

システム・ダイナミクスによる物流予測

広島大学工学部 学生員 ○盛 治夫
広島大学工学部 正員 門田 博知

1. はじめに

近年物流の形態は、社会構造や産業構造の変化に伴い変わりつつある。物流形態はこれらの構造と複雑な関係を持っており、その取り扱いには従来の計量経済学によるよりも、フィードバックシステムを持つシステム・ダイナミクス（以下SDと略す）による方が容易である。本研究は、既往の研究とは違^{2),3),4)}って、SDモデルの構造及びレイト方程式を比較検討し、交通施設計画に適用すべきモデルを開発しようとするものである。この第一歩として、輸送機関別の貨物発生集中量についての研究成果を発表する。地域の物流予測を行うには、地域間相互の関係を考慮する必要があるため、全国を9つのブロックに分け、更に日本全体を扱う全国モデルを構築した。また、比較したモデルは4種類で、以下に説明する。

2. レイト方程式

レイト方程式の種類は次の2通りである。

$$RT.KL = (C_1 \times A_1.K + C_2 \times A_2.K + \dots + C_n \times A_n.K - n) \cdot LEV.K \dots\dots (1)$$

$$RT.KL = (A_1^C \times A_2^C \times \dots \times A_n^C - 1) \cdot LEV.K \dots\dots (2)$$

但し、RT:レイト量, LEV:レベル量

A_n :補助変数, C_n :定数

フォレストアーのアーバンダイナミクスでは、相乗効果のある積の形式がよいとして、 $RT.KL = C(A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n) \times LEV.K$ を用いている。(2)式はこれに改良を加えたもので、パラメーター C_n を各補助変数の重み付け係数兼修正係数として設定している。これに対し(1)式は、重ね合せだけについて考えており、 C_n は(2)式の C_n と同様の働きをする。 A_n には対前期比や全国比などを用いているので、(1)、(2)式中に $-n$ 、 -1 が入っている。表1、2に示すベースモデル1に(2)式、ベースモデル2に(1)式を用いた。

3. モデル構造

4種類のモデルは、基礎となる2種類のベースモデル（人口、土地利用、産業セクター及び全国モデルから成る）と、2種類の物流セクターとの組合せによりできている。

i) モデルの全体構造 全体の構造は4種類のモデルに共通で、図1に示す通りである。全国モデルは9つの地域モデルのコントロール・トータル¹⁾の役割と、地域モデルの各魅力乗数を求める為の比較指標となる役割を持っている。

ii) ベースモデル 2種類のベースモデルで

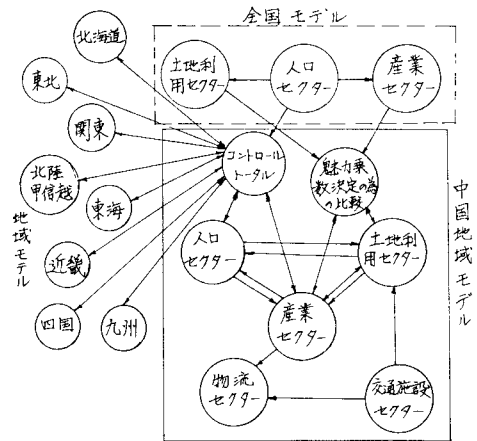


図1. モデルの全体構造

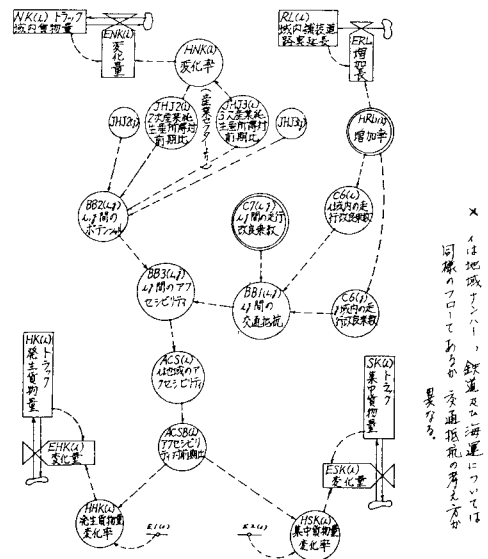


図2 物流セクターのフロー・ダイアグラム(ケース1)

は、表1、2に示すレベル、レイト、補助変数の数とレベルの種類の違いがある。

iii) 物流セクター 発生あるいは集中貨物量を機関別に求めるため、図2と図3の2通りの方法を用いた。ケース1では、域内を除く貨物量はアクセシビリティに左右され、機関別貨物量は他の機関との関係は考えず、それぞれ独立に求められる。ケース2では、距離帯別に貨物量が求められ、アクセシビリティとは無関係となり、また機関別貨物量は他の機関との関連を考慮する為の工夫がなされている。

4. モデル分類

モデル1：ベースモデル1+物流セクター（ケース1）
 モデル2：ベースモデル1+物流セクター（ケース2）
 モデル3：ベースモデル2+物流セクター（ケース1）
 モデル4：ベースモデル2+物流セクター（ケース2）

5. シミュレーション結果

1970年から2000年まで30年間のシミュレーション・ランの結果の一部を、図4に示す。予測値の線形はモデル1、2とモデル3、4とは違いがある。これはレイト方程式の違いによる影響が強いと思われる。物流セクターの違いによる影響はシミュレーション挙動にはあまり現れないが、ケース2を用いた場合はケース1を用いた場合よりも、パラメーターのSensitivityが高い為、パラメーターを少し変えたと挙動が変化しやすく、パラメーターの操作は困難である。これは②式と組合せた場合（モデル4）に顕著に現われた。

6. 結論

モデル3、4はベースモデル2を用いているので構造が複雑であるうえ、パラメーターの決定に際しても極端な傾向を示すなど、パラメーターの決定は容易でない。これに対しモデル1、2はベースモデル1を用いているので構造がそれ程複雑でなく、パラメーター決定は容易である。このように、モデルはできるだけ単純な構造とし、積形式的のレイト方程式を用いればパラメーター決定も容易になり、この方向でモデルの開発を進めて行くことが望ましい、との結論を得た。

参考文献：1)「アーバン・ダイナミクス」J. W. フォレスター著、小玉陽一訳、日本経営出版会 2)「千葉県システムダイナミクスモデル—開発調査報告書」昭和53年3月、日本長期信用銀行 3)「神奈川システムダイナミクス—モデル構造概要」神奈川県企画部計画室 4)「土木計画における予測と計量化」土木学会、3.2.4

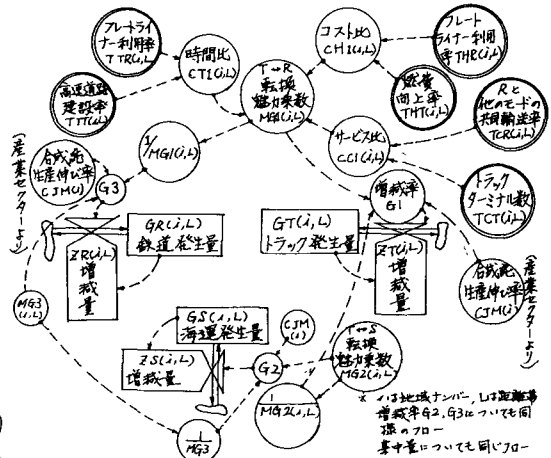


図3. 物流セクターのフロー・ダイアグラム(ケース2)

表1. レベル、レイト、補助変数の数（-地域）

	レベル	レイト	補助変数
ベースモデル1	8	10	50
ベースモデル2	22	39	102

表2. レベル変数の種類

	人口セクター	土地利用セクター	産業セクター
ベースモデル1	全人口	土地評価額	2次産業就業数 3次産業就業数
ベースモデル2	幼年人口(〜14才) 生産年齢人口(15〜64才) 老人人口(65才〜)	D/D面積、宅地面積、工場用地面積、工場用地指数	1,2,3次就業数 1,2,3次純生産原単位

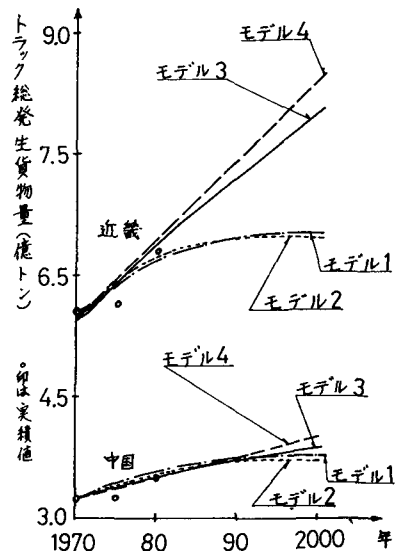


図4. シミュレーション結果