

「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保
全航路の開発に関する基本方針」における
港湾取扱貨物量の需要予測手法について
(中間とりまとめの改善を受けて)

平成22年11月19日

国土交通省港湾局

－目次－

1. 内貿複合一貫輸送貨物需要予測モデルの概要	・ ・ ・	2
2. 将来の社会経済フレーム	・ ・ ・	6
3. 内貿複合一貫輸送貨物量の予測モデル	・ ・ ・	9
3－1 生成貨物量予測モデル	・ ・ ・	9
3－2 発生・集中貨物量予測モデル	・ ・ ・	11
3－3 分布貨物量予測モデル	・ ・ ・	13
3－4 代表輸送機関別貨物量予測モデル	・ ・ ・	15

1. 内貿複合一貫輸送貨物需要予測モデルの概要

(1) モデルの全体構成

本モデルの全体構成を図 1-1 に示す。本モデルでは、純流動データをベースとし、四段階推定法に準じた手法により将来需要を推計する構造となっている。経路別需要については、内貿ユニットロード（中長距離フェリー、RORO 船、コンテナ船）の航路別需要のみが推計可能な構造である。

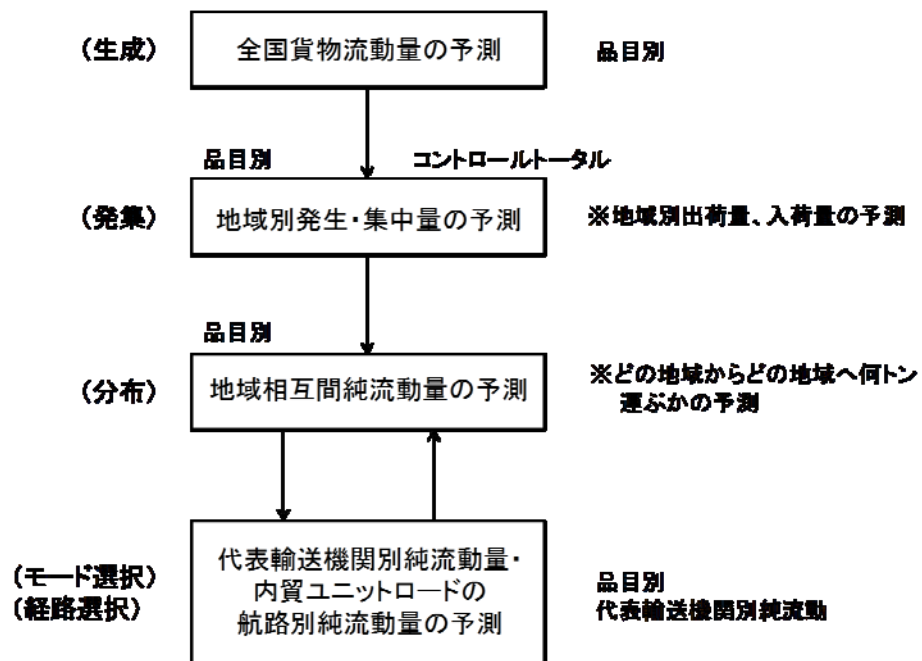


図 1-1 モデルの全体構成

(2) モデル構築の前提条件

1) 地域区分

地域区分は、都道府県単位を基本とし、北海道のみを4分割（道央、道北、道東、道南）した50地域区分とする（図1-2）。

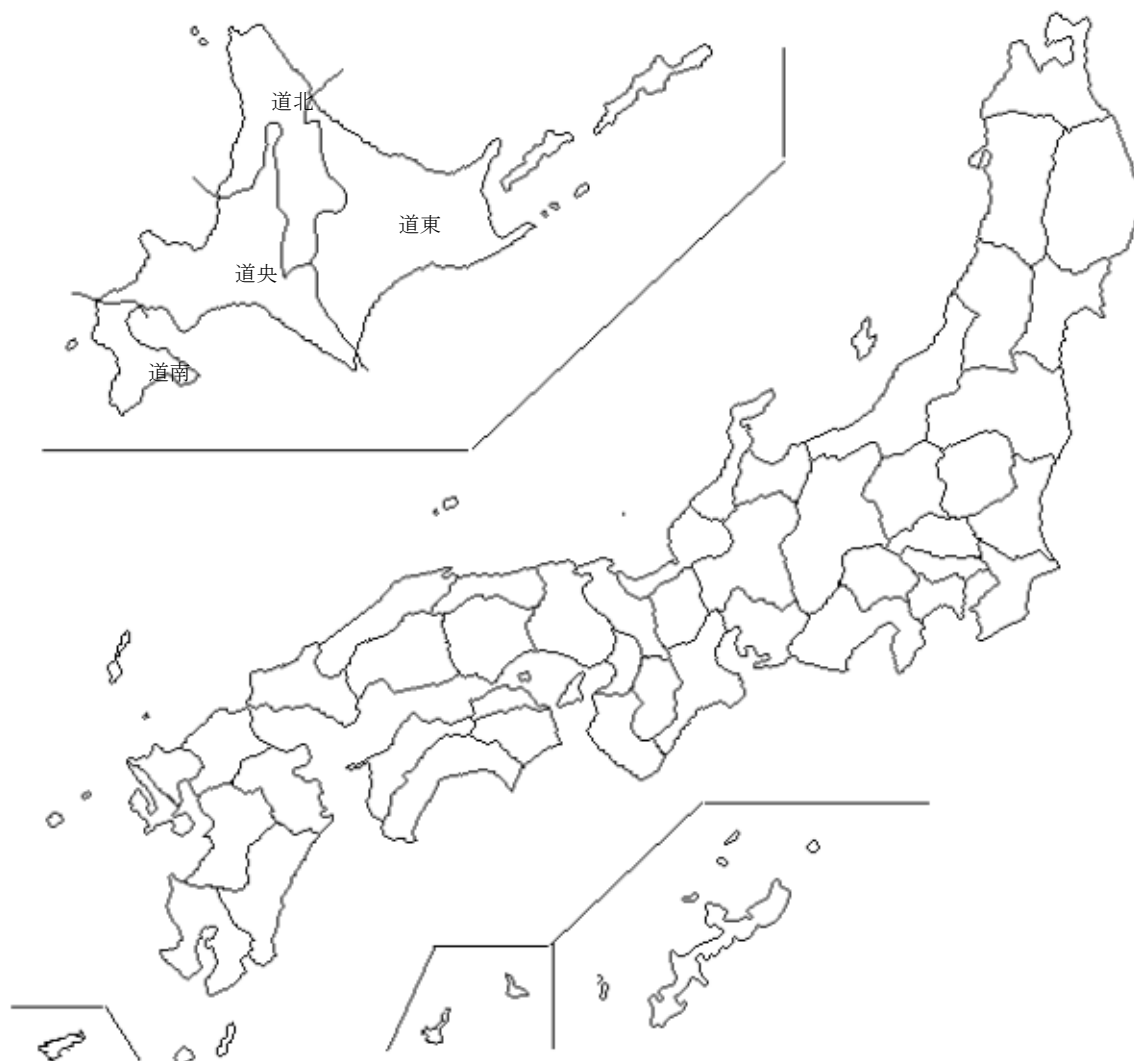


図 1-2 50 地域区分

2) 対象輸送機関

需要予測の対象とする輸送機関は、図 1-3 に示す 12 輸送機関であるが、鉄道、自動車、海運については四段階推定法に基づく国内幹線貨物需要予測モデルにより予測し、航空については本モデルの対象外としている。

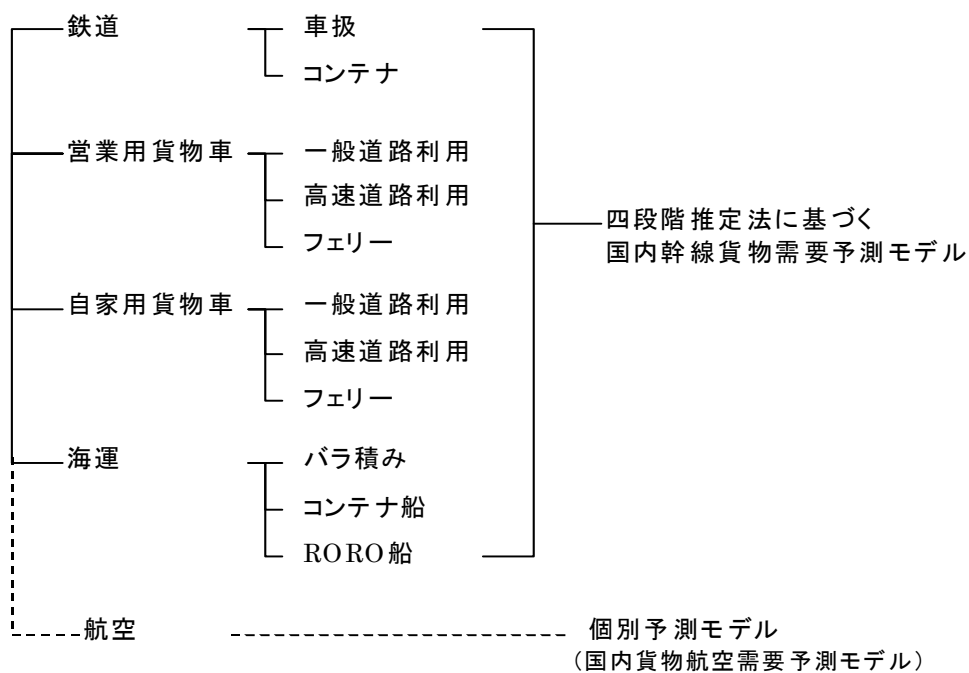


図 1-3 対象とする輸送機関区分

3) 推計年次

推計年時については、2020年、2025年、2030年とする。

(1) 将来ネットワーク及び交通サービス指標の設定

1) 設定と基本的考え方

予測の前提となる将来のネットワーク及び交通サービス指標の設定の基本的な考え方を以下に示す。なお、下記については、第一段階以降に適用することとする。

- ①ネットワークの設定については、現況に加え、事業化済みの箇所を考慮。
- ②所要時間・運航頻度については、現況を基本とし、将来の変更が明確に予定されるものはこれを考慮する。
- ③費用については、現在の料金水準を基本とし、将来の変更が明確に予定されるものはこれを考慮する。
- ④有料道路事業の認可を受けた事業については、有料道路を前提とする。

2. 将来の社会経済フレーム

(1) 将来フレームの基本設定

将来フレームについては以下の通り設定する。

【人口指標】

①全国の将来人口

日本の将来推計人口（国立社会保障・人口問題研究所 最新平成 18 年 12 月）
の中位推計

【経済指標】

①GDP

最新の政府見通しに、実質 GDP の直近の一定期間の平均変化量を加算して予測

<参考> 平成42年(2030年)までの将来フレーム

		POP	POP1	POP2	GDP
		人口	人口(64歳以下)	人口(65歳以上)	実質GDP
1989	H1	123,255	108,945	14,309	427,115.2
1990	H2	123,611	108,685	14,928	453,603.9
1991	H3	124,101	108,461	15,582	464,210.1
1992	H4	124,567	108,210	16,242	467,518.6
1993	H5	124,938	107,864	16,901	465,277.1
1994	H6	125,265	107,448	17,585	472,248.5
1995	H7	125,570	107,294	18,277	483,022.6
1996	H8	125,859	106,848	19,017	496,934.6
1997	H9	126,157	106,408	19,757	496,835.8
1998	H10	126,472	105,981	20,507	489,459.7
1999	H11	126,667	105,500	21,186	493,048.7
2000	H12	126,926	104,886	22,041	505,621.9
2001	H13	127,316	104,422	22,867	501,617.5
2002	H14	127,486	103,808	23,629	507,014.9
2003	H15	127,694	103,311	24,312	517,712.9
2004	H16	127,787	102,810	24,876	527,980.3
2005	H17	127,768	101,614	25,671	540,025.4
2006	H18	127,770	101,164	26,604	552,454.0
2007	H19	127,771	100,306	27,464	562,434.6
2008	H20	127,692	99,357	28,211	541,494.4
2009	H21	127,395	98,408	28,987	527,415.5
2010	H22	127,176	97,764	29,412	534,799.4
2011	H23	126,913	97,208	29,704	540,002.8
2012	H24	126,605	95,860	30,745	545,206.3
2013	H25	126,254	94,402	31,852	550,409.8
2014	H26	125,862	92,928	32,934	555,613.2
2015	H27	125,430	91,649	33,781	560,816.7
2016	H28	124,961	90,511	34,450	566,020.2
2017	H29	124,456	89,478	34,977	571,223.7
2018	H30	123,915	88,535	35,380	576,427.1
2019	H31	123,341	87,687	35,655	581,630.6
2020	H32	122,735	86,836	35,899	586,834.1
2021	H33	122,097	86,033	36,064	592,037.5
2022	H34	121,430	85,299	36,131	597,241.0
2023	H35	120,735	84,525	36,210	602,444.5
2024	H36	120,015	83,708	36,307	607,647.9
2025	H37	119,270	82,916	36,354	612,851.4
2026	H38	118,502	82,132	36,371	618,054.9
2027	H39	117,713	81,325	36,388	623,258.4
2028	H40	116,904	80,466	36,438	628,461.8
2029	H41	116,074	79,564	36,510	633,665.3
2030	H42	115,224	78,554	36,670	638,868.8

※将来人口(H21年以降)：国立社会保障・人口問題研究所の推計値(中位)

将来 GDP : H21 年は H20 年実績値より -2.6%、H22 年は H21 年推計値より +1.4%を見込み。

H23 年以降は、毎年、直近 10 年の平均変化量 (5,203.5(十億円))を積み上げ。

3. 内貿複合一貫輸送貨物量の予測モデル

3-1 生成貨物量予測モデル

- 1) 全品目合計の国内生産額・輸入額の将来値を、GDP を説明変数とする以下のモデルで推計する。

従来、国内生産額と輸入額は別に推計していたが、今回より合計を直接に推計するように変更した。

$$\text{Ln}(\text{Prod}+\text{Imp})=\alpha+\beta\cdot\text{Ln}(\text{GDP}) \quad (\text{Prod}+\text{Imp}=\text{Exp}(\alpha)\cdot\text{GDP}^\beta)$$

Prod : 全産業生産額 Imp : 全品目輸入額 GDP : 実質 GDP

$\alpha\cdot\beta$: パラメータ

- 2) 国内生産額・輸入額の将来値の推計においては、品目分類を 10 品目で行った上で、品目毎に推計し、①で推計した全品目合計の国内生産額・輸入額で合計値調整を行う。

品目分類及びその推計手法は以下の通り。

品目分類	
農林水産品	石油・石油製品
鉱産品	化学工業品
金属・金属製品	軽工業品
機械	雑工業品
窯業・土石製品	その他品目

$$\text{Ln}(\text{Prod}_i+\text{Imp}_i)=\alpha+\beta\cdot\text{Ln}(\text{GDP}) \quad (\text{Prod}_i+\text{Imp}_i=\text{Exp}(\alpha)\cdot\text{GDP}^\beta)$$

Prod_i : 品目 i の品目別生産額 Imp_i : 品目 i の品目別輸入額

GDP : 実質 GDP $\alpha\cdot\beta$: パラメータ

※モデル式が有意とならない品目については、現況の生産額・輸入額を将来も固定して適用する。

- 3) 品目毎の輸送量の将来値の推計については、国内生産額・輸入額の推計時と同様に品目分類を 10 品目で行った上で、品目毎に推計する。その推計手法は以下の通り。

品目分類	
農林水産品	石油・石油製品
鉱産品	化学工業品
金属・金属製品	軽工業品

機械	雑工業品
窯業・土石製品	廃棄物

$$\ln(Q_i) = \alpha + \beta \cdot \ln(\text{Prod}_i + \text{Imp}_i) \quad (Q_i = \text{Exp}(\alpha) \cdot (\text{Prod}_i + \text{Imp}_i)^\beta)$$

Q_i : 品目 i の品目別輸送量 Prod_i : 品目 i の品目別生産額

Imp_i : 品目 i の品目別輸入額 GDP : 実質 GDP $\alpha \cdot \beta$: パラメータ

※廃棄物の全機関輸送トン数を以下の品目の生産額+輸入額で除して算定。

鉱産品、金属・金属製品、機械、窯業・土石製品、石油・石油製品、化学工業品、化学工業品、軽工業品、雑工業品、建設業（生産額のみ）

※モデル式が有意とならない品目については、上記モデルで算出した生成交通量の伸びを貨物純流動調査（国土交通省）の最新値に乗じて推計する。

4) 純流動ベースの将来生成交通量については、上記モデルで算出した生成交通量の伸びを貨物純流動調査の最新値に乗じて推計する。

3-2 発生・集中貨物量予測モデル

(1) 予測フロー

発生・集中量予測モデルは、地域別社会経済フレームを説明変数とするクロスセクション重回帰モデルを基本としている（図3-2-1）。

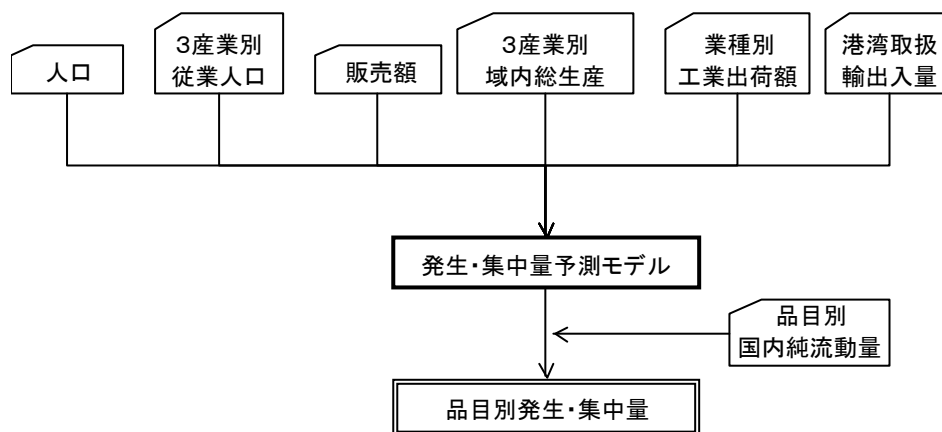


図 3-2-1 発生・集中量予測モデルフロー

(2) 予測モデル

本モデルは、発生量予測モデルと集中量予測モデルとから構成される。各モデルの内容は以下のとおりである。

1) 発生量予測モデル

発生量予測モデルは、基本的に供給要因を考慮したモデルである。次式に示すように、農水産品、林産品などの1次産品の発生モデルでは、従業人口等生産規模を表す指標を主な説明変数とし、工業製品については対応する工業出荷額等を主な説明変数としている。

$$G_i = f(NW_{in}, S_i, K_i, I_i, GRP_i) \quad (3.1)$$

<p>G_i : (品目別) i 地域発生量 (千トン)</p> <p>NW_{in} : i 地域 n 産業従業人口 ($n=1, 2, 3$ 次) (千人)</p> <p>S_i : i 地域販売額 (億円・実質)</p> <p>K_i : i 地域工業出荷額 (億円・実質)</p> <p>I_i : (品目別) i 地域輸入量 (千フレート・トン)</p> <p>GRP_i : i 地域総生産額 (億円・実質)</p>	<p>品目別に変数選択</p>
--	-----------------

2) 集中量予測モデル

集中量予測モデルは、基本的に需要要因を考慮したモデルである。特に中間生産物のウエイトが高い品目については、その品目を原材料とする産業の工業出荷額を主な説明変数としている。また、最終製品のウエイトが高いと考えられる品目は、人口を説明変数に加え、モデルの検討が行われている。集中量予測モデルの基本構造を以下に示す。

$$A_i = f(POP_i, S_i, K_i, E_i, GRP_i) \quad (3.2)$$

A_i	: (品目別) i 地域集中量 (千トン)	} 品目別に変数選択
POP_i	: i 地域人口 (千人)	
S_i	: i 地域販売額 (億円・実質)	
K_i	: i 地域工業出荷額 (億円・実質)	
E_i	: (品目別) i 地域輸出量 (千フレート・トン)	
GRP_i	: i 地域総生産額 (億円・実質)	

3-3 分布貨物量予測モデル

(1) 予測フロー

分布貨物量予測モデルは、国土構造の変化、交通施設整備の影響が地域間の貨物流動に与える影響を把握できるようにグラビティ・モデルの適用を基本としている（図 3-3-1）。

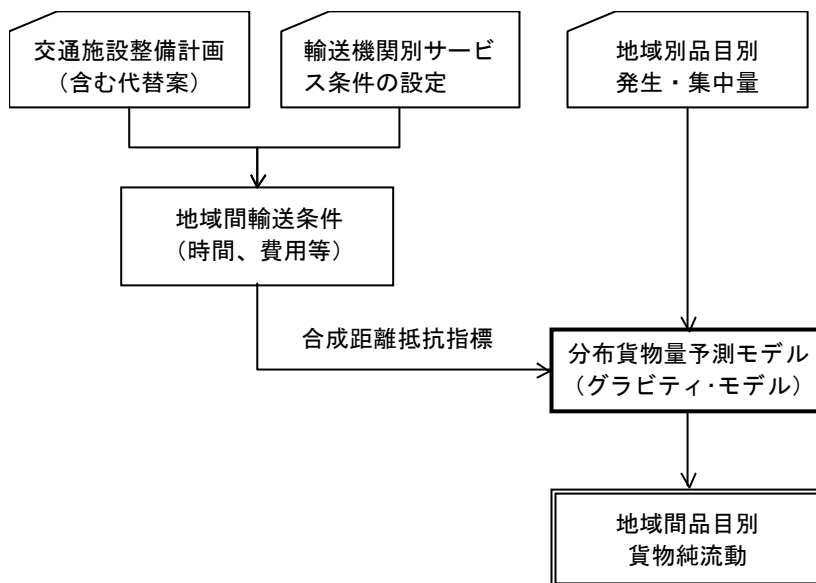


図 3-3-1 分布貨物量予測モデルフロー

(2) 予測モデル

次式に示す二重制約型グラビティ・モデルを基本とする。

地域内々品目別貨物純流動量についても、地域内々の合成距離抵抗指標を設定することにより、次式が適用されている。

$$T_{ij} = u_i \cdot v_j \cdot G_i \cdot A_j \cdot \exp(-\beta \cdot t_{ij}) \quad (3.3)$$

$$u_i = \left[\sum_j v_j A_j \cdot \exp(-\beta \cdot t_{ij}) \right]^{-1}$$

$$v_j = \left[\sum_i u_i G_i \cdot \exp(-\beta \cdot t_{ij}) \right]^{-1}$$

T_{ij} : (品目別) $i \rightarrow j$ 地域間純流動量 (全国 50 地域間)

G_i : (品目別) i 地域発生量 (トン)

A_j : (品目別) j 地域集中量 (トン)

u_i, v_j : バランシングファクター

t_{ij} : (品目別) $i \rightarrow j$ 地域間合成距離抵抗指標

β : パラメータ

3) 合成距離抵抗指標の設定

1) 地域間における合成距離抵抗指標の設定

地域間の合成距離抵抗指標は、品目別に次式で定義されている。

$$t_{ij} = -U_{ij} + C \quad (3.4)$$

U_{ij} : ij 地域間輸送機関分担モデルのログサム変数

$$U_{ij} = \sum_{r \in i} \frac{G_r}{G_i} \sum_{s \in j} \frac{A_s}{A_j} \ln \sum_m \exp(v_{rsm}) \quad (3.5)$$

G_r : ゾーン r 発生交通量 (トン)

A_s : ゾーン s 集中交通量 (トン)

v_{rsm} : rs ゾーン間の輸送機関 m の効用関数 (上位 3 機関分担モデル)

$G_r/G_i, A_s/A_j$ は i 地域発生量・ j 地域集中量のそれぞれ rs ゾーンへの分割比率^{注)}

ここで定数 C は、品目別に最も U_{ij} が大きい地域間 (式 3.7 で定義する地域内々を含む) の t_{ij} がゼロとなるように導入される。これは、ログサム変数が任意の原点をもつ間隔尺度であり、絶対的な大きさに意味を持たないことから、 t_{ij} を通常の距離の概念に近づけるために導入したものである。

2) 地域内々における合成距離抵抗指標の設定

地域内々の合成距離抵抗指標は、品目別に次式で定義されている。ここで C は式 3.4 で用いたものである。

$$t_{ii} = k_i(-U_{ii} + C) \quad (3.6)$$

U_{ii} : i 地域内々輸送機関分担モデルのログサム変数

$$U_{ii} = \sum_{r \in i(r \neq s)} \frac{G_r}{G_i} \sum_{s \in i(s \neq r)} \frac{A_s}{A_i} \ln \sum_m \exp(v_{rsm}) \quad (3.7)$$

式 3.6 の k_i は補正係数である。これは次のように設定される。

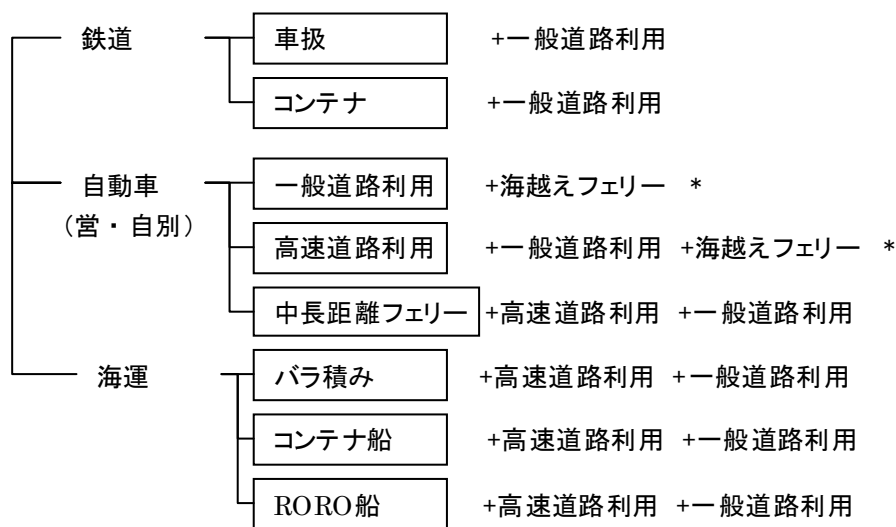
まず、地域間の OD データ (内々量を除く) を用いて分布モデル (式 3.3) を構築する。すなわちパラメータ β を推定する。そのモデルに式 3.4 の地域間の合成距離抵抗指標と式 3.6 に示す地域内々の合成距離抵抗指標を同時に与え、地域内、地域間の分布交通量を同時に推計する。この際、実績の内々量を精確に再現するように k_i を決定する。

3-4 代表輸送機関別貨物量予測モデル

(1) ゾーン間輸送機関分担モデルの構造

1) 代表輸送機関と端末交通機関の組み合わせ

ゾーン間モデルにおいて、輸送機関分担モデルの対象とする輸送機関は、図3-4-1に示す11の代表輸送機関（自動車は営業用、自家用別）としている。代表輸送機関それぞれについて、モデル上では図に示す端末輸送機関との組み合わせが仮定されている。



* 原則として航路距離100 km未満航路。ただし、航路距離に係わらず最低限の海越え航路を設定

注) : 代表輸送機関を表す。

図 3-4-1 代表輸送機関区分

2) モデルの選択構造

輸送機関の競合関係を表すモデルの選択構造については、輸送機関相互の類似性を考慮して、図3-4-2に示すような2段階の選択ツリーが想定されている。とくに海運の内貿ユニットロード（中長距離フェリー、コンテナ船、RORO船）については、経路（航路）を選択肢に持つ、航路選択モデルとしての性格をあわせ持つ構造となっている。

(2) 予測フロー

ゾーン間輸送機関分担モデルの予測フローを以下に示す。

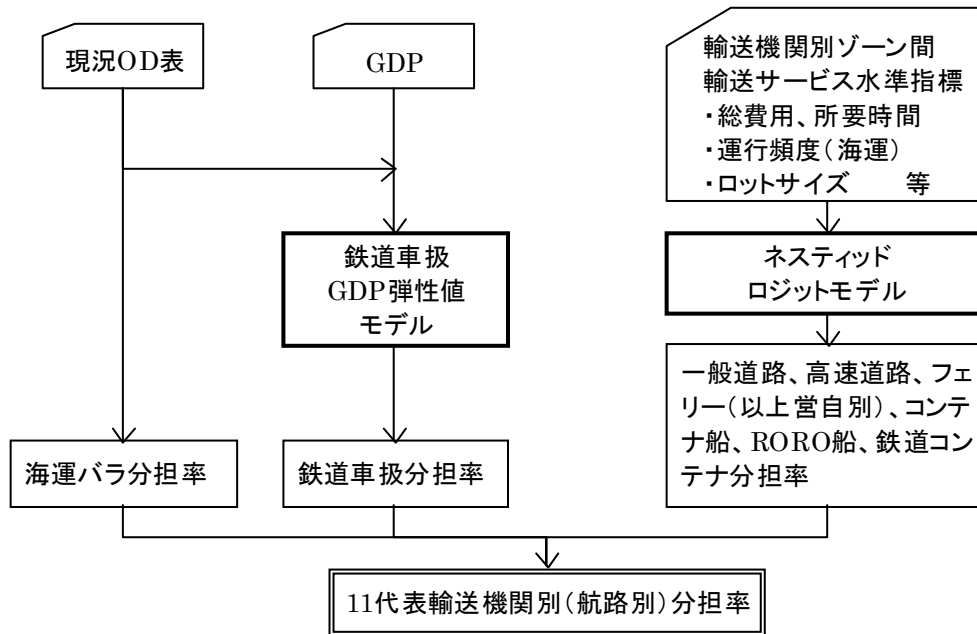


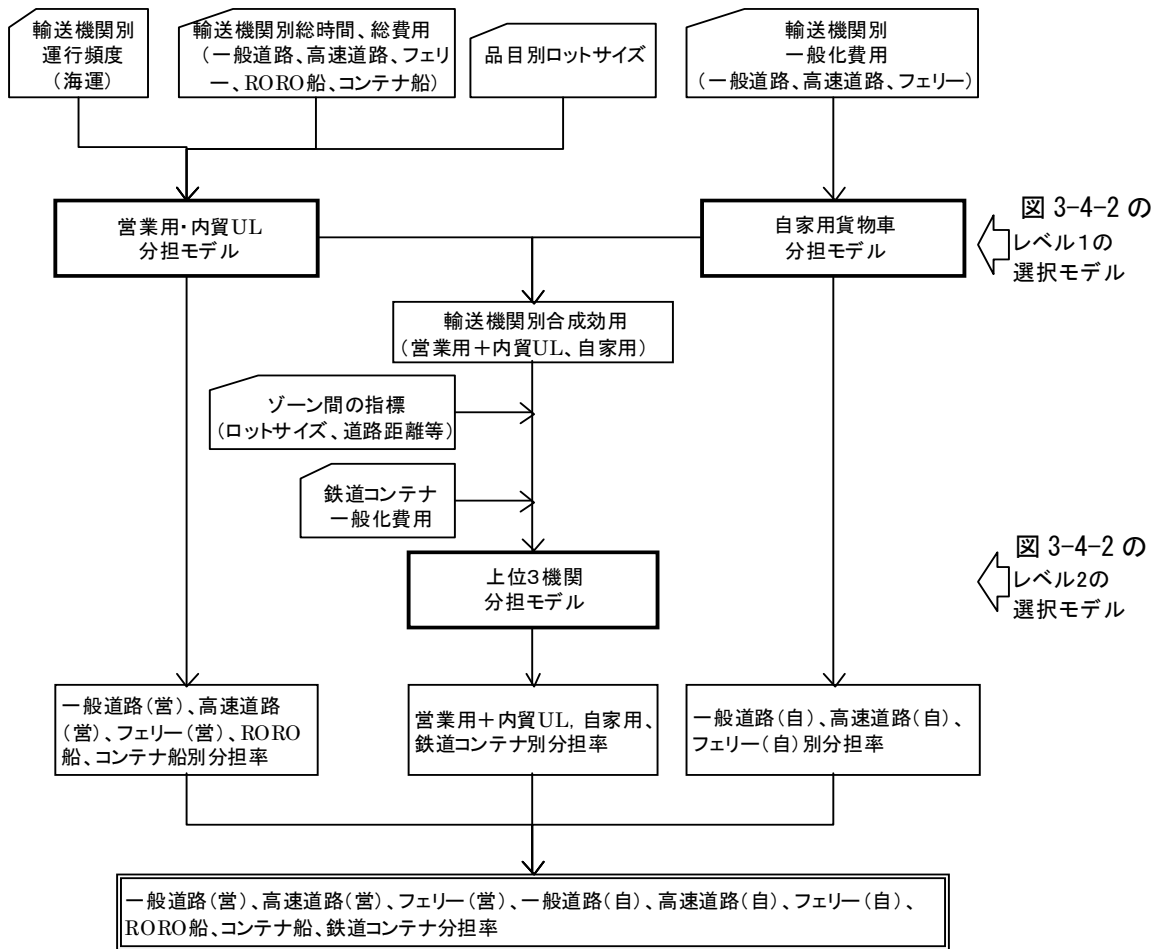
図 3-4-3 ゾーン間輸送機関分担モデルの予測フロー

(4) ネスティッドロジットモデル

1) モデルの構造

海運バラ、鉄道車扱を除く一般道路、高速道路、中長距離フェリー（以上営業用・自家用別）、コンテナ船、RORO船、鉄道コンテナの9代表輸送機関別・内貿ユニットロード（内貿UL）経路別分担率の推計には、図3-4-2の選択ツリーに則ったネスティッドロジットモデルが適用される。

ネスティッドロジットモデルは、図3-4-4に示すように、「営業用・内貿UL分担モデル」、「自家用貨物車分担モデル」のレベル1の選択問題を取り扱うサブモデルと、レベル2の選択問題を取り扱う「上位3機関分担モデル」の合計3つのサブモデル（ロジットモデル）から構成される。



注) 営業用フェリー、RORO船、コンテナ船については、利用経路別に設定。

図 3-4-5 ネスティブロジットモデルの構成

2) モデル式

本モデルは、図 3-11 の選択ツリーに示す 2 段階のネステッドロジットモデル体系であり、各サブモデルは、次式で示されるロジットモデルである。

$$P_i = \frac{\exp(G_i)}{\sum_j^n \exp(G_j)} \quad (3.8)$$

$$G_i = \alpha_i + \sum_k^m \theta_k \cdot X_{ik} (+ \lambda_i U_i) \quad () \text{内：上位レベルのモデルのとき}$$

ここで

- P_i : (代表) 輸送機関 i の分担率
- n : 競合輸送機関の数
- G_i : 効用関数
- X_{ik} : 輸送機関 i の機関特性、品目特性を示す k 番目の変数
- m : 輸送特性、品目特性を示す変数の数
- $\alpha_i, \theta_i, \lambda_i$: パラメータ
- U_i : 下位のロジットモデルから計算される合成効用 (ログサム変数)

$$U_i = \ln \sum_j \exp(u_j) \quad u_j : \text{下位のロジットモデルの効用関数}$$

(ただし、 P_i, X_{ik}, U_i は品目別 OD 別記号を省略)