

# 東京都市圏における物流チャネルの構造変化に関する研究

## 東京都市圏の 3 時点データを用いて

安田 勇作  
(指導教官： 高橋 洋二)

### 1. はじめに

大都市では、多頻度・小口・少量化による輸配送効率の低下によって、貨物車が増加する傾向にある。貨物車の増大は交通渋滞の原因、大気汚染の主要な原因となっており、トラックの積載効率の向上が都市内物流の議論の焦点になっている。しかし、これらの政策を導入するためには、品目別の業種・施設・地域間のチャネルの理解が不可欠となる。

### 2. 研究の目的と手順

#### 2.1 研究の目的

大都市圏の物資流動を業種・施設間により分析した研究としてはいくつかの研究事例がある。

業種間および施設間を関連させ、都市圏レベルと地区レベルの物流実態を比較し共同化の可能性を示唆した研究<sup>1)</sup>や流通経路に空間的分布特性を考慮し物流拠点整備評価の分析方法を提示した研究<sup>2,3)</sup>があげられる。

しかし、業種・施設間は長期的には構造変化があるため、1時点でのデータを用いた分析だけでは十分ではないといえるが、東京都市圏における物流構造の長期的な構造変化を分析した研究<sup>4)</sup>は少ない。

本研究では、首都圏を対象に業種、施設についての3時点の品目特性と変化を分析することを目的としている。

#### 2.2 物流チャネルの定義

流通は、商取引流通と物流で構成される。このとき流通を、商取引・業種間・施設間・地域間それぞれのつながりからみていくと、図1のような4つが考えられる<sup>5)</sup>。

本研究では物流チャネルのうち業種間チャネル、施設間チャネルを対象としている。業種間での物資の流動は、「製造業 卸売業 小売業」や「製造業 小売業」となる場合もあり様々な業種間チャネルが存在する。

さらに、施設間チャネルでは「工場 倉庫 店舗」、「工場 店舗」など様々な施設間チャネルが存在する。これら業種間物流チャネル、施設間物流チャネルにより、品目別の物資流動の実態を明らかにする。

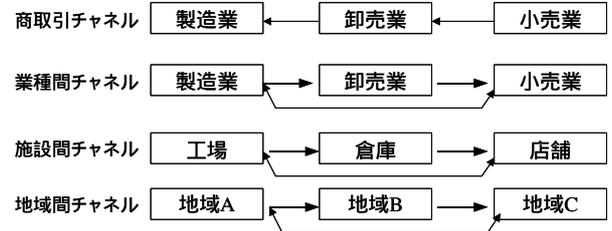


図1 物流チャネルの内容

### 2.3 研究の手順

東京都市圏物資流動調査の3時点データ(昭和47年度、昭和57年度、平成6年度)の搬出調査データ(C1調査)を用いて分析を行う。研究の手順は以下の通りである。

対象とする業種、施設、品目、地域が3時点で共通となるようデータを整理した。

対象地域は、東京4区(練馬区、中野区、杉並区、世田谷区)、東京都下、神奈川県、千葉県、埼玉県である。データ件数がほとんどない場合や過去の研究からの大きな逸脱があると問題があると考え、発業種は8業種とし、着業種は17業種とした。施設は、発着ともに10施設とした。品目は、17品目とした(表1)。

品目別発生量、集中度について、業種、施設からみた品目特性と3時点変化を、構成比及び特化係数により把握する。

業種間、施設間の物資流動を、調達物流、生産物流、販売物流に3区分し、品目特性と3時点変化を把握する。

品目同士の業種間、施設間の構造が類似しているかどうかを定量的に把握するために Kullback - Leibler - Sibson (KLS) 距離を1つの指標として導入する。

表1 分析対象品目・業種・施設

品目	発業種	着業種	発施設	着施設
鉄鋼	化学系製造業	農林漁業	工場	工場
非鉄金属	鉄鋼系製造業	鉱業	工事現場	工事現場
金属製品	金属機械系製造業	建設業	市場	市場
一般機器	軽雑系製造業	化学系製造業	店舗	店舗
電気機器	原材料系卸売業	鉄鋼系製造業	倉庫	倉庫
輸送機器	製品系卸売業	金属機械系製造業	センター	センター
精密機器	各種商品小売業	軽雑系製造業	鉄道駅	鉄道駅
窯業・セメント製品	倉庫業	原材料系卸売業	車庫	車庫
石油・石炭製品		製品系卸売業	事務所	事務所
化学製品・肥料		各種商品小売業	住居	住居
その他化学工業品		一般小売業		
紙・パルプ		飲食店		
繊維工業品		運輸通信業		
食料品		倉庫業		
出版・印刷物		電気ガス水道業		
日用品		サービス業		
ゴム・皮革製品		公務		

KLS 距離によって得られた類似・非類似の指標を、視覚的に把握するための手法として、多次元尺度構成法を導入し 2 次元上へ再現を試みる。

視覚化された結果から品目特性を把握し、類似する品目同士をグルーピングするため、クラスタ分析を行う。

3 . 品目別の発生集中量の構造変化に関する分析  
品目特性を把握するために以下のような特化係数を導入する。

ここで、各品目 j の搬出業種のうち業種 i の構成比を  $P_{ij}$  とし、全品目を合計した際の業種 i の構成比を  $P_i$  とする。このとき特化係数  $f_{ij}$  は(式 1)で表せ、この値が 1.0 以上であるとき「品目 j は業種 i に特化している」と考える。

$$f_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} \dots \dots \dots (1)$$

品目特性の把握のために、業種・施設の発生・集中量構成比が 10% 以上である業種・施設を抽出し、全体中で特化係数が 1.0 以上である業種、施設を品目特性とした。

3 . 1 業種の発生量

品目別の業種発生量の特性を構成比及び特化係数より把握した。その結果、製造業特化型、製造業・卸売業特化型、卸売業特化型の 3 つに分類できた(表 2)。3 時点で常に製造業特化型に分類されたのは 3 品目であり、製造業・卸売業特化型では 9 品目であった。

ここで製造業特化型から製造業・卸売業特化型へと変化した「金属製品」、「ゴム皮革製品」は、卸売業の機能が強化されたと言することができる。また卸売業特化型から製造業・卸売業へと変化した「鉄鋼」「化学製品・肥料」は、卸売業の機能が低下したと言することができる。

3 . 2 業種の集中量

業種別集中量からみた品目の特性を構成比及び特化係数を用いて把握した。

その結果、S47 で 8、S57 で 9、H6 で 6 の特化型に分けられた(表 3)。3 時点で特化型が変化しなかった品目は、「金属製品」、「精密機器」「繊維工業品」「日用品」であった。これらの品目はそれぞれ特定の業種への依存が高いと考えられる。一方で変化のあった品目は、卸売機能の変化などによってチャネルの構造が変化しやすいと考えられる。

表 2 発生量による業種の特化型分類

	S47の品目	S57の品目	H6の品目
製造業特化型	金属製品 精密機器 紙ハルブ 繊維工業品 出版・印刷 ゴム・皮革製品	金属製品 精密機器 繊維工業品 出版・印刷 ゴム・皮革製品	精密機器 紙ハルブ 繊維工業品 出版・印刷
製造業・卸売業特化型	非鉄金属 一般機器 輸送機器 電気機器 窯業・セメント製品 石油・石炭製品 化学製品・化学肥料 その他化学工業品 食料品 日用品	鉄鋼 非鉄金属 一般機器 輸送機器 電気機器 窯業・セメント製品 石油・石炭製品 その他化学工業品 紙ハルブ 食料品 日用品	鉄鋼 非鉄金属 金属製品 一般機器 輸送機器 電気機器 窯業・セメント製品 石油・石炭製品 化学製品・化学肥料 その他化学工業品 食料品 日用品 ゴム・皮革製品
卸売業特化型	鉄鋼	化学製品・化学肥料	

表 3 集中量による業種の特化型分類

	S47の品目	S57の品目	H6の品目
製造業特化型	非鉄金属 金属製品 精密機器	鉄鋼 金属製品 精密機器	出版・印刷 紙ハルブ 金属製品 精密機器
建設業特化型	窯業・セメント製品		
卸売業特化型	鉄鋼 石油・石炭製品		
小売業特化型	その他化学工業品	食料品	
製造業・建設業特化型		一般機器	
製造業・卸売業特化型	ゴム皮革製品 紙ハルブ 繊維工業品 非鉄金属 一般機器	紙ハルブ 繊維工業品 非鉄金属 電気機器 輸送機器	繊維工業品 鉄鋼 非鉄金属 一般機器 電気機器 輸送機器
製造業・倉庫業特化型		出版・印刷 輸送機器	
製造業・小売業特化型	出版・印刷		ゴム・皮革製品 石油・石炭製品
建設業・卸売業特化型			窯業・セメント製品
倉庫業・卸売業特化型		その他化学工業品 化学製品・化学肥料	
卸売業・小売業特化型	食料品	石油・石炭製品	食料品 化学製品・化学肥料
製造業・建設業・卸売業特化型	日用品 化学製品・化学肥料 電気機器 輸送機器	窯業・セメント製品	
製造業・卸売業・小売業特化型		日用品	日用品 その他化学工業品

3 . 3 施設の発生量

施設別により特化型を分けたところ、S47 で 10、S57 で 9、H6 で 11 に分けられた(表 4)。3 時点で同一のグループに属した品目はなかった。傾向として品目数は、工場特化型が減少し工場・倉庫特化型が増加していることがわかる。こうしたことから保管のための機能がより重要となっている品目がふえてきていると考えられる。

表 4 発生量による施設の特化型分類

	S47	S57	H6
工場 特化型	金属製品 一般機器 精密機器 繊維工業品 出版・印刷 ゴム・皮革製品	非鉄金属 繊維工業品	精密機器 紙ハルブ
倉庫 特化型	鉄鋼 石油石炭製品	その他化学工業品 日用品	
事務所 特化型	その他化学工業品		化学製品・化学肥料
店舗・倉庫 特化型		鉄鋼 食料品	その他化学工業品 鉄鋼 非鉄金属 輸送機器 窯業・セメント
倉庫・工場 特化型	紙ハルブ	一般機器 紙ハルブ	
工場・事務所 特化型		電気機器 精密機器 ゴム・皮革製品	電気機器 繊維工業品
工場・店舗 特化型	窯業・セメント	金属製品 窯業・セメント	金属製品 一般機器
工場・倉庫・事務所 特化型	電気機器 輸送機器		
工場・センター・倉庫 特化型	食料品		
工場・センター 特化型		輸送機器 石油石炭製品	
倉庫・店舗・事務所 特化型	日用品		石油石炭製品
センター・倉庫・事務所 特化	化学製品・化学肥料		
倉庫・事務所 特化型		化学製品・化学肥料	
倉庫・センター・店舗 特化型			食料品
事務所・センター・工場 特化		出版・印刷	出版・印刷
店舗・事務所・工場 特化型			ゴム・皮革製品
事務所・センター・店舗 特化			日用品

表 5 集中量による施設の特化型分類

	S47	S57	H6
店舗 特化型	食料品	食料品 日用品	食料品
工事現場・倉庫 特化型		窯業・セメント	窯業・セメント
工場・倉庫 特化型	鉄鋼 紙パルプ 非鉄金属 金属製品 一般機器 電気機器 輸送機器 精密機器	鉄鋼 非鉄金属 輸送機器 紙パルプ ゴム・皮革製品	鉄鋼 非鉄金属 石油・石炭製品 繊維工業品
工場 特化型		金属製品 繊維工業品 一般機器 電気機器	金属製品 輸送機器
工場・倉庫・事務所 特化型			紙パルプ 一般機器 電気機器 精密機器 出版・印刷
工場・工事現場・事務所 特化			
工場・事務所 特化型	出版・印刷	精密機器	出版・印刷
工事現場 特化型	窯業・セメント		
工場・店舗 特化型	石油・石炭製品 繊維工業品 ゴム・皮革製品		
店舗・倉庫 特化型	日用品	石油・石炭製品	その他化学工業品 ゴム・皮革製品
店舗・工場・倉庫 特化型	化学製品・化学肥料	化学製品・化学肥料 その他化学工業品 出版・印刷	化学製品・化学肥料
事務所 特化型			化学製品・化学肥料
車庫・店舗 特化型	その他化学工業品		
センター・事務所・店舗 特化型			日用品

### 3.4 施設の集中量

集中量について特化型をグルーピングしたところ、S47で9、S57で8、H6で11に分けられた(表5)。3時点でグループが変化しなかった品目は、「食料品」「鉄鋼」「金属製品」である。グルーピングされた品目数から見ると工場特化型が減少し、工場・倉庫特化型が増加していることがわかる。こうしたことから保管のための機能がより重要となっている品目がふえてきていると考えられる。

### 4. 物流チャネルの構造分析

4.1 調達・生産・販売物流の区分による構造  
物資流動を、調達・生産・販売物流の3つに分けて、品目別に3時点の変化を把握した。

調達物流は、物を加工し、異なった性質をもつ製品にするプロセスと環境から物を採取するプロセス(業種; 製造業、建設業、農林漁業、鉱業、施設; 工場、工事現場)とした。

生産物流は、商品を市場や卸売に運搬したり分配したりするプロセス(業種; 卸売業、倉庫業、運輸通信業、施設; 倉庫、市場、センター、鉄道駅、車庫)とした。

販売物流は商品を小売や消費者に販売・消費・使用するプロセス(業種; 小売業、施設; 店舗、事務所、住居)と定義した。

本分析では、こうした区分を着業種、着施設にあてはめることで分析を行った。

その結果、3時点の変化では「販売物流」の比率が減少し生産物流の比率が増加していることが見て取れる。これらは、卸売の機能が集約または縮小していると考えられる(図2, 図3)。

### 4.2 KLS距離を用いた構造分析

品目同士の業種間物流チャネル、施設間物流チ

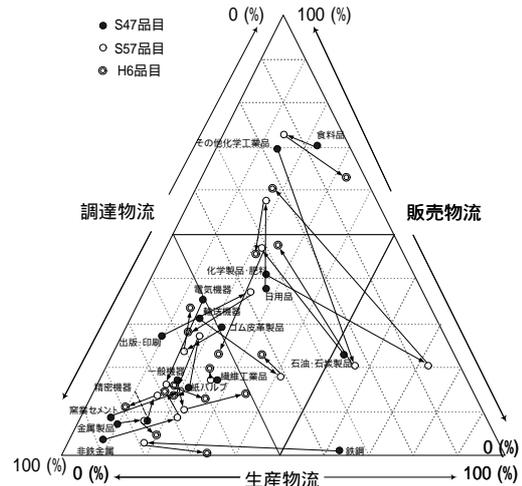


図2 3区分による3時点の変化(業種)

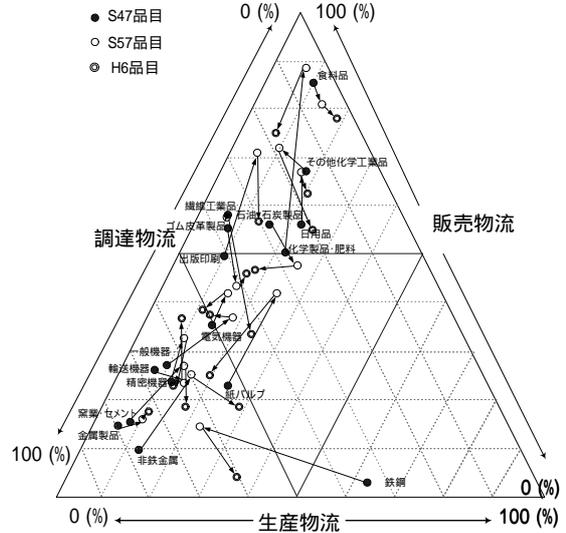


図3 3区分による3時点の変化(施設)

チャネルの類似性を表す指標としてKLS距離を導入した。

KLS距離とは、2種類のOD表(個の場合、業種間チャネルまたは施設間チャネル)から一方のOD表を基準にすることで近さを測る基準として、式(2)のように定義される。I(g;f)の値が小さく0に近いほど二つのOD表は似ているとみなすことができる\*6)。

$$I(g; f) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left( x_{it} \log \frac{2x_{it}}{x_{it} + x_{jt}} + x_{jt} \log \frac{2x_{jt}}{x_{it} + x_{jt}} \right) \cdot (2)$$

I(g,f) ; 品目gと品目fのKLS距離

x<sub>it</sub> ; 品目iのOD要素t

その結果、業種間物流チャネルでは、3時点とも金属機械製品同士に類似する傾向がみられた。施設間物流チャネルでは時点ごとに品目同士の類似性が変化し、チャネル構造の変化が大きいことが明らかになった。

### 4.3 多次元尺度構成法による構造分析

KLS 距離は 2 つの OD 表の類似性をみることはできるが、2 つ以上の品目同士の類似性は分析を捉えにくい。そこで多次元尺度構成法を用いて、品目同士の類似・非類似を視覚化することを試みる。多次元尺度構成法は、n 個の対象間の距離が与えられているときの関係を最もよく表現する t 次元空間を求める方法である。本分析では、解釈が容易な 2 次元空間への再現を試みることで品目の全体的な傾向を把握した。

品目同士の類似・非類似を KLS 距離により表した結果を用いて、業種間物流チャネル、施設間物流チャネルの 3 時点の変化を捉えた。品目別の業種では、金属機械製品は 3 時点で類似した傾向がみられたが(図 4)、一般に施設間物流チャネルの方が、3 時点間の構造変化が大きいと考えられる。しかし品目同士の KLS 距離を 2 次元上へプロットした結果を Kruskal の適合度(表 6)より評価すると、各時点及び業種、施設ともに、適合の度合いは「あまりよくない」といえる。すなわち布置された位置関係が類似性を十分表していないといえる。

### 4.4 クラスタ分析による構造分析

多次元尺度構成法による 2 次元上へのプロットによる類似性の再現は、十分ではなかった。そこで、クラスタ分析を導入し、類似する品目をグルーピングすることとした。グループの数は、多次元尺度構成法で布置した傾向より決定した。その結果、年度別にいくつかのグループに分類することができた(表 7)。得られたグループに属する品目同士は、類似したチャネルを持つとえる。かつ、業種間・施設間チャネルの構造が類似していることを意味している。

### 5. 結論

品目特性を業種、施設から把握するために特化係数、KLS 距離、多次元尺度構成法、クラスタ分析を導入することにより、品目特性を多角的にとらえることで 3 時点での変化を明らかにした。

### 6. 今後の課題

本研究の課題は、3 時点での地域間物流チャネルを含めた分析が不可欠であるといえる。また、

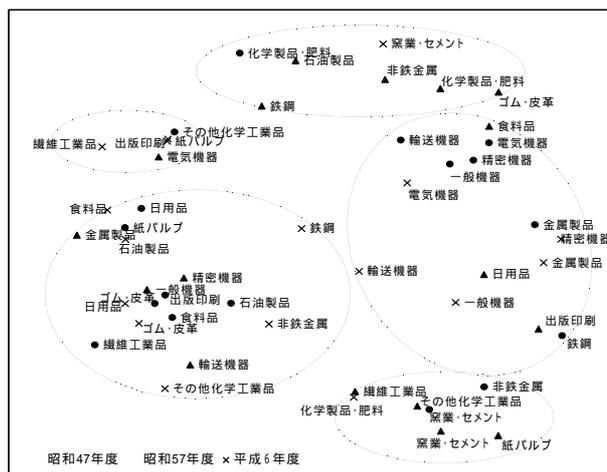


図 4 3 時点品目の類似性プロット(業種)

表 7 3 時点の品目をクラスタ分類した結果(業種)

S47	S57	H6
一般機器 精密機器 輸送機器 電気機器 金属製品	一般機器 精密機器 輸送機器 電気機器 金属製品	一般機器 精密機器 金属製品
紙・パルプ 出版・印刷 日用品 繊維工業品	鉄鋼 非鉄金属 窯業・セメント 化学製品・肥料 その他化学工業品	電気機器 輸送機器 窯業・セメント
石油・石炭製品 鉄鋼 ゴム皮革製品 食料品 非鉄金属 化学製品・肥料 その他化学工業品 窯業・セメント	石油石炭製品 ゴム皮革製品 日用品 紙・パルプ 食料品 繊維工業品 出版・印刷	石油石炭製品 ゴム皮革製品 日用品 食料品 その他化学工業品
		鉄鋼 非鉄金属 化学製品・肥料
		紙・パルプ 出版・印刷 繊維工業品

3 時点でのチャネルの変化には卸売業の変化が深くかかわっていると予想され、卸売機能を考慮した分析も今後必要になるのではないかと考えられる。

#### <参考文献>

- 1) 苦瀬他(1994);流通経路からみた都市内物流の品目別特性分析,第 29 回日本都市計画学会学術研究論文集 pp.67-72
- 2) 高橋他(1995);流通経路を考慮した都市内物流の効率化に関する分析、第 30 回日本都市計画学会学術研究論文集 pp.655-660
- 3) 清水真人(1994);東京商船大学修士論文
- 4) 光石真人(2001);東京商船大学卒業論文
- 5) 苦瀬博仁(1999)付加価値創造のロジスティクス pp.41-42
- 6) GEOFFREY J.McLACHLAN(1992);Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition,pp22-24
- 7) 林他(1989)多次元尺度解析法,pp.81

表 6 Kruskalによる適合度評価\*7)

適合度S	適合の度合い
20%	あまりよくない (poor)
10%	まあまあ適合している(fair)
5%	よく適合している(good)
2.5%	非常によく適合している(excellent)
0%	完全に適合している("perfect")