

## 貨物流動の地理学的研究の動向

著者	村山 祐司
雑誌名	筑波大学人文地理学研究
巻	13
ページ	129-146
発行年	1989-03-25
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/00151078">http://hdl.handle.net/2241/00151078</a>

# 貨物流動の地理学的研究の動向

村山 祐 司

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| I はじめに             | IV 貨物流動と地理的場理論            |
| II 貨物流動の計量モデル      | V 静態的な地理的場理論から動態的な地理的場理論へ |
| III 多変量解析利用の貨物流動研究 | VI むすびにかえて                |
| III-1 重回帰分析        |                           |
| III-2 因子分析         |                           |

## I はじめに

貨物はランダムに流動するのではなく、一定の空間的秩序を保有しながら流動する。すなわち、重力モデルにみられるように、貨物の発生地域と吸収地域との間の距離と、両地域間にみられる流動量との間には明確な相関が認められる。さらに、貨物の発生地域と吸収地域では、両者の地域属性に明らかな差異が存在する。貨物の発生地域とは、その地域における生産財あるいは消費財のすべてを処理するに足る施設または需要を十分に保有せず、その余剰分を貨物として他地域へ供給しなければならぬ地域である。一方、吸収地域とは、逆に、その貨物を処理・消費できる十分な施設または需要を完備しているにもかかわらず、必要財のすべてを自地域からだけでは入手し得ず、他地域にそれを求める地域である<sup>1)</sup>。

このような観点からみると、発生地域から吸収地域への秩序ある移動を伴う貨物流動は極めて地理的な現象といえる。しかしながら、従来、貨物流動の研究は経済学的あるいは交通工学的な立場から多くの研究が進められてきたが、貨物流動の空間的特性に着目する地理学的分析は、研究蓄積が非常に乏しいのが実情であった。これは、貨物の流動先や地域間流動量を示す起終点行列データが稀有で入手しがたいという統計的制約も遠因の一つであるが、しかし主要な原因は、地表にそのままの形で刻印されない貨物流動の分析が、可視的景観を伝統的に研究対象とする地理学になじみにくかったことにあると思われる。

だが、1960年代前半における概念的・理論的体系化、60年代後半における計量的諸手法の開発、そして70年代におけるO-Dデータの整備や方法論的拡充を経て、次第に貨物流動に関する研究枠組の体系化が進んできた。それと並行して実証的研究も徐々に増加の気配をみせはじめ、現在、貨物流動の地理学的分析は、極めて魅力的な研究領域を占めようとするに至っている。

以上の状況を踏まえ、本稿は貨物流動に関する従来の地理学的研究を整理し、今後の研究に一つの指針を提示することを目的とする。いうまでもなく貨物流動研究は交通地理学の一部門であり、交通地理学に関しては従来より数多くの展望論文が公表されてきた。これらの成果を参照した上で、方法論の進展という観点から、貨物流動分析の研究課題について論じてみたい。なお、本稿では、貨物の

流動という側面に注意をはらうので、貨物に関する輸送施設や貯蔵施設（倉庫等）の立地論、空間的インパクト研究、社会交通地理学、政策・行動論的研究といった分野は考察の対象外である。流動を示す O-D（起終点）行列をデータとした計量分析のみに焦点をあてることをことわっておく<sup>2)</sup>。

## II 貨物流動の計量モデル

貨物の地域間流動量を地図化し記述することによって貨物流動現象を解釈する伝統的立場<sup>3)</sup>から脱却して、空間的相互作用論を展開し貨物流動のパターン形成のメカニズムの理論化を図ったのは Ullman<sup>4)</sup>であった。彼は、補完性 Complementarity, 介在機会 Intervening opportunity および可動性 Transferability の3概念を用いて貨物の流動パターンを理論的に説明しようと試みた。Ullmanの研究は、貨物流動研究の方法論的枠組を提供し、以後の定量的解析に大きな視座を与えることになった。衆知のように、1960年代は計量地理学が著しい発展を遂げた時期である。貨物流動研究に関してもさまざまな計量モデルが提示されるに至るが、Ullmanによる3概念は、それらのモデルの理論的基礎として重要な役割を果たした。代表的な計量モデルとしては、重力モデル Gravity model, ポテンシャルモデル Potential model, リニアプログラミングモデル Linear programming model, ネットワークモデル Network model, インプット・アウトプットモデル Input-output model の5モデルがあげられる。

重力モデルの代表的な適用例としては、アメリカ合衆国ニューイングランド地域を到着地とする農産物の鉄道輸送を分析した Smith<sup>5)</sup>, ガーナにおける貨物流動を解析した Gould<sup>6)</sup>, イギリスのブリストル市場における工業製品の流動を分析した Britton<sup>7)</sup>などをあげることができる。これらの研究に適用されたのは、いずれも単純な重力モデルであった。その後、モデルの適合度の向上をめざして、より精緻な修正重力モデルや新しい空間的相互作用モデルがいくつか提案された。なかでも、Wilson<sup>8)</sup>が提示したエントロピー最大化モデルは評価が高く、多くの実証研究に利用された(O'Sullivan<sup>9)</sup>など)。ところで、重力モデルを用いたこれらの研究は、いずれも貨物全体の総流動量あるいは単一の品目の流動量を指標とした分析であった。これを一歩進めて、各種の貨物品目ごとに重力モデルを別個に適用し、それぞれの品目の距離パラメータ値を比較することにより、品目別の流動特性の差異の把握もなされた<sup>10)</sup>。

ポテンシャルモデルの適用例としては、アメリカ合衆国における工業製品の流動を取り扱った Predの研究<sup>11)</sup>, インドの Bengal-Bihar 工業地域の貨物流動を分析した Reedの研究<sup>12)</sup>などがあげられる。

リニアプログラミングモデルは、総輸送費用や総輸送距離の最小化により、最適流動パターンを導出することを目的としたモデルである。貨物流動の地理学的分析にこのモデルを適用した研究事例は比較的多い。Cox<sup>13)</sup>はアメリカ合衆国におけるアルミニウムの最適流動パターンを、King et al.<sup>14)</sup>はアメリカ合衆国五大湖地域における石炭の最適流動パターンを、それぞれリニアプログラミングモデルを利用して導出した。Barr<sup>15)</sup>は、ソ連国内における木材の地域間流動パターンの効率性を見定めることに関心を寄せ、このモデルの適用により供給地と需要地との間の最適流動パターンを導出し

ている。この他にも、オーストラリア東部における羊毛の流動を解析した Dent<sup>16)</sup>、インドにおける小麦の流動を分析した Dickason & Wheeler<sup>17)</sup> などによるすぐれた業績がある。

ネットワークモデルは、交通網のトポロジ的特性に焦点をあてる。代表的な適用例としては、貨物流動の収益データを用いて地域間連結関係を解明した Peters<sup>18)</sup>、貨物流動の起終点データに基づきニュージーランドの結節地域を設定した Taylor & Hosking<sup>19)</sup>、穀物（米）の流動データをもとにタイの結節体系を明らかにした Hafner<sup>20)</sup>、不適合アルゴリズムを利用してブラジルにおけるハイウェイ網の効率性を評価した Gauthier<sup>21)</sup> などの研究があげられる。

インプット・アウトプットモデルに関しては、アメリカ合衆国フィラデルフィアにおける諸工業間の相互依存関係を解析した Karaska<sup>22)</sup> の論文が著名である。これは単一地域の分析であるが、このモデルを多地域間相互の関連を考慮したモデルへと拡張したものは多地域間インプット・アウトプットモデルと呼ばれる。これに関しては、インドにおける3地域間の貨物流動状況を解析した Dhar, Venning & Berry<sup>23)</sup>、フィラデルフィア SMSA における製造品の流動を扱った Dolenc<sup>24)</sup> の研究がある。

### Ⅲ 多変量解析利用の貨物流動研究

前章では貨物流動に関する5つの空間的計量モデルを概観した。本章では、多変量解析の諸手法を利用した貨物流動の研究について考察を加える。これは、複数個の貨物流動に着目し、多変数を扱うことにより総体的な貨物流動の構造を見出すことを目的としたもので、1960年代後半以降適用例が増加した。貨物流動に関する地理行列やO-D行列がデータ源となり、重回帰分析、因子分析、正準相関分析、クラスター分析などの手法が駆使される。実際の貨物流動パターンの単純化や類型化あるいは貨物の発生・吸収要因の解明をめざす、より実証的な色彩の強いアプローチである。

#### Ⅲ-1 重回帰分析

多変量解析の中では、重回帰分析が最も頻繁に利用されてきた。重回帰分析を用いた貨物流動の研究は、前述した重力モデルを基本として発展した。重力モデルでは、2地域間の貨物流動量の推定に際して、通常人口と距離の2変数が用いられた。しかし重回帰分析では、モデルの適合度をより向上させるためより多くの変数が追加される。それによってより説得力のある要因説明を行なおうとする。

重回帰分析の適用例としては、イギリス全土を78のゾーンに分割し、各ゾーンにおける居住地人口、従業地人口、小売人口を独立変数として貨物の流動量を推定した Chisholm & O' Sullivan<sup>25)</sup>、アメリカ合衆国における貨物流動の需要を品目別に解析した Perle<sup>26)</sup>、オーストラリアにおける84地域の発生・吸収貨物量を、小売人口、総人口、面積、工業人口、鉱業人口、農業人口などを独立変数として分析した Holsman<sup>27)</sup>、8つの独立変数を用いてアメリカ合衆国15都市における果物と野菜の貨物流動量を分析した Olson<sup>28)</sup> などの研究がある。また、Linnemann<sup>29)</sup> や Yeates<sup>30)</sup> は、国際貿易における貨物流動パターンの解明に重回帰分析を利用した。

### Ⅲ－２ 因子分析

因子分析に基づく貨物流動分析は2つのタイプに分けられる。第1のタイプは、行方向に発地、列方向に着地を配置したO-D行列に直接因子分析法を適用し、流動パターンの類型化を試みるものである。この方法の有効性はGoddard<sup>31)</sup>やBritton<sup>32)</sup>により確認されている。実証研究としては、トラック交通流を指標として北海道の地域構造を解明した奥井<sup>33)</sup>、鉄道貨物流を用いて韓国の地域構造を明らかにした韓<sup>34)</sup>、ナイジェリアのラゴス都市圏における14地域間の貨物流動パターンを解明したOgunsanyaの研究がある。また、Mitsuhashiは日本の都道府県を分析単位として因子分析により、地域的流動パターンを導いた<sup>35)</sup>。

このタイプの研究で常に問題となるのは、O-D行列の対角要素の扱いである。対角要素は域内流動を表すので要素値が通常極めて大きい。したがって因子分析を施した場合、因子構造に大きな影響をおよぼす。それゆえ対角要素値をすべてゼロにして分析する場合も多い。もう1つの問題点は、貨物流動のO-Dデータの場合、要素値にゼロが多くまた特定の要素値に極めて大きな値が集中し、正規分布の仮定が成り立たないことが多いことである。この場合、正規分布に少しでも近づけようと、データに対数変換や開平方変換がなされる。

第2のタイプは、行方向に地域間ペア、列方向に貨物品目を配置した地理行列をデータとして、これに因子分析法を施し、類型化された貨物品目群別に流動パターンを導出しようとするものである。この方法は、一般に、Dyadic因子分析法と呼称される。この手法を最初に用いたのはBerry<sup>36)</sup>であった。彼は、インドの36地域、63品目のデータにDyadic因子分析法を適用し貨物流動に関する12の因子を抽出した。Black<sup>37)</sup>は、アメリカ合衆国の9都市圏間における24品目の貨物流動に対してDyadic因子分析法を適用し、その有効性を確認している。Chojnicki & Czyz<sup>38)</sup>は、272(17発地×16着地)の地域間ペアを行、貨物17品目を列とする地理行列にDyadic因子分析法を適用し、1958年と1966年におけるポーランドの地域構造を解明した。森川<sup>39)</sup>は、卸小売品の16品目にDyadic因子分析法を適用して、日本における9地方間の貨物流動パターンを導いている。さらにDavies & Thompson<sup>40)</sup>は、カナダ・プレリー地方の17都市に対して、15品目の貨物を取り上げ、Dyadic因子分析法を施し3つの共通因子を導いた。South<sup>41)</sup>は、ボリビアの45都市そして16品目を対象にDyadic因子分析法を適用し有意な4因子を抽出した。村山<sup>42)</sup>は、日本の46都道府県そして30品目を対象として1980年の貨物流動の構造を分析し、6つの共通因子を導出した。

このようにDyadic因子分析法は、Berryが先鞭をつけて以来、貨物流動の多様で複雑な流動パターンを要約する有力な手段として、多くの研究に利用されてきた。従来の研究を対象地域、分析地域数、貨物品目数、導出因子数に関して整理してみると第1表のようになる。因子分析を適用する目的は流動パターンの要約であり、類似した流動体系を探し出すためである。各共通因子にまとまった貨物品目群(変数)は、その流動パターンが互いに類似していることになる。ではどういった品目群がおのおのの共通因子を形成するのであろうか。第2表は、前述した従来の研究における因子荷重量行列を示したものである。そして第3表は、これらの行列の因子荷重量値の分布から解釈された各共通因子をまとめたものである。これをみると、穀物・野菜・果物・畜産品・水産品などは農水産品のグ

第1表 Dyadic 因子分析法を適用した従来の研究

論	文	対象地域	分析地域数	貨物品目数	導出因子数
Berry <sup>36)</sup> (1966)		インド	36	63	12
Black <sup>37)</sup> (1973)		アメリカ合衆国	9	24	5
Chojnicki & Czyn <sup>38)</sup> (1973)		ポーランド	17	17	2
South <sup>41)</sup> (1975)		ボリビア	45	16	4
Davies & Thompson <sup>40)</sup> (1980)		カナダ・プレリー地域	17	15	3
森川 <sup>39)</sup> (1977)		日本	9	16	2
村山 <sup>42)</sup> (1984)		日本	46	30	6

ループに、石油製品・石炭製品・化学薬品・化学肥料などは化学製品のグループに、そして金属製品・鉄鋼・機械などは重工業品のグループに、木材・製紙・パルプ・木製品などは林産品のグループに……というように関連のある品目群が1つのまとまりを形成していることがわかる。まとまりを形成するということは、それらの品目群の発地と着地がそれぞれ同地域であることを意味する。したがって発地ではそれらの貨物を生産する施設群が凝集して立地し、また着地ではそれらの貨物を消費する施設群が凝集して立地していることを示唆する。たとえば、穀物・野菜・果物・畜産品などの農産物に関しては、発地はそれらの生産地である農山村地域であり、着地はそれらの消費地である都市地域となる。また、石油を原料にさまざまな工業品を作り出す石油化学コンビナート地域もさまざまな化学製品の発地として機能する。

貨物流動データへの Dyadic 因子分析法の適用にはいくつかの問題点も存在する。その1つは、前節でも指摘したことであるが O-D 行列の対角要素をどう扱うかである。対角要素の値は大きいので、これを除去するかしないかで因子構造が大きく変わる。一般には、対角要素を除去し  $m \times (m-1)$  の地域間ペアを考察の対象とすることが多いようである。2つ目は、O-D 行列の要素値が正規分布をしないことが多いことである。行列要素の値が大きすぎることも多い。前述したように、対数変換等により少しでも正規分布に近づけようと工夫した論文もみられる。

第3は、因子の構造が多くの場合単極構造をなすという点である。各共通因子の因子負荷量が正のみあるいは負のみに片よることが多い。しかしながら、これは貨物流動というデータの特性からみてやむを得ないことかもしれない。第4に、概して累積変動説明量が低いということである。さらに、第1因子だけ変動説明量が異常に高く、第2因子以下は異常に低いという場合もよくみられる。行に地域を配した地理行列と異なり、行に地域間ペアを配した行列をデータとしていることにこの原因がある。このことは、貨物流動に関して地域間ペアのまとまりの結束力が弱いことを意味している他ならない。

第5に、解釈不可能な因子が出現しやすいことである。そして最後に第6番目は、流動パターンの地図表示に関してである。因子得点の値を用いて地図化が図られるが、その表示の仕方があいまいである。いくつ以上の因子得点を表示すべきか、あるいは因子得点の大小は考慮する必要はないのか等問題点は多い。村山<sup>前掲42)</sup>は、因子得点の値が大きいほど流動量が多いと考え、3段階に分け流動先を表示している。1つの解決策と考える。



35	ガラス																		
36	グラム・グラム製品	0.67	0.80	0.71															
37	豆類		0.73																
38	とうもろこし																		
39	穀類																		
40	植物油 (落花生)	0.73																	
41	植物油 (その他)	0.54	0.45																
42	脂肪種子 (落花生)	0.51	0.44																
43	脂肪種子 (せいやうあぶらな・からしな)		0.62																
44	脂肪種子 (ごま)		0.46		0.51														
45	鉄鉱石・鉄			0.75															
46	材木			0.65															
47	非加工綿 (リント, 国産)																		
48	コーヒ																		
49	麦	0.48																	
50	小麦粉																		
51	非加工シュート			0.62															
52	加工シュート			0.67															
53	シュート (上等品)			0.42															
54	茶																		
55	塩	0.61																	
56	きび								0.65										
57	みつ								0.71										
58	砂糖 (Khandsari)																		
59	ギー (バター)																		
60	ゴム	0.45																	
61	非加工綿 (リント, 外国産)											0.87							
62	綿・紡績糸 (外国産)											0.74							
63	綿反物 (外国産)																		
	変動説明量	19.7%	16.7%	12.9%	10.6%	9.8%	8.9%	4.7%	4.5%	4.7%	3.7%	3.4%	3.1%	3.1%	3.7%	3.4%	2.9%	2.9%	2.9%
	累積変動説明量	19.7%	36.4%	49.3%	59.9%	69.7%	78.6%	87.8%	83.1%	87.8%	94.9%	91.2%	98.0%	98.0%	94.9%	91.2%	98.0%	100.9%	100.9%

注) 因子負荷量 10.41以上を表示



第2表(b) Black<sup>37)</sup>の因子負荷量行列

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子
1 肉・酪農製品	-0.00	0.06	0.74	-0.12	-0.19
2 かん詰め・冷凍食品	0.18	0.06	0.88	0.10	-0.28
3 菓子・飲料水・タバコ製品	0.47	0.35	0.63	0.01	-0.14
4 繊維機械・皮製品	-0.04	0.92	0.04	-0.11	0.09
5 アパレルおよびその関連品	0.48	0.80	-0.06	0.09	0.02
6 製紙およびその関連品	0.25	0.84	0.16	0.08	-0.12
7 化学製品	0.20	0.53	0.26	0.70	-0.02
8 薬品・塗料・他の化学品	0.12	0.63	0.46	0.14	0.04
9 石油・石油製品	-0.06	-0.09	-0.10	0.92	0.06
10 ゴム・プラスチック製品	0.64	0.28	0.53	0.11	0.19
11 木材・林産品	-0.08	-0.03	0.04	-0.05	-0.81
12 家具・建具	0.57	0.58	0.49	-0.01	0.07
13 石・ねん土・ガラス製品	0.52	0.44	0.48	0.05	-0.24
14 鉄鉱石・鉄鋼	0.84	0.38	0.17	0.05	-0.00
15 非鉄金属品	0.58	0.22	0.39	0.23	-0.28
16 金属製品	0.44	0.41	0.66	0.07	0.15
17 雑金属製品	0.68	0.32	0.57	0.10	0.11
18 非電気産業機械	0.87	-0.01	0.35	-0.03	0.11
19 機械（非電気類を除く）	0.44	-0.04	0.79	0.07	0.28
20 通信機材およびその備品	0.86	0.08	0.43	0.04	0.11
21 電気製品	0.76	0.10	0.58	-0.03	0.19
22 自動車およびその備品	0.43	0.02	0.79	0.00	0.30
23 輸送用備品	0.90	0.13	-0.02	0.01	-0.16
24 器具・写真関連品・時計	0.87	0.24	0.14	-0.03	0.13
変動説明量	30.5%	23.6%	17.3%	6.3%	5.4%
累積変動説明量	30.5%	54.1%	71.4%	77.7%	83.1%

## IV 貨物流動と地理的場理論

重回帰分析、因子分析の他に、正準相関分析、クラスター分析、多次元尺度法などの手法も貨物流動研究に利用されてきたが、これらの手法のいくつかを総合的に適用し、多変量解析に基づく貨物流動研究を大きく発展させたのは Berry<sup>43)</sup>であった。彼は、「地域の社会・経済的特性と地域間相互作用とは相互規定的で、基本的には異種同形 isomorphic の関係にある」という仮説を設定し、多変量解析の諸手法を駆使してこの仮説の有効性を検討した。彼はこれを「空間的行動の一般場理論 General field theory of spatial behavior」（以後本稿では地理的場理論と呼称）と名づけ、分析枠組を定立化し、この理論を貨物流動研究に応用した。

彼は、インドを事例として、地理的場理論の分析枠組に従い、貨物流動パターン(空間的相互作用)と社会・経済的地域属性パターン(空間構造)との関連性を正準相関分析法を利用することによって解明した。インドの38都市、63の貨物品目、166の地域属性を選定し、正準相関分析を行なったところ、統計的に有意でかつ解釈可能な4つの正準変量を導き出した。そして流動パターンと地域属性パ

第2表(c) Chojnicki & Czyz<sup>39)</sup>の因子負荷量行列

	第1因子	第2因子
1 瀝青炭	-0.00	0.19
2 かっ炭・コークス	0.50	0.75
3 鉱石	0.66	0.65
4 石材	0.55	0.71
5 砂利	0.45	0.06
6 石油	0.19	-0.13
7 金属・金属製品	0.56	-0.25
8 れんが	0.47	0.74
9 セメント	0.33	-0.00
10 化学肥料	0.40	0.10
11 その他の化学製品	0.56	-0.36
12 穀物	0.82	0.09
13 ジャガイモ	0.33	0.07
14 てんさい	0.70	-0.49
15 他の作物及び農加工品	0.72	-0.54
16 木材・材産品	0.74	-0.27
17 その他の貨物	0.75	-0.53
変動説明量	46.07%	27.99%
累積変動説明量	46.07%	74.06%

第2表(d) Davies & Thompson<sup>40)</sup>の因子負荷量行列

	第1因子	第2因子	第3因子
1 一般貨物	0.88		
2 腐敗しにくい食料品	0.46	0.68	
3 腐敗しやすい食料品		0.87	
4 重機械類	0.79	0.50	
5 金属製品	0.81		0.69
6 石油製品	0.40		0.33
7 液体・化学製品			0.57
8 乾化学製品・鉱物			
9 木製品			0.58
10 家畜		0.54	0.72
11 建築用資材	0.77		
12 種子・飼料		0.60	
13 トレーラー		0.91	
14 家庭用品	0.70		
15 雑貨・その他	0.62		
変動説明量	29.4%	22.3%	15.1%
累積変動説明量	29.4%	51.7%	66.8%

注) 因子負荷量|0.3|以上を表示

ターンとの間に強い相互依存関係があることを確認した。この研究以降、地理的場理論研究は大きな進展をみせた。Simmons<sup>44)</sup>は、カナダにおける7種類の10州間O-D行列（人口移動、船舶による貨物流動、鉄道による貨物流動、トラックによる貨物流動、航空機による旅客流動、個人電話通話流動、ビジネス電話通話流動）をデータとして、導出した流動パターンと、各州の人口、母国語人口、所得、教育、年齢構成、就業人口に基づく社会・経済的屬性パターンとの関係を相関分析法により解明した。Freeman<sup>45)</sup>は、貨物とともに人口と資本の流動を考慮し、世界的規模において、各国の社会・経済的特性と国家間の貨物・資本および人口の流動パターンとの関連を、地理的場理論の分析枠組に基づき明らかにした。Holsman<sup>46)</sup>は、オーストラリアの8州、8種類のO-Dデータ（航空旅客流動、航空貨物流動、道路利用の貨物流動、鉄道利用の貨物流動、海運利用の貨物流動、水路利用の貨物流動、総貨物流動、人口移動）を利用して、これらの流動パターンと人口、面積、所得、州間距離、農業・工業・鉱業の就業人口などの地域屬性パターンとの関連を相関分析法により考察した。さらに、Kanno<sup>47)</sup>は、アメリカ合衆国の25の大都市地域を事例として、貨物流動のO-D行列と43の社会・経済的屬性からなる地理行列にそれぞれ因子分析法を適用して、6つの消費地域（着地群）、7つの生産地域（発地群）そして8つの地域屬性パターンを抽出した。そして正準相関分析法により、貨物流動パターンと地域屬性パターンとの相互関係を明らかにした。

以上のような実証的研究の蓄積にともない、貨物流動研究における地理的場理論の有用性が確認されてきたが、この理論は貨物以外の流動研究にも応用されてきた。たとえば、人口移動の分析では、Clark<sup>48)</sup>、Schwind<sup>49)</sup>、市南<sup>50)</sup>、東・森平<sup>51)</sup>などの研究例がある。McConnel<sup>52)</sup>、Holsman<sup>53)</sup>、石水<sup>54)</sup>

第2表(e) 森川<sup>39)</sup>の因子負荷量行列

	第 1 因 子	第 2 因 子
1 繊維品卸売業	0.789	0.395
2 衣服・身のまわり品卸売業	0.813	0.427
3 農畜産物・水産物卸売業	0.181	0.898
4 食料・飲料卸売業	0.480	0.815
5 医薬品・化粧品卸売業	0.807	0.317
6 化学製品卸売業	0.794	0.441
7 鉱物・金属材料卸売業	0.617	0.605
8 機械器具卸売業	0.864	0.399
9 建築材料卸売業	0.682	0.613
10 家具・建具・什器卸売業	0.853	0.378
11 再生資源卸売業	0.364	0.805
12 各種商品小売業	0.607	0.588
13 織物・衣服・身のまわり品小売業	0.814	0.428
14 飲食料品小売業	0.616	0.688
15 自転車・荷車小売業	0.746	0.250
16 家具・建具・什器小売業	0.872	0.290
変動説明量	50.0%	30.9%
累積変動説明量	50.0%	80.9%

なども、かならずしも Berry の分析枠組を踏襲してはいないが、地域分析における地理的場理論の有用性を指摘している。

以上みてきたように、Berry が提示した地理的場理論は、貨物流動の空間分析に有効な手段として多くの研究に利用されてきた。しかし従来の諸研究に対して、次の問題点が指摘できる。すなわち、今までの実証的研究のすべてが、ある特定の一時期を対象にした静態的な分析であり、地理的場理論を時間軸をも加えた動態的な枠組の中に位置づけた研究が皆無であった点である。

## V 静態的な地理的場理論から動態的な地理的場理論へ

動態的な地理的場理論は、第1図のように概念化できる。空間的構造（地域的属性パターン）と、空間的相互作用（流動パターン）とはある同一時期においては相互規定的ではあるが、時系列的視点でとらえると、その時期の空間的相互作用は次の時期における新しい空間的構造を生み出す要因として作用する。つまり、ある特定時期の空間的相互作用は同時期における空間的構造に規定されるが次の時期における空間的構造は、前時期における空間的相互作用に規定される。同様に、時系列的にみると、その時期の空間的構造は、次の時期における新しい空間的相互作用を生み出す要因として作用する。つまり、空間的構造は、同時期における空間的相互作用に規定されるが、次の時期における空間的相互作用は、前時期における空間的構造に規定される。したがって、前時期から現時期に至る空間的構造の変容は、前時期から現時期に至る空間的相互作用の変容と対応関係をなすことになる。このようにして、空間的構造（地域的層性パターン）と空間的相互作用（流動パターン）とは、互いに空間的共変動を伴いながら動態的に相互変容していくと考えられる。地理的場理論の動態的な拡張は、

第2表(f) 村山<sup>42)</sup>の因子負荷量行列

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子
1 穀物			0.72			
2 野菜・果物						
3 畜産品		0.43				
4 水産品		0.53				
5 その他の農産品			0.62			
6 木材		0.43				
7 薪炭						
8 石炭						0.55 (0.35)
9 金属鉱						
10 非金属鉱物(建設用)						
11 非金属鉱物(工業用)				0.40		
12 金属	0.58			0.41		
13 金属製品	0.66					
14 機械	0.72					
15 窯業品				0.45		
16 石油製品			0.41	0.51		
17 石炭製品						
18 化学製品	0.40			0.66		
19 化学肥料						
20 その他の化学工業品	0.71			0.44		
21 紙・パルプ	0.49	0.51				
22 繊維工業品	0.63					
23 食料工業品	0.51	0.48	0.40			
24 日用品	0.69	0.45				
25 その他の製造工業品	0.56	0.45				
26 くずもの						
27 動植物性飼肥料			0.63			
28 廃棄物					0.45	
29 輸送用容器	0.43				0.50	
30 取り合せ品					0.40	
変動説明量	38.5%	5.4%	4.2%	4.0%	3.8%	3.5%
累積変動説明量	38.5%	43.9%	48.1%	52.2%	55.9%	59.4%

注) 因子負荷量|0.4|以上を表示

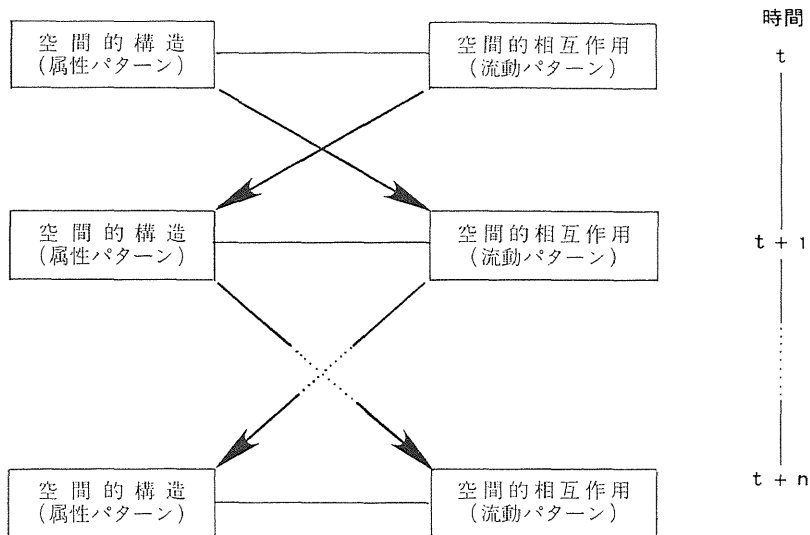
近年の空間的プロセス研究の深化を背景に、貨物流動の時系列的分析に新しい視座を与えてきた。

では、動的な地理的場理論は、オペレーショナルな分析手続きではどのような設定が可能であろうか。地理的場理論においては、空間的構造を示す地理行列そして空間的相互作用を示す O-D 行列とともに、最初に因子分析の適用によってデータの要約が行なわれる。分析手続きの1つとしては、因子分析の適用を各時期のデータごとに行ない、前時期の空間構造と現時期の空間的相互作用との関連を、あるいは前時期の空間的相互作用と現時期の空間的構造との関連を、それぞれ正準相関分析法により把握するという方法が考えられる。分析手続きのもう1つは、前時期の空間的構造から現時期の空間的構造への変容の度合を数値化し、それと前時期の空間的相互作用から現時期の空間的相互作用

第3表 導出された共通因子の解釈

論文	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子
Berry <sup>36)</sup> (1966)	植物油(落花生) 綿・紡績糸(外国産)	グラム・グラム製品 豆類	鉄鉱石・鉄鋼 グラム・グラム製品	乾燥果物 米	砂糖(Khandsari) きび	ジュート(上等品) 非加工ジュート
Black <sup>37)</sup> (1973)	輸送用機械類	繊維・皮製品	かん詰め・冷凍食品	石油製品	林産品	
Chojnicki & Czyz <sup>38)</sup> (1973)	工業品・農産品・林産品	燃料・建築用資材				
South <sup>41)</sup> (1975)	農林産品	鉱産品	外国産石油製品	家畜・畜産品		
Davies & Thompson <sup>40)</sup> (1980)	3次産品および重工業品	食料品および軽工業品	原料および半加工品			
森川 <sup>39)</sup> (1977)	近代工業製品	1次産品				
村山 <sup>42)</sup> (1984)	工業製品	第1次産品および軽工業品	農産品およびその関連品	化学工業品	特殊品	薪炭および石炭

注) Berry (1966) の場合は12因子のうち上位6因子のみ記述した。なお、彼は各因子の解釈を行っていないので、因子負荷量上位の2変数を表示した。



第1図 動的な地理的場理論の概念的枠組

への変容度との関連を正準相関分析法の利用により解明するという方法が考えられる。

村山<sup>55)</sup>は、後者の立場に立った研究を行なった。46都道府県30品目の貨物流動のO-Dデータと、40変数の地域属性データをもとに1970年から1980年にかけての空間的構造の変化と空間的相互作用の変化との対応関係を正準相関分析法により解析した。その結果、統計的に有意な4つの正準変数が導出できた。これにより、貨物流動パターンの変化と地域の属性パターンの変化との明確な対応関係を確認した。

以上、貨物流動研究における地理的場理論の有効性について論評したが、この理論の最大の欠点は、空間的構造と空間的相互作用との関係が単なる統計的關係にすぎず、相互依存それ自体を説明したわけでないことである。地理的場理論を動態的分析枠組に拡張する場合には、なおさら空間的因果關係を把握する視点が必要となる(奥井<sup>56)</sup>。因果關係を明確化できる新しい空間モデルの開発が待たれる。

## VI むすびにかえて

本稿では、近年における貨物流動の地理学的研究の動向を整理した。貨物流動の地理学的研究を今後一層発展させるためには、特に次の3つの課題に重点を置き、分析を深化させることが必要であろう。

第1の課題は、従来分析事例が少なかった国家的レベルの研究を推進させることである。現在、各種交通機関は、路線の設定、運賃の決定、あるいは運営方式などにおいて国家の強力な行政指導の下におかれている。また近年における急速な交通網の整備拡大や交通機関の技術革新により、貨物は広域的レベルの範囲を越えた長距離流動の割合を増大させている。このような事実を考慮すると、空間的に最も強い自己完結性を有する国家全体を1つの分析単位とする研究の意義は大きい。

第2の課題は、貨物流動パターンの形成要因の解明である。貨物の地域間パターンが一定の秩序ある空間的規則性を有することは従来から指摘されてきた。しかし、それがいかなる要因によって生じたものかは、必ずしも十分に解明されてこなかった。発生・吸収両地域の位置関係や地域属性の異質性など解析しなければならない事項は多い。

第3の課題は時系列分析の蓄積である。最近の地理学における時空間分析の深化を背景に貨物流動の動態的考察の必要性が認識されているが、実際には概念的枠組の構築だけが先行しているきらいがあり、実証分析の成果は不十分であると言わなければならない。本稿で有用性を指摘しておいた動態的地理的場理論の枠組を用いた実証研究も増加することが期待される。

貨物流動の研究は、交通のあらゆる側面に関連する極めて学際的な領域に属する分野である。それゆえ交通経済学、交通工学、都市計画学、行政学など隣接諸科学の研究成果を十分踏まえた上での解析が要求されることを最後に指摘しておきたい。

本稿の作成においては、筑波大学地球科学系の奥野隆史教授に御指導をいただいた。記して感謝申し上げます。

本研究をまとめるにあたって、昭和63年・総合研究(A)「流通地理学の総合的研究」(代表者：長谷川典夫、課題番号62301090)の研究費を使用した。

## 注・参考文献

- 1) 奥野隆史(1966)：東京都区部における発生・吸収交通に関する研究(第二報)。地理学評論, 39, 251ページ。
- 2) 貨物流動の地理学的研究を展望したものとしては以下の論文がある。  
Smith, R. H. T. (1970): Concepts and methods in commodity flow analysis. *Economic Geography*, 46, 404-416.
- 3) この立場にたつものとして以下の論文がある。  
Jefferson, M. (1928): The civilizing rails. *Economic Geography*, 4, 217-231.
- 4) Ullman, E. J. (1956): The role of transportation

- and the bases for interaction. Thomas, W. L. ed.: *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. Chicago: University of Chicago Press, 862-880.
- 5) Smith, R. H. T. (1964): Toward a measure of complementarity. *Economic Geography*, **40**, 1-8.
  - 6) Gould, P. R. (1960): *The Development of the Transportation Pattern in Ghana*. Evanston: Northwestern University, Studies in Geography, **5**, 168p.
  - 7) Britton, J. N. H. (1967): *Regional Analysis and Economic Geography: A Case Study of Manufacturing in the Bristol Region*. London: Bell, 156p.
  - 8) Wilson, A. G. (1970): *Entropy in the Urban and Regional Modelling*. London: Pion, 166p.
  - 9) O'Sullivan, P. (1971): Forecasting interregional freight flows in Great Britain. Chisholm, M., Frey, A. E. and Hagget, P. eds.: *Regional Forecasting*. London: Bullerworth, 443-450.
  - 10) Black, W. (1972): Interregional commodity flows: some experiments with the gravity model. *Journal of Regional Science*, **12**, 107-118.
  - Gordon, I. R. (1978): Distance deterrence and commodity values. *Environment and Planning A*, **10**, 889-900.
  - 11) Pred, A. (1964): Toward a topology of manufacturing flows. *Geographical Review*, **54**, 65-84.
  - 12) Reed, W. E. (1967): *Areal Interaction in India: Commodity Flows of the Bengal-Bihar Industrial Area*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **110**, 209p.
  - 13) Cox, K. R. (1965): The application of linear programming to geographic problems. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, **56**, 228-236.
  - 14) King, L., Casetti, E., Odland, K. and Semple, K. (1971): Optimal transportation patterns of coal in the Great Lakes Region. *Economic Geography*, **47**, 401-413.
  - 15) Barr, B. M. (1970): *The Soviet Wood-Processing Industry, A Linear Programming Analysis of the Role of Transportation Costs in Location and Flow Patterns*. Toronto: University of Toronto, Department of Geography, Research Publications, **5**, 135p.
  - 16) Dent, W. (1966): Optimal wool flows for minimization of transport costs. *Australian Journal of Agricultural Economics*, **19**, 142-157.
  - 17) Dickason, D. G. and Wheeler, J. O. (1967): An application of linear programming: the case of Indian wheat transportation. *National Geographical Journal of India*, **13**, 125-140.
  - 18) Peters, W. S. (1963): Measures of regional interchange. *Papers and Proceedings, Regional Science Association*, **11**, 285-294.
  - 19) Taylor, M. J. and Hosking, P. L. (1979): Spatial monopoly and functional economic regions: the impact of manufacturer's limited spatial knowledge in the New Zealand space economy. *New Zealand Geographer*, **35**, 3-15.
  - 20) Hafner, J. A. (1973): The spatial dynamics of rice milling and commodity flow in central Thailand. *Journal of Tropical Geography*, **37**, 30-38.
  - 21) Gauthier, H. L. (1968): Least cost flows in a capacitated network: a Brazilian example. Horton, F. ed.: *Geographic Studies of Urban Transportation and Network Analysis*. Evanston: Northwestern University, Studies in Geography, **16**, 102-127.
  - 22) Karaska, G. L. (1966): Interindustry relations in the Philadelphia economy. *The East Lakes Geographers*, **2**, 80-96.
  - 23) Dhar, R., Venning, R. and Berry, B. J. L. (1966): Interregional intersectoral relations of the Indian economy. Berry, B. J. L. ed.: *Essays on Commodity Flows and Spatial Structure of the Indian Economy*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **111**, 257-334.
  - 24) Dolenc, M. (1967): The Bucks county interregional input-output study. *Papers and Proceedings, Regional Science Association*, **20**, 43-53.
  - 25) Chisholm, M. and O'Sullivan, P. (1973): *Freight Flows and Spatial Aspect of the British Economy*. Cambridge: Cambridge University Press, 141p.
  - 26) Perle, E. D. (1964): *The Demand for Transportation: Regional and Commodity Studies in the United States*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **95**, 130p.
  - 27) Holsman, A. J. (1979): Freight flows in Australian economy. *Australian Geographical Studies*, **17**, 131-154.
  - 28) Olson, J. M. (1968): *The Spatial Utilization of Transportation Modes in Fruit and Vegetable Move-*

- ments, 1961. Wisconsin: University of Wisconsin, Department of Geography, M. S. Thesis.
- 29) Linnemann, H. (1966): *An Econometric Study of International Trade Flows*. Amsterdam: North Holland Publishing Co., 234p.
- 30) Yeates, M. H. (1969): A note concerning the development of a geographic model of international trade. *Geographical Analysis*, **1**, 399-404.
- 31) Goddard, J. B. (1970): Functional regions within the city centre: a study of factor analysis of taxi flows in central London. *Transactions of the Institute of British Geographers*, **49**, 161-182.
- 32) Britton, J. N. H. (1971): Methodology in flow analysis. *The East Lakes Geographer*, **7**, 22-36.
- 33) 奥井正俊 (1980) : トラック交通流動からみた北海道の地域構造. 地理学評論, **53**, 263~279.
- 34) 韓 柱成 (1981) : 韓国における鉄道貨物流動の地域構造. 東北地理, **33**, 22~34.
- 35) Ogunsanya, A. A. (1982): Spatial pattern of urban freight transport in Lagos metropolis. *Transportation Research A*, **16**, 289-300.
- Mitsuhashi, S. (1978): *Japanese Commodity Flows*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **187**, 172p.
- 36) Berry, B. J. L. (1966): *Essays on Commodity Flows and the Spatial Structure of the Indian Economy*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **111**, 334p.
- 37) Black, W. (1973): Toward a factorial ecology of flows. *Economic Geography*, **49**, 59-67.
- 38) Chojnicki, Z. and Czyz, T. (1973): Structural changes of the economic regions in Poland: a study by factor analysis of commodity flows. *Geographia Polonica*, **25**, 31-47.
- 39) 森川 洋 (1977) : わが国の貨物流動に関する一考察. 広島大学文学部紀要, **37**, 180~190.
- 40) Davies, W. K. D. and Thompson, R. R. (1980): The structure of inter-urban connectivity: a dyadic factor analysis of Prairie commodity flows. *Regional Studies*, **14**, 297-312.
- 41) South, R. B. (1975): The economic organization of Bolivia: an analysis of commodity flows. *Southeastern Geographer*, **16**, 9-25.
- 42) 村山祐司 (1984) : 本邦における貨物流動の地域構造——地理的場理論の枠組を用いて. 経済地理学年報, **30**, 95~111.
- 43) 前掲36および以下の論文.
- Berry, B. J. L. (1968a): Interdependency of spatial structure and spatial behavior; a general field theory formulation. *Papers and Proceedings, Regional Science Association*, **21**, 205-227.
- Berry, B. J. L. (1968b): A synthesis of formal and functional regions using a general field theory of spatial behavior. Berry, B. J. L. and Marble, D. F. eds.: *Spatial Analysis: A Reader in Statistical Geography*. New Jersey: Prentice-Hall, 419-428.
- 44) Simmons, J. W. (1970): *Interprovincial Interaction Patterns in Canada*. Toronto: University of Toronto, Center for Urban and Community Studies, Research Paper, **24**, 54p.
- 45) Freeman, D. B. (1973): *International Trade, Migration, and Capital Flows*. Chicago: University of Chicago, Department of Geography, Research Paper, **146**, 241p.
- 46) Holsman, A. J. (1975): Interstate interaction pattern in Australia. *Australian Geographical Studies*, **13**, 41-61.
- 47) Kanno, M. (1976): Canonical analysis of commodity flows and socio-economic structure in major U. S. metropolitan areas. *Geographical Review of Japan*, **49**, 197-216.
- 48) Clark, D. (1973): The formal and functional structure of Wales. *Annals of the Association of American Geographers*, **63**, 71-84.
- 49) Schwind, P. J. (1975): A general field theory of migration, United States, 1955-1960. *Economic Geography*, **51**, 1-16.
- 50) 市南文一 (1978) : 社会・経済的地域特性と地区間通勤人口流動からみた名古屋大都市圏の地域構造. 地理学評論, **53**, 263~279.
- 51) 東 賢次・森平爽一郎 (1980) : 空間的相互作用の多変量解析—大阪市の通勤流動を事例にして—. 国士館大学電子計算機センター紀要, **1**, 31~48.
- 52) McConnel, J. E. (1967): The Middle East: competitive or complementary? *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, **58**, 82-93.
- 53) 前掲46)
- 54) 石水照雄 (1980) : 都市間人口移動の空間的過程



—新潟県都市群の事例。日本における都市システムの研究（文部省科研費総合A），160～179。  
55) Murayama, Y. (1987): Regional structure of commodity flows in Japan: an application of dyna-

mic geographical field theory. Ph. D. Dissertation (The University of Tsukuba), 132p.

56) 奥井正俊（1985）：交通地理学研究に関する覚え書。地理学報（大阪教育大学），23，23～61.

## Geographical Studies of Commodity Flows: A Review

Yuji MURAYAMA

Ullman (1956) attempted to define the formation mechanism of the commodity flow pattern by getting rid of the traditional approach which explained the commodity flow phenomena by mapping and describing the quantity of commodity flows between two regions. He interpreted the commodity flow pattern theoretically by employing the three concepts of complementarity, intervening opportunity and transferability. This theory of spatial interaction provided the foundation of the methodological framework on commodity flow works and gave a great impact to the subsequent quantitative analysis.

In the 1960s and the first half of the 1970s, quantitative geography achieved remarkable developments and therefore various quantitative models were formulated. Together with the quantitative revolution, three concepts of Ullman have played an important role to the subsequent studies as theoretical basis (Smith, 1970). Though many models were developed in this period, the useful five models for commodity flow analysis in the present time are as follows: Gravity models (Gould, 1960; Smith 1964; Britton, 1967; Wilson, 1970; O'Sullivan, 1971; Black, 1972; Gordon, 1978), Potential model (Pred, 1964; Reed, 1967), Linear Programming model (Cox, 1965; Dent, 1966; Dickason and Wheeler, 1967; Barr, 1970; King et al., 1971), Network model (Peters, 1963; Gauthier, 1968; Hafner, 1973; Taylor and Hosking, 1979), and Input-output model (Karaska, 1966; Dhar, Venning and Berry, 1966; Dolenc, 1967).

In addition to these models, techniques of multivariate analysis have been widely used since the 1960s. This is a method to classify the actual commodity flow patterns, and to clarify the factors for generation and absorption of commodities by employing the quantitative techniques, such as, multiple regression analysis, factor analysis, canonical correlation analysis and cluster analysis.

In multivariate approach, geographical matrices of regional attributes and origin-destination matrices of commodity flows are used as the source data. Here the work of commodity flows using multiple regression analysis was developed based upon the gravity model. Population and distance were used as two variables to estimate the quantity of commodity flows between the regions in the gravity model, but in the multiple regression analysis many variables were added and more persuasive explanation was conducted. Particularly the following studies applied multiple regression analysis in commodity flows (Perle, 1964; Linnemann, 1966; Olson, 1968; Yeates, 1969; Chisholm and O'Sullivan, 1973; Holsman, 1979).

Commodity flow studies based on factor analysis, are divided into two types. One is an approach to make the classification of flow patterns by applying the direct factor analysis to

the origin–destination matrix with originated places in rows and destined places in columns. Theoretical explanation on the efficiency of this method was confirmed by Goddard (1970) and Britton (1971). Empirical analyses using this method were done by Okui (1980), Han (1981) and Ogunsanya (1982). The other type is an approach to derive the flow patterns by commodity items classified by operating factor analysis to the geographical matrix with interregional pairs in rows and commodity items in columns. This method is generally called the Dyadic Factor Analysis. This technique was used empirically by Black (1973), Chojnicki and Czyz (1973), Morikawa (1977), Davies and Thompson (1980) and so on.

Besides the multiple regression analysis and factor analysis, the techniques such as canonical correlation analysis, cluster analysis, multidimensional scaling analysis and so forth have been widely employed in the geographical studies of commodity flows. However, Berry (1966, 1968a, 1968b) developed the geographical studies of commodity flows based on the multivariate analysis by applying some of these techniques integrately. He established the hypothesis that the socio–economic characteristics of regions and the interaction between the regions are interdependent and fundamentally isomorphic, and he investigated the usefulness of this hypothesis by making use of many techniques of multivariate analysis. He named this methodological framework General Field Theory of Spatial Behavior (in this paper, it is called Geographical Field Theory), and applied this theory on commodity flow analysis. Following the framework of geographical field theory, he clarified the regional structure of commodity flows in India by summarizing the various types of commodity flows into small number of meaningful flow patterns and then by investigating, through canonical analysis, the relationships between the flow patterns of commodities and the spatial structure of socio–economic attributes.

After the formulation of geographical field theory by Berry, various studies on commodity flows using this framework have been practiced since 1970s (Simmons, 1970; Freeman, 1973; Holsman, 1975; Kanno, 1976). The usefulness of the geographical field theory in commodity flow research has been confirmed by increases of fruitful results in empirical studies. Besides the commodity flow analysis, this theory has been widely applied to various types of geographical studies. For example, there exist the studies such as Clark (1973), Schwind (1975), Ichimiami (1978) and Higashi and Moridaira (1980) in migration studies. Though they do not always directly follow the analytical framework of Berry, McConnell (1967), Holsman (1979) and Ishimizu (1982) also recognize the usefulness of geographical field theory for regional analysis.

Looking into the above discussion, it is clear that the geographical field theory formulated by Berry (1966) has been confirmed as an effective method for the space analysis of commodity flows. But the following questions are pointed out concerning the previous studies. That is, all of the previous empirical studies were static analyses which focused on a certain period, and there existed no study applying the geographical field theory to the dynamic framework adding the time axis.

The dynamic geographical field theory could be conceptualized as follows (see Figure 1). Spatial structure (regional attribute pattern) and spatial interaction (flow pattern) are inter-regulative in a certain period, but their relationships being grasped from the viewpoint of time series, the spatial interaction of one period would work as the factor which produces a new

spatial structure of the next period. That is to say, spatial interaction of a certain period is defined by the spatial structure of that period, but the spatial structure of the next period is defined by the spatial interaction in the former period. At the same time, seen from the viewpoint of time series, the spatial structure of one period would work as the factor which produces a new spatial interaction of the next period. In short, the spatial structure in a certain period is defined by the spatial interaction of that period, but the spatial interaction in the next period is defined by the spatial structure of the former period. Accordingly, the transformation of the spatial structure from the former period to the present time corresponds to that of the spatial interaction from the former period to the present. In the above mentioned way, spatial structure (regional attribute pattern) and spatial flow pattern are considered to be mutually transformed dynamically with the spatial covariation.

The dynamic extension of geographical field theory includes the possibility to give a new viewpoint to the time series analyses of commodity flows being supported by the progress of the spatial process studies in the present time.