

グループ意思決定としてのモデル作成

—北海道における物流量発着モデルの構築—

高野 伸栄, 佐藤 馨一, 五十嵐 日出夫

1. はじめに

近年, 物流に関し, 荷主側の要求は, 時間指定配達, 荷傷みの防止, 鮮度の維持等高度化, 多様化している。これに対し, 物流業においては, 長時間で不規則な労働時間, きつい作業等の労働条件により, 将来に向けて労働力不足が深刻となっている。このような状況の中で, 将来の物流量を予測し, これを担う輸送システムを考えることは, 単に運輸業界のみならず, 社会全体にとってきわめて重要な課題である。しかしながら, これまで, 物流量に関する予測について説明力のあるモデルを作成することは困難であった。その原因としては後述するように物流の多様性にある。表1に示すとおり, 物流の分類としては, 32分類が一般的であるが, それらの発生メカニズムはそれぞれ異なり, 別個のモデルとする必要がある。また, 品目分類が多いため, データの信頼性の面でも大きな問題がある。このような問題を踏まえ, 本研究においては, 対話型の変数選択システムを基に物流・流通および, データ解析の専門家が議論しながらグループの意思決定として, モデル構築を行ない, 説明力, 実用性のあるモデルを構築しようとするものである。

2. 物流量の予測モデルにかかわる問題点と本研究の基本的考え方

物流量のモデルを構築するにあたり, 考えられる問題点をまとめると以下の2点にまとめられる。

a. データの信頼性

総流動データのみならず物流データにおいては品目ごと, 地域ごとに分類してしまうと明らかに不自然と思われるデータが少なくない。信頼性の低いデータをもとにどのように必要とする精度に足るモデルを構築するか。

b. 多様な品目と複雑な要因

たかの しんえい, さとう けいいち, いがらし ひでお
北海道大学 工学部 土木工学科
〒060 札幌市北区北13条西8丁目

表1 品目分類表

No.	品目名	No.	品目名
1-1	穀物	5-17	セメント
1-2	野菜・果物	5-18	その他窯業品
1-3	その他農産品	5-19	石油製品
1-4	畜産品	5-20	石炭製品
1-5	水産品	5-21	化学薬品
2-6	木材	5-22	化学肥料
2-7	薪炭	5-23	その他化学工業品
3-8	石炭	6-24	紙・パルプ
3-9	金属鉱	6-25	繊維工業品
3-10	砂利・砂・石材	6-26	食料工業品
3-11	石灰石	7-27	日用品
3-12	その他金属鉱	7-28	その他製造工業品
4-13	鉄鋼	8-29	金属くず
4-14	非鉄金属	8-30	動植物性飼肥料
4-15	金属製品	8-31	その他特種品
4-16	機械	9-32	その他

出典:「地域貨物流動調査報告書」

貨物は多くの品目に分類されており, 品目ごと発生メカニズムも多様であり, それぞれ別個のモデルを構築する必要がある。また実用という観点から考慮すると, 統計的には有意である説明変数であっても, 物流・流通の専門家に対して, 説得力のある要因でなくては, 将来を予測し, 各ケースのシミュレーションを行なううえで意味をなさない。

これらを踏まえ, 本研究においては, 以下の2点の基本的考え方に従い, 予測を行なうこととした。

A. 不自然と思われるデータの除去

分析をするにあたり品目・地域ごと傾向曲線を大きく逸脱したデータについては分析対象から除外すること。

I. 対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築

物流量発着モデルを構築するにあたり, 事前に統計的に一番妥当性の高いステップワイズによる重回帰モデルを与え, OHP(オーバーヘッドプロジェクター)上で変

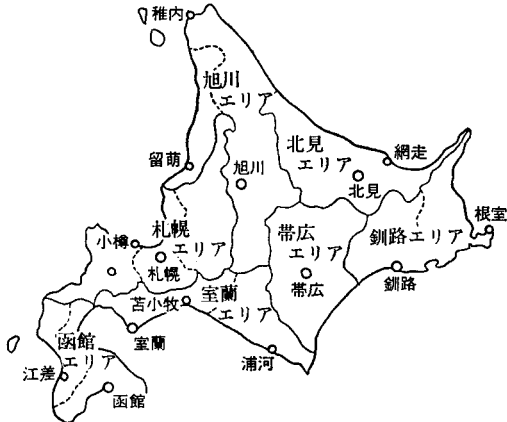


図 1 地域区分図

数と回帰結果をリアルタイムに表示しながら、データ解析と流通の専門家が討議を行ないモデルを構築することとした。以上、要約するとデータの信頼性の低さと現状の複雑さおよび将来の不確定要因に対し、分析不可能なデータ・要因の除去と流通システムの専門家、予測結果を用いる人々への確認および討議によりグループの意思決定として予測を行なったといえる。

3. 分析のフロー

3.1 予測フレーム

本研究においては、貨物総量の将来推移をとらえることが第1であり、またその交通機関分担を明示化する必要性が高いことから総流動データを用いることとした。分析の対象とするのは北海道内および対道外との物流であり、北海道内を7地域に分けた。品目分類として、物流発着モデルの構築は、32品目ごと発・着別にモデルを構築した。

3.2 分析のフロー

本研究のフローを図2に示す。

4. 対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築

4.1 物流量発着モデルの構築

物流の発着量は各ゾーンの社会・経済状況に依存するとの仮定により、モデル構造はそれら社会、経済状況の指標を説明変数とする重回帰モデルとした。なお、社会経済状況の指標としては表2に示す65個の項目とした。

次に、分析の前提条件として、自由度を増し、より安定性の高いモデル構築を行なうため、1979～87年のまで

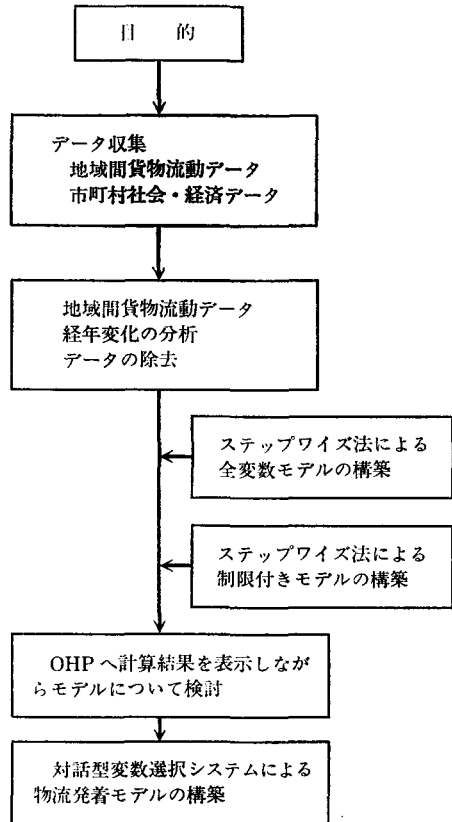


図 2 本研究のフロー

は構造変化がないものと仮定を置き、5年次、7地域のデータをプーリングして、品目ごとモデル構築を行なった。式(1)にモデル形を示す。

$$Y = a_1 \times x_1 + a_2 \times x_2 + \dots + b \quad (\text{式 1})$$

Y : 品目別発 or 着物流量 (「地域貨物流動調査」による)

a_i : パラメータ

x_i : 社会経済指標

b : 定数項

(なお、回帰データは各品目・発着ごと7地域、5年次のデータをプーリングして用いた)

4.2 データのスクリーニング

前述したように物流におけるデータの信頼性は低く、品目、地域別に時系列的推移をみると、きわめて不自然に思われる推移を示しているデータが少なくない。これらの不自然な推移は、総流動データの調査法による誤差によるものが多いのではないかと推測される。

従来、総流動データを用いた分析においては、これらの誤差を多く含むデータを用いていたため、必要な精度

表 2 社会・経済指標

No.略称	項目	単位	No.略称	項目	単位
2 総面積	土地総面積	km ²	35 商販卸	卸売業 商品販売額	百万円
3 人口	年齢階層別人口総数	人	36 商販小	小売業 商品販売額	百万円
4 1次人	就業者人口(第1次)	人	37 自車台	登録自動車総台数	台
5 2次人	就業者人口(第2次)	人	38 工従総	工業別従業員総数	人
6 3次人	就業者人口(第3次)	人	39 工従食	食料品製造業従業員数	人
7 農事体	農業事業体総数	所	40 工従木	木材木製品製造従業員数	人
8 漁経総	漁業事業体総数	所	41 工従家	家具装備品製造従業員数	人
9 森林面	森林総面積	ha	42 工従パ	紙パルプ紙加工業従業員数	人
10 耕地面	耕地総面積	ha	43 工従出	出版印刷関連業従業員数	人
11 田面積	田総面積	ha	44 工従化	化学工業従業員数	人
12 畑面積	畑総面積	ha	45 工従窯	窯業土石製品業従業員数	人
13 牧草面	(うち)牧草地面積	ha	46 工従鉄	鉄鋼業従業員数	人
14 樹園面	樹園地総面積	ha	47 工従金	金属製品製造業従業員数	人
15 漁数	漁種別生産量	トン	48 工従機	機械器具製造業従業員数	人
16 漁金	漁種別水揚げ額	百万円	49 工従輸	輸送機械器具業従業員数	人
17 水産数	水産製品生産量	トン	50 工従他	その他工業一従業員数	人
18 水産金	水産製品生産額	百万円	51 工荷総	工業製造品総出荷額	百万円
19 事従総	事業所別従業員総数	人	52 工荷食	食料品製造業製品出荷額	百万円
20 事従農	農林水産業従業員数	人	53 工荷木	木材木製品業製品出荷額	百万円
21 事従鉱	鉱業従業員数	人	54 工荷家	家具装備品業製品出荷額	百万円
22 事従製	製設業従業員数	人	55 工荷パ	紙パルプ紙加工製品出荷額	百万円
23 事従建	建造業従業員数	人	56 工荷出	出版印刷関連製品出荷額	百万円
24 事従電	電気ガス水道業従業員数	人	57 工荷化	化学工業 製品出荷額	百万円
25 事従運	運輸通信業従業員数	人	58 工荷窯	窯業土石 製品出荷額	百万円
26 事従卸	卸小売飲食店従業員数	人	59 工荷鉄	鉄鋼製品 出荷額	百万円
27 事従融	金融保健業従業員数	人	60 工荷金	金属製品 出荷額	百万円
28 事従不	不動産従業員数	人	61 工荷機	機械器具製品 出荷額	百万円
29 事従サ	サービス業従業員数	人	62 工荷輸	輸送機械器具製品 出荷額	百万円
30 事従公	公務(その他)従業員数	人	63 工荷他	その他工業製品 出荷額	百万円
31 商従総	商業別従業員総数	人	64 道路延	道路実延長キロ	km
32 商従卸	卸売業 従業員数	人	65 財歳出	一般会計歳出総額	百万円
33 商従小	小売業 従業員数	人	66 土木費	一般会計歳出土木費額	百万円
34 商販総	年間商品販売総額	百万円			

出典：北海道編「市町村勢統計要覧」

が得られにくかったと考えられる。そこで本研究では、品目、地域、発着別に傾向曲線をあてはめることによりデータの分析から除外を行なった。この結果、約21%のデータが除外されることとなった。

4.3 対話型変数選択による変数選択

モデルの説明変数の選択は、次に示す3つのステップからなる対話型変数選択システムにより行なった。

(1) 全変数モデルの構築

まず第1のステップでは、社会・経済指標65個を独立変数とし、ステップ・ワイズ法による回帰分析により、F-value が2.0以上の変数をすべて取り込んだ重回帰モ

デルを構築した。このステップでは、モデルの相関係数としては最も高くなり、解析的には最も有意であるモデルとなるが、中には対象物流品目とほとんど無関係な指標が高い相関を示すものもあり、説得性、妥当性から考えて、将来予測モデルとして必ずしも適正と判断できるモデルとはいえない。

(2) 制限付きモデルの構築

第2のステップでは、品目の特性によってそれぞれ取り込む変数をあらかじめ約1/3に限定した後、(1)と同様ステップ・ワイズ法により、F-value が2.0以上の変

数を取り込んだ重回帰モデルを構築した。このステップでは対象物流品目と説明変数の因果性にある程度対応したものといえる。

(3) 対話型変数選択

第3のステップでは、第1、第2のステップより得られたモデル式を参考資料に、データ解析および流通の専門家、さらに本予測結果を用いて将来物流ビジョンを作成する人々（モデルの使用者）が、直接討議を行ないながら重相関係数、説明変数の数（3個以下とした）、論理性等について十分な吟味を行なったうえで、説明変数の取捨選択を行ない最終的なモデルの同定を行なった。その際、参加者が思考の支障とならないようリアルタイムで十分な情報の提示を受け、討議を進めながらモデル構築を行なうよう、

OHPを用いてパソコンのディスプレイをスクリーン上に投影し、リアルタイムで回帰分析結果を表示しながら参加者の討議の下で変数の取捨選択を行なった。このステップでは、モデルの相関係数としてはステップ1および2と比較してやや落ちるものの、このステップにより、対象物流品目と説明変数との因果関係をより重視したモデルとなり、解析的有意性と一般の妥当性の調和が取れたモデルが構築された。

なお、この際データの安定性がきわめて悪く有意結果とならなかった2品目、3本のモデルについては、モデル構築は行なわず、最終的に31品目・発着別計61本のモデルが策定された。（表3参照）なお、この結果をみると、対象物流品目と説明変数の論理性はもちろん、解析的にも一部重相関係数0.4と低いものもあるが、概ね0.6~0.9

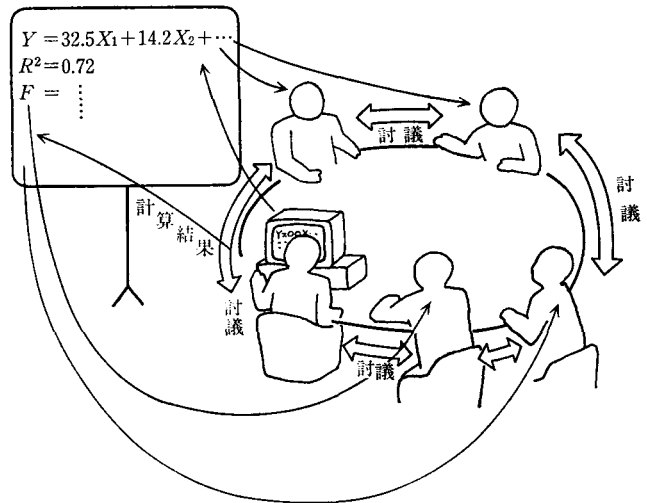


図3 グループ意思決定としてのモデル構築

と従来の物流を対象としたモデルと比較し、十分な値を示しているといえる。

5. おわりに

以上、本研究においては、多様な品目と複雑な要因からなり、これまで説明力のあるモデル構築が難しかった物流の発着量に対し、対話型の変数選択システムを用いて、説明力のあるモデルを構築することができた。次のステップとしては本モデルを用いて、将来の物流量を予測し、これにもとづく物流ビジョンを描くことになるが、このような形でモデルの構築の時点に多数の専門家加わり、グループの意思決定としてのモデル構築を行なうことにより、モデルの適用およびその結果についての意味がよく理解され、モデルがより有効に活用されることになったことも本法による大きな成果であるといえる。

表3 モデルの算出結果

品目名	発モデル			着モデル					
	説明変数(略称)およびパラメータ	定数項	相関係数(R)	説明変数(略称)およびパラメータ	定数項	相関係数(R)			
農水産品	穀物	田面積 畑面積	9.09 6.04	212899.0	0.662	人口 畑面積	0.54 4.60	221815.0	0.628
	野菜・果物	畑面積 樹園積	20.68 120.92	418929.0	0.727	畑面積 樹園積	19.16 194.35	459304.0	0.711
	その他の農産品	畑面積	30.78	-234285.0	0.828	畑面積	30.69	-201706.0	0.842
	畜産品	畑面積 従総 工従機	6.25 33.64 47.75	28328.6	0.610	牧草 面荷 工食	4.58 1.32	136084.0	0.631
	水産品	漁経 水産 総数	90.98 1.59	321097.0	0.735	漁経 水産 工従 総数 食	81.44 1.41 31.87	9456.1	0.745

林産品	木材	森 林 工 従 面 木	0.54 479.38	542904.0	0.747	工 工 従 従 木 家 パ	369.78 322.35 322.67	369181.0	0.850
	薪炭	—	—	—	—	—	—	—	—
鉱 品 産	石炭	事 従 鉱	492.52	1576630.0	0.886	事 工 従 電 鉄	980.62 284.7	-401651.0	0.878
	金属鉱	事 工 従 鉄	11.32 14.80	-5297.7	0.788	工 従 鉄	65.93	-67760.6	0.826
	砂・砂利・石材	総 面 積 道 路 延	1812.55 524.54	-4221270.0	0.670	総 面 積 道 路 延	1853.42 680.50	-6472930.0	0.696
	石灰石	—	—	—	—	工 荷 化	40.78	-65693.2	0.703
	その他の金属鉱	道 路 延	341.44	-991203.0	0.641	工 道 荷 路 他 延	9.46 196.36	555478.0	0.636
金属機械工業品	鉄鋼	工 工 従 荷 鉄 総	159.14 1.60	-284113.0	0.884	工 工 従 荷 鉄 総	78.06 1.57	-146286.0	0.878
	非鉄金属	工 工 工 従 従 荷 機 総	11.02 16.58 0.07	7202.2	0.703	工 工 工 荷 荷 金 他	0.95 0.15	21534.0	0.809
	金属製品	事 工 従 荷 建 輸	14.80 0.11	111655.0	0.848	事 従 建	14.26	163167.0	0.828
	機械	事 工 従 荷 製 総	8.49 1.26	494592.0	0.680	工 荷 総	2.21	507154.0	0.739
化学工業品	セメント	工 工 荷 荷 窯 鉄	22.07 9.33	128421.0	0.665	事 従 総	2.18	301006.0	0.787
	その他の窯業品	事 工 従 従 窯 窯	225.49 2024.11	-1053050.0	0.932	事 工 従 従 窯 窯	268.34 1905.29	-936989.0	0.934
	石油製品	工 工 荷 従 油 総	37.41 57.64	857873.0	0.961	工 荷 総	5.02	998585.0	0.860
	石炭製品	事 工 従 荷 製 鉄	2.62 0.49	-55175.6	0.893	事 従 製	1.96	-37600.8	0.751
	化学薬品	工 荷 化	11.80	31701.5	0.648	工 荷 化	13.09	65436.3	0.703
	化学肥料	畑 事 工 面 従 積 荷 農 化	4.56 30.39 5.05	22061.4	0.603	畑 事 工 面 従 積 農 化	4.49 47.56	39220.4	0.687
その他化学工業品	事 商 従 従 総 総	0.63 0.83	39438.2	0.817	事 商 従 従 総 総	0.56 1.06	58251.2	0.836	
軽工業品	紙・パルプ	工 荷 パ	11.99	55111.9	0.872	事 工 工 従 荷 サ パ 出	1.42 6.03 2.60	-126175.0	0.818
	繊維工業品	工 荷 織	3.47	26708.3	0.631	工 荷 織	4.85	10053.0	0.727
	食料工業品	商 工 従 荷 卸 食	41.94 4.05	845849.0	0.845	事 工 従 荷 総 食	3.38 4.30	627119.0	0.816
雑工業品	日用品	商 従 総	10.44	-62532.8	0.941	商 従 総	10.52	-2503.9	0.940
	その他製造工業品	事 従 総	1.16	97921.4	0.821	事 従 総	1.11	136581.0	0.820

特 種 品	金属くず	工 工 工	荷 荷 荷	金 機 輸	2.85 0.21 0.16	113213.0	0.398	工 工 工	荷 荷 荷	総 輸	0.18 2.30	-42584.8	0.780
	動植物性飼肥料	畑 工	面 荷	積 総	9.28 0.84	-37137.1	0.578	畑 事	面 従	積 農	7.48 44.58	471486.0	0.567
	その他の特種品	商 工	従 従	総 総	122.96 56.67	3430420.0	0.919	商 工	従 従	総 総	63.06 97.75	3191500.0	0.922
そ の 他	その他	商 工	従 従	総 総	5.57 8.54	-139586.0	0.950	商 工	従 従	総 総	6.56 11.69	-163040.0	0.979

参 考 文 献

- 1) 高野伸栄, 藤兼雅和, 五十嵐日出夫: 対話型変数選択システムによる物流量発着モデルの構築. 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集第4部, 1991年, p. 280-281
- 2) 高橋友昭, 高野伸栄, 佐藤馨一: 北海道における将来物資流動量の予測に関する研究. 平成3年度土木学会北海道支部論文報告集, 第48号, 1992年, p.817-822
- 3) 高橋謙介, 高野伸栄, 佐藤馨一: 物資流動における機関別分担モデルの構築に関する研究. 平成4年度土木学会北海道支部論文報告集, 第49号, 1993年, p.797-802
- 4) 田中豊, 垂水共之, 協本和昌編: パソコン統計解析ハンドブックII多変量解析編. 共立出版(株), 1984年

【書 評】

板倉 実 著

ス ー パ ー S E

—システム設計と管理の社会学—

日科技連出版社 224頁 1993年4月刊 定価3000円

ソフトウェアの開発は技術の最先端をゆくハードウェアとは裏腹に、いまだに産業革命前の手作りに頼っているとんでもない。それゆえ、ソフトウェアの出来、不出来は開発に参加するメンバーの質に大きく左右される。また、ソフトウェアのプロジェクト管理は人間の管理が大きなウェイトを占めている。本書はその副題にもあるように、社会的、人間的側面にスポットライトを当てて、ソフトウェア開発をうまくこなすための多くのヒントを与えてくれる。この種の本としては珍しく、随筆調の文章で全体が流れていく。とは言っても必要とところでは定量的な分析が加えられ著者の主張の説得力を増している。システム開発プロジェクトの各段階でSEはいかに振る舞うべきかを多くの失敗あるいは失敗しかけたプロジェクトの実例もまじえ語りかける。豊富なシステム開発経験にもとづいて書かれていることを随所に感じさせる書である。

本書は7章から構成されている。まず、スーパーSEのプロフィールをいくつかの実例を通して描きだしている。事実を認識するための現場、現物主義の重要性を説き、システム開発初期段階の政治屋SEと後半の設計・製作・試験段階における技術屋SEの使い分けについても述べている。次に、コンピュータシステムの変遷、コ

ンピュータの機能、特徴について多少具体例をいれて紹介。これらのイントロのあとメインテーマである事務処理関係を中心に業務システム設計、製作、試験における留意点について、具体例と定量的分析を加え説明している。さらに、プロジェクト管理について触れ、この中で富士通におけるシステム開発方法論、というよりはシステム開発構造モデルである“SDEM90”の基本的考え方について述べている。

本全体の構成としては、やや練り足りなさを感じさせる。特に章立てと中身が必ずしも一致していないのは気になる。この本の中で著者がスーパーSEの必要条件のひとつとして一貫して主張しているのは事実の認識、著者の表現を借りるとゼロベースからの問題解決である。そのためにも、現場に出て、現物による事実の確認が必要である。

この本の随所に設けられている“コラム暇つぶし”はそれ自身ユーモアと示唆に富んでいて本書を一層読みやすく楽しいものになっている。業務システムのソフトウェア開発を行なっている技術管理者、システム・エンジニア、設計者、プログラマーにはぜひ読んでもらいたい本である。

(山下勝比 榎東芝 東京システムセンター)