工業の最適立地について

1. はじめに

工業の適正配置がいわれだして久しいが，工業立地は年々，環境，資源等の制約をうけ，単に，企業利潤最大化あるいは費用最小化といった純経済的意味あいだけから立地選択を行なうことが不可能に近くなっている．このことは工業立地が地域とのかかわりあいを重視せざるを得なくなっていることを意味し，また地域計画の枠組の中で考えていく必要性を暗示している．

このような状況下において工業立地をみていく場合，つぎの二つの側面が考えられる．

一つは企業サイドでの最適立地探索，また一つは地域サイドから立地を誘導，規制等の形で最適な工業立地パターンを導こうというものである．これらは互いに影響を及ぼしあい，これをいかに調整させていくかは地域計画における重要な課題でもある．図1はこの関係を示しており，またそこで用いられる主な分析手法を記している．

本稿では企業サイドの分析として，Weberの立地論に代表される個別企業の最適立地について，また地域サイドの分析として，地域にとって最適な生産活動の構成（または業種構成）を選定する手法である Industrial Complex Analysis(産業複合体分析）を取り上げ考察するものである．

2. 個別企業の最適立地

2.1 Weber の立地論

A. Weber の立地論[1]は，工業立地のみならず地域経済分野では最も基本的な研究であり，多

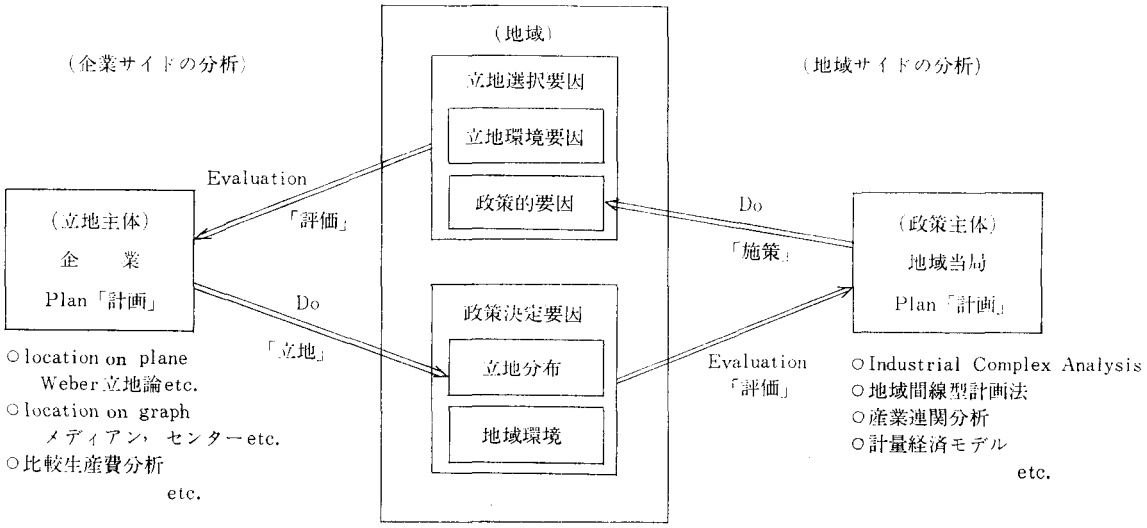

図 1　工業立地の体系と分析手法

くの研究者により研究されひきつがれている．

まずその概略を述べておこう．(なお Weber 理論の研究，解説については[2]が詳しい．)

この理論の基本的概念は立地因子であるといえる．これは生産費のうち立地場所により差異を生ずる費用項目とされ，費用面での立地の優位性を示すものと考えられる．また販売要因は考慮されず，企業の目標は費用最小化として設定される．

Weber はさまざまな生産費用項目に検討を加え，その中から輸送費因子（原料価格の差異も換算して含まれている)，労働費因子，集積因子を取り上げている．そしてこれらの因子のもつ牽引力の相互作用により立地の決定が行なわれる．

また原料供給地，消費地，労働力供給地は与えられ，その供給力は無限，消費地での需要は一定という前提を設けている．

これらの条件の下で，まず労働費その他の費用項目を一定とし，輸送費最小地点を求める（輸送費指向論)．この際，財（生産に用いられる原料および製品）の具体的特性等は重量に換算化され，分析の視点を輸送される財の重量に置く．それ故原料の分類もこの観点から行なわれる．

輸送費最小地点が，後述する立地三角形等により決定されると，つぎに労働力供給地への指向性について検討される（労働費指向論)．これは輸送費最小地点が労働力供給地での労働費の節約によりいかに偏倚するかをみるもので，その節約額が輸送費最小地点と比較しての輸送費増加額より大きければ立地は偏倚することになる．

さらに集積論では，他の因子(輸送費，労働費)により立地を定めたいくつかの企業が集積の利益によってある一地点に集まるにいたる過程を研究している．

Weber 理論の概略について述べてきたが，ここでさらにいわゆる立地問題の基礎ともいえる輸送費最小立地についてみてみよう．

2.2 輸送費最小立地

立地に影響を与える要因の中で輸送費は現実の

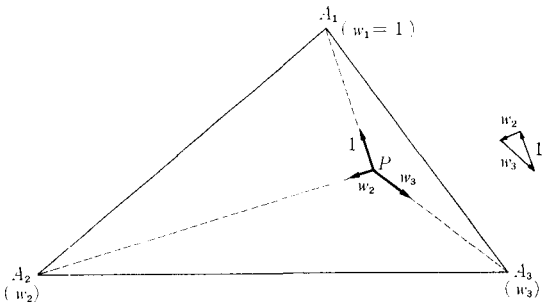

図 2 Weber の立地三角形

アンケート調査等でみる限り，原料，製品とも重量があり，輸送費の生産費に占める割合の高いような業種を除いてさほど決定的な因子とはいえない．むしろ市場への近接性，労働供給量，用水，地価等の要因が重要視されている．にもかかわらず，Weber をはじめとする多くの理論的研究においては輸送費は最も重要な因子としてみなされる．これは研究の行なわれた時代的背景とともに地域の問題を論議する際に，空間のもっている本質的な意義が輸送費の存在にかかわっていることによると考えられる．

さてこの輸送費最小立地を求めるため Weber は消費地1カ所 (A_1)，原料供給地2カ所(A_2, A_3)の場合をつぎのような立地三角形を用いて解いている．原料供給地は原料の重量をもって，また消費地は製品の重量をもって立地を牽引すると考えその均衡点が輸送費最小地点となる．なおここでは輸送費は財の重量と輸送距離に比例し，あらゆる方向に輸送可能，また賃率はすべて同一であると仮定されている．

いま製品1トンを生産するのに A_2 から原料1を w_2 トン，A_3 から原料2を w_3 トン用いる必要があるとする（生産係数一定，**図2**参照)．この時，工場の立地点Pから，A_1，A_2，A_3に直線を引き，その方向に一致させ，長さが $1: w_2 : w_3$ に比例するベクトルが閉じた三角形（重量三角形）をつくるような地点にPを定めれば輸送費最小地点が得られる．また一頂点の重量 w_j が他の二頂点の重量の和をこえると重量三角形は形成されず，必然

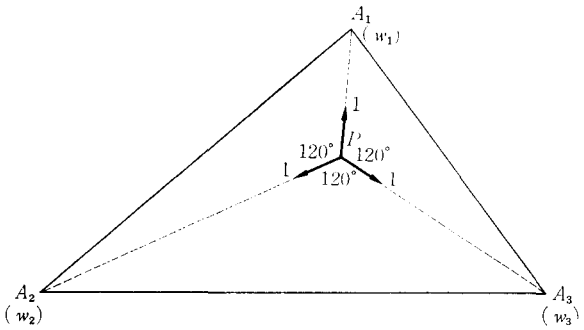

図 3 Steiner's Problem (Interior Solution)
$(w_1=w_2=w_3)$

的に立地はその頂点に定まることになる．重量三角形が形成される時の輸送費最小立地については，さらにT. Palanderにより多くの消費地(点)，あるいは極限として消費地域が存在する場合にも拡張されている[3].

またWeberの立地三角形においてすべてのw_j $(j=1\sim3)$ が等しいケースはすでにWeber以前に，J. Steinerにより解かれている問題(Steiner's Problem) と一致する．すなわち三角形のある一つの角が120°以上ならば，立地点Pはその鈍角を有する頂点に，またすべての角が120°以下ならば三角形内部に存在し，**図3**に示される地点が選ばれる．

Weber の立地三角形を解く方法としては，他にVarignonの物理的アナログモデル，等費用線の利用等があるが，ここでは頂点の数が4以上(立地多角形) のより一般的な場合に立地点Pの数値解を求めるKuhnとKuenneの方法についてさらに述べよう[4].

立地多角形の各頂点の座標を (x_j, y_j)，立地点を(x_p, y_p)とすると，Weber の問題はつぎの(1)式の最小化問題となる．

$$\Phi=\sum_j(w_j \quad s_{pj}) \tag{1}$$

ただし，

$$s_{pj}=[(x_j-x_p)^2+(y_j-y_p)^2]^{1/2} \tag{2}$$

(1)式をx_p，y_pでそれぞれ偏微分して0とおくと，

$$\partial\Phi/\partial x_p=\sum_j(w_j/s_{pj})(x_j-x_p)=0 \tag{3}$$

$$\partial\Phi/\partial y_p=\sum_j(w_j/s_{pj})(y_j-y_p)=0 \tag{4}$$

となり，x_p，y_pは，

$$x_p=\sum_j(w_j{}^0\,x_j)/\sum_j w_j{}^0 \tag{5}$$

$$y_p=\sum_j(w_j{}^0\,y_j)/\sum_j w_j{}^0 \tag{6}$$

ただし，

$$w_j{}^0=w_j/s_{pj} \tag{7}$$

として表わされる．(5)，(6)式は，直接には解が求まらないので，近似的に解を得るために，次式の最小化を考える．

$$\Phi^*=\sum_j(w_j\,s_{pj}{}^{2*})=\sum_j(w_j[(x_j-x_p{}^*)^2+(y_j-y_p{}^*)^2]) \tag{8}$$

(8)式を最小化する$x_p{}^*, y_p{}^*$ (center of gravity とよばれる) は，

$$x_p{}^*=\sum_j(w_j\,x_j)/\sum_j w_j \tag{9}$$

$$y_p{}^*=\sum_j(w_j\,y_j)/\sum_j w_j \tag{10}$$

となり，これは求めることができる．この値を第一次近似解$(x_p{}^{(1)},\ y_p{}^{(1)})$とする．つぎに$(x_p{}^{(1)},\ y_p{}^{(1)})$を(7)式に代入し，(5)，(6)式により$(x_p{}^{(2)},\ y_p{}^{(2)})$を得る．以下これを$n$回くり返し，$(x_p{}^{(n)}-x_p{}^{(n-1)})\to0$，$(y_p{}^{(n)}-y_p{}^{(n-1)})\to0$となれば解は得られたとするのである．

KuhnとKuenneによれば頂点数3～24の間の15ケースについての試算の結果，くり返し回数は7回以内ですむとしている．

この一般化されたWeberの問題は各頂点の重みw_jに各都市の人口をとればショッピングセンターのような施設の立地問題に適用することができる．その場合には人口によりウェイト付けされた総距離の最小化となるが，いまショッピングセンターの引力が各都市の人口に比例し，その距離

に逆比例するというグラビティ型の仮定を設ければ，立地点Pは maximum interaction point になる．もちろん，各都市を点として扱う，また立地点は1カ所に限られる等の問題は残る．そしてこのようにして求められた最適立地点が，山の中，湖の中あるいは都市計画上認められない地点になることもありうる．

これに対し，ここでは触れないが，あらかじめ立地候補地をいくつか定めておき，それに主要な地点を加えてグラフを構成し，立地点を決定するアプローチが考えられ，現在，立地問題の多くがこれに属している（たとえば[5]など）．候補地は現実的に定性的要因により絞ることは可能であるし，またグラフ上の立地の場合，ヒューリスティックな方法，数理計画各技法の適用が比較的容易になる．この種のアプローチでは輸送費の他，運営費等の立地点での費用も考慮され，倉庫，配送センター等の立地問題に多く用いられている．

3. Industrial Complex Analysis（産業複合体分析）

ここでは業種相互間の関連を考慮に入れた企業群（業種群，生産活動群）の最適立地について考える．前述の個別企業の立地では企業にとっての最適が問題にされたが，以下に述べる Industrial Complex Analysis（以下，ICAとよぶ）は地域政策的意味あいをもち，地域にとって最適な企業群が選定される．

ICAを説明する前に，その背景について簡単に述べておく．

地域の問題を対象とし，業種間の関連を考慮に入れた分析としては，地域間産業連関分析があり理論的な厳密性を備えているが，規模の経済，集積の経済，さまざまな要素の価格からくる生産費の地域的差異等は扱うことができない．

また一方において，Weber 理論を基礎にし，それをより実用的な形で発展させた W. Isard の比較生産費分析（立地対象となる各地域の輸送費，労働費，その他の生産費を比較し，純地域差を算定して総費用最小の立地地域を選定する手法）は各産業の立地の分析にしばしば用いられてきた[6]．しかしこの方法は，石油化学，鉄鋼等の基礎資源型の産業のように，立地要因が費用としてとらえやすい業種にとっては有用であるが，技術集約的・高付加価値型の産業の増加というような今日的状況においてはその適用が非常に限られたものになる．また業種相互間の関連もまったく考慮されることがない．

このような背景において比較生産費分析の利点を失うことなく，かつ重要な立地要因である業種間の関連をとり入れた手法として開発されたのが Isard らによる ICA である．すなわち理論的厳密性を基本的には保ちつつ，現実的必要性を加味させたものということができよう．

まず，Isard らによるプエルトリコでの適用を例にとり，その考え方を述べてみる．

3.1 Isard らによる ICA

Isard らの著[7]によると，Industrial Complex は，一定の立地点において重要な生産，販売その他の関係が相互依存的にある一連の産業活動と定義できる．各地にみられる石油化学コンビナート等はその一例である．

Isard らによる ICA はつぎのように要約できる．

① 地域的な各種条件（労働力，既存の産業，利用可能な資源の分布，交易構造等）により，可能と思われるいくつかの代替 Complex と，目標生産物を設定．

プエルトリコの例では，その豊富な労働力を活用することが，地域に利益をもたらすこと，またベネズエラ油田への近接性から，その原油を用い労働集約的な合成繊維や国内需要のある化学肥料等のいくつかの可能な生産の組合せが選定されている．

② 活動連関行列 (interactivity matrix) の作成．

表 1 活動連関行列（表）の例（数字は架空のもの）　（単位：1年あたり）

財（投入(−)，産出(+)）＼生産活動	(1) 石油精製タイプ1	(2) 石油精製タイプ2	……	(31) アンモニア製造	……	(73) ナイロン繊維
原油 MMバーレル	−3.2	−1.8				
直留ガソリン MMバーレル		−1.1				
⋮	−0.9					
⋮	−1.1	−0.9		−0.2		−0.1
⋮		+2.1		−0.3		
アンモニア MMポンド				+1.0		
⋮						−1.8
⋮						−2.5
ナイロン繊維 MMポンド						+1.0

産業連関分析における投入係数行列の考え方を利用したもので，Industrial Complex を構成する個々の生産活動を単位水準で操業する時の，投入物と産出物の数量を表わしたものである(**表1**)．生産活動を行なう際に用いられる財の投入量をマイナス，産出される財の産出量はプラスで表示される．なお資本，土地，労働等のように，生産規模に対して非線形な投入は記さない．

③　別途，推定される需要規模等により，目標生産物の生産水準を想定．

④　生産水準が達成された場合の投入物，産出物の総計（Industrial Complex において必要な原料および生産物の総計）を活動連関行列により算定．

⑤　労働力の総量，資本所要総額を，生産規模から推定．

⑥　比較生産費分析による Industrial Complex 立地点の評価および Industrial Complex の最終的な決定．

④により投入，産出物，そしてその数量が決定されるので，これらの需要地，供給地の分布をもとに Weber 流に立地多角形をつくり，輸送費最小地点を求める．この例によるとメキシコ湾岸が選ばれている．つぎに労働費，動力費その他の生産費の較差を求め，最終的にプエルトルコに有利な生産活動が決定される．

この Isard らの ICA は個々の生産物の生産方式，生産工程，設備等々の面で非常にきめの細かい調査にもとづいて行なわれており，この例のように開発途上地域の産業誘致等に有用であろう．ただ適用可能業種が限定される等の，比較生産費分析自体がもつ問題点は残されている．

日本においては吉川，小野氏らによる，岡山県水島地区を対象とした応用例がある[8]．

また最近 Isard は環境面をとり入れた形での ICAの拡張を試みている[9]．

3.2　数理計画法を用いた ICA

ICA は基本的には，生産活動，業種等の選択手法といえるので，そこには数理計画法の適用が考えられよう．その適用例としてまず，P.Nijkamp の計画モデルを紹介する[10]．

このモデルは対象地域の各種条件によりどのような Complex にするかの想定はなされているところから出発する．モデルの目的関数として，投資額の最小化，また所得の最大化等をとり，規模の経済，集積の経済もオペレーショナルな形で明示している．

まず Industrial Complex に属すると想定されている部門 i に注目し，その生産量はすべて売れると仮定すると，粗利益 R_i は，

$$R_i = p_i P_i - \sum_{j=1}^{J} p_j a_{ji} P_i - \sum_{\substack{i'=1 \\ i' \neq i}}^{I} p_{i'} a_{i'i} P_i \quad (11)$$

P_i：部門 i の生産量　p_i：部門 i の財の単価

a_{ji}: 投入係数（物量単位）

として表わせる．なお，添字 i' は Industrial Complex に属する i 以外の他の部門 $(i'=1\sim I)$，j は，Industrial Complex 外の部門（$j=1\sim J$）を示す．ここで，

$$p_i^P=p_i-\sum_{j=1}^{J}p_j\,a_{ji} \tag{12}$$

と置くと，(11)式はつぎのようになる．

$$R_i=p_i^P P_i-\sum_{\substack{i'=1\\ i'\neq i}}^{I}p_{i'}a_{i'i}P_i \tag{13}$$

さて集積の経済については，集積係数 (agglomeration coefficient) $\alpha_{i'i}$ を用いてつぎのように表わしている．

部門 i と i' が空間的に結合することにより，i, の中間投入の費用は指数的に減少すると仮定し，この費用を，

$$C_{i'i}=p_{i'}\,a_{i'i}\,P_i\exp(-\alpha_{i'i}\,P_{i'}) \tag{14}$$

$C_{i'i}$: i の生産のために用いられる中間投入 i' の費用

と定義する．係数 $\alpha_{i'i}$ は，部門 i と i' が空間的に結合している場合と，分離している場合の $C_{i'i}$ の差に関する経験的データから求められるとしている．

この集積の経済を考慮した(14)式をすべての i' について合計し，それを(13)式の第二項のかわりに代入し，さらに(13)式から労働，投資に関する費用を引くと，純利益 R_i' は，

$$R_i'=p_i^P P_i-\sum_{\substack{i'=1\\ i'\neq i}}^{I}p_{i'}\,a_{i'i}P_i\exp(-\alpha_{i'i}P_{i'})$$
$$-p_i^L L_i-\rho_i\,p_i^I I_i \tag{15}$$

L_i：P_i の生産に必要な労働量　I_i：P_i の生産に必要な投資　p_i^L：賃金率

p_i^I：投資の単価　ρ_i：減価償却率

となる．ここで(15)式で表わされる利益が望ましい最低水準は確保されなければならないと考え，これを制約条件とする．すなわち，

$$p_i^P P_i-\sum_{\substack{i'=1\\ i'\neq i}}^{I}p_{i'}\,a_{i'i}\,P_i\exp(-\alpha_{i'i}\,P_{i'})$$
$$-p_i^L L_i-\rho_i\,p_i^I I_i\geq\pi_i\,p_i^I I_i,\quad\forall i \tag{16}$$

π_i：単位期間での投資に対して，最低回収すべき利益率

この(16)式の制約下で投資額の最小化を考えると，目的関数は，

$$F=\sum_{i=1}^{I}p_i^I I_i \tag{17}$$

となる．

また規模の経済に関しては，生産と労働，資本投資との関係をつぎのような関数型を仮定して表わしている(Isard らの ICA で用いられたのと同型である[7])．

$$(I_i/I_{i0})=(P_i/P_{i0})^{\alpha_i},\quad\forall i \tag{18}$$
$$(L_i/L_{i0})=(P_i/P_{i0})^{\beta_i},\quad\forall i \tag{19}$$

ここで，α_i, β_i は技術的な生産弾力性 $(0\leq{}^{\alpha_i}_{\beta_i}\leq 1)$ 添字 $i0$ はその変数の技術的最低水準を表わすとしている．つぎに(18)，(19)式の関係を(16)，(17)式に代入すると，

$$F=\sum_{i=1}^{I}\nu_{1i}P_i^{\alpha_i}\rightarrow\mathrm{Min.} \tag{20}$$

s. t.

$$p_i^P P_i-\sum_{\substack{i'=1\\ i'\neq i}}^{I}\bar{a}_{i'i}\,P_i\exp(-\alpha_{i'i}\,P_{i'})$$
$$-\nu_{2i}\,P_i^{\beta_i}-\nu_{3i}\,P_i^{\alpha_i}\geq\nu_{4i}\,P_i^{\alpha_i},\quad\forall i \tag{21}$$
$$P_i\geq P_{i0},\quad\forall i \tag{22}$$

ただし，

$$\nu_{1i}\overset{\triangle}{=}p_i^I(I_{i0}/P_{i0}^{\alpha_i}),\quad\bar{a}_{i'i}\overset{\triangle}{=}p_{i'}\,a_{i'i},$$

$$\nu_{2i}\overset{\triangle}{=}p_i^L(L_{i0}/P_{i0}^{\beta_i})$$

$$\nu_{3i}\overset{\triangle}{=}\rho_i\,p_i^I(I_{i0}/P_{i0}^{\alpha_i}),$$

$$\nu_{4i}\overset{\triangle}{=}\pi_i p_i^I(I_{i0}/P_{i0}^{\alpha_i})$$

となる．しかしながら部門 i は必ずしも Industrial Complex に選択される必要はないので，つぎの条件を付加する．

$$P_i\geq P_{i0}\ \text{or}\ P_i=0,\quad\forall i \tag{23}$$

この関係を(20)，(21)式において考慮すると，

$$F=\sum_{i=1}^{I}\nu_{1i}\,P_i^{\alpha_i}\,\delta_i \quad \rightarrow \mathrm{Min.} \tag{24}$$

s.t.

$$p_i^{P}P_i\,\delta_i-\sum_{\substack{i'=1\\ i'\neq i}}^{I}\bar{a}_{i'i}P_i\delta_i\exp(-\alpha_{i'i}P_{i'}\delta_{i'})$$

$$-\nu_{2i}P_i^{\beta_i}\delta_i-\nu_{3i}P_i^{\alpha_i}\delta_i\geq\nu_{4i}P_i^{\alpha_i}\delta_i,\ \forall i \tag{25}$$

$$P_{i0}\,P_i^{-1}\,\delta_i\leq 1\,,\quad \forall i \tag{26}$$

$$\delta\geq 0\,,\ \text{either}\ 0\ \text{or}\ 1\,,\quad \forall i \tag{27}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\delta_i\geq 1 \tag{28}$$

となり，結局，(25)～(28)式の下で，(24)式を最小にする P_i を求めれば，Industrial Complex で選択される部門とその生産量を知ることができる．

この混合整数計画モデルは，J.H.P. Paelinckのモデルをベースとして発展させたもので，Nijkamp はさらにこれを変形し，幾何計画問題として解いている[10]．

以上は，投資額の最小化問題としての定式化であるが，この他，生産費用の最小化，所得の最大化についても試みており，また，多期間の問題として，Industrial Complex の最適スケジューリング問題の考察も行なわれている[10]．

Isard の方法と比較して，この方法は解法がやや複雑になるが，数理計画法の適用により，地域にとっての最適化目標が明示され，また制約条件にも環境条件やその地域に固有の条件等を付加していくことにより種々のモデルの展開が可能となる．

たとえば工業団地の最適業種構成を求めるような場合にも，Nijkamp のアプローチと類似した考え方を用いることができる．わが国においては工業適地が限定されている関係上どこに団地を造成すべきかということともに，限られた開発適地に対してどのような業種を誘致すれば地域個々の目的が達成されるかが問題となろう．この場合，地域の開発目標（たとえば雇用効果，税収効果の最大化等）を達成するという目的関数に対し，制約条件として環境汚染物資の排出基準，用地，用水，誘発される交通量等々が付加される．この際地域に既存の産業や他団地の影響も考慮されなくてはならない．

またこのような問題に対しては portfolio selection 等の適用も考えられるであろう．

3.3 統計的方法による ICA

ここでは業種レベルのデータを統計的に処理して Industrial Complex を構築する方法について述べる．

Industrial Complex を形成することによる利益，すなわち集積の利益は，各業種が地理的に近接し投入産出関係で機能的に結びつくことによるものであるが，この業種間の地理的近接性，機能的な結合はそれぞれ，spatial association, functional linkage (economic linkage) とよばれ，さまざまな尺度により計量化されている．

前者についてはたとえば地域別業種別雇用者数のデータから，業種間の相関係数を求める方法が多く用いられている．業種ごとの立地パターンが類似しているほど相関係数は高くなり地理的結びつきが強いことになる．

後者については産業連関表を用いてその I-O関係をもとに求めることができる．一例として M. E. Streit は，i,j 業種間の linkage L_{ij} をつぎの式のように定義している[11]．

$$L_{ij}=L_{ji}=(1/4)\left[\left(x_{ij}/\sum_{i=1}^{n}x_{ij}\right)+\left(x_{ij}/\sum_{j=1}^{n}x_{ij}\right)+\left(x_{ji}/\sum_{j=1}^{n}x_{ji}\right)+\left(x_{ji}/\sum_{i=1}^{n}x_{ji}\right)\right] \tag{29}$$

x_{ij} ：i 業種から j 業種への取引額

L_{ij} は0と1の間にあり，この値が平均値を上まわっていればその業種ペアは機能的に強く結ばているとする．

Streit はこの二つの指標をもとにして，Industrial Complex を構成する業種を選択している[11]．

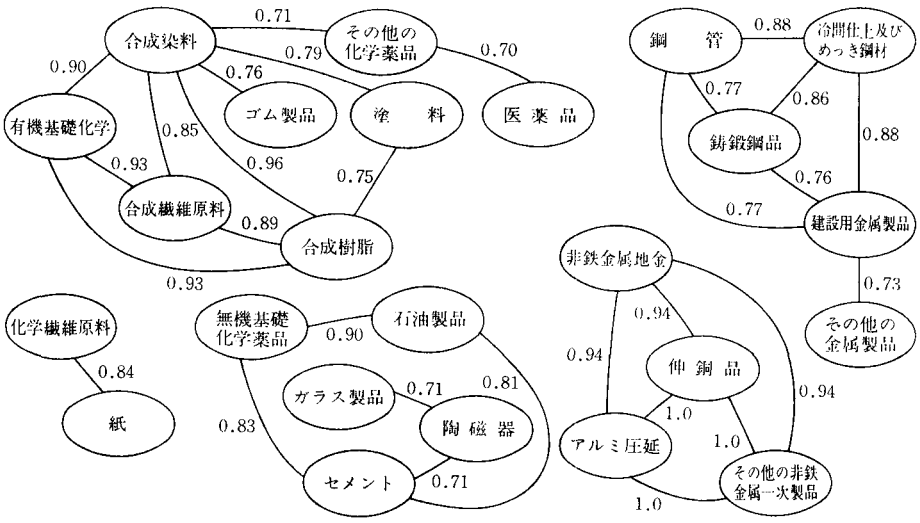

図 4 財の購入パターンの類似性（相関係数0.7以上の一例）（昭和50年産業連関表（160部門全国表）より算出）

また産業連関表の中間投入欄を列ごとにペアをとり相関係数を求めることにより財の購入パターンの類似性をみることができる．これは業種間の直接的な結びつきの程度を示すものではないが，相関が高いほど共通の原料，中間財を購入しているということができ，Industrial Complex 形成の一つの要因として考えることができる．昭和50年の産業連関表（160部門全国表）を用いてこれを計算すると**図4**のようになった．図4を見るといくつかのグループが形成されていることがわかる．

同様のことを連関表の行について行なうと，販路の類似性が求められる．

[12]においては，列ごと，行ごと，そして業種間の全体的な取引データとして連関表の対角要素を合計したもの（$x_{ij}+x_{ji}$）をもとに三通りの相関係数を求め因子分析を行なうことによって業種をグループ化しいくつかの Industrial Complex を構築している．

さてこれらの統計的方法を用いた ICA は Industrial Complex の業種選定の初期段階においてその候補としていくつかの可能な Industrial Complex を選ぶような場合に適用できよう．そしてその後に地域的条件，各種費用，利益等を考慮することにより最終的な Industrial Complex の決定がなされることになる．この方法の問題点としては，産業連関表を用いる関係上，業種間の関係が金額単位で表わされること，また相関係数を求める場合には業種分割，地域区分次第で結果が異ってくること等々をあげることができる．

以上 ICA について述べてきたが，ここで取り上げた以外の方法としては F. Perroux の提唱による growth pole 概念を基礎とした分析（たとえば[13]），また L. H. Klaassen の誘引モデルによる方法等があり，後者の適用例は[14]にみることができる．

4. むすび

本稿ではまず個別企業の立地問題として Weber の立地論，なかでも輸送費最小立地を中心に述べた．そしてつぎに地域にとって最適な企業群（業種群）を選定する手法である ICA についての考察を行なった．

工業立地論，とくに個別企業の立地に関しては Weber はじめかなりの著作，論文が発表されており，翻訳も多い．それらは地域経済学者によるものがほとんどであるが，扱われている問題自体は Weber の問題のように OR 的色彩が強いといえる．また ICA については発表されている論文が比較的少なく，研究の余地も多く残されている．

たとえば3章で取り上げたような規模の経済，集積の経済の表わし方の問題，投資を含んだ立地選定の動態的モデル[10]，立地決定にリスク，不確実性をとり入れたモデル，Industrial Complex の最適規模の問題，また ICA それ自身ではないが，地域環境への影響をとり入れた最適立地モデル，図1の関係を考慮に入れた立地行動モデル[15]等々が考えられる。

工業の最適立地を論ずる場合，何をもって最適とするか，その評価基準はさまざまであるが，今後さらに企業目的においての最適化が地域目的での最適化とどうかかわってくるか考察する必要があろう。

参考文献

[1] Weber, A.（日本産業構造研究所訳）：「ウェーバー工業立地論」，大明堂，(1966).

[2] 伊藤久秋：「ウェーバー工業立地論入門」，大明堂 (1970).

[3] Isard, W.（木内信蔵監訳）：「立地と空間経済」，朝倉書店，(1964).

[4] Kuhn, H. W. & Kuenne, R. E. : "An Efficient Algorithm for the Numerical Solution of the Generalized Weber Problem in Spatial Economics," *Journal of Regional Science*, Vol.4, No.2, (1962), pp.21-33.

[5] Hakimi, S. L. : "Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph," *Operations Research*, Vol.12, No.3, (1964), pp.450-459.

[6] Isard, W.（笹田友三郎訳）：「地域分析の方法」，朝倉書店，(1969).

[7] Isard, W., Schooler, E. W. & Vietorisz, T. : *Industrial Complex Analysis and Regional Development*, Wiley, New York, (1959).

[8] 吉川和広，小野和日児："Industrial Complex法による新産業都市の工業地域計画について"，土木学会誌，Vol.48, No.11, (1963), pp.37-43.

[9] Isard, W. : "Activity-Industrial Complex Analysis for Environmental Management," Papers of Regional Science Association, Vol.33, (1974), pp.127-140.

[10] Nijkamp, P. : Planning of Industrial Complexes by means of Geometric Programming, Rotterdam University Press, Rotterdam, (1972).

[11] Streit, M. E. : "Spatial Associations and Economic Linkages between Industries," *Journal of Regional Science*, Vol.9, No.2, (1969), pp.177-188.

[12] Roepke, H., Adams, D. & Wiseman, R. : "A New Approach to the Identification of Industrial Complexes Using Input-Output Data," *Journal of Regional Science*, Vol.14, No.1, (1974), pp.15-29.

[13] Livesey, F. : "Industrial Complexity and Regional Economic Development," *Town Planning Review*, Vol.43, No.3, (1972), pp.225-242.

[14] 三菱総合研究所，本州四国連絡橋公団：「本州四国連絡橋経済調査報告書(6)」，(1976).

[15] 春日井博，百合本茂："工場立地選択行動モデルとその適用"，日本経営工学会誌，Vol.28, No.4, (1978) pp.411-416.

ゆりもと・しげる　1948年生
早稲田大学　工業経営学科