート票は大阪機械卸組合員349社に配布し、96社から回答があり、回収率は28%であった。

(a) 物流課題

図1は卸業界における物流課題を示す。この図で「直需」とはいわゆる小売店のことであり、「卸及び直需」とは卸と小売店の機能を兼ねた企業のことである。これを見て分かるように「ユーザからの物流サービスの向上の要請」と「物流コストの増大」が多い。この2つはある意味では二律背反の関係にあると考えられる。つまり、物流サービスの優劣を時間指定配達での時間厳守の程度と考えると、その

厳守の程度を高くしようとすると、配達車が多数必要になりコストは増すことになる。

他業界でも同じと考えられるが、本業界では配送費は送り手負担が慣例となっている。つまり直需店からエンドユーザへの配達費はユーザにとっては無料であり、また卸から直需へも同様に直需にとって無料である。したがってもし卸から直需への物流が有料化できれば、高サービスで割高な物流がよいか低サービスで安価な物流がよいか直需の選択になり、過剰な物流サービスを低コストで供給する矛盾が解消できる。しかしこれは難問の一つである。

(b) 物流共同化への関心

これは物流の高度化や効率化への対応策として、保管や配送の共同化を検討しているかどうかについてである。結果は図2に示すように、「共同化は困難と思うが将来は検討したい」、「共同化はまったく考えていない」の合計がどの業種も半数以上を占めている。一般に共同化は物流コスト削減に貢献すると考えられるが、本業界ではそのようには考えていない結果となった。一般に大阪の企業は保守的と言われているが、これはその現われかもしれない。

(c) 配達のリードタイム

ここでは受注から直需への配達までのリードタイムを調べた。対象直需は近畿圏内に位置している。配達はおおむねどの卸も、大阪市内は自社トラックで、そして他府県へは路線便トラックを使って配達している。自社便の場合は図3に示すようにリードタイムは1日以下であるが、路線便の場合は午前配達が原則で図4のように1～2日かかっている。なお今回行った共同化実験では実際に直需への商品の配達を行ったが、トラブルによる信頼低下を避けるため安全度の高い（つまりリードタイムの長い）路線便利用分の商品配達を対象にした。

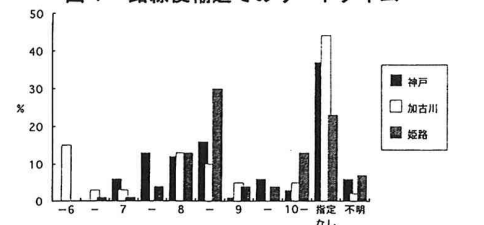
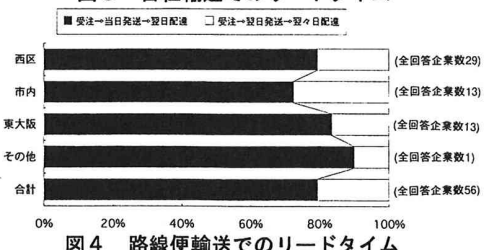
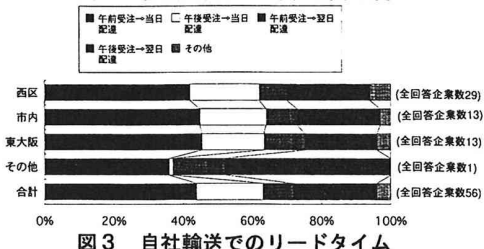
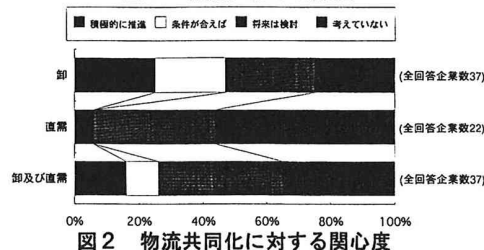
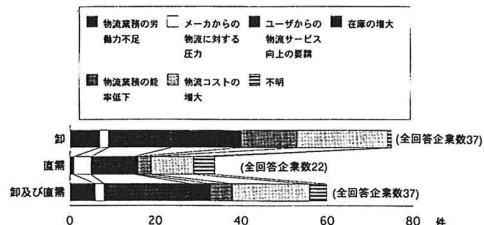
(d) 配達時間の指定

ここでは路線便配達における直需の時間指定の実態を調査した。配達地域は神戸、加古川、姫路の3地域で、結果は図5に示す。時間指定の頻度は各地域の対象直需数を100としたときの割合で示している。これを見ると各地域とも50～70%は指定が存在している。ことに8時ちょうどというかなり厳しい時間指定もある。この指定については2つの形態が考えられる。一つは当初から直需が望んだ場合であり、

他の一つは当初は希望していないが路線便の配達が発時的であるので業務をその時間に合わせるようになり、結果的に時間指定になった場合である。

3. 共同配送モデルの代替案

共同化実験を行うにあたり、まずモデル形態の代



替案を列挙してその特徴を把握し、その後実験モデルを決定した。今回は集配の共同化のみを対象としており、検討した代替案は図6の3つである。

(a) 一貫巡回集配：これは集荷と配達を1台のトラックが担当する方式で、以下の代替案のように集配センターでの商品の積み替えがなくリードタイムが短い。しかし集荷と配達地域がともに複数あると集配車が増えて効率が悪くなる欠点がある。また最後の集荷先では荷役時に、すでに集荷した他の卸の商品がトラックの荷台にあるため、それらの届け先が容易に分かり、卸の顧客情報の秘匿性が低い。

(b) 分離巡回集配：集荷と配達を分離し、集荷した商品を集配センターで仕分けして配達トラックに積み替えるので、集荷と配達地域が複数ある場合に有利である。また将来、商品の共同在庫を行う場合にも有利である。一方、代替案(a)と同じく顧客情報の秘匿性が低く、またそれよりリードタイムが長い。

(c) 個別集荷巡回配達：これは集荷は卸が自家輸送で行って集配センターに持ち込む方式である。そのため顧客情報の秘匿性は前の2方式より高い。他の特徴は分離巡回集配とほぼ同じである。

さて以上3つのなかで代替案(b)は集配センターでの商品の保管が可能であり、また代替案(c)のように利用者に持ち込みの負担をかけない意味で、比較的汎用性があると考えられる。そこでこれをベースにして実験モデルを構築することにした。

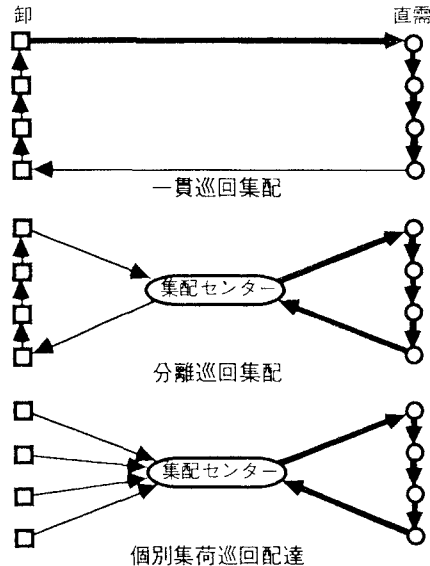


図6 共同配送モデルの代替案

4. 予備実験によるコスト削減方策の検討

(1) 予備実験の概要

本実験は先に述べたように、兵庫県南部の直需店へ路線トラック便を用いて配達している商品を実際に配達して行う。これは実験時のトラブルを可能な限り避けるためである。しかし路線便は卸の配達貨物だけを取り扱っているわけではなく、実験により何台のトラックが削減できるかといった共同化の効果の定量的分析は不可能である欠点を有する。

本実験の前に予備実験として直需先に空のトラックを走行させ、時間あたりの配達軒数や輸送コストの確認を行った。予備実験では、本実験と同様に配達は午前中に行うこととし、神戸、加古川、姫路の3地域を走行した。なお集荷のための走行は今回実施しなかったが、コストの計算では集荷に用いるトラック費用も含めている。

配達の効率化を狙い、予備実験は時間指定を無視して行い、可能配達個数の試算を行った。これとともに机上で時間指定を守った場合の可能配達個数も計算した。時間指定での配達ルート of 試算方法は次章で述べる。

(2) 予備実験結果

表1は予備実験の結果である。経費は集荷地域を2地域と仮定し、トラック2台を約3時間借用する費用と1日あたりの集配センター経費の合計を3等分し、さらにそれと各配達地域で午前中借用するトラック経費を合計したものである。なお、使用するトラックは区域トラックと考えている。地域で費用に差があるのは、配達軒数および集配センターと配達地域間の所要時間が異なるからである。

表1 予備実験によるコスト比較

配達地域		姫路	加古川	神戸
経 費		46,900	44,300	39,600
指定有	個数/時間	23	16	21
	経費/個	2,040	2,770	1,890
指定無	個数/時間	29	24	27
	経費/個	1,620	1,850	1,470
個 数	¥ 500	94	89	79
	¥ 400	117	111	99

本予備実験で回った直需店は卸数社にヒアリングして分かったものである。時間あたりの配達個数と配達コストは「時間指定無」の段に示しているように、地域差があるが1台あたり約25軒の直需店を回ることができ、約30個を配達した結果になった。なおこの個数は事前調査で得られた1卸平均の直需への配達個数である1.1個／軒で換算したものである。この換算値は共同化すれば後に示すように増えると考えられるが、共同化が実施されないと確定しないため今回はこの値を用いた。またこの実験では配達先での荷役時間を無視しており、実際の実験では配達個数／時間はこの値より低くなると考えられる。

次に時間指定を考慮した場合に、どれほど配達効率が低下するか検討したが、その場合の配達個数とコストを「時間指定有」の段に示している。時間指定無よりも個数は3割弱減少し、1個あたりコストは3～5割程度上昇している。

ところで第2章で述べたアンケート調査では、路線便の運賃も調査した。それによると時間指定や配達地域（近畿地区内）により運賃に差があるが、1個あたり約500～900円であった。予備実験でのコスト＝運賃と仮定すると、時間指定無でも2千円弱であり、これでは共同化を本格的に開始しても路線対象貨物が共同便に移行するとは考えられない。

そこで逆に400円／個程度で運ぶには何個集荷する必要があるか考える。このときの地域別の必要個数は表1の下2段に示すように80～120個となる。なお、路線便は卸貨物以外にも他の荷主貨物を輸送しているため、路線運賃と共同便運賃の単純な比較は無意味である。しかし今回の実験で共同便の利用を促進するには、共同便と路線便の運賃がほぼ対等であることが必須であると考えた。

（3）配達効率向上策

コストを下げるには、配達時間を少なくしかつ配達個数を増加させればよい。予備実験でのコスト試算では区域トラックの使用を前提としたので、配達個数の増加のために配達先が増すことは効率性の向上に必ずしもつながらない。つまり配達先の増加で配達時間も増大するのである。また今回のように午前配達を条件にすると、それを満たすためにトラックの台数を増やす必要がでてきて費用が増加する。

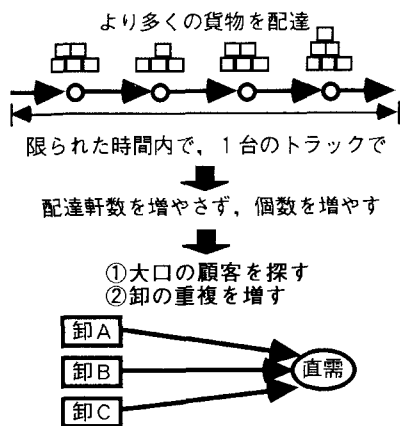


図7 配達効率の要件

このことは備車も自転車利用でも同じである。

以上のことを考慮すると、配達軒数の増加を抑えつつ配達個数を増やすことが重要である。配達効率化のためにこれを実施するには、図7のように2つの方策がある。一つは大口の顧客を見つけることであり、他の一つはまさに共同化による方法である。このうち大口顧客の獲得は、すでに企業でやりつくされている。そこで後者の方策を検討する。

今回行った調査によれば特定の直需に対して複数の卸からの納品が少なからずあることが判明した。いま、同じ日の同一時間帯に、ある特定の直需に3つの卸から同量の納品が、個別輸送で別々のトラックで配達されるとする。もしこれを共同トラックで運ぶと、個別輸送でのトラック1台分の3倍の個数を輸送することになり、積載効率が高くなる。

このようにある直需から見て複数の卸から同じ時間帯に納品があることを「卸の重複」と名付けるとすると、重複が増す工夫をすれば、配達時間を抑えて配達個数の増加が見込める。一軒あたり配達個数の増加で配達先での停車時間は若干増えるが、それは無視できるほど小さいと考えられる。この方策を前提にすると、表1のように400円／個では1地域約100個、午前中の4時間で30軒配達できるとして、約3.3個／軒であれば共同化の可能性がでてくる。

卸の重複を図るには、単純に考えると不特定多数の直需を対象にして共同便を運行するのではなく、対象直需を選別すればよい。このことは見方を変えると卸の選別になり、共同化の趣旨に反するかもしれない。これについては第8章で考察する。

5. 時間指定配達モデルの概要

(1) 問題の前提

時間指定を守った場合、1台のトラックですべての配達先を回れるとは限らない。したがって何台かのトラックで分担して配達する必要がある。本来これには時間指定VRPとしてモデル化して最適な配達ルートを求める必要がある。しかし今回は次の点から、1台のトラックが対象にする直需店を固定し、それぞれのトラックに対して時間指定オリエンテーリング問題（Time Constrained Orienteering Problem, TCOP）で配達ルートを求めることにした。なお一般のオリエンテーリング問題とは巡回セールスマン問題の一種であり、与えられた時間の範囲内で訪問先の数（または訪問先で得られる得点の合計）を最大にする一つの巡回ルートを求める問題である。

考慮した問題点は以下のとおりである。

(a) 地域的な分析

今回は予備的な実験であるので時間あたり何軒回れるか（または何個の商品が配達できるか）を試算するだけでよい。そこでVRPのように最適化のためには動的に配達先とトラックの割り当てを決めるのではなく、地域的に分析しやすいように地域ごとに1台のトラックを割り当てたい。

(b) 道路ネットワークの精度

対象道路ネットワークはかなり複雑でありこれを対象に問題を解くのが困難である。また時間指定を考慮する問題なので、アーク長を時間で与えなければならない。したがって仮に道路ネットワークを正確に与えても距離から時間へ正確に換算できないため、今回はユークリッド平面上での長さを考え、それを平均速度で除してアーク長を与えるという近似的方法をとる。そのためVRPを用いて最適な配達先とトラックの割り当てを求めるにしてもネットワークデータが正確ではないので、解法が比較的容易なオリエンテーリング問題で十分である。

(c) トラック容量

1台のトラック容量は1地域への配達商品量に比べて十分な大きさである。

(2) 時間指定オリエンテーリング問題

時間指定がある場合、すべての配達需要を満足す

るために、最適なルートと最適な必要トラック台数を求める考え方がある。しかし先の問題点の(a)で述べたように今回は配達可能商品量の試算が目的である。そこで配達地域ごとに1台のトラックを割り当て、時間指定を満足しつつ、最大配達商品量を与える巡回ルートを求めることにする。

今までに考えられた時間指定オリエンテーリング問題は、巡回長の上限を持つ通常のオリエンテーリング問題に単に訪問時刻指定を加えたものである。しかしわれわれの目的では午前中配達に制約があるものの、配達先の指定時刻窓の上限を正午にすれば特に巡回長の上限が無くてもよい。したがってTCOPは式(1)のように表わされる。なお、各地域 m に対して式(1)の問題を解く。

$$\text{Maximize } Z = \sum_{i \in N_m} D_i y_i \quad (1-1)$$

$$\text{subject to } x_{0j} = 1, \quad j \in N_m \quad (1-2)$$

$$x_{i0} = 1, \quad i \in N_m \quad (1-3)$$

$$\sum_{i \in N_m} x_{ik} = \sum_{j \in N_m} x_{kj}, \quad k \in N_m \quad (1-4)$$

$$y_i = \sum_{j \in N_m} x_{ij}, \quad i \in N_m \quad (1-5)$$

$$A_i \leq t_i y_i \leq B_i, \quad i \in N_m \quad (1-6)$$

$$t_i + T_{ij} - t_j \leq M_{ij} (1 - x_{ij}), \quad i, j \in N_m \quad (1-7)$$

$$x_{ij} \in (0, 1), \quad i, j \in N_m \quad (1-8)$$

$$y_i \in (0, 1), \quad i \in N_m \quad (1-9)$$

ここで、

A_i = 配達先 i の訪問指定時刻の下限

B_i = 配達先 i の訪問指定時刻の上限

D_i = 配達先 i の配達量

$$M_{ij} = \max \{B_i + T_{ij} - A_j, 0\}$$

N_m = 配達地域 m での配達先の集合

T_{ij} = 配達先 i から j への所要時間

t_i = 配達先 i の到着時刻

x_{ij} = 配達先 i から j へ向かうとき1、向かわないとき0

y_i = 配達先 i を訪問するとき1、訪問しないとき0

上のモデルで決定変数は x_{ij} で、補助変数は t_i と y_i である。なお式(1-2)と(1-3)で x_{ij} の添字0は集配センターを示す。式(1-1)は目的関数で、配達する貨物量の最大化を示す。制約式(1-2)～(1-4)は一つの巡回路を保証する制約条件である。式(1-5)は x_{ij} と y_i の関係を示し、(1-6)は配達

先の訪問時間が指定時刻の範囲内にあることを保証している。式(1-7)は巡回路と訪問時間の関係を示す。なお配達先での停車時間は無視している。

(3) 解法

今回の予備実験の試算では、指定時刻の下限はゼロ、つまり上限のみ設定することにした。そしてこの問題を次の方法で近似的に解くことにした。

集配センターを始点、そこから行ける最早時刻指定を持つ配達先を終点とする。そしてダミーノードを一つ設け、それと始点および終点の間を長さゼロのダミーアークで結ぶ。他の配達点からなる集合を考え、始点、終点、その集合、さらにダミーノードを対象として巡回セールスマン問題を解く。もし終点を含む時刻指定配達先に指定時刻までに到着できなければ、配達先の集合から任意の配達先を削除して、終点の配達時刻を満足する巡回路を求める。次に先の終点を始点とし、次の未訪問最早時刻指定先を終点として、午前中配達範囲内で上と同様の処理をして残りの配達先のルートを求める。

6. 本実験

(1) 実験の概要

本実験は1994年3月8～11日(集荷はその前日)に実施した。当初、実験対象地域は図8のように、集荷地域として卸が密集している大阪市西区立売堀と東大阪市流通センターの2地域と、配達地域として神戸、加古川、姫路の3地区を考えたが、予算の関係で配達地域は神戸地区のみとした。

先に示した重複を考慮して参加卸を募集し、約20社が参加した。今回の実験は共同化の可能性を検証するためのものなので、実際の場合に則して400円/個で有料の配達を行った。予備実験と同様に配達効率を上げるために、配達時間の指定は行わないことにし、その旨参加卸に徹底した。

集荷車は配達前日の午後3時頃に大阪市梅田の集配センターを出発し、約2時間かけて集荷対象地域の卸を巡回して集荷した。配達ルートは予備実験での交通状況を考慮し、図9(a)に示すように早朝の渋滞方向を避けてまず須磨区の配達先へ行き、その後東へ戻りながら配達するルートとした。なお、配達

先は日によって必ずしも同じではなく、また実験と予備実験での配達先も同じとは限らない。

集荷車が集配センターに帰還後、仕分けして配達車に積み替えを行うが、その際配達効率を考え、配達の順番の逆向きに荷台の奥から商品を積み込むことにした。なお使用したトラックは集荷配達とも2トン車である。

(2) 実験の状況

初日はみかん箱換算個数で68個を集荷した。配達は先に述べた方針で行ったが、以下に述べる問題が発生し、翌日からは大幅に方針を変更した。

(a) 従来路線便で早朝配達している直需店は配達時には開店しておらず、事後調査で判明したことであるが、路線業者は商品を店頭にしたまま配達を続けていた。しかしわれわれの実験では盗難の危険性があることから開店まで待たざるを得なかった。

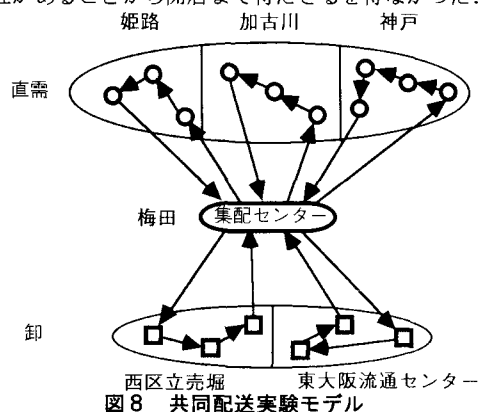
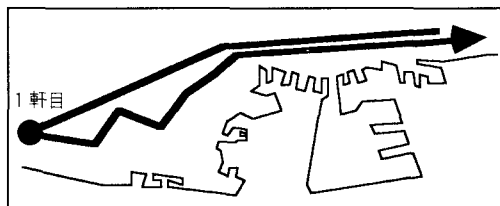
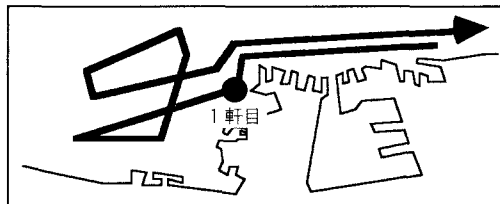


図8 共同配送実験モデル



(a) 1日目の配達ルート



(b) 2日目以降の配達ルート

図9 配達ルート

表2 本実験の結果

日付	直需軒数	個数	個数／軒	距離 (km)	時間 (時：分)	直需軒数 ／時間	距離／軒 (km)	平均速度 (km/h)	収益 (千円)
予備実験	26	-	-	35	3：18	7.9	1.3	10.5	-
3/8 (火)	28	68	2.4	40	4：57	5.7	1.4	8.1	-11.3
3/9 (水)	18	49	2.7	33	2：56	6.1	1.8	11.3	-18.9
3/10(木)	20	51	2.6	35	2：52	7.0	1.8	12.2	-18.1
3/11(金)	20	39	2.0	31	2：56	6.8	1.6	10.6	-22.9

(b) 時間指定無視が原則であり、参加卸にも事前説明して、得意先に了解をとるようにお願いしていたが、これが徹底されず直需店からかなりのクレームがでた。またそのため表2の2日目を見て分かるように、参加卸からの集荷量がかなり低下した。

以上のことから、配達を過度に早朝にせず、また時間指定もできる限り対応することにした。そのため図9(b)のように、指定時間が最も早い兵庫区の直需店を最初に回り、その後時間指定を考慮して他の店を配達した。

(3) 実験結果

実験結果は表2に示すが、1日目は開店待ち等のアクシデントのために走行時間（配達地域と集配センター間の所要時間は含まず）は5時間程度になった。そのため時間あたりの配達軒数は約6軒になってしまい、平均速度は8km/時となった。

2日目は配達軒数と配達個数がかなり低下した。しかし時間指定をある程度考慮したためか、時間あたりの配達軒数は1日目とあまり変わらなかった。しかし平均速度はかなり増加している。

3日目以降は配達の要領がよくなり、時間あたり配達軒数が7になった。予備実験では表2に示すように、時間あたり8軒回れたが、本実験では配達先で荷役時間がかかり、最大でも7軒であった。

予備実験の試算では、1軒あたりの個数が3.3個であれば、1個400円の運賃で収支がゼロになるはずであった。1日あたりの総経費は38.5千円で、予備実験で想定したコストより若干低いものの、1軒あたり個数が3.3個に達しなかったため1日あたり収益はマイナス2万円前後になってしまった。このように損失が費用の約半分になり、会計上はこの実験は成功とはいえない。運賃が400円と安いため、

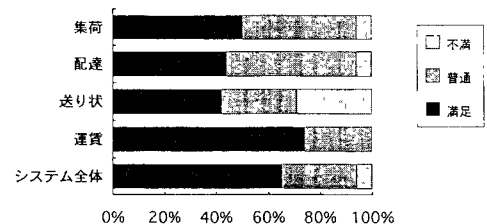


図10 実験参加卸の満足度

これを倍に上げれば赤字がなくなる。しかしこのような運賃で集荷量が確保できるか疑問であるし、また物流コスト削減という共同化の趣旨にも反する。

7. 参加卸と直需店の反応

(1) 参加卸の満足度

実験後、参加卸約20社に実験の満足度をアンケートで質問した。結果を図10に示すがおおむね満足していることが分かる。ただ運賃に関しては質問の不備のため、必ずしもサービスレベルを考慮したものではなく、運賃の絶対値に対する満足度と思われる。

送り状に関しては、実験用の統一送り状がかなり旧式であったので他の項目に比して満足度が低い。このことは共同化の成功にはかなりソフト面の対応が不可欠であることを示唆している。

さらに参加卸の数社にヒアリングを行ったが、そこで得た意見としては次のものがある。中小企業は共同化に参加して物流コスト削減が図れる可能性があるが、反面参加しないと考えられる大手に比べてサービスレベルが下がり、必ずしも共同化にメリットがない。したがって大手の参加も不可欠である。このことは共同化の実施でリーダーシップをとれる企業としても必須である。

(2) 直需店の反応

この実験では基本的には、時間指定の無視、納品の共同便による一括化を前提にした。これは直需にとっても従来の荷受け形態の大幅な変更と考えられる。そこで実験後、直需数社に対して実験への反応をヒアリング調査した。以下に結果を記す。

- (a) 直需は卸と一体感を持っており、実験の事前打ち合わせに呼ばれず、不満を持っている。
- (b) 基本的には朝一番に荷受けし、エンドユーザに配達をする。したがって時間指定無視や一括納品は問題が大きい。代案としては、時間指定が不可能でも、少なくとも配達時間の規則化や、さらに1日数回程度の共同便の運行が必要である。

8. おわりに

本論文では、大阪機械卸の共同化実験の結果を中心に共同化推進上の問題点を考察した。財政的には成功とは言えないが、以下のような共同化実施上の課題はある程度把握できたと考えられる。

- (a) 時間指定無視は配送効率を高めるが、一方サービス低下により集荷量を減少させる危険性がある。
- (b) 単に卸主導で行うのではなく、流通の川下である直需の意見も尊重すべきである。また直需も対顧客に同様の物流の問題点を抱えており、より効果的な卸と直需を包括した共同化も一考の余地がある。
- (c) 今回実験した神戸地区は直需の商圈が広く、直需から顧客への配達は午前中に出発しなければなら

ない。そのため卸からの納品も早朝の希望が多い。一方、大阪市内の直需は顧客エリアが広くなく、配達の時間的余裕があり、納品も1日2回である。時間的余裕は共同化実施上の利点であるため、この方面の共同化も研究課題である。

- (d) 共同化参加企業が多ければ、規模の経済性が図れ共同化の効率性は向上する。しかしこのことは参加企業間の調整を難しくすることにもなる。そのため共同化の規模も十分に検討する必要がある。
- (e) 基本的に共同化は必要であるが、仮に業界全体が共同化すればこれは独占市場の形成になり、直需にとって必ずしも好ましいものではない。

謝辞：実験に参加された卸、および阪神大震災に遭われた神戸地区の直需店には心より感謝し、お見舞い申し上げます。また実験で貴重な助言をいただいた日本通運(株)の古川時弘氏にも謝意を表します。

参考文献

- 1) 家田仁他(1992)マクロ集配輸送計画モデルの構築とその「地区型共同集配」評価への適用,土木計画学・論文集, No.10, 247-254.
- 2) 今井昭夫, 小谷通泰(1993)分析型モデルを用いた競合環境下における共同集配の実現可能性の検討, 土木計画学・論文集, No.11, 223-230.
- 3) Kantor, M. G. and Rosenwein, M. B. (1992) The Orienteering Problem with Time Windows, *J. Opt. Res. Soc.* **43**, 629-635.
- 4) Lin, S. and Kerningham, B. W. (1973) An Effective Heuristic Algorithm for the Traveling Salesman Problem, *Opns. Res.* **21**, 498-516.

大阪機械卸業の共同配送実験

今井昭夫

近年、貨物輸送におけるトラックの依存度がきわめて高く、大都市部では慢性的に交通が渋滞し、環境汚染や企業の物流費用増加等の問題が発生している。これら問題の解決のために、物流共同化への関心が高まってきており、その財政的優遇措置が政府により提供されている。しかし優遇措置があっても共同化の方法論が欠如しており、具体的にどうすれば効果のある共同化が実施できるのか明確になっていない。そこで大阪の機械卸業における物流共同化の可能性を検討するため、物流問題の調査を行い、さらに業界の有志の参加を得て約一週間共同配送実験を実施した。

Experimentally Cooperative Delivery for Wholesalers of Machine Tools in Osaka

Akio IMAI

This paper describes an experiment for cooperative delivery having been carried out for wholesalers of machine tools located in Osaka. Recently there has been a focus of cooperative system in logistics especially for increasing transportation cost and air pollution caused by heavy road traffic in urban areas of Japan. However, such a system is not as popular as expected for several reasons. In this context we conducted in 1994 the experimentally cooperative delivery between Osaka and Kobe for about one week. We also present here the result of a questionnaire followed by the experiment which asked issues on logistics to the wholesalers.