HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Demographic System Modelの設定に関する研究 : 苫小牧工業地帯を事例として
Author(s)	加藤, 修一
Citation	環境科学 : 北海道大学大学院環境科学研究科紀要, 3(1), 47-72
Issue Date	1980-03-28
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/37099
Type	departmental bulletin paper
File Information	3(1)_47-72.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

環境科学 (北海道大学)	3 (1)	47～ 72	1980・3月

Demographic System Model の設定に関する研究

——苫小牧工業地帯を事例として——

加 藤 修 一

北海道大学大学院環境科学研究科環境計画学地域計画学研究室

A Study on Demographic System Model

—A Case Study on Tomakomai Industrial Zone, Hokkaido—

Shuichi Katoh

Department of Regional Planning, Division of Environmental Planning,
Graduate School of Environmental Science,
Hokkaido University, Sapporo

目　　次

I. 研究の目的 …… 47
II. 研究対象地域 …… 48
III. 苫小牧の人口動態 …… 49
IV. モデル設定の方法 …… 53
V. モデルの全体構造 …… 53
VI. モデルの各セクターの構造 …… 54
VI-1 人口セクター …… 54
1. 出生サブセクター …… 54
2. 死亡サブセクター …… 56
3. 移動サブセクター …… 57
VI-2 財政セクター …… 58
VI-3 産業活動セクター …… 61
VI-4 資本形成セクター …… 61
VII. モデルの動的挙動 …… 61
VIII. 考　　察 …… 65
参考文献 …… 66
補　　遺 …… 67
Summary …… 71

I. 研究の目的

この論文の目的は，Demographic System Model を設定することにある。研究の対象として，苫小牧

1979年12月3日受理
Received Dec. 13, 1979

西港を中心とする工業地帯に現われた人口現象をとりあげる。苫小牧地区にみられるような大規模工業開発によるインパクトは，当該地域に多大な影響を与える。

基本的な現象の一つとして，人口変動を挙げることができる。この人口変動は，出生・死亡・移動（転入，転出）の一次的人口過程 primary demographic processes の結果である。

工業をリーデング・センターとする大規模開発の場合，人口変動の大きさは，おおくは移動過程に求められる。この場合，人口変動とは人口増加過程を意味する。その加速度的な人口増加は当該地区に「人口圧」をうみ，その結果，種々の地域問題を発現する。このように，人口変動は工業開発といった経済的要因に大きく規定されている訳であるが，この一次的人口過程は同時に社会的，文化的決定要因 determinants によっても規定される[1),2),3)]。また，逆に，人口過程は経済的，社会的，文化的諸現象を規定する要因としても作用する。このように，一次的人口過程はひとたび成立すると，その背後の社会，経済領域との間に相互連関関係が成立し，多重のフィード・バックをもつものとして機能している。したがって，一次的人口過程を通じて，各種の変動が生ずるメカニズム全体は，これを一つのシステムとして考える必要がある。人口変動は，単に経済領域内の変動のみにとどまらず，他の領域との様々な要素の複合的帰結であるからである。その意味で，人口変動を独立して，問題とするのではなく，他領域との間で，構造化した分析が必要である。

ここでいう Demographic System Model とは以上述べた人口セクターを核心におき，これと他セクターと相互連関をもった体系的モデルのことである。本稿においては，このモデルを設定するための用具として Systems Dynamics の手法を援用し，システムモデルの設定に至る過程，構造化されたモデルの妥当性について検証を試みようとするものである。

II. 研究対象地域

苫小牧港はわが国で初めての内陸掘込み方式による港湾として竣工し，その周辺に工業基地を配置することによって，大規模開発をおし進めている。当地域は昭和38年に完成した西港を中心とする西部臨海工業地帯，および現在，建設中の東港を中心とする東部臨海工業地帯からなり，「北海道発展計画」の要の一つとして成果をあげることが期待されている。

本稿において，苫小牧地域を対象として，とりあげた理由は以下の如くである。

1) 苫小牧市はこれまで，パルプ・製紙製造業関係に特化している単一産業に近い都市であったので，最近における大規模工業基地開発による多産業化の過程の人口吸引力の変化，それに伴う人口急増による影響を比較的容易に計測できること。

2) 臨接して既存の大規模工業地帯がないので，計測にあたって，当該地域の工業基地開発の単独的影響として掌握できること。

3) 現在生産稼動中の西部工業地帯は事後分析の対象として，また，今後開発が促進されるであろう東部工業地帯は事前分析の対象として考えることができること，すなわち一開発地域において，一つの事例の事後分析を通して他方の事前評価を試みることが可能なこと。

4) 古くは大正の勇払築港論にはじまり，戦後の近代的最新技術の駆使による築港，西部工業基地開発，東部工業基地開発と一連のつながりを通して，政策の計画化・具現化のプロセスをみることができること。

次に，ここで苫小牧開発の背景と経緯について述べる。

昭和30年以降日本経済は急速に成長をとげ昭和46年までの16年間の実質 GNP の年平均成長率は10%を越すものであった。これに伴って，産業構造は高度化し，就業構造は終戦直後の第1次産業54.2%から17.4%と減少した。一方，全国的地域構造においては30年代中頃に都市，および工業地帯の一部で過密現象が顕在化してきたので，政策として，人口と産業の地方分散がはかられるとともに新規工業地帯の配置が進め

られた。これにより，地方では工業開発拠点として重化学コンビナート群が建設された。苫小牧臨海工業地帯はこのような高度成長経済期に構想されたものである。当時の経済動向は第一に民間設備のぼう大な投資であり，その蓄積による投資効果により高度成長が達成された。これを支えた要因として「新長期経済計画」(昭和32年)，「国民所得倍増計画」(昭和35年) などの政府の財政政策による産業基盤の拡大強化を無視することはできない。さらに，政府・自治体による積極的な地域開発政策があげられる。

それは「新産業都市建設促進法」(昭和37年)，「工業整備特別地域整備促進法」(昭和39年) などによる工業拠点開発計画に結実していった。そして，「全国総合開発計画」(昭和37年) により全国的な産業開発がはかられた。

苫小牧市もこのような動向のなかで新産業都市地域の一部指定をうけるなど着々と開発は進捗してきた (Table 1)。昭和48年には開基100年を迎え現在道央圏南部の中心的都市としての重責を担いつつある。産業活動上重要な位置にある西港は，大正13年に勇払築港論が提唱され，これが着工の一つの端緒ともなっていた。開港，これに続くアルミニウム，電力，石油精製を基軸とする臨海工業地帯の形成は苫小牧のみならず広域的に経済的社会的効果をもたらした。

Table 1. Development History of Tomakomai

西　暦	年　号	事　項
1800	寛 政 12	八王子千人同心，勇払 (鵡川) に移住する
1873	明 治 6	勇払郡開拓使出張所を苫細に移す
1879	大 正 12	勇払原野開発期成同盟会設立，港湾の初陳情
1948	昭 和 23	市制施行 (人口 33,000 人)
1951	昭 和 26	苫小牧工業港起工式
1957	昭 和 32	北海道東北開発公庫の発足
1958	昭 和 33	苫小牧港開発株式会社設立 (第三セクター第一号)
1960	昭 和 35	苫小牧港の内陸掘り込みを開始，土地造成の埋め立てはじまる
1962	昭 和 37	(「全国総合開発計画」策定)
1963	昭 和 38	苫小牧入船式，重要港湾指定
1964	昭 和 39	道央新産業都市建設基本計画，苫小牧市の先行開発
〃	〃	(「第二期北海道総合開発計画」)
1965	昭 和 40	工業港圧の掘り込み開始
1968	昭 和 43	日ノ出化学操業開始 (西部工業地帯進出第一号企業)
1969	昭 和 44	(「新全国総合開発計画」)
1976	昭 和 51	苫小牧東港着工
1977	昭 和 52	北電厚真火力発電所着工 (東部工業地帯進出第一号)

III. 苫小牧の人口動態

西部臨海工業地帯 (Fig. 1) の開発は，苫小牧および周辺地域に様々な影響を与えた。なかでも，人口増加現象は顕著であり，総人口が昭和30年以降，5年毎に 30.8%，21.6%，31.1%，24.2% の率で増加するなかで，他地域からの来住者による社会増加の増加人口に占める率は，85.1%，82.0%，83.9%，77.1% と圧倒的に大きな値を示している。Table 1 と Fig. 2 を比較してみると，極めて興味ある推移が見られる。まず，転入人口については，第一に昭和38年をピークとする前後5年間は大きな変動を示す。これは空知の炭鉱六都市 (夕張，美唄，芦別，赤平，三笠，歌志内) の炭鉱のスクラップ・アンド・ビルド scrap and build 政策の結果，炭

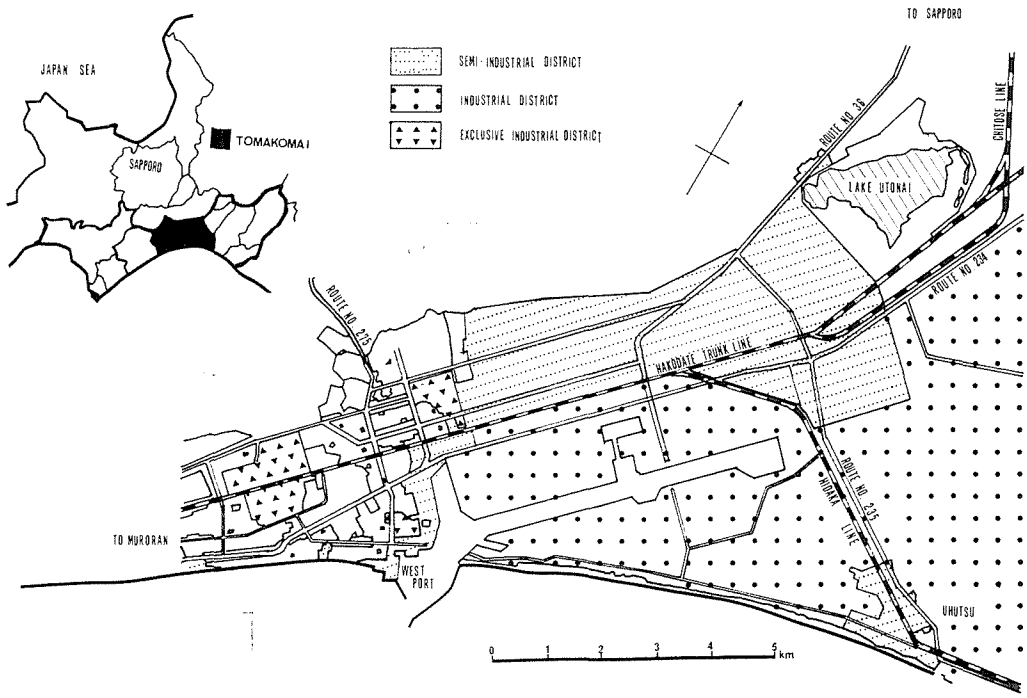


Fig. 1. Land Use Zoning of Tomakomai.

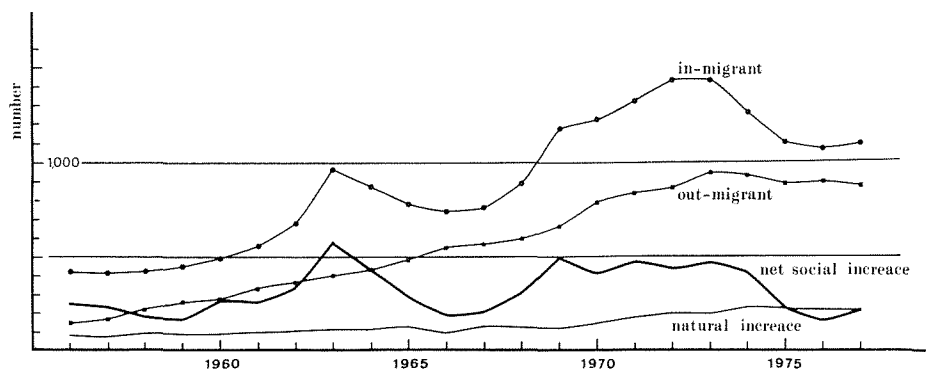


Fig. 2. Population Change (Tomakomai).

鉱地帯人口の拡散，転入による影響である。ピーク時点である昭和38年を例にとると，社会増加は5,768人で炭鉱六市からの転入は32.9%の高率を示し，空知支庁郡部からの転入人口を加えると42.8%の高率になり，これ以降数年間はこの傾向を持続する。炭鉱地帯の企業規模の縮小・閉山によるプッシュ要因がいかに大きく作用したかが示されている。第二は，昭和42～47年の5年間の急勾配の増加である。これには，次のことが大きく寄与をなしている。すなわち日ノ出化学KKを初めとする企業立地，生産活動が盛んになったことによるもので，第一投資活動盛行期（昭和42～44年），第二投資活動盛行期（昭和46～48年）の両期間の経済立地活動の影響が顕著にあらわれている。第三に，昭和48年を転入ピークとし，転入量は激減の過程をたどり，その後，やや増加している現在に至るまでの期間である。これは昭和47年のドル・ショック，昭和48年のオイル・ショック，昭和49年の物価高騰等の一連の経済変動と，これに伴う総需要抑制政策の経済的要因の影響

をこうむったことによる。一方，転出人口は昭和47年まできわだった変動はなく，一定の傾向で推移している。また社会増加の推移をみると，炭鉱閉山期には転入人口をほぼ収容しており，開発に伴い相対的に労働需要があったことを示す。一方，自然増加は徐々にではあるが増加傾向にあり，最近は社会増加の極端な落ち込みもあり，人口増加への寄与率を高めている。

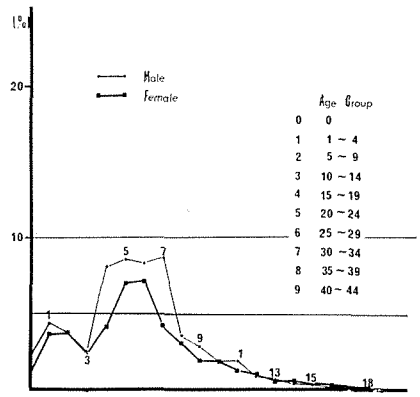


Fig. 3. Rates of Out-Migrants by Sex and Age (1978, Tomakomai).

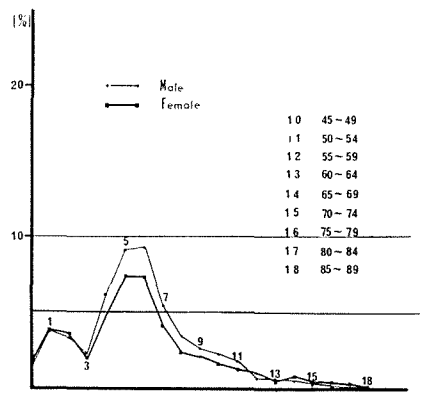


Fig. 4. Rates In-Migrants by Sex and Age (1978, Tomakomai).

次に性別年齢別特殊人口移動率 (Fig. 3, 4) についてみる。これは転入転出届の全数調査 (昭和53年，転入 11,445 人，転出 9,216 人) より算出したものである。特徴的なことは男性の移動が転入 54%，転出 55% と女性よりそれぞれ 8%，10% 多い。二つの山が幼児年齢と 15～34 歳の青年層にありM型をなし，年齢別移動量にはきわめて差別的である。転入について男女比較では，ともに移動率が似た型を示すが，男性は 20～29 歳の青年層の転入移動が大きい。転出については男性が 15～34 歳層で大きい。15～19 歳の男性層の転出が大きいのは大学進学によるものと考えられる。次に，性別年齢別特殊純人口移動率 (Fig. 5) についてみる。男性は 15～19 歳が域外に転出，20～34 歳層に純移動率が片寄っている。女性は 0～4 歳，15～34 歳層の純移動率が高い。これらの結果はコホート移動率 (Fig. 6) にも明確である。このように苫小牧の人口移動の特徴は，青年層に片寄っていることによりきわめて差別的である。ここには，人口移動を促すプル Pull 要因の持つ選好的な作用が明瞭にあらわれている。すなわち，工業立地を目的とする開発に伴い，就業機会というプル要因が生じ，企業の生産活動にとって適切な年齢層のみに働きかけることにより，年齢層の全般的な移動ではなく，特定部分の移動につながっている。以上の人口の差別移動の累積結果として，年齢構成の歪みが生ずる。Fig. 7 は年齢特化係数で 1.0 の時は北海道の年齢構成と同一であることを示す。最近10年間で青年層への特化が著しく進行していることがわかる。

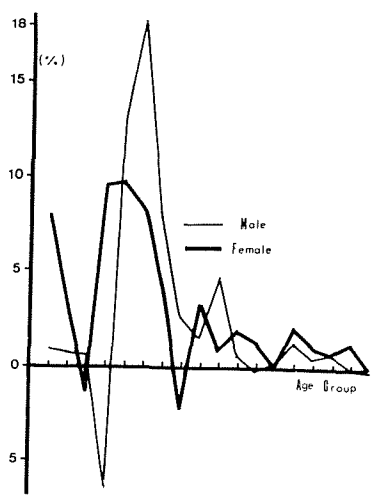


Fig. 5. Rates of Net Migration by Sex and Age (1978, Tomakomai).

次に，人口変動に直接寄与する自然増加率，社会増加率により類型化 (Fig. 8) する[4] と Table 2 になる。大規模工業基地化による苫小牧は人口移動が特に激しい。近年，自然増加が大きくなりつつある苫小牧は I_1 の

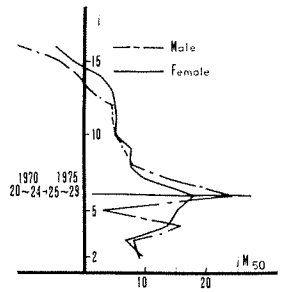


Fig. 6. Migration Rate by Age-cohorts.

$_jM_t = ((P(t)/P(t-1))-1.0)\times 100$

j: 5-Age Group ($j=1, 2, \cdots, 16$)
$P(t)$: Population of the j-th Age Group at t.

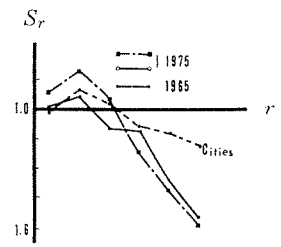


Fig. 7. Coefficients of Age-specification.

$S_r = (T_r/T)/(H_r/H)$

r: 15-Age Group ($r=1, 2, \cdots, 6$)
H: Population of Hokkaido.
T: Population of Tomakomai.
H_r: Population of the r-th Age Group of Hokkaido.
T_r: Population of the r-th Age Group of Tomakomai.

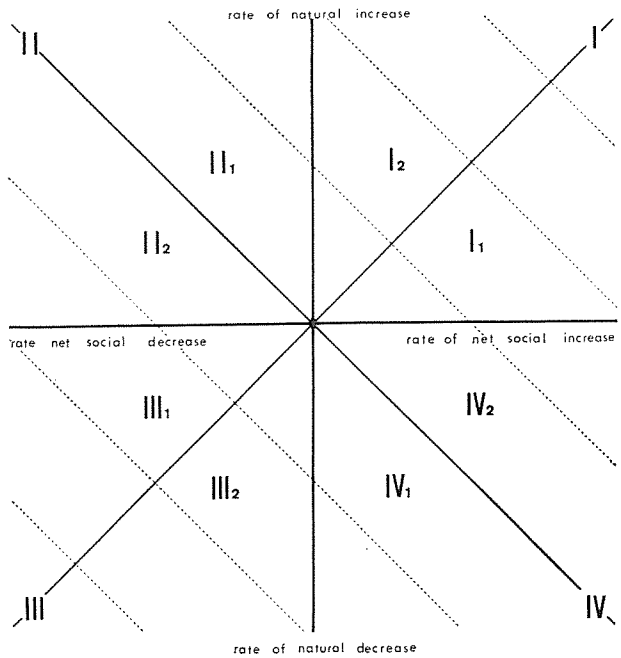


Fig. 8. Type of Population Change.

Table 2. Types between Social and Natural Change in Population

Type		Significance	Cities
I	I_1	S.I > N.I	Sapporo, Tomakomai, Kitami, Iwanai, Asahigawa, Wakkanai, Chitose, Obihiro
	I_2	S.I < N.I	Kushiro, Otaru, Abashiri, Rumoi, Nayoro, Takikawa
II	II_1	S.D > N.I	Muroran, Nemuro, Hakodate, Monbetsu, Fukagawa, Furano
	II_2	S.D < N.I	Yubari, Ashibetsu, Akabira, Bibai, Utashinai, Shibetsu, Sunagawa
III	III_1	S.D > N.D	Mikasa
	III_2	S.D < N.D	
IV	IV_1	S.I > N.D	
	IV_2	S.I < N.D	

S.I : social increase N.I : national increase
S.D : social decrease N.D : national decrease

タイプ (Fig. 9) である。このタイプをとりあげ，モデルの構造化をおこなう。

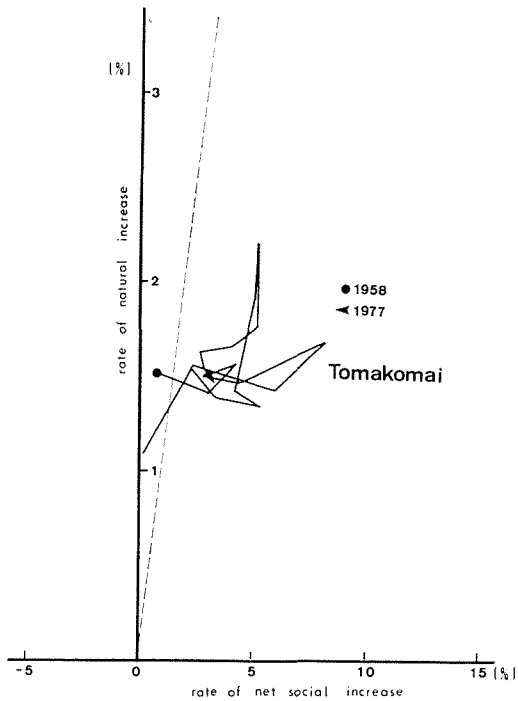


Fig. 9. Changes of the Relation between S.I and N.I.

IV. モデル設定の方法

Demographic System Model は一つの社会システムモデルである。社会システムの大きな特徴はフィードバックループの多重性，非線型性，原因と結果が時間的，空間的に離れていること，構成要素間には複雑な相互依存関係があること等である。Systems Dynamics (SD)[5),6),7),8)] はこうした社会システムの構造を容易に反映したモデルをつくることが可能な方法である。この SD はマサチューセッツ工科大学スローン・マネジメント学科の J. W. Forrester を中心とするグループによって開発されたもので，インダストリアル・ダイナミックス，アーバン・ダイナミックス，ワールド・ダイナミックスと扱う対象領域を次第に拡張することにより発展してきた。その特徴とするところは世の中のあらゆるシステムはインフォメーション・フィード・バックによる制御をうけていると考えている点である。そして，システム・デザインにあたっては現象を連続的なものとして把握し，自動制御のフィード・バック理論を基礎とするシュミレーション言語を用いる。この言語特有の数種類の変数を用いて方程式を組み立て，システムをつくりあげる。レベル変数はストックの状態量を示し，レイト変数はフロー量をあらわす。このレイトは政策 (policy) によって定義される意志決定点をあらわすもので，種々の情報の組み合せによってきまる。以上の変数の組み合せでモデルが構成されるが，レベル，レイト情報が形成するフィード・バックを一括して取り扱うところに SD としての有効性が十全に発揮される。さらに SD は OR のように数学的最適解を求めて，最適な政策を探索するものでなく，実現可能な政策を数多くテストし，その中からどれが最も望ましい結果を生むかを探索するシュミレーション方式によるものである。

V. モデルの全体構造

本論の Demographic System Model は4つの大きなセクター，すなわち，人口セクター，財政セクター，産業活動セクター，資本形成セクター (Fig. 10) からなる。各々のセクター内，およびセクター間には多重のフィード・バック・ループ (Fig. 10) が働いており，システムの挙動に決定的役割をはたしている。意志決定の役割をはたすため外生的に与える政策変数は，財政セクターを主体とする。行政活動の公共投資は，大別して生活関連投資，産業関連投資とに分けられる。このモデルは，両者に対する投資配分によりシュミレートをおこなうもので，操作が比較的容易なモデル構造をもつものである。

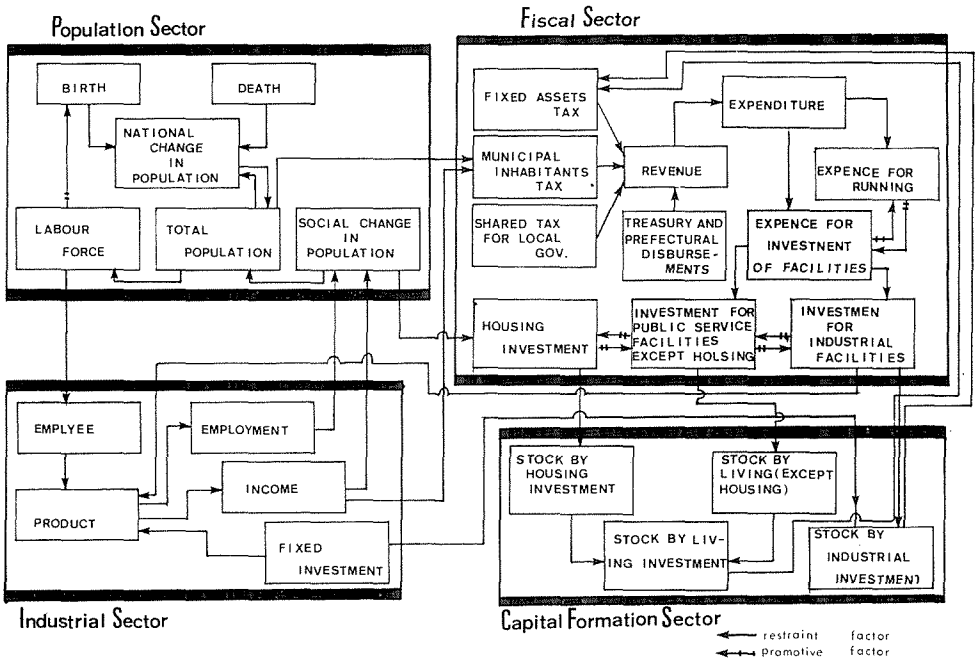


Fig. 10. Summary Flow Chart and Feedback Loops among Sectors.

VI. モデルの各セクターの構造

VI-1 人口セクター

人口はそれぞれの地域の環境を総合した形で反映されるものであるから，四者のなかでも，ことさら重要なセクターである。

人口規模の変動は人口学的方程式 demographic equation で表わすことができる。

$$\begin{aligned}\Delta P(N_0, N_0+N) &= P(N_0+N)-P(N_0)\\ &= B(N_0, N_0+N)-D(N_0, N_0+N)+\\ &\quad M_i(N_0, N_0+N)-M_0(N_0, N_0+N)\end{aligned}$$

$P(N_0)$: 時刻 N_0 の人口規模，$P(N_0+N)$: N年後の人口規模，$B(N_0, N_0+N)$: N年間の出生，$D(N_0, N_0+N)$: N年間の死亡，$M_i(N_0, N_0+N)$: N年間の転入，$M_0(N_0, N_0+N)$: N年間の転出

右辺の四つの項は社会的，経済的，文化的諸条件によって規定されることが大きい。特に大規模な工業開発による産業構造，就業構造等の変化による ΔP への寄与が大きいのは第三，四項であり，人口現象の自己再生産からみるならば非本質的な項に圧倒される。モデル構造化の過程で，このセクターは3つのサブセクター，すなわち，出生，死亡，移動から構成される。

1. 出生サブセクター

第一次人口過程における出生力 fertility は，主として妻の年齢が再生産年齢にある夫妻間だけに発生するので，妊孕可能年齢 child-bearine age (15～49歳) における女子人口比率，女子有配偶比率，女子就業者比率と関連すると考えられる。したがって，年齢別特殊出生率 ${}_xf_F = B_x/{}_xP_F$ (B_x: 女子 x 歳人口による出生数，${}_xP_F$: 女子 x 歳人口) は次の関数によって与えられる。ただし，年齢階層別特殊出生数 specific birth rate by age group は妊孕可能年齢を5歳階級とする。

(i) 15～19年齢層特殊出生率関数

$$_{15\sim19}Y_t = 0.0000 + 1.1927\,{}_{15\sim19}X_{2,t}$$
$$(0.0005)\quad (0.0966)$$

標準誤差	0.0011	重相関係数	0.9332
ダービン・ワトソン比	1.3861	自己相関	0.0000

(ii) 20～24年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{20\sim24}Y_t) = -0.8536 - 0.9226\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t})$$
$$(0.0446)\quad (0.1706)$$
$$+1.0692\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t}) - 0.5170\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t})$$
$$(0.0550)\qquad\qquad (0.1801)$$

標準誤差	0.0007	重相関係	0.9985
ダービン・ワトソン比	2.3799	自己相関	0.0000

(iii) 25～29年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{25\sim29}Y_t) = -1.0392 - 1.8658\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t})$$
$$(0.0563)\quad (0.2056)$$
$$+0.8153\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t}) + 0.6735\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t})$$
$$(0.0366)\qquad\qquad (0.1419)$$

標準誤差	0.0006	重相関係数	0.9988
ダービン・ワトソン比	3.5203	自己相関	0.0000

(iv) 30～34年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{30\sim34}Y_t) = -11.7012 - 31.8696\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t})$$
$$(3.3631)\quad (8.0707)$$
$$+2.0021\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t}) + 15.8716\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t})$$
$$(1.2144)\qquad\qquad (4.8246)$$

標準誤差	0.0074	重相関係数	0.9487
ダービン・ワトソン比	2.7033	自己相関	0.0000

(v) 35～39年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{35\sim39}Y_t) = -9.5492 + 0.6230\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t})$$
$$(2.7335)\quad (8.0314)$$
$$-6.0571\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t}) - 4.4251\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t})$$
$$(5.4353)\qquad\qquad (4.1876)$$

標準誤差	0.0063	重相関係数	0.9446
ダービン・ワトソン比	2.2932	自己相関	0.0000

(vi) 40～44年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{40\sim44}Y_t) = 0.0000 + 18.1538\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t})$$
$$(0.0775)\quad (2.5944)$$
$$-13.3302\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t})$$
$$(2.2781)$$

標準誤差	0.0038	重相関係数	0.8980
ダービン・ワトソン比	1.8714	自己相関	0.0000

(vii) 45～49年齢層特殊出生率関数

$$\mathrm{LOG}\,({}_{45\sim49}Y_t) = -2.2147 + 13.8684\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t}) \quad (0.8058)\ (1.9940)$$
$$-11.4233\,\mathrm{LOG}\,(X_{3,t}) \quad (1.0393)$$

標準誤差	0.00004	重相関係数	0.9980
ダービン・ワトソン比	1.5353	自己相関	0.0000

ただし，${}_gX_{1,t}$：第t期における妊孕可能年齢女子人口に対するg年齢層人口比率，${}_gX_{2,t}$：第t期における15歳～49歳女子有配偶人口に対するg年齢層女子配偶比率，${}_gX_{3,t}$：第t期における15歳～49歳女子就業人口に対するg年齢層就業人口比率，各関数の偏回帰係数の下の（ ）の値はt値である。対数の底は10である。以上の関数との結合の結果はFig. 11に示す。記号については補遺1を参照のこと。ただし，中間年齢層は煩雑となるので省略する。尚，変数リストは補遺4に示す。以下のセクターについても同様である。

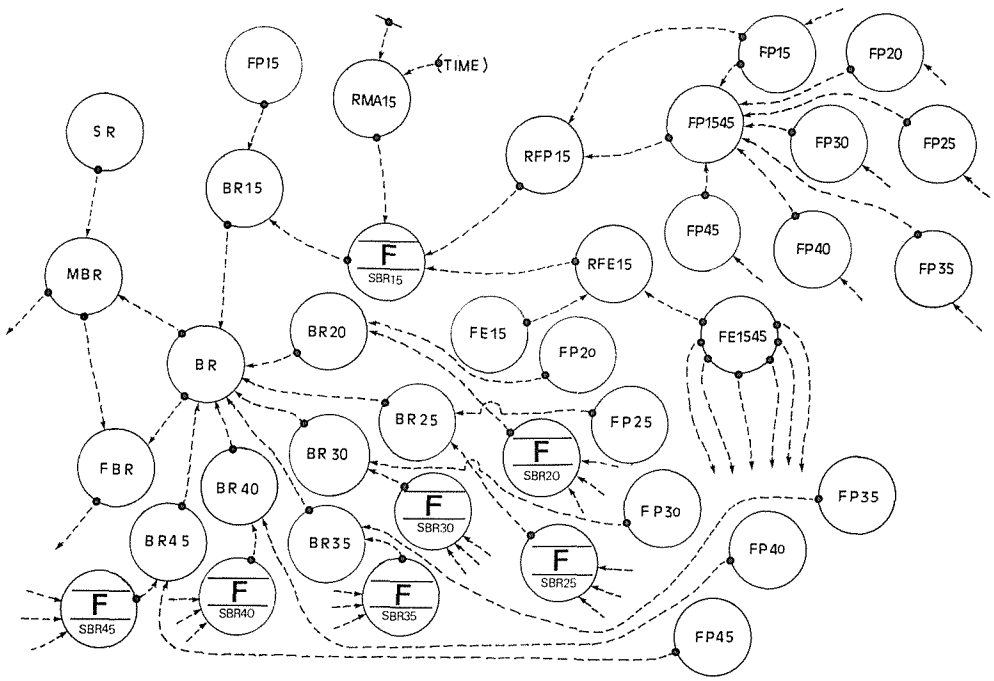


Fig. 11. Flow Diagram of Birth Sub-sector of Population Sector.

2. 死亡サブセクター

全ての年齢階級は5歳階級であるが死亡率は1歳未満の乳児死亡率が高く変動が大きいことから0～4歳階級は0歳，1～4歳の二つの年齢層に分割する。死亡率は時系的に極端な変動がないこと，人口変動への寄与は移動の寄与に比較して著しく小さいことおよび内生化をおこなうと煩雑・冗長なシステムになること等からテーブル関数により外生的に与える。テーブル関数のパラメータは昭和35年以降の簡易生命表を作成し，参考にした。尚，フロー・ダイヤグラムはFig. 12に示す。

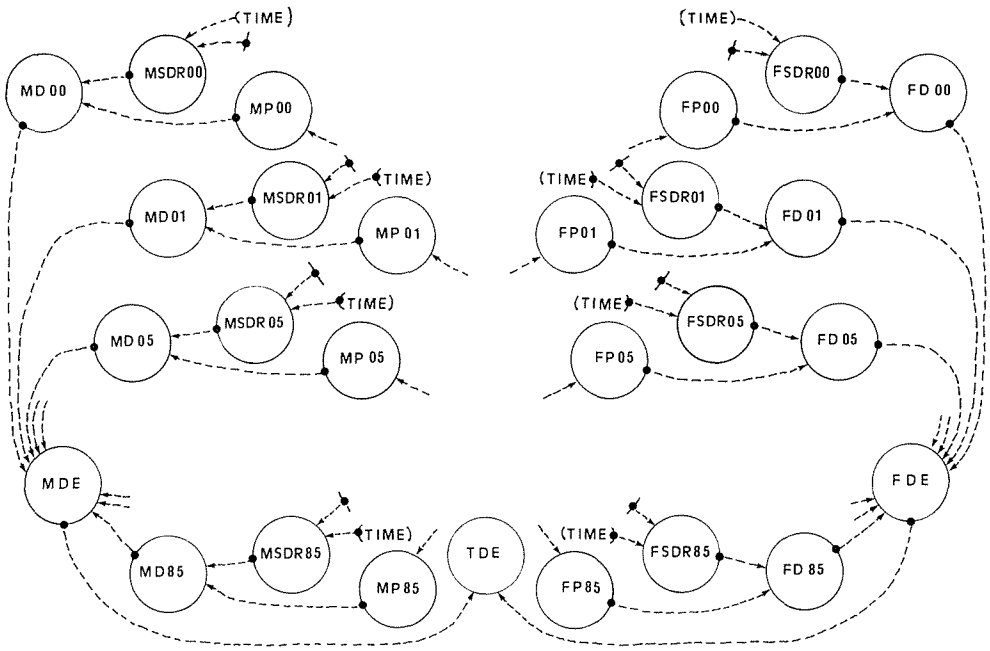


Fig. 12. *Flow Diagram of Death Sub-sector of Population Sector.*

3. 移動サブセクター

このサブセクターは二つの関数，転入関数，転出関数をもち，経済的要因・社会的要因と結合している。

転入関数は第二次産業，第三次産業の生産活動が活発化するにつれて増大し，また地域に対する公共投資が増加すれば，それに伴って生じる労働者の移動によって増大する構造をもっている。この関数の特定化 specification は以下に，また，パーシャル・テスト partial test の結果は Fig. 13 に示す。

(i) 転入関数 In-Migration Function

$$\underset{\text{(2.3980)}}{\text{LOG}\,(M_{i,t}) = 9.8509} + \underset{\text{(0.2962)}}{0.0171\,\text{LOG}\,(X_{1,t})} + \underset{\text{(0.3978)}}{1.0081\,\text{LOG}\,(X_{2,t})}$$

標準誤差 1201.1000 重相関係数 0.9070

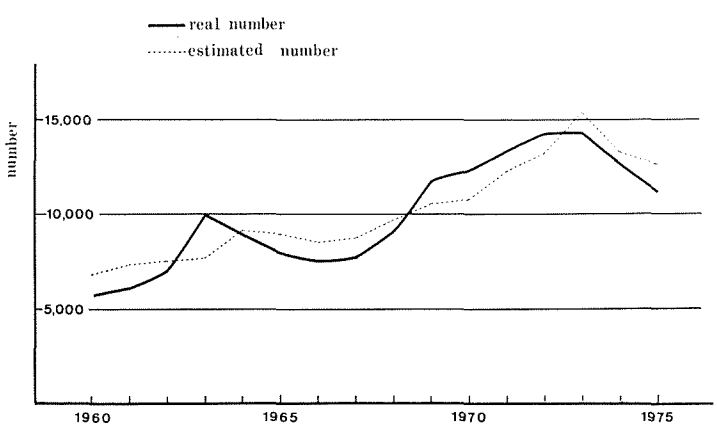


Fig. 13. Result of In-Migration Function.

ダービン・ワトソン比 1.6553 自己相関 0.0000

$M_{i,t}$: 転入者数 (人)

$X_{1,t}$: 非1次産業の就業者1人当り就業者純生産 (百万円)

$X_{2,t}$: 総行政投資 (百万円)

転出については三つの形態が考えられる。それは (1) 若年層の進学・就職による域外への移動, (2) 低生産性の1次就業者の出稼ぎおよび域外への就職移動, さらに (3) 立地企業の生産活動に従って生じる勤務移動である。関数は以下に, また, パーシャル・テストは Fig. 14 に示す。

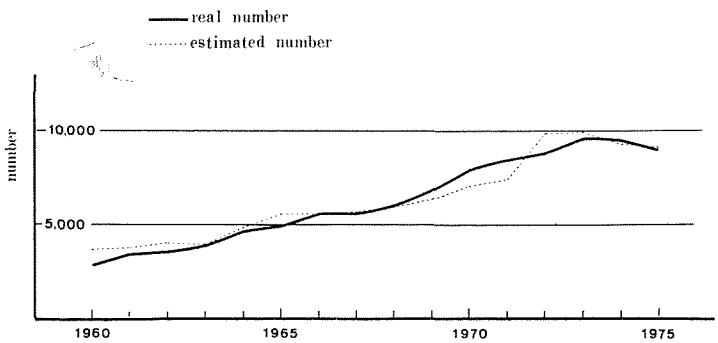


Fig. 14. Result of Out-Migration Function.

(ii) 転出関数 Out-Migration Function

$$\begin{aligned} LOG(M_{0,t}) = {} & 3.5475 + 0.1738\ LOG(X_{1,t}) \\ & (0.1256)\ (0.5505) \\ & + 0.3839\ LOG(X_{2,t}) \\ & (0.1972) \\ & + 0.6529\ LOG(X_{3,t}) \\ & (0.2029) \end{aligned}$$

標準誤差 707.3750 重相関係数 0.9516

ダービン・ワトソン比 1.7294 自己相関 0.0000

$M_{0,t}$: 転出者数 (人)

$X_{1,t}$: 一次産業と非一次産業の就業者一人当りの純生産格差 (百万円)

$X_{2,t}$: 大学進学率

$X_{3,t}$: 製造業における有形固定資産投資 (百万円)

ただし, LOG は自然対数。尚, 性別年齢別特殊人口移動率[9], 並びに簡易生命表は補遺2, 3に示す。以上の関数と結合した結果を Fig. 15 に, また, 三つのサブセクターを性別に構成したフロー・ダイヤグラムを Fig. 16, Fig. 17 に示す。

VI-2 財政セクター

市の財政は一般, 特別, 企業会計の三者で動き, 歳出は施設 (ストック) の建設にふりむけられる投資的経費と経常的にかかる消費的経費に分けられる。両者は互いに依存関係にある[10]。前者は生活関連投資 (上水道, 下水道, ……), 産業関連投資 (農林水産業, 港湾, ……) に分けられ, この両者の間にはトレード・オフ関係がある。これらの投資フローは資本形成セクターにつながる。租税関数は制度方程式 institutional equation と考えることができる。課税は, 前年度の所得額が対象となるわけであるから, 一年のタイム・ラグが存在する。したがって, この租税関数の説明変数には前年度の情報が入る。一方, 企業立地, 生産活動が盛んに

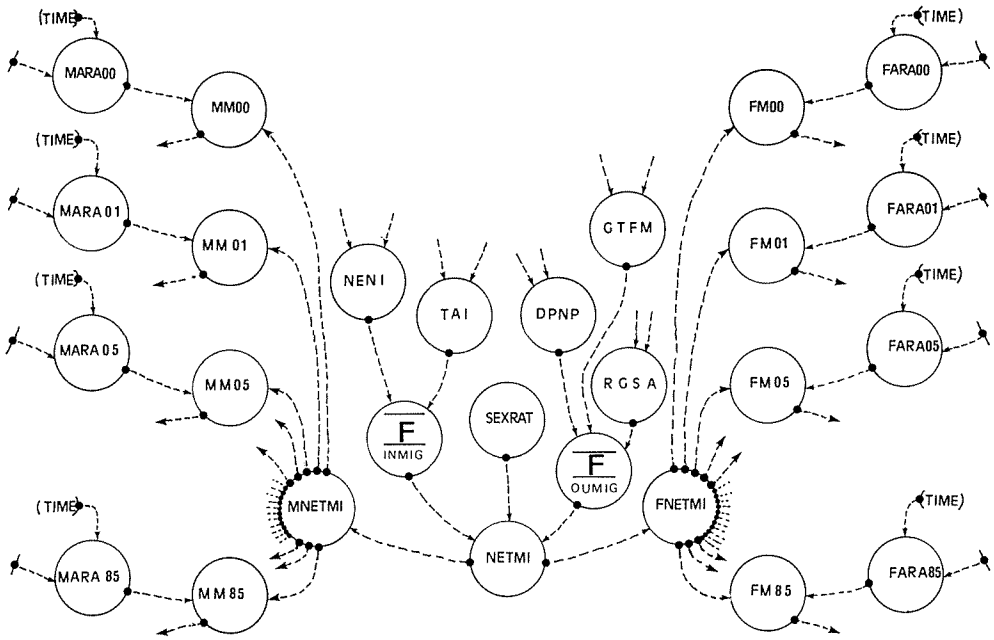


Fig. 15. Flow Diagram of Migration Sub-sector of Population Sector.

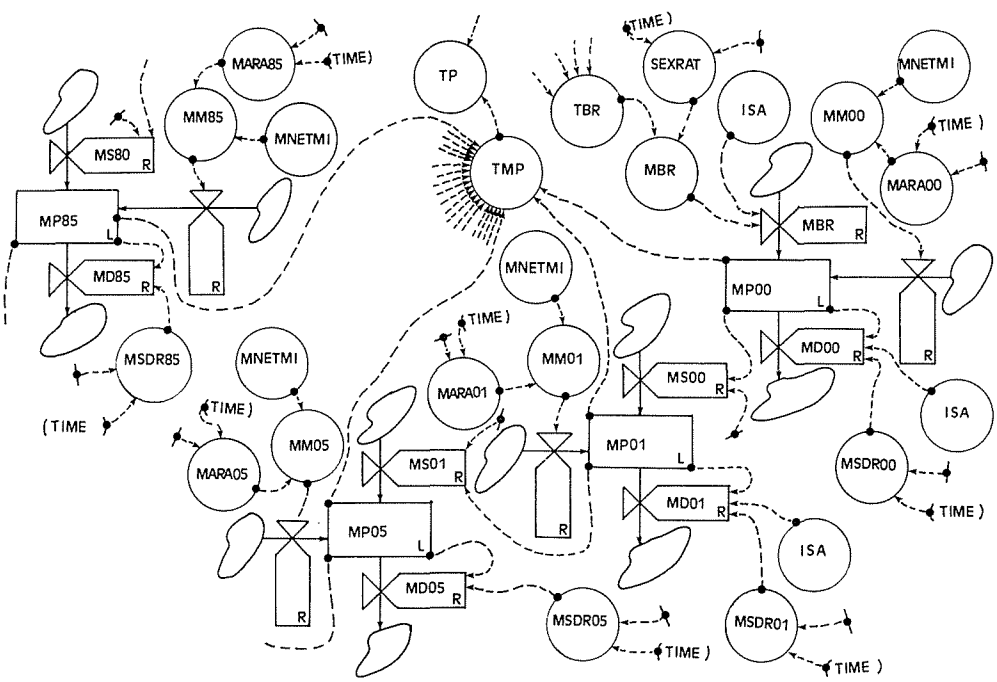


Fig. 16. Flow Diagram of Population Sector (Male).

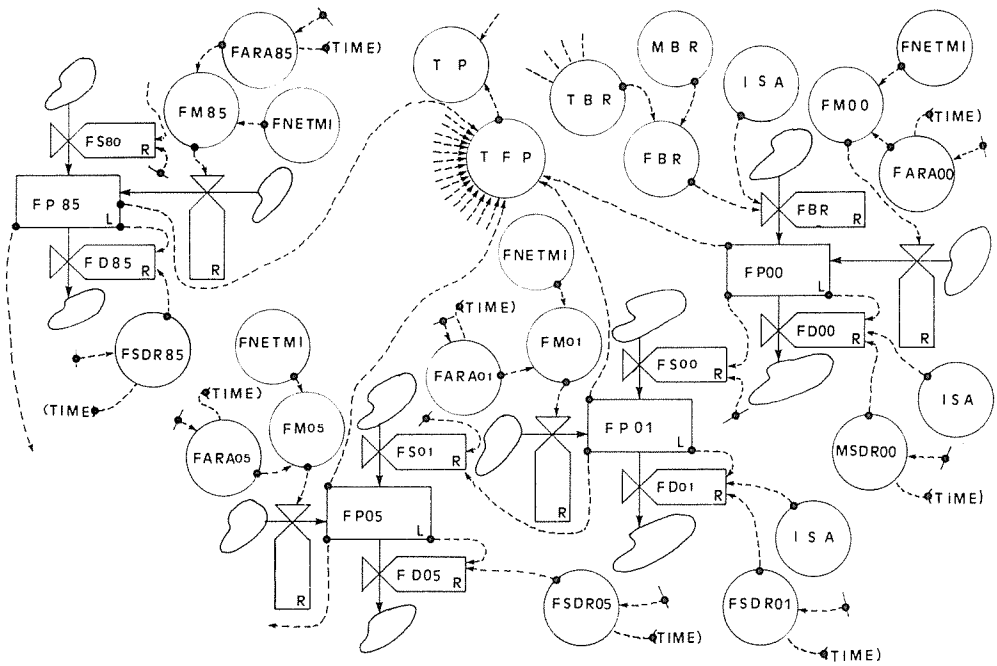


Fig. 17. Flow Diagram of Population Sector (Female).

なるにつれて，法人市民税の増加，民間資本ストック（民間住宅を含む）の増加により固定資産税が増加する。大規模工業基地開発による労働力の大量需要の発生は人口移動を促進し，人口規模の拡大は，増加人口の所得水準にもよるが，一定の制度のもとでは個人市民税を増加させる正のフィード・バック・ループを構成する。また，人口急増に伴う投資的事業（小，中学校，保健所，清掃施設，……）は消費的経費との間で負のフィード・バック・ループを構成する。このセクターで結合する関数は以下の租税制度関数である。

(i) 個人市民税関数 Function of Individual Municipal Inhabitants Tax

$$\underset{(0.6852)\ (0.2039)\qquad\quad (0.1835)}{\mathrm{LOG}\,(Y_t) = -4.9005 + 0.7951\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t-1}) + 0.2964\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t-1})}$$

標準誤差	99.4888	重相関係数	0.9779
ダービン・ワトソン比	1.3725	自己相関	0.0000

$X_{1,t-1}$：個人業種所得（百万円）

$X_{2,t-1}$：雇用者所得（百万円）

(ii) 法人市民税関数 Function of Corporation Municipal Inhabitants Tax

$$\underset{(1.3299)\ (0.1484)}{\mathrm{LOG}\,(Y_t) = -5.0718 + 1.1722\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t-1})}$$

標準誤差	92.2626	重相関係数	0.9180
ダービン・ワトソン比	0.8453	自己相関	0.0000

$X_{1,t-1}$：法人所得（百万円）

(iii) 固定資産税関数 Function of Municipal Fixed Assets Tax

$$\underset{(3.0043)\ (0.0651)\qquad\quad (0.3205)}{\mathrm{LOG}\,(Y_t) = -15.1162 + 0.1156\,\mathrm{LOG}\,(X_{1,t-1}) + 1.6706\,\mathrm{LOG}\,(X_{2,t-1})}$$

標準誤差	60.0460	重相関係数	0.9946
ダービン・ワトソン比	1.7985	自己相関	0.0000

$X_{1,t-1}$: 民間住宅資本ストック (百万円)

$X_{2,t-1}$: 民間資本ストック (百万円)

ただし，LOG は自然対数。以上の制度関数と結合したフロー・ダイヤダラムは Fig. 18 に示す。

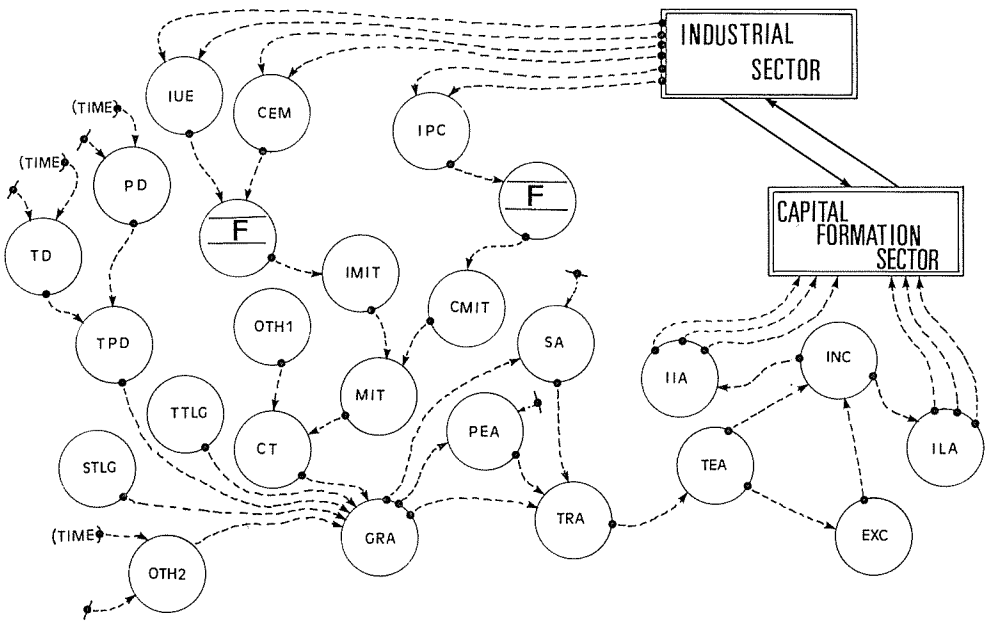


Fig. 18. Flow Diagram of Fiscal Sector.

VI-3 産業活動セクター

このセクターは，既存産業の活動，企業立地による設備投資からなり，産業基盤の行政投資，資本形成セクターと結合する。このセクターを構成する産業は第一次産業，鉱業，建設業，製造業，および第三次産業となっている。なかでも製造業は工業立地の基軸となっているので，シミュレートの関係上 (1) 食料品，(2) パルプ・木材関係，(3) 化学関係，(4) 窯業・土石関係，(5) 金属関係，(6) 機械，(7) その他の製造業の 7 業種になっている。以上の関係は Fig. 19 に示す。

VI-4 資本形成セクター

投資は大別して行政関係投資，民間設備投資に分けられる。行政体は市，道，国である。このうち市関係は内生化され，また政策変数としては道・国による行政投資を考える。民間設備投資は開発投資としての行政投資に追従する。住宅関係の民間投資はストックとなり，財政セクターの固定資産制度関数の情報となる。住宅地開発は工業用地，商業用地，農業用地と互いにトレード・オフの関係にある。以上の関係を Fig. 20 に示す。

VII. モデルの動的挙動

各セクターに関係する関数の特定化，その部分テスト，結合については前述した。ここでは実際の動きとモデルの挙動について述べる。モデルを現実の動きにシミュレートする期間は，1960 年 (昭和 35 年) から 1975 年 (昭和 50 年) の 15 年間である。この開始年の設定は，苫小牧港開発株式会社設立 (昭和 33 年)，内陸掘

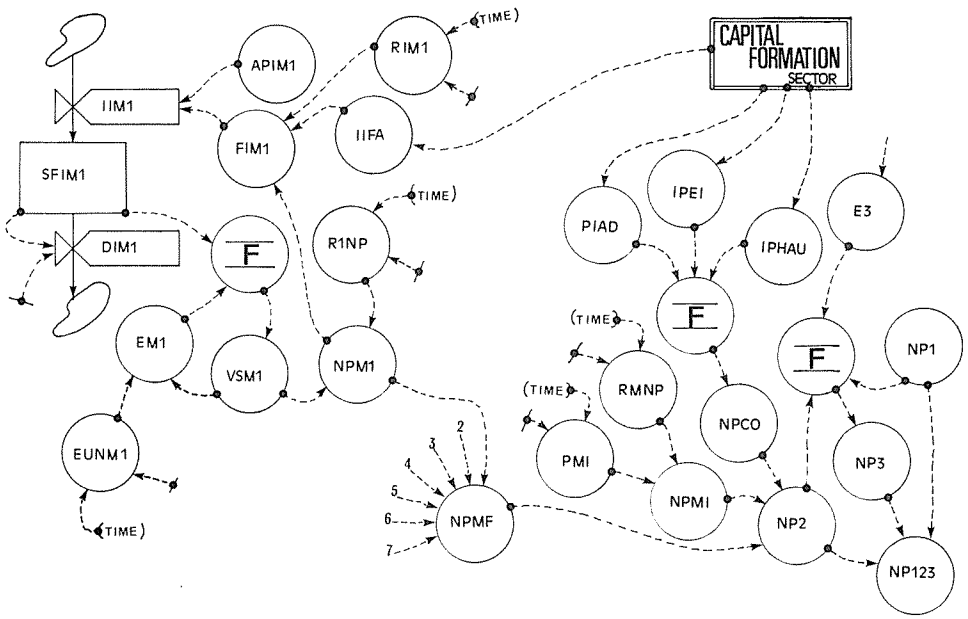


Fig. 19. Flow Diagram of Industrial Sector.

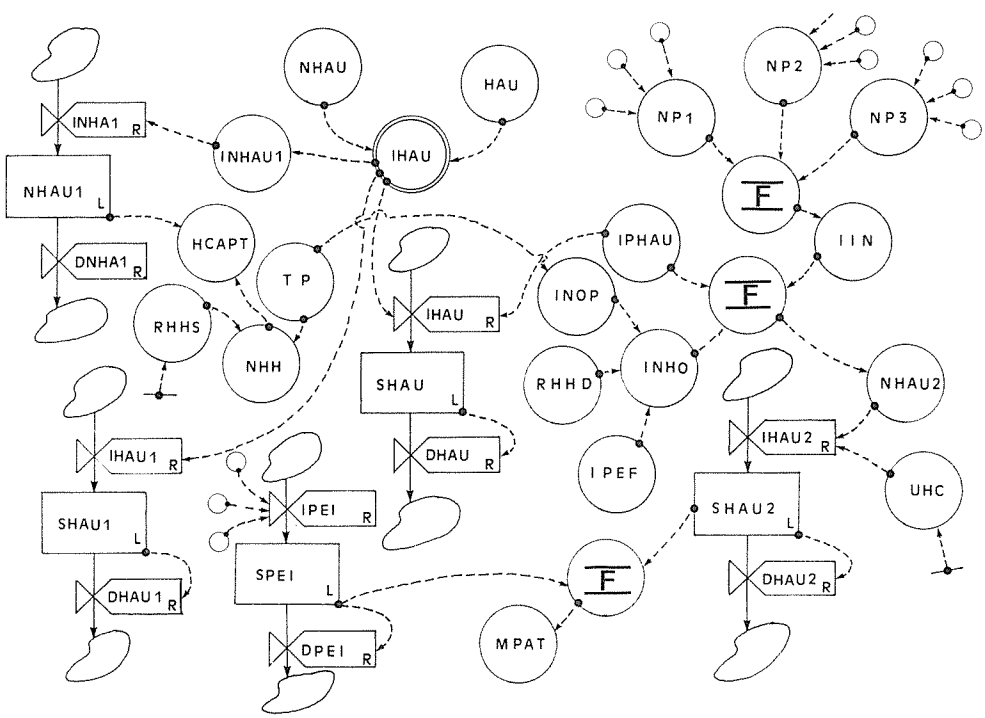


Fig. 20. Flow Diagram of Capital Formation Sector.

り込み開始 (昭和35年) 等，昭和35年頃を境として，産業基盤の整備とともに，工業化がこれと平行して，本格的にすべり出した時期であること，さらに資料の関係上，国勢調査年を基準としたことによる。

モデル値と実際値との一致性は，(1) さきの単一方程式の部分テスト，(2) 当該セクターにおいて他のセクターとのつながりの変数に実際値を与える intrasectoral test, (3) 全セクターが結合され一体として働かせる

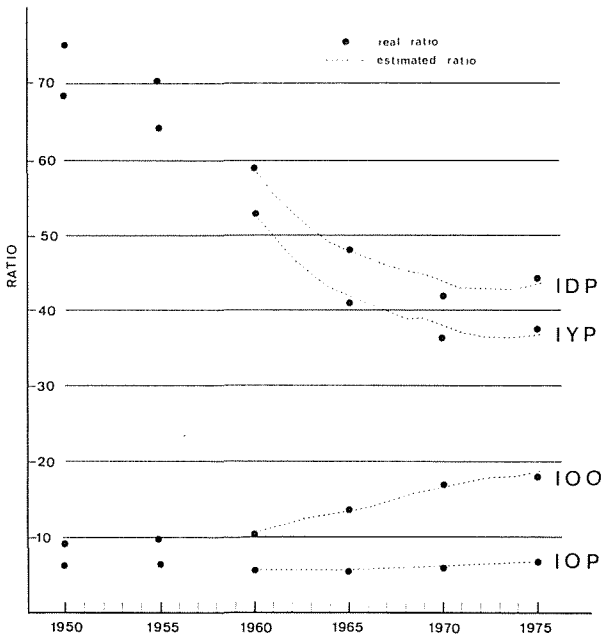


Fig. 21. Changes of Four Population Index.

IDP: ratio of children under 15 and aged population 65 and over adults and aged 15-64.
IYP: ratio of children under 15 to adults aged 15-64.
IOO: ratio of aged population 65 and over to children under 15.
IOP: ratio of aged population 65 and over to adults aged 15-64.

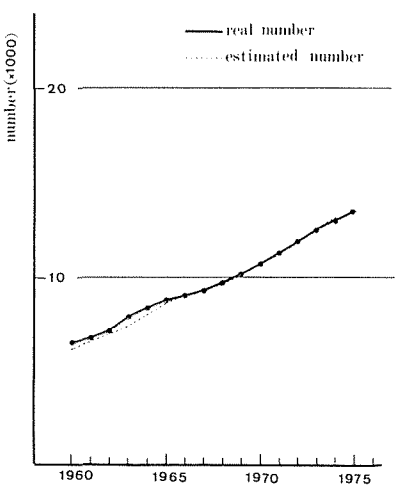


Fig. 22. Change of Total Population (Tomakomai).

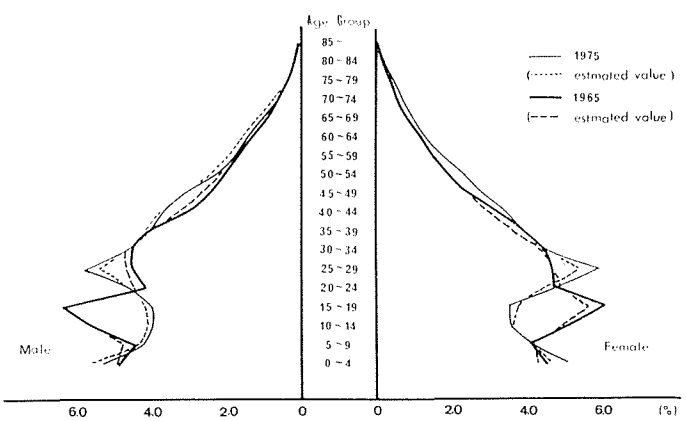


Fig. 23. Changes of Population Pyramid.

intersectoral test の三段階の手続きをとることによって検証された。Intersectoral test の代表的な結果を挙げる。第一次的人口過程の結果である総人口の適合 (Fig. 22) は極めてよいが，人口ピラミッド (Fig. 23), 四つの人口指数 (Fig. 21) に実際値と推定値の間に多少の差異がある。一般会計の歳入の約半分を占める市民税 (Fig. 24 (b)), 固定資産税 (Fig. 24 (a)) の適合度は比較的よい。さらに，農業純生産 (Fig. 25), 製造業の工業出荷額 (Fig. 26 (a)), 純生産 (Fig. 26 (b)), 第三次産業の純生産 (Fig. 27), 民間住宅投資 (Fig. 28) と，農業純生産，民間住宅投資を除いて，かなり適合度が高い。

以上，モデルは全体として，実際値とのかい離は比較的小さく，妥当な適合度である。

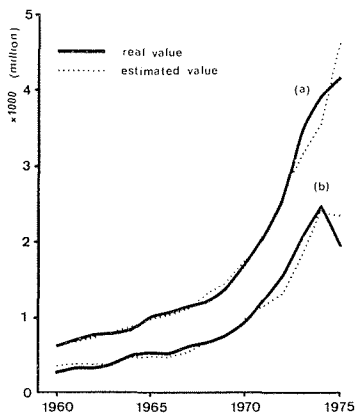


Fig. 24. Comparison of Fitness between Real and Estimated Value.
(a) Municipal Fixed Assets Tax.
(b) Municipal Inhabitants Tax.

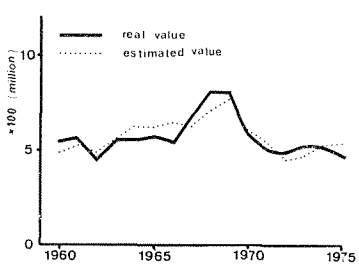


Fig. 25. Net Product of Agriculture.

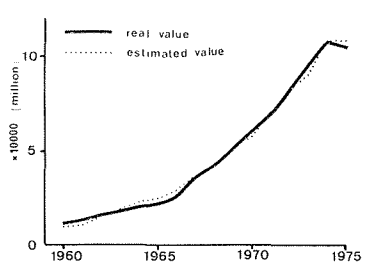


Fig. 27. Net Product of Tertiary Industry.

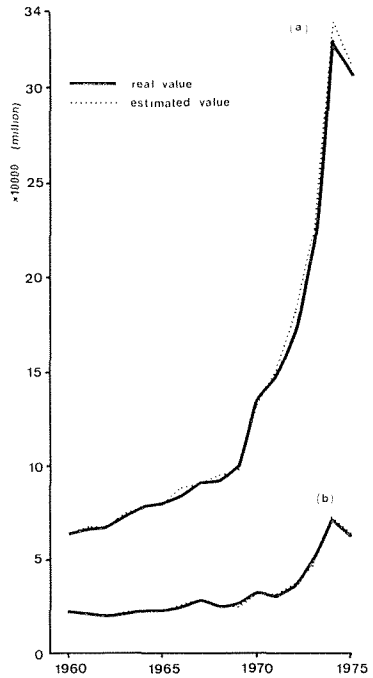


Fig. 26. Comparison of Fitness between Real and Estimated Value.
(a) Shipment of Manufacturing.
(b) Net Product of Manufacturing.

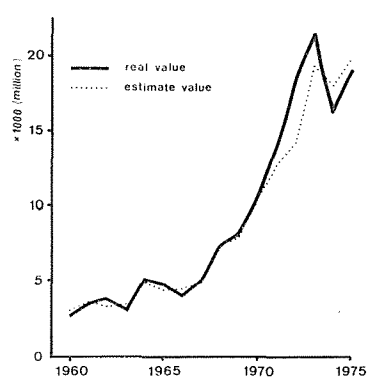


Fig. 28. Investment of Private Dwellings.

VIII. 考　　察

本稿においては以上のごとく，地域計画的総合的視点に立って Demographic System Model を設定し，この Model の妥当性を人口セクターと他のセクターとの関連において検証し，論述してきたが，これを要約的に列記すると次の通りである。

1. 財政セクターとの関連

1) 工業開発による人口増加，並びに企業活動は，市の財政部門と大きく関与している。市の歳入において，大きな率を占める市民税は，モデルの目的にもよるが，従来個人所得等より直接，安易に求められている。本モデルでは，人口増加による個人市民税の増収および法人企業の生産活動の動きを反映した構造とするために，市民税を個人市民税，法人市民税に分け，前者については，個人業種所得，雇用者所得より導く構造を，後者については，法人所得より導く構造を設定した。これにより，現実をより正確に反映した構造とすることができた。推定結果 (Fig. 24 (b)) 図でみると，昭和46, 47, 48年については，実際値より小さく，昭和50年で大きく推定されているが，全体として，極端に大きな差異はなく，適合度は高いと考えられる。

2) 次に，固定資産税は，民間資本ストックと深く関連している。工業開発による企業立地，生産活動の活発化は設備投資を増加させ，これは有形固定資産の増加となる。さらに，開発による人口移動の結果，人口増加は，宅地，住宅の需要をひきおこし，宅地造成，住宅投資を促し，民間ストックは増加する。このような構造を人口セクターとの関連でみた結果は Fig. 24 (a) に示した。昭和43, 44, 50年で大きく，昭和48, 49年で小さく推定されるが，昭和50年近くを除くと実際値との差異は，比較的小さく，モデルの適合度は図にみるごとく高い。

2. 産業活動セクターとの関連

1) 工業開発により，新たな就業機会の創出そして，大量の労働力の需要は，人口移動におけるプル要因である。このモデルでは，製造業を7業種に分類し，就業人口と有形固定資産の規模の相異が反映されるよう構造化し，それぞれについて，工業出荷額を推定した。製造業全体としての工業出荷額 (Fig. 26 (a)) は，昭和49年を除くと，全体として大きめに推定されているが，高い適合度を示している。同様に，純生産は，Fig. 26 (b) にみるごとく，よく一致しており，適合度は，非常に高い。転入関数，転出関数が，純生産と深くかかわっていること又，工業開発ということから考えて，このように適合度がよいことは，モデルの構造化が充分なものであることを示すものと考えられる。

2) 一方，工業開発による製造業の発展と相反して，農業就業人口は激減している。それにもかかわらず農業純生産は，減少せず，農業就業人口一人当りの純生産は，逆に増加している。本モデルにおいては，農業純生産は農業就業人口，農業用地面積，農業関係ストックより導かれる構造となっている。転出関数は，この農業純生産を含む第一次産業の純生産と非一次産業の純生産の就業者1人当りの格差に規定されている。従って，農業の純生産の適合度は大きな意味を持っている。Fig. 25 によると，傾向としては比較的適合しているが，その他の産業の純生産推定と比較してみると，実際値と推計値との間にはかなり大きなかい離がみられる。

3) 第三次産業の純生産は，第三次産業の就業者，第一次，第二次産業の純生産，第三次民間ストック等より推定される構造となっている。すなわち，第二次産業の活発化に伴い，第三次産業も発展し，これらの純生産が，転入関数，転出関数を規定し，純移動量に影響を与えている。Fig. 27 に示すように，第2次の適合が高いこともあり，実際値との差異は，きわめて小さく，適合度は高いと考えることができる。

3. 資本形成セクターとの関連

財政セクターはこのセクターで述べたことと関連するが，人口セクターは，このセクターの民間住宅投資

と結合している。工業開発による人口増加，これによる宅地の需要の動向，および市民所得等により民間住宅投資は，決定される構造となっている。その推定結果は，Fig. 28 に示される。これによると，昭和46, 47, 48, 50年は実際値よりも小さく，昭和49年は，大きく推定されている。しかし，昭和45年以前は，比較的よく一致している。

4. 各セクターの総合的結果としての人口

1) 総人口は，Fig. 22 において推定される。実際値との比較では，昭和35～40年の期間で小さく，昭和49, 50年で大きく推定されているが，全体として，昭和35～50年の全期間では，比較的よく推定されている。

2) 次に，総人口の内訳を5歳階級別の人口ピラミッド (Fig. 23) についてみた。昭和40年では，男性において，0～9, 20～34, 40～54の年齢階級で大きく，また，女性においては，0～4, 15～19, 30～44歳階級で小さく，20～24歳階級で大きく推定される。全体として，男性で大きく，女性で小さく推定しがちである。

次に，昭和50年では，男性は0～19, 25～29, 50～74歳階級で大きく推定され，女性は，0～4, 25～29歳階級で小さく，15～19歳階級で大きく推定される。

以上の推定は，全体として，男性は大きく，女性は小さく推定されるが，5歳階級の推定としては，高い適合度であるということができる。

以上，実際値と推定値との適合度の関係において，本モデルの構造の検証をしてみた。4つのセクターを持ち，又多くのフィード・バックを含むモデルとしては，ここに設定した Demographic System Model の適合度は高かったといってよいと考える。残された課題については，なお検討をつづけたい。

謝　辞

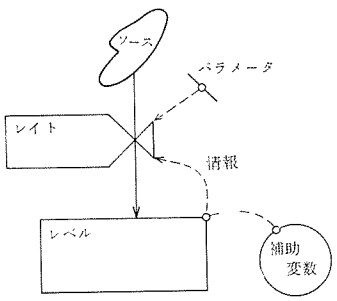
本研究を進めるにあたり種々適切なる御指導，御助言をいただいた北海道大学大学院環境科学研究科地域計画学研究室の関清秀教授，山村悦夫助教授並びに加賀屋誠一助手，小田利勝助手に心より感謝の意を表します。さらに種々のぼう大な統計資料の閲覧作成にあたり懇切丁寧に便宜をはかっていただきました苫小牧市，並びに関係各位に感謝の意を表します。尚，計算にあたっては北海道大学大型計算機センターのシステムを利用した。

参 考 文 献

1) United Nations: The Determinants and Consequences of Population Trends-New Summary of Findings on Interaction of Demographic. Economic and Social Factors-Volume 1, 1973.
2) Bogue, D. J.: "Internal Migration", Hauser, P. M. and Duncan, O. (eds.). The Study of Population, Chicago, 1959.
3) 富田富士雄：人口社会学の基本問題．新評論，1977.
4) 岸本　実：人口地理学．大明堂，1974.
5) Jay W. Forrester: PRINCIPLES OF SYSTEM by Jay W. Forrester. WRIGHTALLEN PRESS, 1976.
6) H. Igor Ansoff and Dennis P. Slevin: An Appreciation of Industrial Dynamics. Management Science, 1968. 3.
7) Jay W. Forrester: Industrial Dynamics- A Response to Ansoff and Slevin. Management Science, 1968, 5.
8) 小玉陽一著：bit システム・ダイナミックス．共立出版社，1973.
9) 舘　稔：人口分析の方法．古今書院，1978.
10) 木下和夫，肥後和夫，大熊一郎編：財政学 (3) 日本の地方財政．有斐閣，1973.

補 遺 1

各セクターで使用する記号は，以下の如くである。



補 遺 2

——性別年齢別特殊純移動率の算出——

男女年齢別純移動量を求める方法は出生死亡数法 Vital Statistics method, 生残率法 Survival Rate method があり後者には前進法 Foward method, 後進法 Reverse method, 平均法 Average method がある。本論では以下の平均法を用いる。

$$\begin{aligned}\bar{M}_n(x) &= \left[{}_fM_n(x)+{}_rM_n(x)\right]\times\frac{1}{2}\\ &= \left[P_{(x+N)}-P_{(x)}\cdot p_{(x)}+\frac{P_{(x+N)}}{p_{(x)}}-P_{(x)}\right]\times\frac{1}{2}\\ &= \frac{1+p_{(x)}}{2p_{(x)}}\left[P_{(x+N)}-P_{(x)}\cdot p_{(x)}\right]\end{aligned}$$

ただし，${}_tP_{(x)}$： t 年の x 歳の人口

${}_{t+N}P_{(x+N)}$： N 年後のコホートの人口

$p_{(x)}$： N 年間の生残率

$\bar{M}_{n(x)}$： x 歳の純移動量

${}_fM_n(x)$： 前進法による純移動量

${}_rM_n(x)$： 後進法による純移動量

性別年齢別特殊純移動率は式

$$R_n(x) = \bar{M}_n(x)\Big/\sum_{x=1}^{N}\bar{M}_n(x) \qquad x=1,\cdots,19$$

より求まる。

補 遺 3

簡易生命表 abridged life table の死亡率 ${}_nq_x$ は平均死亡率 ${}_nm_x$ を基に Greville の式

$${}_nq_x = \frac{{}_nm_x}{\frac{1}{n}+{}_nm_x\left\{\frac{1}{2}-\frac{x}{12}(0.09+{}_nm_x)\right\}}$$

を適用し死亡率を求め作表した。

表—1 男性の死亡率

	Age Group	1960	1965	1970	1975
1	00～00	0.03630	0.02516	0.01595	0.01248
2	01～04	0.00295	0.00163	0.00190	0.00144
3	05～09	0.00944	0.00698	0.00221	0.00182
4	10～10	0.00620	0.00436	0.00251	0.00096
5	15～19	0.00144	0.00289	0.00616	0.00382
6	20～24	0.00744	0.00598	0.00486	0.01337
7	25～29	0.01796	0.01351	0.00734	0.00849
8	30～34	0.00542	0.00676	0.00761	0.00823
9	35～39	0.00961	0.00887	0.01501	0.01677
10	40～44	0.01486	0.01235	0.02401	0.01219
11	45～49	0.02978	0.02796	0.01668	0.02643
12	50～54	0.05376	0.04328	0.03535	0.03182
13	55～59	0.08101	0.07190	0.07644	0.04898
14	60～64	0.13266	0.09890	0.11184	0.07782
15	65～69	0.16075	0.18042	0.15028	0.13909
16	70～74	0.26930	0.24504	0.25192	0.22749
17	75～79	0.50732	0.42187	0.39798	0.42429
18	80～84	0.71456	0.59522	0.55202	0.61975
19	85～	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

表—2 女性の死亡率

	Age Group	1960	1965	1970	1975
1	00～00	0.02691	0.02270	0.00847	0.01419
2	01～04	0.00182	0.00290	0.00028	0.00019
3	05～09	0.00426	0.00452	0.00473	0.00093
4	10～14	0.01651	0.01513	0.00132	0.00104
5	15～19	0.00166	0.00100	0.00199	0.00104
6	20～24	0.01188	0.00894	0.00432	0.00383
7	25～29	0.00501	0.00392	0.00403	0.00192
8	30～34	0.01487	0.01070	0.00768	0.00422
9	35～39	0.01537	0.01100	0.00967	0.00864
10	40～44	0.01798	0.01124	0.01159	0.01057
11	45～49	0.04030	0.02490	0.02572	0.01312
12	50～54	0.03179	0.02564	0.02787	0.01564
13	55～59	0.03143	0.02866	0.04692	0.03167
14	60～64	0.07932	0.05304	0.05730	0.04891
15	65～69	0.12801	0.09921	0.08150	0.08907
16	70～74	0.14283	0.16414	0.17443	0.15854
17	75～79	0.34821	0.25553	0.32956	0.27855
18	80～84	0.61318	0.38624	0.52116	0.45284
19	85～	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

補遺 4 各セクターの変数リスト

1. VARIABLE LIST OF POPULATION SECTOR

1. MP** : Male Volume of **-(**+4) Age Group
2. MS** : Male Shift Volume of **-(**+4) Age Group
3. MD** : Male Death Volume of **-(**+4) Age Group
4. MM** : Male Migration Volume of **-(**+4) Age Group
5. MSDR** : Male Specific Death Rate of **-(**+4) Age Group
6. MARA** : Male Net Migration Rate of **(**+4) Age Group
7. TP : Total Population
8. TMP : Total of Male Population
9. SR : Sex Ratio
10. BR : Total Volume of Birth
11. MBR : Male Volume of Birth
12. TDE : Total Volume of Death
13. MDE : Male Volume of Death
14. MNETMI : Volume of Male Net Migration
15. NETMI : Volume of Net Migration
16. SBR** : Specific Birth Rate by **-(**+4) Age Group
17. INMIG : Number of In-migrants
18. OUMIG : Number of Out-migrants
19. E1 : Employee of Primary Industry
20. E2 : Employee of Secondary Industry
21. E3 : Employee of Tertiary Industry
22. RTRE : Total of Administrative Investment
23. HEDR : Rate of Graduate of Senior High Schools following Advance Cours.
24. RTINV : Investment of Tangible Fixed Assets in Manufacturing

2. VARIABLE LIST OF FISCAL SECTOR

1. IUE : Income from Unicorporated Enterprices
2. CEM : Compensation of Employees
3. IPC : Income from Private Corporations
4. IMIT : Individual Municipal Inhabitants Tax
5. CMIT : Corporation Municipal Inhabitants Tax
6. MIT : Municipal Inhabitants Tax
7. OTH1 : City Tax without MIT
8. OTH2 : Other General Revenus without City Tax
9. TD : Treasury Disbursements
10. PD : Prefectural Disbursements
11. CT : City Tax
12. TTLG : Transferred Tax for Local Gov.
13. STLG : Shared Tax for Local Gov.
14. TPD : Disbursements by Treasury and Prefecture (=TD+PD)
15. SA : Special Account
16. PEA : Public Enterprise Account
17. GRA : General Revenue Account
18. TRA : Total RevenueAccount (=GRA+SA+PEA)
19. TEA : Total Expenditure Account (=TRA)

20. ER : Expence for Running
21. EIF : Expence for Investment of Facilities
22. IIF : Investment for Industrial Facilities
23. ILF : Investment for Living Facilities

3. VARIABLE LIST OF INDUSTRIAL SECTOR

1. SFIM1 : Stock of Fixed Investment of 1-Manufacturing
2. IIM1 : Increase Investment of 1-Manufacturing
3. DIM1 : Decrease Volume of 1-Manufacturing by Obsolete Assets
4. APIM1 : Antipolution Investment to Net Product of 1-Manufacturing
5. RIM1 : Rate of Investment to net Product of 1-Manufacturing
6. FIM1 : Fixed Investment of 1-Manufacturing
7. NPM1 : Net Product of 1-Manufacturing
8. R1NP : Rate of Net Product to Shipment of 1-Manufacturing
9. VSM1 : Value of Shipment of 1-Manufacturing
10. EM1 : Emplyee of 1-manufacturing
11. PMI : Product of Minning
12. RMNP : Rate of Net Product to Product
13. NPMI : Net Product of Minning
14. NPCO : Net Product of Construction
15. NPMF : Net Product of Manufacturing

Where, 1 means the industries of Food and Kindred
2 Lumber, Wood, Furniture, Pulp and Paper
3 Chemical, Petroleum and Coal
4 Ceramic, Stone and Clay
5 Iron, Non-ferrous metals, Fabricated metal
6 Machinery
7 Miscellaneous

4. VARIABLE LIST OF CAPITAL FORMATION SECTOR

1. NHAU1 : Number of Stock of Public Dwellings (household)
2. INHA1 : Number of Increase Dwellings by Public Investment (household/million yen)
3. DNHA1 : Number of Decrease dwellings by Obsolete Assets (household)
4. SHAU1 : Stocks of Public Dwelling (million yen)
5. IHAU1 : Increase Volume of Public Dwellings Investment (million yen)
6. DHAU1 : Decrease Volume of Public Dwellings by Obsolete Assets (million yen)
7. SHAU2 : Stocks of Private Dwellings (million yen)
8. IHAU2 : Increase Volume of Private Dwellings Investment (million yen)
9. DHAU2 : Decrease Volume of Public Dwellings by Obsolete Assets (million yen)
10. SPEI : Stocks of Private Capital Formation (Excluding Dwellings) (million yen)
11. IPEI : Increase Volume of Private Enterprise Investment (million yen)
12. DPEI : Decrease Volume of Private Enterprise Investment (million yen)
13. SHAU : Stocks of Public and Private Dwellings (million yen)
14. DHAU : Decrease Volume of Dwellings by Obsolete Assets (million yen)
15. IHAU : Increase Volume of Dwellings by Investment (million yen)
16. NHAU : Dwellings Investment by Administration (exogenous Var.)
17. HAU : Dwellings Inbestment by Municipal (million yen)
18. IHAU : Increase Volume of Dwellings Investment by Municipal

19. INHAU1 : Number of Increase Construction by Investment
20. HCAPT : Rate of Public Dwellings per Household
21. RHHS : Rate of Household per Capita
22. NHH : Number of households
23. TP : Total Population
24. NP1 : Net Product of the Primary Industry (million yen)
25. NP2 : Net Product of the Secondary Industry (million yen)
26. NP3 : Net Product of the Tertiary Industry (million yen)
27. IIN : Private Income (million yen)
28. IPHAU : Investment of Private Dwellings (million yen)
29. INPO : Increase Population
30. RHHD : Rate of Increase Household to Increase Population
31. INHO : Increase Household
32. IPEF : Investment of Private Enterprise (Including Private Dwellings)
33. NHAU2 : Number of Increase Construction by Private Investment
34. UHC : Dwelling Construction Cost per Unit
35. MPAT : "MPAT" Function, Municipal Fixed Assets Tax Function
36. IIN : "IIN" Function, Privaet Income Function
37. NHAU2 : "NHAU2" Function, See 33.

Summary

As is generally recognized, the change of the region caused by the large scale development is rapidly prompting, and its effect appears the population change apparently. The rapid change in population gives rise to much problems in the region. Therefore, points to which special attention should be paid are to predict the movement of population arising from a location of the large scale industrial park. It is clearly of considerable importance for the regional planners to take its results into consideration and make a plan for a development. The objectives of this present paper are to identify the structure of the Demographic System Model by means of the DYNAMO equations of SD (Systems Dynamics) and the technique of multivariate analysis, and with the aid of its model to try the post analysis of the macro movement of intra-regional population arising from industrial development.

The primary demographic processes are formularized as follows:

$$\Delta P = B_t - D_t + M_{t,i} - M_{t,o}$$

where ΔP: number of increase or decrease in population.
B_t: number of birth at t. D_t: number of death at t.
$M_{t,i}$: number of in-migrants at t.
$M_{t,o}$: number of out-migrants at t.

Each of the right-hand side is determined by the economic, social, and cultural factors. Namely, the population sector has to do with the relationships between both economic and social sector. And the relationships among the three sectors consists of the interdisciplinary factors.

To put it in the concrete, we try to apply the Systems Dynamics which lately has become the center of wide interest to the Demographic System Model of Tomakomai city (Hokkaido) with the large scale Seibu Industrial Zone. To summarize our interpretation of the results of this study.

We can explain as follows:
—On the structural identification of the model—

1) The model is made up four sectors: population, industrial, capital formation, and fiscal sector. In addition, the first sector consists of three sub-sector: birth, death. and migration sub-sector.

2) Exogenous variables (policy variables) are the administrative investment by national and Hokkaido prefectural government. Accordingly, the main routine of the model begins with the fiscal sector.

3) We obtained satisfactory fitness between the real value and the value generated by the model. We used the three tests, namely partial, intrasctoral, and intersectoral tests as a technique to get the reasonable results.

—On the macro movement of population—

1) As is obvious from the four population indecies, the structure of population will become older and older. For exsample, IOO (rate of aged population 65 and over to children under 15) has an increasing tendendy every year. In the part it increased from 10.7% (1960) to 18.0% (1975).

2) Though alternative index (the value of children under 15 to adults aged 15-29) is the minimum of 0.824 in 1970, it will progressively increase.

3) The net migration arising from the location of Seibu Industrial zone is the differential migration which centers adults aged 15-34. Accordingly, the distortion of population pyramid appears clearly.