

IV-21

北海道における将来物資流動量の予測に関する研究

北海道大学 学生員 高橋友昭
 北海道大学 正 員 高野伸栄
 北海道大学 正 員 佐藤馨一

1. 研究の背景と目的

近年、わが国の物流を取りまく環境が大きく変化しつつあり、物流サービスにもそれに対応した近代化、高度化が求められてきている。すなわち、消費者ニーズの多様化・個別差異化は、生産サイドでの多品種少量生産化、販売サイドでの商品単品管理化を進行させ、両者を結合するいわゆる“生販統合システム”としての物流が企業の経営戦略の一環として、かつてなく重要視されるようになってきた。企業は競ってジャスト・イン・タイム生産方式を導入し、物流システムもいわゆるロジスティックス思考に基づいて高度化を図っている。

その一方で、近年特に顕在化してきている労働力不足や大気汚染等による環境問題の悪化、幹線道路の慢性的な交通渋滞、配送回数の増加による都心部での配送困難など物流システムの高度化を妨げる社会的・経済的要因も多数存在している。

それらに対応する形で、道路交通混雑および公害対策としてのモーダルシフトをはじめとして、貨物車輸送・物流施設の共同化、物流拠点施設の整備等が、物流事業者側のみならず、関連自治体等をも含めた社会的要請となっており、これらの施策を推進するにあたっては、長期的視点にたった物流ビジョンの策定が不可欠である。

しかし、そもそも物流問題は現象が複雑なうえ、人の交通に比べて分析の手法が確立されていないこともあり、既存研究例も少なく、とりわけ量的把握の面で立ち後れているのが実態である。

以上より、本研究は、北海道における物資流動特性の現況を分析するとともに、数理モデルに基づいて将来の物資流動量の予測を行い、もって北海道における将来物流ビジョンの策定に資することを目的とする。

2. 北海道における物資流動特性の分析

(1) 総輸送量の推移と品目別の特徴

北海道における物資総発着量の推移と、その品目別内訳を、図-1、図-2に示す。

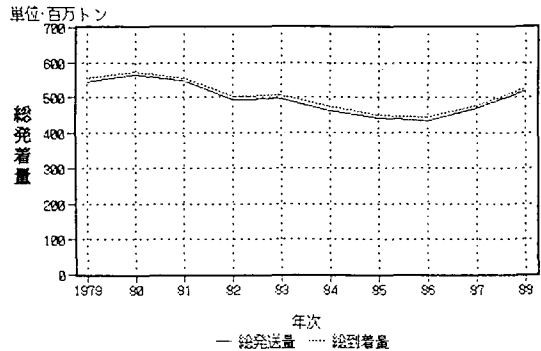


図-1 北海道における物資総発着量の経年変化

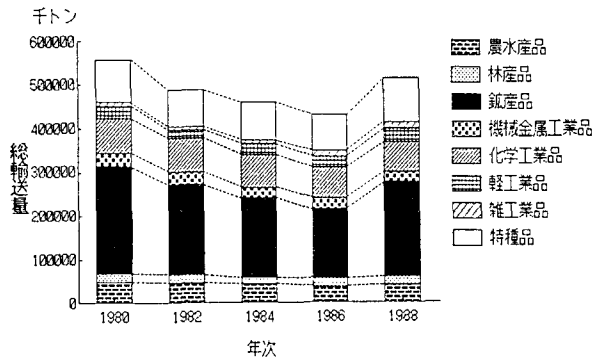


図-2 品目別貨物輸送量の経年変化

図-1によると物資総輸送量は、発送量・到着量とも1980(昭和55)年をピークに減少を続け、86年には、発送ベースで80年度比23.2%減の434百万トン、到着ベースで同22.5%減の444百万トンまで落ち込んだ。これには、図-2にみられるように、北海道における物資輸送量の40%前後が金属製品であり、その8割

以上は公共事業に供される、砂・砂利・石材であることが大きく影響している。つまり、北海道の物流構造は公共事業と深く関わっており、公共事業関連投資の推移によって物流量が大きく左右される。事実、1980年代に入ってから北海道開発関連予算は、全国的な公共事業抑制の折り、特に国費ベースでは1982年から連続6年間マイナス成長となるなど厳しい抑制が続いていた。しかし1988年になると内需拡大政策に伴い、公共事業費の伸びが回復し、国費ベースで前年比15.4%もの大幅な増額となった。それにともない同年度の物資総輸送量も1980年代初頭の水準に回復するに至っている。

なお、従来から一貫して道外からの到着量が道外への発送量を上回っており、1988年時点では788万トンの移入超過となっている。

（2）地域別物資流動構造の特徴

北海道における地域別物資流動特性を把握するため、道内を7地域に分けて分析を行った。（図-3）

図-4に物資総発送量の地域別構成比の推移を示した。前述のように北海道経済が公共事業に大きく依存していることに加え、農産物等は気候の影響を受けやすいこともあり、地域毎の年次変動が大きい。そのような中で札幌エリアでは安定した推移を示しており、道内貨物発送量のおよそ4分の1を占めている。ついで旭川エリアが20%前後で推移していたが、近年では北見エリアの伸びが大きくなっている。

図-5に各地域別の品目別構成比を示した。各地域とも鉱産品の構成比が高い中で、水産拠点の函館エリア、畑作地帯の帯広・北見の両エリアでは農水産品の構成比も比較的高くなっている。また、室蘭市、苫小牧市といった重工業都市をかかえる室蘭エリアでは、工業製品が過半数の構成比を占めているのが特徴的である。

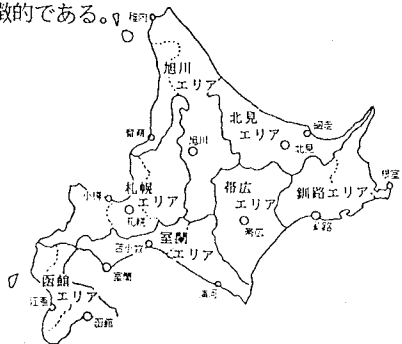


図-3 道内7地域区分

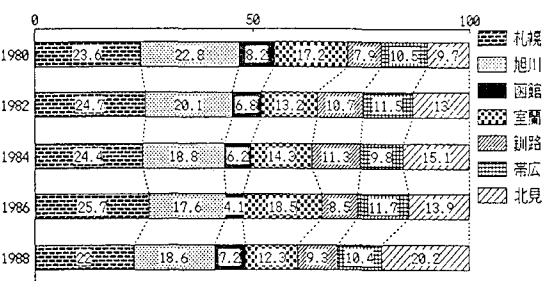


図-4 地域別物資発送量構成比の推移

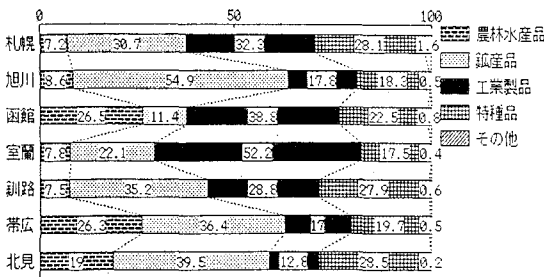


図-5 地域別の物資品目別構成比（1988年）

（3）輸送機関別分担特性

表-1に最近3年間の北海道における輸送機関別貨物総輸送量の推移を示した。

トラック輸送は総輸送量の約90%を占めており、着実に輸送量を伸ばしている。

鉄道輸送は長期低落傾向にあり、輸送量・シェアとも年々減少している。しかし、輸送形態をみると、車扱輸送が大幅に減少する一方で、コンテナ輸送についてはJR貨物による積極的な営業施策に加え、昭和63年度の青函トンネルの開業による効果もあり、近年大幅な伸びを示している。

また、航空輸送は、その絶対量は少ないものの、その伸び率は高く、平成3年10月からは千歳-羽田間に貨物専用便の就航が開始されたこともあり、今後さらなる輸送量の増加が見込まれる。

表-1 輸送機関別貨物輸送量の推移

	輸 送 量			伸び率 元／62
	62年度	63年度	元年度	
JR貨物	5,346	5,315	4,769	89.2
車扱	3,781	3,354	2,623	69.4
コンテナ	1,565	1,961	2,146	137.1
民鉄	3,307	3,113	2,545	77.0
トラック	371,471	406,609	433,371	116.7
内航海運	41,027	43,668	44,239	107.8
移出	20,466	21,677	22,674	110.8
移入	20,562	21,991	21,564	104.9
航空	191	206	217	113.6

3. 北海道における将来物資発着量の予測

本研究では北海道における将来の物資流動構造を定量的に把握するにあつて、その最も基礎となる将来物資発着量の推計を行う。

様々な需要予測の中でも、とりわけ物流量の予測に関しては研究事例が少なく、分析の手法が確立されていない。そもそも物流活動は、品目が多様なうえ、そのほとんどが企業の事業活動の一環であるため、人の交通と比べて拘束性が強い等の特性がある。加えて物流に関する調査データの信頼性が低いことが物流研究の進展を妨げていた。本研究ではこのような物流現象の複雑性に対処するため、“対話型変数選択システム”という新しい手法を導入し、品目別および地域別の特性に十分に対応できる物資発着モデルの開発を行った。さらに、その説明変数の将来値設定に際しては、計量経済学の手法を導入し、綿密なプロセスを経て算出しており、高い精度での物資発着量の予測を可能としている。

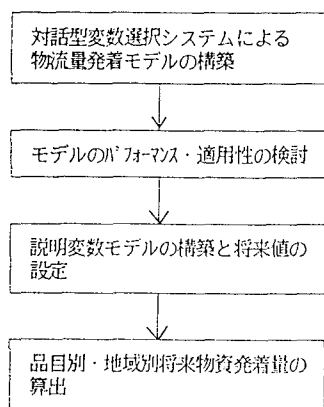


図-6 全体分析フロー

(1) 対話型変数選択システムによる品目別発着モデルの構築

本研究では21世紀初頭の北海道における物資発着量の推計を目指し、分析を行った。

物資発着量は地域の社会・経済活動に依存することから、モデル構築はそれらの指標を説明変数とする重回帰モデルとした。そこで、まず1979,81,83,85,87の5年次、7地域別の物資総流動データ（運輸

省地域貨物流動調査による）と、それに対応する道内7地域別の社会・経済データを収集した。

物流量の予測モデルを作成する上での主な問題点は以下のように整理される。

①物流に関するデータの信頼性が低く、精度の高いモデルを構築するのが難しい。

②物流に影響する社会・経済的要因は多岐に及んでいるため、説明力があり、かつ論理性のあるモデルを構築することが困難である。

本研究では、まず①の問題に対処するため、データの経年変化に着目し、トレンドから不自然なデータを削除した上で分析を行うこととした。

次に、②の問題に対処するため、まずステップ・ワイズ法により機械的に品目別・発着別の重回帰モデルを作成した後、それを基礎資料として、物流・データ解析等の専門家が討議を行いながら、説明変数の数・値、重相関係数、変数の論理性等について十分な吟味を行った上で、最終的に、32品目・発着別、計64本の重回帰モデルが構築された。

次項、表-2にモデルの構築結果を示す。

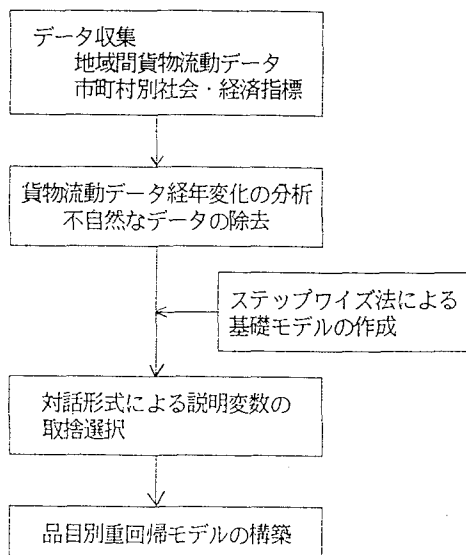


図-7 品目別物資発着量モデル構築フロー

表-2 32品目別物資発着モデル

	品目名	発モデル			着モデル		
		説明変数(略称)及びパラメータ	定数項	相関係数(R)	説明変数(略称)及びパラメータ	定数項	相関係数(R)
農水産品	穀物	田面積 9.09 畑面積 6.04	212899.0	0.662	人口 0.54 畑面積 4.60	221815.0	0.628
	野菜・果物	畑面積 20.68 樹面積 120.92	418929.0	0.727	畑面積 19.16 樹面積 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 6.25 事従総 33.64 工従機 47.75	28328.6	0.610	牧草面 4.58 工荷食 1.32	136084.0	0.631
	水産品	漁総 90.98 水産数 1.59	321097.0	0.735	漁総 81.44 水産数 1.41 工従食 31.87	9456.1	0.745
	木材	森林面 0.54 工従木 479.38	542904.0	0.747	工従木 369.78 工従家 322.35 工従パ 322.67	369181.0	0.850
	薪炭	—	—	—	—	—	—
鉱産品	石炭	事従鉱 492.52	1576630.0	0.886	事従電 980.62 工従鉄 284.7	-401651.0	0.878
	金属鉱	事従鉱 11.32 工従鉄 14.80	-5297.7	0.788	工従鉄 65.93	-87760.6	0.826
	砂・砂利・石材	総面積 1812.55 道路延 524.54	-4221270.0	0.670	総面積 1853.42 道路延 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	工荷他 9.46 道路延 196.36	555478.0	0.636
金属機械工業品	鉄鋼	工従鉄 159.14 工荷総 1.60	-284113.0	0.884	工従鉄 78.06 工荷総 1.57	-146268.0	0.878
	非鉄金属	工従化 11.02 工従機 16.58 工荷総 0.07	7202.2	0.703	工荷金 0.95 工荷他 0.15	21534.0	0.809
	金属製品	事従建 14.80 工荷輸 0.11	111655.0	0.848	事従建 14.26	163167.0	0.828
	機械	事従製 8.49 工荷総 1.26	494582.0	0.680	工荷総 2.21	507154.0	0.739
	セメント	工荷窯 22.07 工荷鉄 9.33	128421.0	0.665	事従総 2.18	301008.0	0.787
化学工業品	その他の窯業品	事従窯 225.49 工従窯 2024.11	-1053050.0	0.932	事従窯 268.34 工従窯 1905.29	-936889.0	0.934
	石油製品	工荷油 37.41 工従総 57.64	857873.0	0.961	工荷総 5.02	998585.0	0.880
	石炭製品	事従製 2.62 工荷鉄 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	畑面積 4.56 事従農 30.39 工荷化 5.05	22061.4	0.603	畑面積 4.49 事従農 47.56	39220.4	0.687
	その他化学工業品	事従総 0.63 商従総 0.83	39438.2	0.817	事従総 0.56 商従総 1.06	58251.2	0.836
	紙・パルプ	工荷パ 11.99	55111.9	0.872	事従サ 1.42 工荷パ 6.03 工荷出 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	商従卸 41.94 工荷食 4.05	845849.0	0.845	事従総 3.38 工荷食 4.30	627119.0	0.816
	日用品	商従総 10.44	-62532.8	0.941	商従総 10.52	-2503.9	0.940
雑工業品	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
	金属くず	工荷金 2.85 工荷機 0.21 工荷輸 0.16	113213.0	0.398	工荷総 0.18 工荷輸 2.30	-42584.8	0.780
特種品	動植物性飼料	畑面積 9.28 工荷総 0.84	-37137.1	0.578	畑面積 7.48 事従農 44.58	471486.0	0.567
	その他の特種品	商従卸 122.96 工従総 56.67	3430420.0	0.919	商従総 63.06 工従総 97.75	3191500.0	0.922
その他	その他	商従総 5.57 工従総 8.54	-139586.0	0.950	商従総 6.56 工従総 11.69	-163040.0	0.979

$$Y = a_1 \cdot X_1 + a_2 \cdot X_2 + a_3 \cdot X_3 + b$$

Y : 物資発着量(32品目)
a : パラメーター
X : 説明変数(社会・経済指標)
b : 定数項

略称 説明変数

人口 : 道内総人口
事従総 : 就業者総数
事従農 : 農林水産業従事者数
事従鉱 : 鉱業従事者数
事従製 : 製造業従事者数
事従建 : 建設業従事者数
事従電 : 電気・水道業従事者数
事従運 : 運輸通信業従事者数
事従卸 : 卸小売飲食店従事者数
事従金 : 金融保険業従事者数
事従不 : 不動産業従事者数
事従サ : サービス業従事者数
事従公 : 公務(その他)従事者数
自車台 : 自動車台数
工荷総 : 工業製品総出荷額
工荷食 : 食料品製造業製品出荷額
工荷木 : 木材・木製品業製品出荷額
工荷家 : 家具・装飾品業製品出荷額
工荷パ : 紙・パルプ・紙加工製品出荷額
工荷出 : 出版・印刷関連製品出荷額
工荷化 : 化学工業製品出荷額
工荷油 : 石油・石炭製品出荷額
工荷窯 : 窯業・土石製品出荷額
工荷鉄 : 鉄鋼製品出荷額
工荷金 : 金属製品出荷額
工荷機 : 一般機械器具製品出荷額
工荷輸 : 輸送機械器具製品出荷額
工荷織 : 繊維・繊維製品出荷額
工荷他 : その他工業製品出荷額
工従総 : 工業従業員総数
工従食 : 食料品製造業従業員数
工従木 : 木材・木製品業従業員数
工従家 : 家具・装飾品業従業員数
工従パ : 紙・パルプ・紙加工業従業員数
工従出 : 出版・印刷関連業従業員数
工従化 : 化学工業従業員数
工従油 : 石油・石炭製品業従業員数
工従窯 : 窯業・土石製品業従業員数
工従鉄 : 鉄鋼業従業員数
工従金 : 金属製品製造業従業員数
工従機 : 一般機械器具製造業従業員数
工従輸 : 輸送機械器具製造業従業員数
工従織 : 繊維・繊維製品製造業従業員数
工従他 : その他工業製品製造業従業員数
商従総 : 商業従業員総数
商従卸 : 卸売業従業員数
商従小 : 小売業従業員数
総面積 : 土地総面積
森林面 : 森林総面積
田面積 : 水田総面積
畑面積 : 畑総面積
牧草面 : 牧草地面積
樹面積 : 果樹総面積
漁総 : 漁業事業体総数
水産数 : 水産製品生産量
道路延 : 道路延長キロ

(2) 説明変数（社会・経済指標）予測モデルの構築と将来推計

①社会・経済指標の分類

(1)で構築された32品目別発着モデルの説明変数として採択された社会・経済指標を、その性格により、「人口関連指標」、「経済関連指標」、「その他の指標」に大別し、各々をさらに大分類、小分類に分類した。(表-3)

表-3 社会・経済指標（説明変数）の分類

	大分類	略称	小分類	略称
人口 関連 指標	道内総人口	人口	道内7エリア別人口	—
	就業者総数	事従総	農林水産業従事者数	事従農
			鉱業従事者数	事従鉱
			製造業従事者数	事従製
			建設業従事者数	事従建
			電気・ガス・水道業従事者数	事従電
			運輸通信業従事者数	事従運
			卸小売飲食店従事者数	事従卸
			金融保険業従事者数	事従金
			不動産業従事者数	事従不
経済 関連 指標	自動車台数	自動車	サービス業従事者数	事従サ
	工業製品総出荷額	工商総	公務（その他）従事者数	事従公
			食品製造業製品出荷額	工商食
			木材・木製品業製品出荷額	工商木
			家具・装飾品業製品出荷額	工商家
			紙・パルプ・紙加工製品出荷額	工商パ
			出版・印刷関連製品出荷額	工商出
			化学工業製品出荷額	工商化
			石油・石炭製品出荷額	工商油
			窯業・土石製品出荷額	工商窯
工業 従 業 員 指 標	工業従業員総数	工従総	鉄鋼製品出荷額	工商鉄
			金属製品出荷額	工商金
			一般機械器具製品出荷額	工商機
			輸送機械器具製品出荷額	工商輸
			繊維・繊維製品出荷額	工商繊
			その他工業製品出荷額	工商他
			食品製造業従業員数	工従食
			木材・木製品業従業員数	工従木
			家具・装飾品業従業員数	工従家
			紙・パルプ・紙加工業従業員数	工従パ
その 他 の 指 標	商業従業員総数	商従総	出版・印刷関連業従業員数	工従出
			化学工業従業員数	工従化
			石油・石炭製品業従業員数	工従油
			窯業・土石製品業従業員数	工従窯
			鉄鋼業従業員数	工従鉄
			金属製品製造業従業員数	工従金
			一般機械器具製造業従業員数	工従機
			輸送機械器具製造業従業員数	工従輸
			繊維・繊維製品製造業従業員数	工従繊
			その他工業製品製造業従業員数	工従他
土地 面積 指 標	土地総面積	総面積	卸売業従業員数	商従卸
	森林総面積	森林面積	小売業従業員数	商従小
	水田総面積	田面積		
	畑総面積	畑面積		
	牧草地面積	牧草面積		
	樹園総面積	樹園面積		
	漁業事業体総数	漁業事業体数		
	水産製品生産量	水産量		
	道路実延長キロ	道路延長		

表-4 各指標の推計モデル体系

指標分類	内訳（大分類）	大分類（コントロール・トータル）モデル	小分類モデル	エリア別配分法
人口関連指標	総人口	人口を説明変数とする重回帰モデル	時系列モデル	将来人口比配分
経済関連指標	就業者総数、自動車台数 工業出荷総額、工業従事者総数 商業従事者総数	人口を説明変数とする重回帰モデル 人口経済指標による重回帰モデル 時系列モデル	時系列モデル	現在構成比配分
その他の指標	総面積、森林面積、田面積、畑面積 牧草地面積、樹園面積、漁業事業体数 水産製品生産量、道路実延長	時系列モデル	——	現在構成比配分

②社会・経済指標の将来推計値算出プロセス

道内7地域別の将来物資発着量を算出するため、説明変数である各社会・経済指標の西暦2000年における推計値を7地域別に算出した。その算出過程を概略的に示すと次のようになる。

- 1)各指標の小分類（業種別、品目別等）毎に時系列データによる趨勢延長型モデルを構築し、各指標の将来推計値を算出した。（1次推計値）
- 2)各指標の大分類毎に将来推計値を算出し、それをコントロール・トータル値として1)で算出された1次推計値のチェックないし補正を施した上で2次推計値とした。
- 3)全道計の値である各指標の2次推計値を道内7地域別に配分した。

各指標の算出フローを図-8に、各プロセスでの推計モデル体系を表-4に示す。

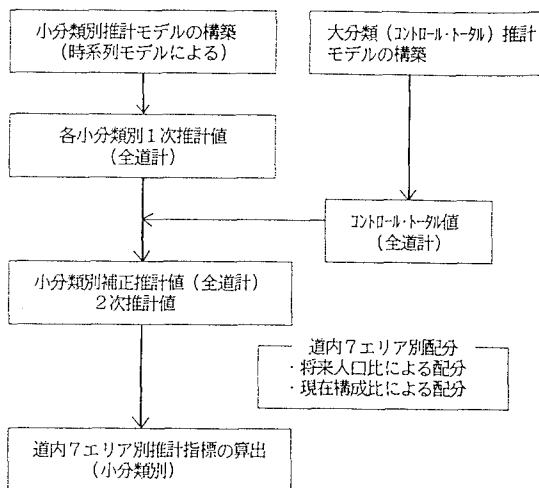


図-8 各エリア別社会経済指標推計フロー

③社会・経済指標の推計結果

②のプロセスにより算出された大・小分類別、道内7地域別の社会・経済指標の将来推計値は非常に多岐にわたるため、ここでは紙面の都合上、大分類（道内計）項目に限って表－5にその算出結果を示す。ほとんどのモデルの寄与率（ R^2 ）が0.9を超えており、非常に説明力の高いモデルとなっている。

表－5 道内社会経済指標（大分類）の将来推計値

社会・経済指標	モデル	R^2	2000年推計値	単位	伸び率
道内総人口	コホート	—	5,700,000	人	101.1 (90年比)
就業者総数	単回帰	0.979	2,420,000	人	101.2 (87年比)
自動車台数	重回帰	0.989	3,438,000	台	129.9 (87年比)
工業製品総出荷額	重回帰	0.912	6,500,000	百万円	118.1 (88年比)
工業従業員総数	重回帰	0.989	250,000	人	107.8 (88年比)
商業従業員総数	重回帰	0.808	537,000	人	107.3 (87年比)
森林総面積	時系列	0.971	5,555,800	ha	99.4 (90年比)
水田総面積	時系列	0.953	224,400	ha	91.2 (90年比)
畑地総面積	時系列	0.973	907,000	ha	101.6 (90年比)
牧草地面積	時系列	0.934	484,500	ha	100.8 (90年比)
果樹園地総面積	時系列	0.924	3,000	ha	79.9 (90年比)
漁業事業体総数	時系列	0.940	19,700	所	84.9 (88年比)
水産製品生産量	時系列	0.924	1,930,000	トン	111.5 (90年比)
道路実延長キロ	時系列	0.988	89,600	km	108.1 (90年比)

農水産品、林産品は減少ないし横ばい傾向である。鉱産品は公共事業が堅調に推移する限り、高い伸びを示すことが見込まれる。工業製品については雑工業品を除いて順調な伸びが予想され、今後の工場誘致の進展によってはさらに高い伸びも期待される。全品目を通じると、発・着ベースとも1985～88年比で8%程度の伸びが予想される。

〔地域別物資総発着量の推計結果〕

道内7地域別物資総発着量の推計結果を表－7に示す。札幌エリアおよび帯広エリアで高い伸びが予想される一方、旭川エリア・室蘭エリアでは横ばい、北見エリアではかなりの減少が見込まれる。もっとも、今後の公共事業投資の状況によって、地域別輸送量も大きく左右される。

表－7 地域別物資総発着量推計値（2000年）
単位：トン

エリア名	エリア別発着量（2000年）	
	総発着量	総到着量
札幌	発着量	135,875,702
	88年比	150,559,667
旭川	発着量	87,098,989
	88年比	88,363,148
函館	発着量	42,041,714
	88年比	42,825,376
室蘭	発着量	67,598,937
	88年比	62,878,842
釧路	発着量	51,515,095
	88年比	53,391,483
帯広	発着量	62,317,279
	88年比	61,158,615
北見	発着量	57,876,742
	88年比	56,307,020
全道計	発着量	504,324,458
	88年比	515,484,151

（3）将来物資発着量の予測

（2）で算出された各指標別の道内7地域別社会・経済指標の将来推計値を、表－2に示した32品目別物資発着モデルに代入し、西暦2000年における物資発着量の推計値を品目別および地域別に算出した。

〔品目別発着量の推計結果〕

表－6に品目別将来物資発着量の推計結果を示す。

表－6 品目別物資発着量推計値（2000年） 単位：トン

品目名	品目別発着量（2000年）	
	北海道発	北海道着
農水産品	発着量	42,523,611
	88年比	43,279,754
林産品	発着量	18,109,978
	88年比	17,994,332
鉱産品	発着量	196,611,428
	88年比	208,418,201
金属機械工業品	発着量	28,955,474
	88年比	33,634,699
化学工業品	発着量	72,873,737
	88年比	76,065,062
軽工業品	発着量	31,513,767
	88年比	27,719,196
雑工業品	発着量	8,661,722
	88年比	9,274,506
特種品	発着量	100,925,466
	88年比	93,794,121
その他	発着量	4,149,275
	88年比	5,304,280
総計	発着量	504,324,458
	88年比	515,484,151

4. おわりに

本研究では、従来、研究事例も少なく、分析の手法も確立されていない貨物輸送における需要予測に際して、対話型変数選択システムによる物資発着モデルの開発や、その説明変数の推計プロセスを通じて、北海道における品目別・地域別の物資発着量の予測を行った。今後、物資流動構造の総合的把握と将来の物流ビジョン策定のために、品目別の地域間分布構造の解析、および機関別分担に関する将来像の提示等が研究の次のステップになると考える。