

# 海外生産拠点選定のための DSS の設計

百合本 茂      増井 忠幸

## 1. はじめに

国内産業の空洞化が論議されだして久しいが、円高の進展や貿易摩擦問題などを契機として、製造業の海外直接投資は増加の一途を辿っている。地域的には、労働力の確保や労働コストの低減をねらったアジアを中心とする進出から、近年は、現地市場への販路拡大、貿易摩擦回避をおもな動機とした欧米先進諸国への生産拠点の進出がめだっている。しかし、欧米諸国と比較すると、日本企業の海外生産比率はいまだに低水準にあり、日本からの海外直接投資の約5割を占める対米投資についても、その投資の中心は金融、保険、不動産業などであり、このことが日米投資摩擦の原因の一つにもなっている。これは、製造業の直接投資の伸びが今後さらに増大する余地のあることを示している。

海外生産拠点の立地選定問題は、企業の経営戦略にあたって重要な意思決定の一つであるが、従来、そのような意思決定を定量的に支援するシステムについて論じられたものは少なく（注1）、海外進出を考えている企業にとって、このようなシステムに対するニーズは大きいものと思われる。

本研究では、生産拠点の立地選定対象国としてアメリカを選び、製造業の各企業がアメリカに生産拠点を設ける場合の、工場立地選定のための DSS（Decision Support System；意思決定支援システム）の設計、およびそのためのデータベースの構築を目的としている。

まず、日本企業の海外投資、対米投資の現状を見たあとで、立地主体が生産拠点を選定する際の意思決定プロセスを検討し、立地選定にあたって考慮すべき要因を抽出する。生産拠点の立地を考える場合、従来は生産活動に直接かわりのある要因、たとえば、原材料・部品の調達や市場への輸送費用、労働力の問題などについて重点的に考慮したものが多かった。しかし、今後は、地元側の誘致政策や対日感情のような社会環境に関する要因にも目を向けることが不可欠になってきている。そこで本研究では、生産活動にかかわる

要因とともに、これらの要因をも考慮に入れることにする。

次に、これらの種々の要因に関する地域別、業種別のデータベースを作成する。このデータベースは、立地主体が生産拠点を選定する際の候補地の評価に使用される。そして、工場立地選定までのプロセスをアルゴリズム化し、意思決定手法の一つである AHP (Analytic Hierarchy Process) を援用することにより、立地選定のための DSS を構築する。

## 2. 日本企業の対米投資

### 2.1 日本の海外直接投資の動向

まず、日本企業の海外直接投資の現状を統計資料を中心にまとめてみよう（注2）。

日本の海外直接投資は、1951年の再開以後、1960年代後半までは国際収支の赤字や国内優先の投資行動から年間1～2億ドルの規模にすぎなかった。

1970年代に入って、石油ショックによる変動はあったものの、海外直接投資は急増しはじめ、1978年から1980年度は平均48億ドルの規模になった。

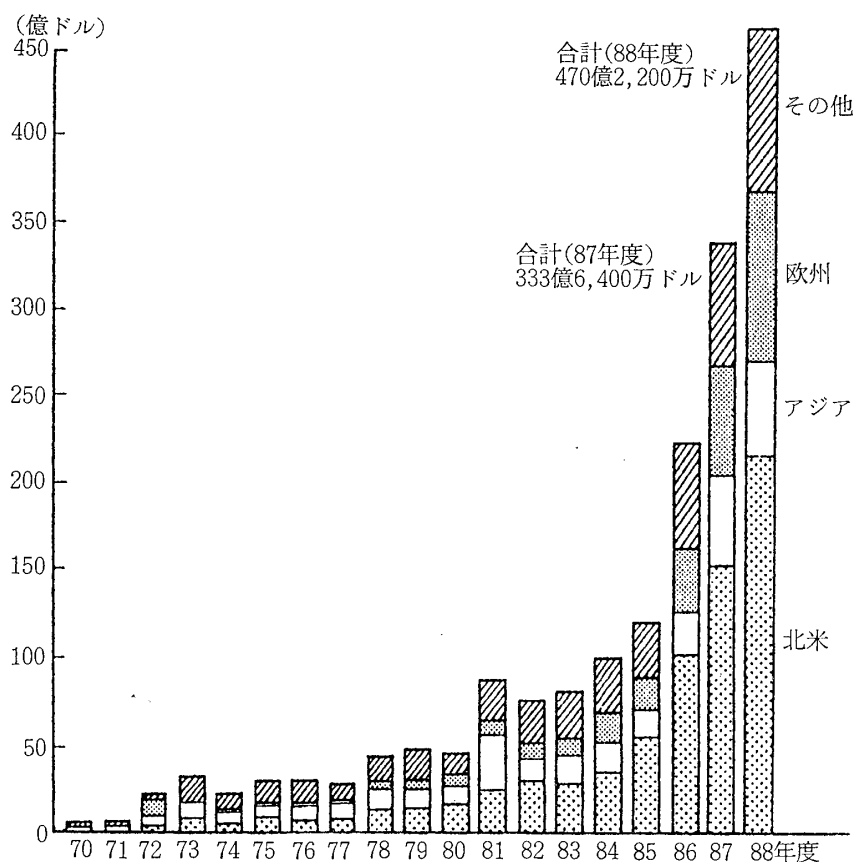


図 1. 日本の海外直接投資額の地域別推移

(注) 文献[1] p. 23

さらに、1980年代に入ってから、外為法改正による資本取引の自由化を背景に、海外直接投資は大幅に拡大した。1981年から1983年度の直接投資は平均83億ドルに達し、1984年度には史上初めて100億ドルの大台に乗った。

また、1985年9月のG5（先進5カ国蔵相・中央銀行総裁会議）以降の急激な円高の進行は、直接投資の拡大に拍車をかける結果となった。以後、投資規模の拡大は著しく、1986年度には223億ドル（前年度比82.6%増）、1987年度には333億ドル（前年度比49.4%増）となり、さらに1988年度には、大型M&Aによる海外拠点の強化戦略などから増勢が続き、470億ドル（前年度比40.9%増）に達した。1986～88年度の3年間の投資累計額は、1951年から85年度までの35年間の累計額を上回り、急激な伸びを示している（図1参照）。また、1989年度も1992年のEC市場統合に向けた投資拡大が予想されるため、500億ドル台に乗る可能性が強い（89年度上半期で308億ドル）。

このように日本の海外直接投資は、円高への対応をはじめ、貿易摩擦、金融自由化、EC市場統合への対応、さらにはM&Aの活用といった種々の要因が重なり、80年代後半にみられる増加に至ったのである。

地域別の投資動向としては、近年、北米向けの伸びが大きく、1988年度には、直接投資総額の全地域に占める比率が約5割（47.5%）となり、特にその大部分を占めるアメリカへの投資の集中が顕著である。この北米向け投資に次いで、欧州向け投資の比率も全体の20%余りを占めるまでになっている。

業種別では、金融・保険・不動産、サービス業の比率が高く、製造業は、1988年度累計ベースでそのシェアは26.7%、フローベースで29.4%となっているが、機械、電機を中心にその伸びは大きく、前年度比76.3%の増加になっている。

しかし、日本の製造業の海外投資は、国際比較でみるといまだに低水準にある。製造業の対米投資に目を向けると、1988年末時点の直接投資残高が多い国は、イギリス（370億ドル）、オランダ（172億ドル）、西ドイツ（133億ドル）、日本（122億ドル）、フランス、カナダと続くが、日本の投資額は、1位のイギリスの3割程度にすぎない。日本の対米投資の約8割近くが非製造業向け投資（412億ドル）であるためだが（注3）、ここ数年の製造業の投資の伸びは最も顕著で、88年は前年末比129%増と、今後もさらに増大すること

表 1. 主要国の海外生産比率 (単位：%)

|      | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1990 | 1993 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 日 本  | 3.2  | 3.9  | 4.3  | 3.0  | 3.3  | 5.5  | 6.5  |
| アメリカ | 18.8 | 17.3 | 16.1 | 16.2 | 18.5 | 19.0 | 19.5 |
| 西ドイツ | 17.0 | 17.4 | 19.3 | 20.0 | 20.3 | 22.5 | 23.0 |

資料：通商産業省：「我が国企業の海外事業活動動向調査」、1986年以降、三菱総合研究所推計。

が考えられる。

現時点での日本の海外生産比率が欧米諸国と比較してかなり低いことから、今後の製造業の投資の伸びが予想できる。海外生産比率は1986年度実績の3.3%に対して、1990年度の推定実績は5.5%、さらに1993年度には6.5%に上昇すると見込まれている(表1参照)。

また、海外生産の対GNP比率、対輸出額に対する比率をみてもやはり低く、後者の指標は特に輸出額とのバランスの上で重要であるが、今世紀末時点で、日本の海外生産の規模が輸出額にほぼ匹敵する水準に達することが予想されている(注4)。

## 2.2 日系製造業のアメリカにおける工場立地の現状

JETRO(日本貿易振興会)の調査によると、米国内の日系製造工場は、1989年9月時点で、少なくとも1,037工場の存在が確認されている。また、従業員規模は、米国の平均的な企業の従業員規模にほぼ等しく、米国内の日系製造工場の総雇用規模は約20万人と推定される。以下、この調査結果に基づいて、日系製造業の米国内における工場立地の現状を概説する(注5)。

### ① 地域別立地状況

1037工場の分布をみると、太平洋岸地域への立地が291工場と最も多く、以下、北東地域の235工場、南部大西洋岸地域の148工場の順となっている(図2参照)。1985年以降の

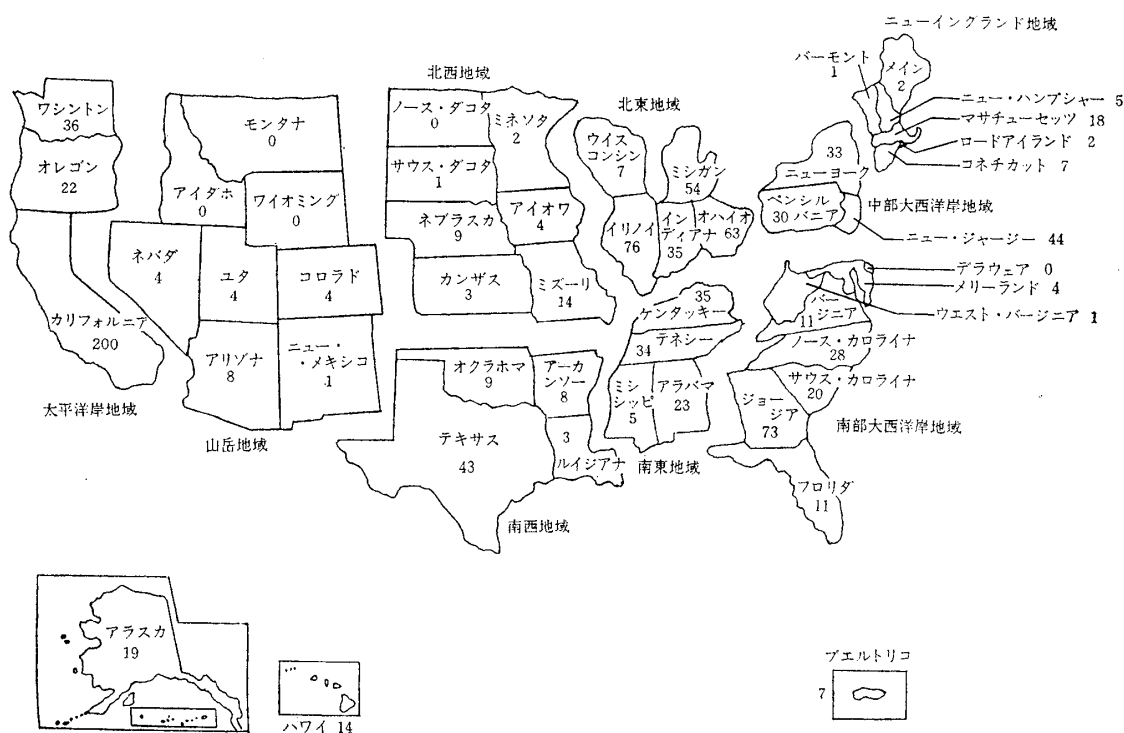


図2. 在米日系製造工場の生産拠点図(1,037工場, 89年9月現在)

(注) 文献[3] p.4

立地については、オハイオ、イリノイなどの北東地域とケンタッキー、テネシーなどの南東地域への立地が増加している反面、ニューヨーク、ニュージャージーなどの中部大西洋岸地域やカリフォルニアなどの太平洋岸地域への立地が相対的に鈍化している。

## ② 州別立地状況

日系製造工場の立地は、全米50州中45州（他にプエルトリコ）におよび、ほぼ全米に展開されている。州別にみると、カリフォルニア（200工場）、イリノイ（76）、ジョージア（73）、オハイオ（63）、ミシガン（54）、ニュージャージー（44）、テキサス（43）、ワシントン（36）、インディアナ（35）、ケンタッキー（35）の順となっており、これら10州で、全体の63.5%を占めている。特に、この1年間で最も伸びたのは、イリノイ、ジョージア、オハイオ、ケンタッキー州などである。

## ③ 業種別立地状況

有効回答670工場のうち、電気・電子機械が122工場（全体の18.2%）、一般機械が113工場（16.9%）、化学が78工場（11.6%）、食料品・タバコが64工場（9.6%）、金属製品が56工場（8.4%）、ゴム製品が52工場（7.8%）、輸送機械が48工場（7.2%）となっており、全16業種のうちこれら7業種で、有効回答数の約80%を占めている。操業開始時期別にみると、電気・電子機械が各年代を通じて対米進出の中心的役割を果たしているが、それ以外では、80年代前半までは食料品・タバコ、繊維・同製品などが多く、また、85年以降では、一般機械、金属製品、輸送機械などのウェイトが高まっている。地域別にウェイトの高い業種をみると、ニューイングランド地域では一般機械、北東地域では金属製品と輸送機械、北西地域では家具・装備品、化学、南部大西洋岸地域では電気・電子機械、南西地域では化学、電気・電子機械などのシェアが高く、一方、中部大西洋岸地域や太平洋岸地域では、各業種が比較的バランスよく立地している。

## ④ 工場の規模

従業員数については、1,037の製造工場のうち646工場から有効回答が得られているが、それによると、総従業員数は124,484人で、1工場当たりでは、193人となる。従業員規模別の工場数をみると、従業員10人未満が39工場（6.0%）、10～49人が206工場（31.9%）、50～99人が129工場（20.0%）、100～299人が168工場（26.0%）、300人以上が104工場（16.1%）となっている。操業時期別にみると、一般的に進出年代が新しいほど平均従業員数は少ない傾向にある。これは、操業初期には従業員をそれほど採用しないが、操業が安定し、軌道に乗ってくると採用を増加させるという現象を表わしているといえよう。また、電気・電子機械、輸送機械などの規模が他業種と比較して大きい。

## ⑤ 原材料・部品の現地調達比率

有効回答452社のうち、現地調達比率50%以上の企業が70%を占め、その立地が原材料供給と密接な関係にある家具・装備品、パルプ・紙、印刷・出版、食料品・タバコ、化学

などではいずれも90%を超えている。一方、一般機械、電気・電子機械、輸送機械などの現地調達比率は、50%未満であるが、一般機械、輸送機械などは操業時期が新しい企業も多く、今後さらに現地調達比率は高まることが予想できる。事実、前年度比をみると、有効回答の約半数の企業で現地調達比率が上昇している。

#### ⑥ 工場経営上の問題点

工場経営上の問題点をみると、良質労働者の確保、従業員の訓練などの労務・人事管理上の問題をあげている企業が、回答企業 505 社のうち27.9%、原材料・部品の調達の問題が13.9%、日米間の習慣・思考の相違が9.5%と続いている。

### 3. 生産拠点選定の意思決定プロセス

2章では、日本の海外直接投資、対米投資の現状、およびアメリカにおける日系製造業の立地の現状をみてきた。今後も日本企業、特に製造業の欧米を中心とする海外直接投資の増加が予想される。ここでは、製造業の各企業が海外に生産拠点を設ける場合、どのようなプロセスをとるかについて考察する。DSS では、意思決定者（本研究では立地主体）の意思決定プロセスを忠実にたどれることが必要である。

海外進出を考えている企業が、進出国としてどの国を選定するかについては、その企業の進出目的や経営方針などの経営戦略的な意思決定による。

国を選定する場合の一般的な要因としては、

- ・政治・社会情勢などのカントリーリスク
- ・労働力の質と量
- ・賃金水準
- ・政府の保護政策・誘致政策
- ・言語
- ・関連産業の発展度合
- ・原材料・部品調達の容易性
- ・市場規模やそれまでの輸出量

などが考えられる。これらの要因は、当該企業の進出目的や経営方針と密接な関係がある。たとえば、日本国内における労働力不足、あるいは人件費高騰などの問題から海外進出を考える場合には、労働力の量や賃金水準などにウェイトを置き、ASEAN 諸国を対象として検討するケースが多いであろう。また、輸出量の増大による貿易摩擦を解消し、世界市場を目指すことを目的とする企業では、市場規模やそれまでの輸出量などからアメリカを選ぶかもしれない。しかし、その逆はほとんどありえないと思われる。したがって本研究では、進出目的や経営方針などからおのずと決ってくる国の選定については、与えられ

たものとし、アメリカが選ばれたあとの立地場所選定のためのシステムを考えることにする。

企業が海外に生産拠点を設ける目的は種々あるが、欧米特にアメリカを対象とする場合、その目的は、

- ・現地市場への販路拡大
- ・現地生産による輸出の代替
- ・貿易摩擦の回避

などが圧倒的である（注6）。いま、これらの目的でアメリカに進出する際には、

- ・その妥当性
- ・成功の見込み
- ・進出時期

などを検討し、さらに、

- ・生産品目
- ・操業開始時期

を決定し、立地選定作業に入ることになる。これら一連の意思決定は、通常、社内プロジェクトチームにより行われることが多い。

生産拠点の具体的な立地選定作業は、

- ・プロジェクトチームが独自に行う場合
- ・自社の現地法人（駐在員事務所、支社など）に委託する場合
- ・コンサルティング会社などの外部の専門家に委託する場合
- ・これらを併用する場合

など様々である（注7）。

また、中小企業などでは、独自にこの作業を行う余裕がないところも多い。製品納入先の大手企業が既に現地に立地しているような場合には、その企業から立地候補地に関する情報を受け、進出地を決定することもある。たとえば、自動車組立メーカーの進出に伴って、部品メーカーが進出するような場合である。

日米合弁企業の場合には、合弁先企業が用地を提供することもあるし、また、両者が独自に最終候補地を数カ所まで選び、その後、両者合同のチームが候補地を検討し、決定することもある。

また、現地従業員の大量雇用が見込まれる大企業の拠点選定では、公募形式になる場合もある。ある自動車メーカーに対しては、30数州から誘致の申し出があり、多くの知事が自ら投資環境の説明のため来日した。この企業はこのうち22州に数次にわたる調査団を派遣し、最終的に絞りこんだといわれている（注8）。

本研究で対象としているのは、社内プロジェクトチームが生産拠点を選定する際にそ

の意思決定を支援するシステムである。

ここでは次のような考え方に基づいて、立地選定作業の意思決定プロセスの一般化を行う。

アメリカの場合、州ごとの独立性が強く、独自の法律、税制、行政により運営されている。また、外資系企業誘致のため、州単位で税制上、財政上の優遇措置を設け、誘致活動を行っている。たとえば、半数以上の州では、積極的な誘致や情報提供を図るため、日本国内に州事務所を設けている。そのため、生産拠点を選定する場合には、まず、アメリカ全土の中から、候補地としてどの州を選ぶか比較検討することは有用と考えられる。

州選定の結果、いくつかの州が候補として選ばれるが、次のステップとして、それらの州内の地点を検討し、立地点を決定することになる。この間には、現地への視察や州政府、地元などとの交渉が適宜おり込まれる。

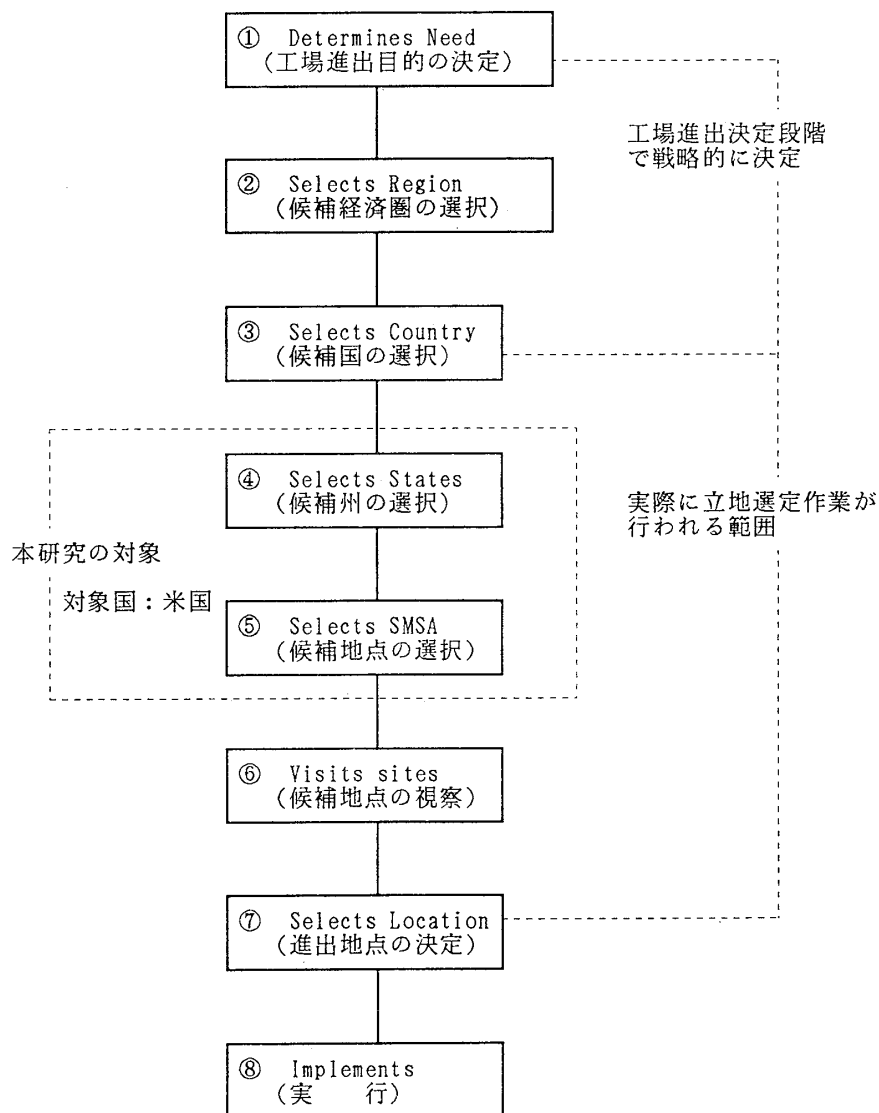


図 3. 海外生産拠点の立地選定プロセス



州内において比較検討をすべき地点として、ここでは、SMSA (Standard Metropolitan Statistical Area: 標準都市統計地域) を考えた。SMSA は全米329カ所に存在する行政区域をこえた都市圏域で、各地の商工会議所のカバーする地域とほぼ一致している。アメリカの地方行政区分は、州の下に郡 (County)、さらにその下に市町村 (Municipality) が存在する。しかし、企業活動を中心とした広範囲にかかわる行政においては、商工会議所の力が強く、日本のそれとは比較にならないほど大きな役割を果たしている。このことから考えると、日本企業がアメリカへの工場進出を考え、その立地場所について検討する際、SMSA を一つの対象地域としてとらえることは、適切な選択といえることができる。

これらの一連の生産拠点選定プロセスを図3に示す。

このようなプロセスを経て立地選定作業が行われると考え、図3の④、⑤の2つのステップ、すなわち、州選定、SMSA 選定それぞれにおける DSS の構築を行う。

## 4. 立地要因の抽出

生産拠点の選定プロセスを、州の選定ならびにその州内における地点 (SMSA) の選定に分けた場合、選定のための要因は、州税のように州レベルでのみ考慮される要因もあるし、工場用地価格のように地点レベルで考慮されるべき要因もある。したがって立地要因は、州選定、SMSA 選定それぞれについて抽出することが必要である。まず、州選定のための要因について述べる。

### 4.1 州選定のための要因

従来の多くの研究では、工場の立地要因として生産費用、輸送費用など生産活動に直接かかわる要因のみをとりあげたものが多かったが、海外に生産拠点を設ける場合には、税金や地元地域の優遇措置、雇用環境、あるいは就業者・住民の生活環境や社会環境などに関する要因についても考慮することが必要になる (注9)。本研究では、システムの適用に際し、アメリカ進出企業に対してアンケート、面接調査を行ったが、そこでも、企業が地元でいかに受け入れられるかについて非常に神経を使っていることが確認できた。これらの点についての考慮が足りないと、投資摩擦など種々の問題を引き起こすことになる。そこで、州選定のための要因を、

- ・調達・生産・販売にかかわる要因 (以後、これを生産活動にかかわる要因と呼ぶ)
- ・税金および誘致政策にかかわる要因
- ・就業者、住民の社会・生活環境にかかわる要因

の3つに区分して考えることにする。

## 流通問題研究

### 1) 生産活動にかかわる要因

生産活動にかかわる要因は、調達・販売に関係するものとして、原材料・部品市場、製品市場、輸送・交通を、生産に関係するものとして、労働（雇用環境）、操業環境をとりあげた。

#### ① 原材料・部品市場、製品市場

原材料・部品市場に関しては、家具、パルプ・紙、食料品などのように、現地調達比率の高い業種では大きな問題となる。また、業種間の後方連関を重視する組立系の業種でも、多くの部品を日本から輸入することへの批判や現地企業の育成の観点から、現地調達比率は高まることが予想され、原材料・部品の調達容易性や品質にウェイトを置かざるを得なくなるであろう。

製品市場は、アメリカ進出の目的の多くが現地市場への販路拡大や現地生産による輸出の代替をあげていることから、最も重要な要因の一つと考えられる。販売先としては、一般消費者を対象とする場合、現地企業を対象とする場合、親企業の進出に伴う部品メーカーの場合など様々である。それらの販売先への近接性にすぐれていること、市場に関する情報が得やすいこと、また、企業によっては企業間競争を避ける意味で、同業者の少ない場所を考える場合もある。

これらのうち、原材料・部品の調達容易性と市場（販売先）への近接性は、立地主体により評価が異なる要因として扱うことが必要になる。すなわち、ある企業にとってすぐれた州でも、その州に調達先や販売先の存在しない別の企業にとっては低い評価となる。この点については5章で再述する。

#### ② 労働（雇用環境）

労働に関しては、労働力そのものの問題、その地域の労使関係や組合の問題、賃金水準の問題、労働者の権利保護のための法律および規制の問題に分けて考える。

労働力については、質と量の両面からみていくことになるが、ここでは、立地主体の属する業種の労働力（産業労働力）、ブルーカラーの数（製造労働力）、技術者の数（技術労働力）、そして、失業率で表される余剰労働力をとりあげる。

アメリカにおける労使関係は80年代に入ってから好転し、進出する日本企業にとって、より操業しやすい環境になってきた。これは、組合組織率の低下、労働組合運動それ自体が協調路線に転じたことによる。とはいえ、州や業種によってかなりの差がみられ、重要な要因であることに変わりはない。そこでこれについては、労働組合組織率、賃金上昇率、スト発生率などをとりあげる。

賃金水準も、州によりかなりの格差がみられるものの一つである。

労働者の雇用に際しての各種差別の禁止、労働者の権利保護のために種々の法律や規制が制定されている。若年労働力の採用に関する Age Law、組合非加入員の労働権利を保

護する Right to Work, 労災補償 (Workmen's Compensation Act), 失業保険補償 (Unemployment Compensation Law) など州レベルで制定されている法律や規制は多い。

### ③ 操業環境

工場を効率的に稼働させていく上で考慮すべき要因で、州レベルの選定では、まず、電力料金やガス料金などのエネルギーコスト、発電能力、水道供給能力などのエネルギー関連要因があげられる。高度な技術を要する業種では、現地の大学・研究施設の存在は大きな役割を果たす。また、冬の積雪量はどのくらいであるかといった気候について考慮することも必要である。

操業環境に関する要因は、工場用地や地価のように州レベルでなく地点レベルで考慮される要因も多い。

### ④ 輸送・交通

進出企業が日本から、あるいは日本へものや情報を運ぶための輸送手段、およびアメリカ国内における輸送・交通の便利さに関する要因である。輸送手段としては、航空、船舶、内陸水路、鉄道、トラックなどがある。

航空では、日本からの直行便をもつ空港の数、国内線（メジャーエアライン、コミューターエアライン）に使用される空港の数などが考慮される。

船舶は、工業製品の輸出入に利用されており、便利な港の有無が立地に影響を及ぼす例もみられる。

ミシシッピー川を中心とする河川・運河輸送、五大湖上輸送などの内陸水路は、減少しつつあるとはいえ、運賃が割安なことから石炭、穀物、液体など大量輸送に適した物品の輸送に利用されている。

鉄道による貨物輸送も減少しているが、なおその量は膨大であり、重量トンベースでは輸送手段の中で一番多い。最近では、コンテナやピギーバック方式による輸送が増加しているといわれている。鉄道は長距離輸送に適しているため、ここでは、鉄道の利用のしやすさ、遠隔地への便の有無を要因としてとりあげる。

トラック輸送は、高度に発達したハイウェイを利用したタイムセンシティブな輸送が可能のため、取扱量の増加が著しい。要因としては、ハイウェイへのアクセスのしやすさ、ハイウェイによる遠隔地輸送の便利さをとりあげる。

## 2) 税金および誘致政策にかかわる要因

税金および誘致政策にかかわる要因については、税金と、税制上・財政上の優遇措置に分けて考える。

### ① 税金

企業がある州内で操業する場合の税負担として、法人所得税、売上税、使用税、資産税、

失業保険税などがある。このうち、使用税は、州外から物品を購入し売上税が課されない時に課税されるもので、税率は原則として売上税と同率であり、これらが二重に課されるものではないことから、使用税、売上税は一つとして扱う。

## ② 優遇措置

各州では、海外からの投資を促進し誘致を図るため、新規企業の進出や既存企業の設備拡充に対して種々の税制上、財政上の優遇措置を講じている。

税制上の優遇措置としては、所得税や資産税の減免、新規設備に対する売上税・使用税の免除、研究開発用設備投資に対する投資税額控除など様々なものがある。

財政上の優遇措置についても、様々な資金援助、貸付金、融資がある。

## 3) 就業者・住民の社会環境にかかわる要因

現地に赴く日本人社員、現地採用されるアメリカ人にとって、生活のしやすさは重要な問題である。安定した生活環境が得られず、現地社会と共存できないと投資摩擦を起こす原因にもなる。就業者・住民の社会環境は、日本人派遣社員の立場、現地採用されるアメリカ人の立場によって見方が異なる。そこでここでは、アメリカ人、日本人に共通する一般的な社会環境、および日本人にとっての社会環境に分けて考える。

前者としては、治安、生活費、上下水道の完備率（インフラストラクチャー）、通勤の便、医療施設の整備状況を取りあげる。

後者として、暮しやすさに大きく影響する対日感情、および日本人学校などの教育施設を取りあげる。

以上述べてきた各要因について、階層化し、整理したものが図4である。

これらの抽出した要因について、どのような指標で各州を評価するかが問題になるが、この評価指標には種々のものが考えられる。その要因の特徴を代表しうるもので、かつ、各州について収集可能なものでなくてはならない。何種類かの候補の中から、指標間の従属性の問題を考慮に入れながら、図4の右欄に示すものに決定した（注10）。

## 4.2 SMSA の選定要因

SMSA 選定の要因についても同様に階層化し、図5のようにまとめた。

SMSA は州と比較すると面積的に小さく、選定の際に考慮される要因は、州レベルでの選定要因と同じ項目のものもかなり含まれているものの、独自に考慮すべき要因も多い。

またここでは、税金・優遇措置に関する要因を除いている。税金については、売上税、使用税、資産税のように地方自治体が課税するものもあるが、税率が自治体のその年度予算に応じて変動し、自治体間で一律に相対比較することが困難なこと、また、州内のSMSA 間の税率格差はそれほど大きなものではないことから SMSA 選定に際しては考

# 海外生産拠点選定のための DSS の設計

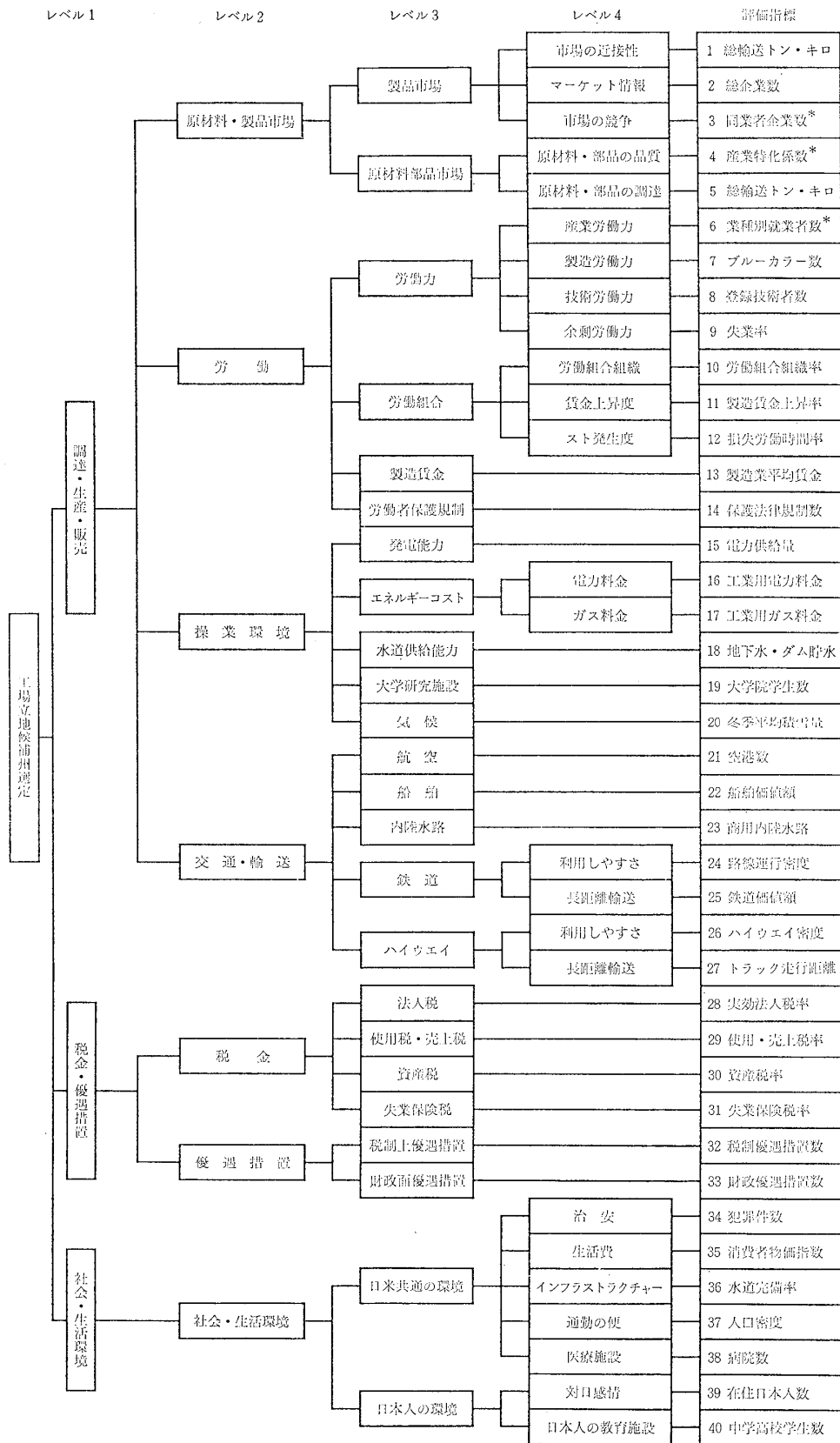


図 4. 州選定における立地要因の階層構造図

流通問題研究

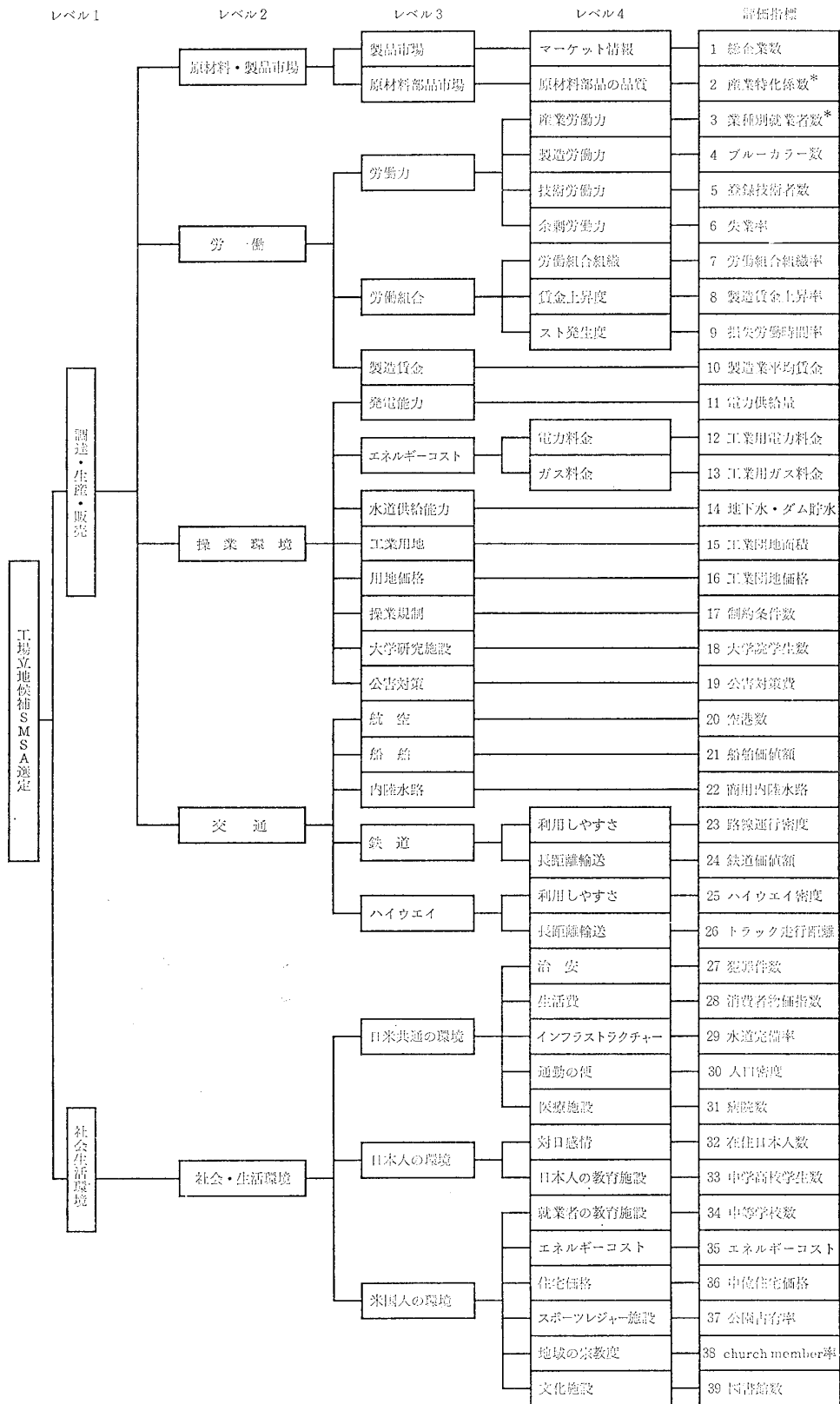


図 5. SMSA 選定における立地要因の階層構造図

慮外とした。優遇措置についても、自治体独自のものをもっている場合があるが、進出企業によってケースバイケース的に行っていることもあり、また、SMSA 間を一律に相対比較する指標の入手が困難であったため、考慮に入れなかった。

市場への近接性や原材料・部品の調達容易性なども、SMSA という地点レベルではあまり意味をもつとは考えられない。

一方、州選定の際には考慮せず、SMSA 選定の際にのみ考慮した要因には、操業環境に関する要因として、工業用地面積、用地価格、工場操業規制、公害対策費用負担、また、社会環境に関する要因として、アメリカ人にとっての生活環境（就業者の教育施設、生活関連エネルギーコスト、住宅価格、スポーツ・レジャー・文化施設、地域の宗教度）などがある。

州選定の場合と同様に、これらの要因を図 5 右欄の指標で評価する。

## 5. データベースの作成

諸資料により、各州、各 SMSA についての立地要因を表す評価指標に関するデータを収集する。これらのデータは、州別に独自に記録されているものも多く、その整理、統一や、出所年次などの相違などにも注意を払わなくてはならない。収集されたデータはそれぞれ単位もまちまちなので、以下に示す方法により10段階の評価値に直し、立地要因別評価値の州別および SMSA 別データベースを構築する。

本システムで使用されるデータベースは、3つの特徴をもっている。

- 1) 州別、SMSA 別の10段階評価
- 2) 業種別データベース
- 3) 市場への近接性、原材料・部品調達容易性に関する個別企業情報を取り入れたデータベース

さて、データを10段階に分割する方法としては、①評価指標のレンジをとり、それを10段階に分割するレンジ分割法、②評価指標を数値の大きい（または、小さい）順に並べ、5州ずつ10段階に分割する等順位分割法、③評価指標の平均値と標準偏差をとり、平均値を中心に標準偏差を用いて10段階区分を行う標準偏差分割法などが考えられる。これらのどれを採用すべきかは、データの分布の仕方による。

①は、データが一極集中型のような場合、たとえば、50州のうち1州だけ飛び抜けて高い値を示すとき、他の49州はすべて低い評価に引き寄せられることになる。本研究で上げた評価指標のデータ分布はこのような型を示す場合が多く、適用は避けた方がよいと思われる。

②は、データを均等に10段階に分割できる利点はあるが、数値の差やデータ特性を全く

流通問題研究

流通問題研究



無視し、順位のみを問題にしているという大きな欠点をもつ。

③は、一極集中型の分布において（いくつかのデータが飛び抜けて大きいような場合）、小さい値を示すデータの過大評価が起きる可能性があるが、ある程度中間的な評価ができるという利点をもつ。したがって、ここでは③の方法により基準化を行った。具体的には、評価指標データの平均、標準偏差を求め、平均値を中心に $\pm 1\sigma$ に入らないデータを10または1とし、その間を8等分して評価値10から評価値1までの値を付与する。

評価指標の中には、同業者企業数や業種別就業者数のように業種によって別個に準備すべきものもあるため（図4、5の\*印）、製造業を11業種に分け、業種別にデータベースを作成した。表2は、州選定用の電気・電子機械のデータベースの例である。データベースはそれぞれ11業種ごとに、州選定用として、評価指標40項目、50州別に、また、SMSA選定用として、39項目、SMSA別に、dBASEIII PLUSのデータファイルにより構成されている。

また、原材料・部品の調達や市場への近接性のように個々の企業によって評価が異なり、共通のデータベースが利用できない要因については、当該企業の調達先、出荷先の位置、および調達比率、出荷比率を入力することにより、立地候補地からその位置までの距離を用いて総輸送トンキロを計算し、その要因に関する州別評価値を求める。たとえばいま、第*i*州の市場近接性評価値  $M_i$  は、当該企業の総出荷量（計画量）を  $S$ 、第  $j$  州への出荷比率を  $r_j$  とし、 $i$ - $j$  州間距離を  $d_{ij}$  とすると、次のように表される。

$$M_i = \sum_{j=1}^{54} (S \cdot r_j \cdot d_{ij}) \quad (i=1, 2, \dots, 50) \quad (1)$$

ここで、 $j$  を1から54としているのは、出荷先がアメリカ50州以外、すなわち、日本、ヨーロッパ、アジア、中南米の場合を考慮してのことである。ある州から出荷先までの総輸送トンキロが小さければ  $M_i$  の値が小さくなり、輸送コストが節減されと考えられるので、その州の市場近接性はすぐれていることになる。したがって、この値が小さければ、10段階評価値が高くなるようにしている。原材料・部品の調達についても同様の式により、立地主体によって異なる指標化がなされる。

このように、市場への近接性と原材料・部品の調達容易性の二つの要因については、立地主体がこれらに関する情報を入力することにより、その評価値が(1)式で計算され、さらに10段階評価値に基準化され、データベースにとりこまれる仕組みになっている（注11）。

## 6. DSS の構築

州および SMSA の選定プロセスをそれぞれアルゴリズム化し、階層化された要因構造を分析するのに適した AHP を利用して、生産拠点の立地選定のための DSS を構築する。

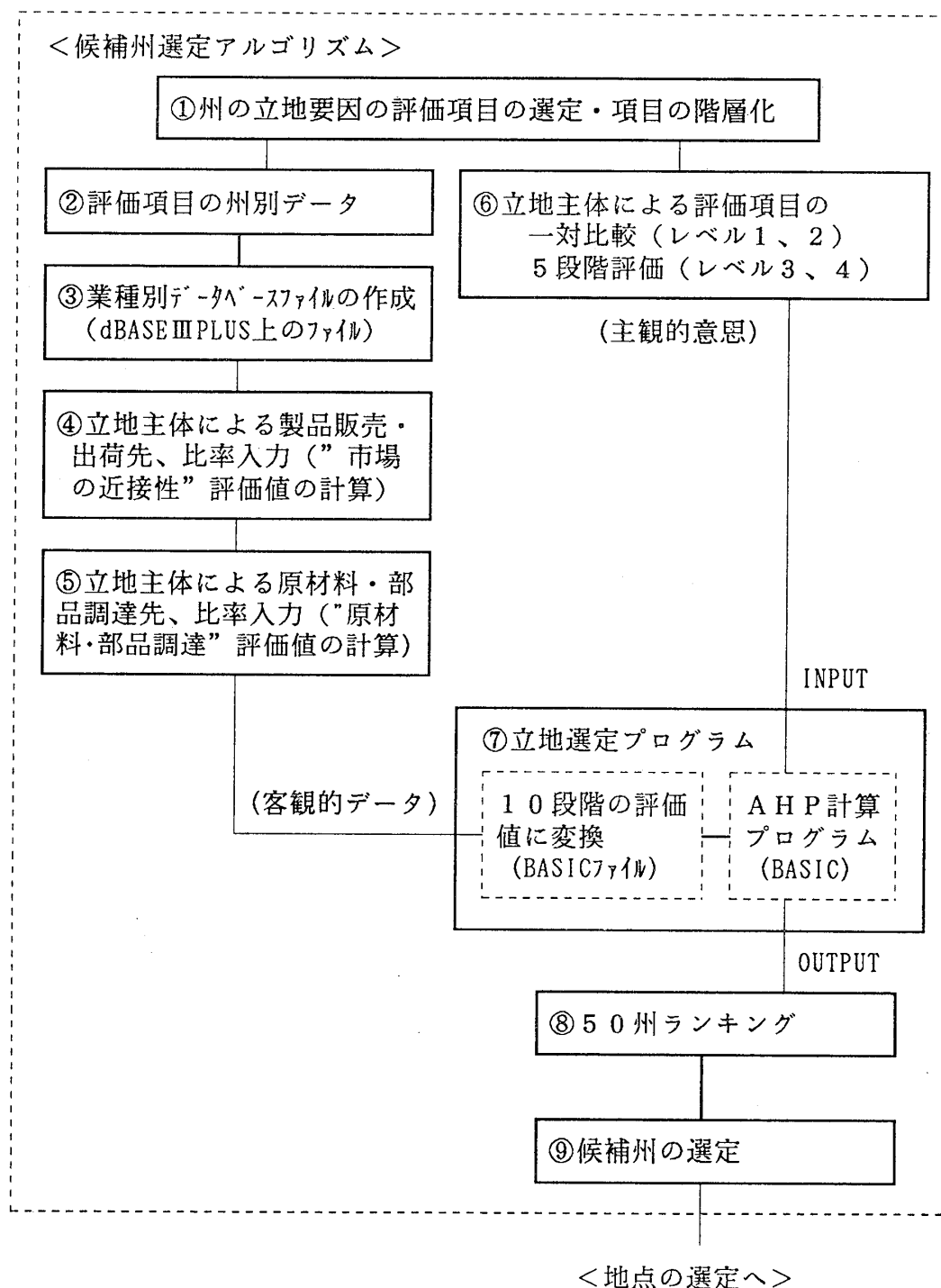


図 6. 州選定システム構造図

図 6, 7 にシステム構造を表すフローチャートを示す。

システム構築にあたっては、特に次の点を考慮した。

- 1) 4章で示した要因それぞれについて、立地主体がそれらのうち、どれをどの程度重視するかによって立地場所は異なってくるであろう。したがって、DSS では、立地主体が重視する要因に対する評価値の高い候補地が選出されるようにしなければならない。

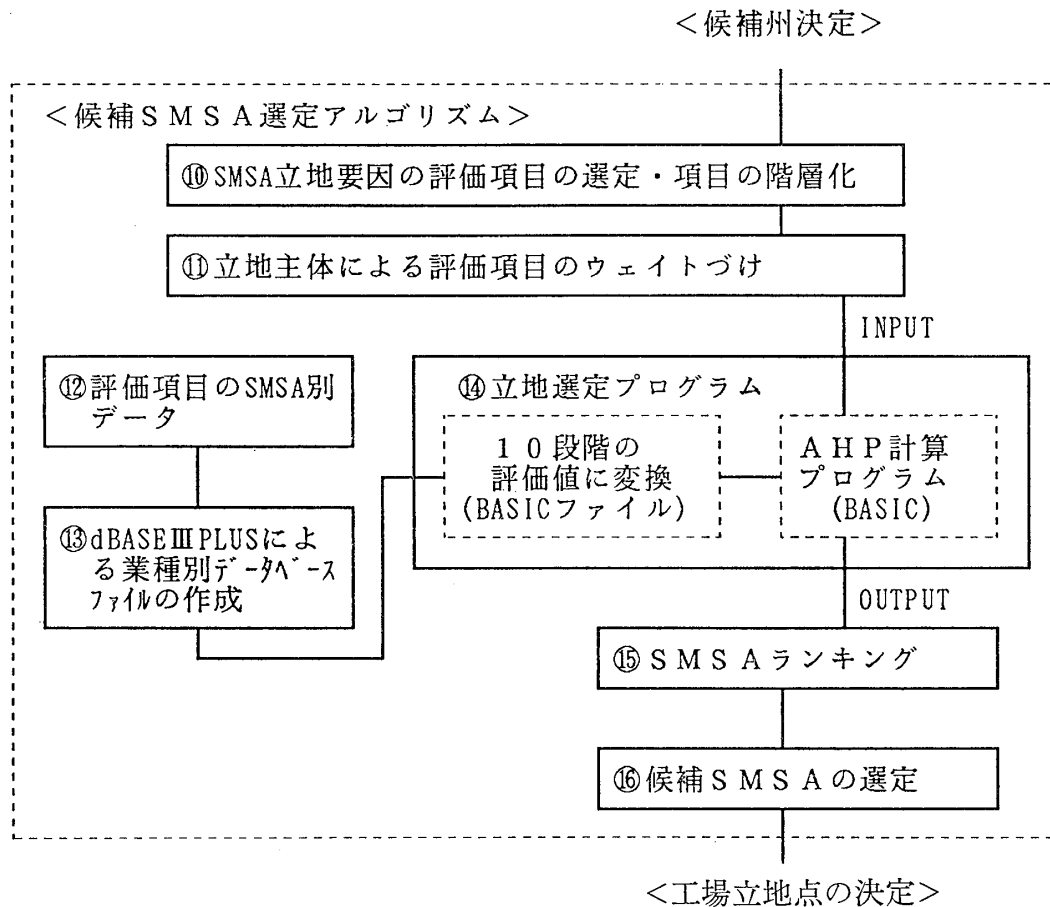


図 7. SMSA 選定システム構造図

- 2) 立地主体が各要因に対して重視する度合は，“選好ウェイト”という形で求めることにするが，要因の数が多く，階層的になっているので，ウェイトを求める際には，整合性に注意しなければならない。ここでは，階層化された数多くの要因（評価基準）に対して，階層レベルごとに立地主体の主観的な判断を取り入れ，ウェイトを求める方法として AHP を利用する。
- 3) システムの利用しやすさを考えると，立地主体の意見はディスプレイを見ながら対話的にパソコンに入力でき，結果がわかりやすい形で出力されるものでなくてはならない。さて，図 6 に従って，パソコンの画面を示しながら説明する。なお，このシステムは BASIC 言語により書かれている。

①～③は，前節以前で説明済みである。立地主体が企業名，業種名を入力すると，その業種のデータベースが読み込まれる（入力画面図 A，B）。

④，⑤は，(1)式による市場近接性，および原材料・部品の調達容易性の要因の州別評価値を求めるために，立地主体が，製品出荷先，出荷比率，原材料・部品調達先，調達比率を入力する部分である（入力画面図 C～I）。ここで計算された二つの要因の評価

\*\*\*\*\* 立地選定プログラム \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\* RICH90 \*\*\*\*\*

VERSION 1.1

会社名を入力して下さい。? A123

入力画面図A 企業名の入力例

|           |           |
|-----------|-----------|
| 1.電気・電子機械 | 7.パルプ・紙製品 |
| 2.食品      | 8.繊維・繊維製品 |
| 3.化学      | 9.鉄鋼・非鉄金属 |
| 4.輸送機械    | 10.金属製品   |
| 5.精密機械    | 11.一般機械   |
| 6.木材・木製品  |           |

業種番号を入力して下さい? 1

入力画面図B 業種番号入力例

製品の販売・出荷先(国・州)が具体的にわかりますか

(Y or N)? Y

入力画面図C 製品出荷先の確認例

国別販売・出荷計画

国別販売比率を入力して下さい。

| 販売先 | 比率(%)  |
|-----|--------|
| 米国  | ? 80 % |
| 日本  | ? 20 % |
| 欧州  | ? 0 %  |
| アジア | ? 0 %  |
| 中南米 | ? 0 %  |

この数値で良いですか (Y or N)? Y

入力画面図 D 国別出荷比率の入力例

米国内における販売・出荷対象地域

1: 米国全土を市場と考えている。

2: 特定の地域だけを販売対象として考えている。

番号を入力して下さい。? 2

1: 販売対象の州名および販売比率まで、具体的な計画がある。

2: 販売対象の州名のみわかっている。

番号を入力して下さい。? 1

入力画面図 E アメリカ国内での出荷先の確認例

販売する州のコードとその比率を入力して下さい

例 (州コード, 比率) = 5, 20

入力終了の場合 (州コード, 比率) = 0, 0 と入力して下さい

(州コード, 比率) = ? 5, 30

(州コード, 比率) = ? 12, 30

(州コード, 比率) = ? 14, 20

(州コード, 比率) = ? 17, 20

(州コード, 比率) = ? 0, 0

入力値は正しいですか (Y or N)? Y

入力画面図 F 州別製品出荷比率の入力例

原材料・部品の調達国と調達比率が分かりますか

(Y or N)? Y

入力画面図 G 原材料・部品調達国の確認例

国別調達計画

各調達先に、その比率を入力して下さい。

| 調達先 | 比率(%)  |
|-----|--------|
| 米国  | ? 60 % |
| 日本  | ? 40 % |
| 欧州  | ? 0 %  |
| アジア | ? 0 %  |
| 中南米 | ? 0 %  |

この数値で良いですか(Y or N)? Y

入力画面図 H 国別原材料・部品調達比率の入力例

調達する州のコードとその比率を入力して下さい

例 (州コード, 比率) = 5, 20

入力終了の場合は (州コード, 比率) = 0, 0 と入力して下さい。

(州コード, 比率) = ? 11, 40

(州コード, 比率) = ? 14, 30

(州コード, 比率) = ? 22, 30

(州コード, 比率) = ? 0, 0

入力値は正しいですか(Y or N)? Y

入力画面図 I 州別原材料・部品調達比率の入力例

## \*\* 市場近接性の評価値 \*\*

|                   |    |      |    |      |    |                 |
|-------------------|----|------|----|------|----|-----------------|
| 太平洋岸地域            |    |      |    |      |    |                 |
| I=47              | 10 | I=37 | 10 | I= 5 | 10 |                 |
| 山岳地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=26              | 10 | I=12 | 10 | I=50 | 10 | I=28 10 I=44 10 |
| I= 6              | 10 | I= 3 | 9  | I=31 | 9  |                 |
| 北西地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=34              | 9  | I=41 | 9  | I=23 | 8  | I=27 9 I=15 8   |
| I=16              | 8  | I=25 | 8  |      |    |                 |
| 南西地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=36              | 8  | I= 4 | 6  | I=43 | 6  | I=18 4          |
| 北東地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=49              | 7  | I=22 | 6  | I=13 | 7  | I=14 7 I=35 5   |
| 南東地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=17              | 6  | I=42 | 6  | I=24 | 5  | I= 1 4          |
| ニューイングランド・中部大西洋地域 |    |      |    |      |    |                 |
| I=19              | 1  | I=45 | 1  | I=29 | 1  | I=21 1 I=39 1   |
| I= 7              | 1  | I=32 | 1  | I=38 | 2  | I=30 1          |
| 南部大西洋地域           |    |      |    |      |    |                 |
| I=48              | 5  | I=20 | 2  | I= 8 | 2  | I=46 2 I=33 2   |
| I=40              | 3  | I=10 | 4  | I= 9 | 2  |                 |
| ハワイ・アラスカ          |    |      |    |      |    |                 |
| I=11              | 1  | I= 2 | 1  |      |    |                 |

## \*\* 原材料・部品調達の容易性評価値 \*\*

|                   |    |      |    |      |    |                 |
|-------------------|----|------|----|------|----|-----------------|
| 太平洋岸地域            |    |      |    |      |    |                 |
| I=47              | 10 | I=37 | 10 | I= 5 | 10 |                 |
| 山岳地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=26              | 10 | I=12 | 10 | I=50 | 9  | I=28 10 I=44 10 |
| I= 6              | 9  | I= 3 | 8  | I=31 | 8  |                 |
| 北西地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=34              | 9  | I=41 | 9  | I=23 | 8  | I=27 8 I=15 8   |
| I=16              | 8  | I=25 | 7  |      |    |                 |
| 南西地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=36              | 7  | I= 4 | 6  | I=43 | 4  | I=18 3          |
| 北東地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=49              | 7  | I=22 | 6  | I=13 | 7  | I=14 6 I=35 5   |
| 南東地域              |    |      |    |      |    |                 |
| I=17              | 5  | I=42 | 4  | I=24 | 4  | I= 1 3          |
| ニューイングランド・中部大西洋地域 |    |      |    |      |    |                 |
| I=19              | 1  | I=45 | 1  | I=29 | 1  | I=21 1 I=39 1   |
| I= 7              | 1  | I=32 | 1  | I=38 | 2  | I=30 1          |
| 南部大西洋地域           |    |      |    |      |    |                 |
| I=48              | 4  | I=20 | 2  | I= 8 | 1  | I=46 2 I=33 1   |
| I=40              | 2  | I=10 | 3  | I= 9 | 1  |                 |
| ハワイ・アラスカ          |    |      |    |      |    |                 |
| I=11              | 10 | I= 2 | 9  |      |    |                 |

出力画面図 a 市場近接性、原材料・部品調達容易性の50州別評価値の出力例（Iは州コードを示し、その右の数値は評価値を示す）

値は③のデータベース上の州別評価値とともに、⑦で10段階の値に変換され、出力される（出力画面図 a）。

⑥は、立地要因に対する選好ウェイトを求めるために、立地主体の各要因の重視の度を、要因の階層レベルごとに入力する部分である。

立地要因の階層構造図（図 4）に、レベル 5 として 50 州を付加すれば、そのまま

\*\*\*\*\*入力例\*\*\*\*\*

項目A 対 項目Bの評価が 5:1 ならば 5,1と入力する

\*\*\*\*\*レベル1の入力\*\*\*\*\*

Q 1 - 2 : 1生産調達販売 対 2税金優遇措置の評価は ? 5,1

Q 1 - 3 : 1生産調達販売 対 3社会環境の評価は ? 3,1

Q 2 - 3 : 2税金優遇措置 対 3社会環境の評価は ? 1,3

\*\*\*\*入力値の一対比較行列\*\*\*\*

|   | 1     | 2     | 3     |
|---|-------|-------|-------|
| 1 | 1 / 1 | 5 / 1 | 3 / 1 |
| 2 | 1 / 5 | 1 / 1 | 1 / 3 |
| 3 | 1 / 3 | 3 / 1 | 1 / 1 |

これで入力値は正しいですか (YorN)? Y

入力画面図 J 立地要因レベル 1, 一対比較値の入力例

項目A 対 項目Bの評価が 5:1 ならば 5,1と入力する

\*\*\*\*\*レベル2の入力\*\*\*\*\*

Q 1 - 2 : 1.原料・市場 対 2.労働の評価は ? 3,1

Q 1 - 3 : 1.原料・市場 対 3.操業環境の評価は ? 5,1

Q 1 - 4 : 1.原料・市場 対 4.交通・輸送の評価は ? 5,1

Q 2 - 3 : 2.労働 対 3.操業環境の評価は ? 3,1

Q 2 - 4 : 2.労働 対 4.交通・輸送の評価は ? 1,1

Q 3 - 4 : 3.操業環境 対 4.交通・輸送の評価は ? 1,1

\*\*\*\*入力値の一対比較行列\*\*\*\*

|   | 1     | 2     | 3     | 4     |
|---|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 / 1 | 3 / 1 | 5 / 1 | 5 / 1 |
| 2 | 1 / 3 | 1 / 1 | 3 / 1 | 1 / 1 |
| 3 | 1 / 5 | 1 / 3 | 1 / 1 | 1 / 1 |
| 4 | 1 / 5 | 1 / 1 | 1 / 1 | 1 / 1 |

これで入力値は正しいですか (YorN)? Y

入力画面図 K 立地要因レベル 2, 一対比較値の入力例 (その 1)

\*\*\*\*\*入力例\*\*\*\*\*

項目A 対 項目Bの評価が 5:1 ならば 5,1と入力する

\*\*\*\*\*レベル2の入力\*\*\*\*\*

Q 1 - 2 : 5.税金 対 6.優遇措置の評価は ? 3,1

\*\*\*\*入力値の一対比較行列\*\*\*\*

|   | 1     | 2     |
|---|-------|-------|
| 1 | 1 / 1 | 3 / 1 |
| 2 | 1 / 3 | 1 / 1 |

これで入力値は正しいですか (YorN)? Y

入力画面図 L 立地要因レベル 2, 一対比較値の入力例 (その 2)



\*\*\*\*\*1.原料・市場\*\*\*\*\*

1-1市場の評価値は? 4

1-1-1市場の近接性の評価値は? 5

1-1-2マーケット情報の評価値は? 3

1-1-3市場の競争の評価値は? 4

1-2原料の評価値は? 4

1-2-1原材料・部品の品質の評価値は? 4

1-2-2原材料・部品の調達の評価値は? 5  
この数値で正しいですか(Y or N)? Y

入力画面図M 立地要因レベル3, 4の5段階評価値の入力例  
(原材料・市場要因の場合)

AHP 階層図とみなせるが、レベル3以下では項目数が多すぎてすべてについて一対比較することは現実的でないし、行ったとしても整合性の低いものになってしまうことが考えられる。そこで、一対比較はレベル1, レベル2について行い(入力画面図J～L), レベル3, レベル4については、各項目を重視する程度に応じて5から1までの点数を付与するという方法をとった(入力画面図M)。

各項目のウェイトは、レベル1, 2については、AHPにおける一対比較行列の固有ベクトルにより求め(注12), また、レベル3, 4については、5段階評価の構成比によりウェイトに換算する。このような方法で、各要因(項目)に対するウェイトを求め、立地主体の主観的な意思を反映させることにする。

⑦において、これらのウェイトと、データベース上の州別要因別10段階評価値の積和を求めることにより、各州の相対的な立地優位度を示す州別総合評価値を求める(注13)。

すなわち、 $k$ 州の総合評価値  $H_k$  は、

$$H_k = \sum_{j=1}^{40} w_j \cdot h_{jk} \quad (k=1, 2, \dots, 50) \quad (2)$$

となる。ただし、 $w_j$  はレベル4の  $j$  要因に対するグローバルな選好ウェイト(レベル4は40要因),  $h_{jk}$  は  $k$  州の  $j$  要因10段階評価値である。

⑧⑨で、総合評価値の高い順に50州をランク付けし、立地主体に示される(出力画面図b)。

この上位にランクされた中から、立地主体が候補州を選べばよい。

このようにして立地州の選定が行われ、次に、図7に従ってSMSAの選定に移る。SMSAの選定についても、同様な方法により評価を行い、最終立地点が選定される。

以上のように、立地主体は、立地要因に対する一対比較や5段階評価、製品出荷先、

## 流通問題研究

### \*\* 州別立地評価順位 \*\*

| 順位   | 州名                  | POINT      |
|------|---------------------|------------|
| 1 位  | : 5 CALIFORNIA      | 7.50829000 |
| 2 位  | : 13 ILLINOIS       | 6.67317000 |
| 3 位  | : 14 INDIANA        | 6.22485000 |
| 4 位  | : 25 MISSOURI       | 6.17124000 |
| 5 位  | : 37 OREGON         | 6.00265000 |
| 6 位  | : 47 WASHINGTON     | 5.97762000 |
| 7 位  | : 43 TEXAS          | 5.90592000 |
| 8 位  | : 9 FLORIDA         | 5.88101000 |
| 9 位  | : 23 MINNESOTA      | 5.84877000 |
| 10 位 | : 31 NEW MEXICO     | 5.82815000 |
| 11 位 | : 4 ARKANSAS        | 5.80467000 |
| 12 位 | : 32 NEW YORK       | 5.77292000 |
| 13 位 | : 15 IOWA           | 5.74796000 |
| 14 位 | : 41 SOUTH DAKOTA   | 5.72429000 |
| 15 位 | : 44 UTAH           | 5.69630000 |
| 16 位 | : 35 OHIO           | 5.64712000 |
| 17 位 | : 12 IDAHO          | 5.63904000 |
| 18 位 | : 28 NEVADA         | 5.59760000 |
| 19 位 | : 22 MICHIGAN       | 5.56909000 |
| 20 位 | : 3 ARIZONA         | 5.54136000 |
| 21 位 | : 27 NEBRASKA       | 5.49509000 |
| 22 位 | : 26 MONTANA        | 5.49035000 |
| 23 位 | : 42 TENNESSEE      | 5.47481000 |
| 24 位 | : 16 KANSAS         | 5.46493000 |
| 25 位 | : 11 HAWAII         | 5.43198000 |
| 26 位 | : 6 COLORADO        | 5.41245000 |
| 27 位 | : 24 MISSISSIPPI    | 5.39163000 |
| 28 位 | : 38 PENNSYLVANIA   | 5.31476000 |
| 29 位 | : 21 MASSACHUSETTS  | 5.30513000 |
| 30 位 | : 50 WYOMING        | 5.27598000 |
| 31 位 | : 36 OKLAHOMA       | 5.26463000 |
| 32 位 | : 49 WISCONSIN      | 5.21734000 |
| 33 位 | : 10 GEORGIA        | 5.19218000 |
| 34 位 | : 34 NORTH DAKOTA   | 5.18695000 |
| 35 位 | : 33 NORTH CAROLINA | 5.15788000 |
| 36 位 | : 20 MARYLAND       | 5.14627000 |
| 37 位 | : 1 ALABAMA         | 5.13140000 |
| 38 位 | : 17 KENTUCKY       | 4.96397000 |
| 39 位 | : 46 VIRGINIA       | 4.81085000 |
| 40 位 | : 18 LOUISIANA      | 4.76288000 |
| 41 位 | : 40 SOUTH CAROLINA | 4.75465000 |
| 42 位 | : 30 NEW JERSEY     | 4.64932000 |
| 43 位 | : 2 ARASKA          | 4.64565000 |
| 44 位 | : 7 CONNECTICUT     | 4.43902000 |
| 45 位 | : 45 VERMONT        | 4.32792000 |
| 46 位 | : 29 NEW HAMPSHIRE  | 4.27244000 |
| 47 位 | : 48 WEST VIRGINIA  | 4.01676000 |
| 48 位 | : 8 DELAWARE        | 3.95684000 |
| 49 位 | : 39 RHODE ISLAND   | 3.79979000 |
| 50 位 | : 19 MAINE          | 3.66510000 |

出力画面図 b 50州別総合評価値ランキングの出力例

原材料・部品調達先，出荷比率，調達比率などのデータをパソコンを利用して対話式に入力し，計算終了後，50州ランキング，SMSA ランキング，要因選好ウェイト（出力画面図 c）などが出力されるので，それにもとづいて意思決定を行うことになる。

## 海外生産拠点選定のための DSS の設計

### \*\* 立地選好度（要因選好ウェイト） \*\*

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| レベル 1 のウェイト (CI=0.0193 CR=0.033) |        |
| 1 生産・調達・販売                       | 0.6370 |
| 2 税金優遇措置                         | 0.1047 |
| 3 社会環境                           | 0.2583 |

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| レベル 2 のウェイト (CI=0.0385 CR=0.043) |        |
| 1.原料・市場                          | 0.3611 |
| 2.労働                             | 0.1274 |
| 3.換業環境                           | 0.0640 |
| 4.交通・輸送                          | 0.0846 |
| 5.税金                             | 0.0785 |
| 6.優遇措置                           | 0.0262 |
| 7.社会環境                           | 0.2583 |

|               |        |
|---------------|--------|
| レベル 3 のウェイト   |        |
| 1-1市場         | 0.1805 |
| 1-2原料         | 0.1805 |
| 2-1労働力        | 0.0294 |
| 2-2労働組合       | 0.0490 |
| 2-3製造賃金       | 0.0196 |
| 2-4労働者採用規制    | 0.0294 |
| 3-1発電能力       | 0.0128 |
| 3-2エネルギーコスト   | 0.0085 |
| 3-3水道供給能力     | 0.0171 |
| 3-4大学・研究施設    | 0.0171 |
| 3-5気候         | 0.0085 |
| 4-1航空         | 0.0264 |
| 4-2船舶         | 0.0106 |
| 4-3内陸水路       | 0.0106 |
| 4-4鉄道         | 0.0159 |
| 4-5ハイウェイ      | 0.0211 |
| 5-1法人税        | 0.0196 |
| 5-2使用税・売上税    | 0.0147 |
| 5-3資産税        | 0.0245 |
| 5-4失業保険税      | 0.0196 |
| 6-1税制上の優遇     | 0.0116 |
| 6-2財政上の援助     | 0.0145 |
| 7-1日本人共通の社会環境 | 0.1435 |
| 7-2日本人の社会環境   | 0.1148 |

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| レベル 4 のウェイト       |               |
| 1-1-1 市場の近接性      | W( 1)= 0.0752 |
| 1-1-2 マーケット情報     | W( 2)= 0.0451 |
| 1-1-3 市場の競争       | W( 3)= 0.0602 |
| 1-2-1 原材料・部品の品質   | W( 4)= 0.0802 |
| 1-2-2 原材料・部品の調達   | W( 5)= 0.1003 |
| 2-1-1 産業労働力       | W( 6)= 0.0118 |
| 2-1-2 製造労働力       | W( 7)= 0.0059 |
| 2-1-3 技術労働力       | W( 8)= 0.0088 |
| 2-1-4 余剰労働力       | W( 9)= 0.0029 |
| 2-2-1 労働組合組織      | W(10)= 0.0204 |
| 2-2-2 賃金上昇度       | W(11)= 0.0163 |
| 2-2-3 スト発生度       | W(12)= 0.0122 |
| 2-3 製造賃金          | W(13)= 0.0196 |
| 2-4 労働者採用規制       | W(14)= 0.0294 |
| 3-1 発電能力          | W(15)= 0.0128 |
| 3-2-1 電力料金        | W(16)= 0.0051 |
| 3-2-2 ガス料金        | W(17)= 0.0034 |
| 3-3 水道供給能力        | W(18)= 0.0171 |
| 3-4 大学研究施設        | W(19)= 0.0171 |
| 3-5 気候            | W(20)= 0.0085 |
| 4-1 航空            | W(21)= 0.0264 |
| 4-2 船舶            | W(22)= 0.0106 |
| 4-3 内陸水路          | W(23)= 0.0106 |
| 4-4-1 鉄道の利用し易さ    | W(24)= 0.0063 |
| 4-4-2 長距離輸送       | W(25)= 0.0095 |
| 4-5-1 ハイウェイの利用し易さ | W(26)= 0.0106 |
| 4-5-2 長距離輸送       | W(27)= 0.0106 |
| 5-1 法人税           | W(28)= 0.0196 |
| 5-2 使用税・売上税       | W(29)= 0.0147 |
| 5-3 資産税           | W(30)= 0.0245 |
| 5-4 失業保険税         | W(31)= 0.0196 |
| 6-1 税制上の優遇措置      | W(32)= 0.0116 |
| 6-2 財政上の優遇措置      | W(33)= 0.0145 |
| 7-1-1 治安          | W(34)= 0.0383 |
| 7-1-2 生活費         | W(35)= 0.0383 |
| 7-1-3 インフラストラクチャ  | W(36)= 0.0191 |
| 7-1-4 交通          | W(37)= 0.0287 |
| 7-1-5 医療施設        | W(38)= 0.0191 |
| 7-2-1 対日感情        | W(39)= 0.0638 |
| 7-2-2 日本人の教育施設    | W(40)= 0.0510 |

出力画面図 c 立地選好度の出力例

## 7. 結 論

本研究はアメリカを対象に、製造業の各企業が生産拠点を設ける場合の、工場立地選定のための DSS の構築を行ったものである。そのためにまず、海外生産拠点の立地選定要因を、“生産活動にかかわる要因”、“税金および誘致政策にかかわる要因”、“就業者、住民の社会・生活環境にかかわる要因”に分け、それらをさらに階層化、細分化した。次に、これらの立地要因を評価する指標を選定し、そのデータベースをアメリカを対象として、州別、SMSA 別に、業種ごとに作成した。

また、市場への近接性、原材料・部品の調達容易性のように個々の企業によって評価の異なる要因については、当該企業の製品出荷先、原材料・部品調達先の位置、および出荷比率、調達比率を入力することにより、立地候補地からその位置までの距離を用いて総輸送トンキロを計算し、その要因に関する評価値をその都度計算する方法をとった。

そして、立地選定に際してこれらの要因の重要性を反映しうるシステムを、AHP の考え方を利用して、州別および SMSA 別に構築した。

最後に、本研究の問題点と今後の課題について触れておこう。

本研究では、海外生産拠点の立地に影響を及ぼす要因をほぼ全般的に取り上げたが、ここで考慮しなかった要因、たとえば、特定の大企業を対象を絞った特別の誘致活動や企業のもつ特殊な立地要因への対応は困難であること、また、用いた指標の妥当性の問題もあるが、後者の点については、必要に応じてデータを差し替えれば対処できよう。

立地選定プロセスについては、その立地主体にとって必要不可欠な要因をまず評価する方法や、50州すべてを検討せず、あらかじめ立地場所としてはありえないような場合には、最初の段階でそれをカットする方法なども考えられる。

なお、本稿で示した DSS の企業への適用については、稿を改めて述べることにする。

- (註) (1) 立地環境などの地理的情報をデータベース化したシステムはいくつか存在するが、海外生産拠点の立地という視点でこれを意思決定と結びつけたものは見られない。
- (2) 文献 [1] pp. 22-28, pp. 67-69
- (3) 卸・小売部門、銀行部門、不動産部門の国別順位は、いずれも日本が 1 位である。
- (4) 文献 [2] pp. 4-5
- (5) 1980年度から JETRO により行われている在米日系製造業の経営実態調査第 9 回のもの、1989年 9 月までに確認された 1037 工場を対象に実施され、505 社 670 工場からのアンケート調査の回答に基づく。文献 [3] pp. 1-48
- (6) 文献 [4] p. 168
- (7) 文献 [5] pp. 208-213
- (8) 文献 [6] pp. 222-225
- (9) 文献 [7], [8] など。

- ⑩ データは、[5]のほか、JETRO から得た資料、U.S. Dept. of Commerce, U.S. Dept. of Labor の調査資料など、数多くの統計資料を利用した。
- ⑪ 表2の市場への近接性、原材料・部品の調達容易性に該当する項目番号1および5の欄には、業種別販売総額、業種別原材料部品購入額の評価値が記入されている。これは、DSS 適用の際に、製品販売先や原材料・部品購入先およびその比率が特定できない場合、これらの指標で代替させるためのものである。
- ⑫ AHP の理論的背景については、APPENDIX を参照。
- ⑬ 意思決定支援システムではないが、[9]では、全米各都市の中から最も住みやすい都市を選定する際に、都市の評価値を7段階に分け、AHP を利用している。
- ⑭ この研究は流通経済大学流通問題研究所の研究費援助を受けて行われた。また、本研究の一部は、日本経営工学会1990年度春季大会において発表された。

#### 参考文献

- [1] 日本貿易振興会, 「1990年ジェトロ白書・投資編 世界と日本の海外直接投資」, 日本貿易振興会, (1990)
- [2] 野村総合研究所, “1990年代の日本の海外直接投資と海外生産の見通し”, NIRA 政策研究, pp.4-7, Vol.2, No.4 (1989)
- [3] 日本貿易振興会, 「在米日系製造業経営の実態 1990年版」, 日本貿易振興会, (1990)
- [4] 東洋経済新報社編, 「'89海外進出企業総覧」, 東洋経済新報社, (1989)
- [5] 長銀経営研究所編, 「海外進出データマニュアル 米国編」, 総合広販, (1987)
- [6] 星野高, 「アメリカの企業立地・投資環境」, 東洋経済新報社, (1986)
- [7] Glickman, N.J. & Woodward, D.P., “The Location Of Foreign Direct Investment In The United States: Patterns And Determinants”, *Int. Reg. Sci. Rev.*, pp. 137-154, Vol.11, No.2 (1988)
- [8] Czamanski, D.Z. “Some Considerations Concerning Industrial Location Decision”, *Euro. J. Oper. Res.*, pp. 227-231, Vol.6, No.2 (1981)
- [9] Saaty, T.L., “Absolute And Relative Measurement With The AHP. The Most Livable Cities In The United States”, *Socio-Econ. Plann. Sci.*, pp.327-331, Vol.20, No.6 (1986)
- [10] 刀根薫, 「ゲーム感覚意思決定法」, 日科技連出版社, (1986)
- [11] Saaty, T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, (1980)
- [12] Saaty, T.L., “A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures”, *J. Math. Psychology*, pp. 234-281, Vol.15, No.3 (1977)
- [13] Wind, Y & Saaty, T. L., “Marketing Application of The Analytic Hierarchy Process”, *Manage. Sci.*, pp. 641-658, Vol.26, No.7 (1980)
- [14] Zahedi, F., “The Analytic Hierarchy Process—A Survey of the Method and its Applications”, *Interfaces*, pp.96-108, Vol.16, No.4 (1986)
- [15] 刀根薫・眞鍋龍太郎編, 「AHP 事例集」, 日科技連出版社, (1990)
- [16] 眞鍋龍太郎, “階層化意思決定法”, *オペレーションズリサーチ*, pp.474-478, Vol.31, No.8 (1986)

## APPENDIX

### [AHP の理論的背景]

AHP は、1971年にピッツバーグ大学の T.L. Saaty により提唱された問題解決型意思決定手法である。意思決定に関連した要素を評価項目として階層構造化し、その各レベルの評価項目について、意思決定者の経験や主観的判断により項目間の一対比較を行い、重要性の程度に従って値を付与する。項目間の一対比較行列から最大固有値と固有ベクトルを算出して、各評価項目のウェイトを決定する。このようにして、各レベルについてウェイトを求め、これをレベルごとに合成し、総合ウェイトを求める。この総合ウェイトの大きさに基づいて代替案を選定する（[10], [11], [12] など）。以下にその特徴と数学的背景を簡単に述べる。

#### (特徴)

AHP は、多様の要素をバランスよく取り込んだ比較的簡単な代替案選定の方法であり、広い分野に応用され始めている（[13], [14], [15] など）。これを用いることによる利点は、次のとおりである。

① 従来の定量的分析では扱いきれない、複雑でインタングブルな要因を含む問題、評価基準がいくつもある問題の解決が可能になる。

② 人間の思考プロセスを階層化することにより、構造の不明確な問題を整理し、階層レベルに従って一対比較を繰り返すことにより、代替案の全体的評価ができる。

③ 重要度の評価の過程で、従来、モデル化や定量化が困難であった勘や経験を生かした意思決定ができる。また、グループで意思決定を行う場合、関係者間の意見を調整し、取りまとめるのに利用できる。

しかし、項目の解釈が人によって異なる可能性がある、項目間の独立性の保障が無いなどの欠点も抱えている。

#### (数学的背景)

いま、 $n$  個の評価項目  $I_1, I_2, \dots, I_n$  があり、その本来のウェイトが、

$$\mathbf{w}^T = [w_1, w_2, w_3, w_4, \dots, w_n]$$

であるとする、項目  $I_i$  と  $I_j$  の重要度の一対比較値  $a_{ij}$  は、 $w_i/w_j$  の関係を満たす。

このとき、一対比較行列  $A$  は、次のようになる。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

この  $A$  は、すべての  $i, j, k$  について、一対比較値の推移律  $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$  が成り立ち、意思決定者の判断に完全な整合性をもつ理想的な評価が行われた場合に実現する。この  $A$  の右からウェイトのベクトルを乗じると、

$$A\mathbf{w} = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & w_2/w_3 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \cdots & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \\ = n[w_1, \dots, w_n]^T = n\mathbf{w}$$

となる。これは、

$$(A - nI)\mathbf{w} = 0$$

と表すことができ、この  $n$  は行列  $A$  の固有値  $\lambda$ 、 $\mathbf{w}$  はそれに対する固有ベクトルであることがわかる。このとき、 $A$  の 2 行目以下は第 1 行の定数倍であるから、 $A$  のランクは 1 で、 $A$  の固有値  $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$  のうち 1 つだけが非ゼロ、他はすべてゼロである。また一般に、

$$\sum \lambda_i = (A \text{ の対角要素の和}) = n$$

であるから、ゼロでない唯一の  $\lambda$  を  $\lambda_{\max}$  とすると、

$$\lambda_{\max} = n, \text{ 他の } \lambda_i = 0$$

である。

現実の一対比較行列は上のような形をしているとはいえないが、ほぼこれに近いと考えれば、 $\lambda_{\max}$  に対する固有ベクトル  $\mathbf{w}$  を求めることにより、各評価項目のウェイトとみることができる。ただし、 $\sum w_i = 1$  となるように個々の  $w_i$  を  $\sum w_i$  で割っておく。このように正規化したものをウェイト  $w_i$  とよぶ。

実際には、意思決定者に「 $n$  個の要素の個々について要素  $i$  は要素  $j$  に比べてどのくらい重要か」を問い、その答えに応じて、下表のように数値  $a_{ij}$  を与えて  $n \times n$  行列

$$A = [a_{ij}] \quad (i, j = 1 \sim n)$$

を作る [16]。「重要」という言葉は、「好ましい」あるいは「可能性がある」など状況に応じて変えればよい。

ここで、 $a_{ii} = 1$ 、 $a_{ji} = 1/a_{ij}$  と仮定する。

$n$  個の要素があると、 $n(n-1)/2$  回の一対比較で行列  $A$  ができる。

表：一対比較の数値

| 要素 $i$ は要素 $j$ と比べて             | $a_{ij}$   |
|---------------------------------|------------|
| 同じように重要 →                       | 1          |
| やや重要 →                          | 3          |
| かなり重要 →                         | 5          |
| 非常に重要 →                         | 7          |
| きわめて重要 →                        | 9          |
| これら 2 つの間の中間値に使う →              | 2, 4, 6, 8 |
| $a_{ii} = 1, a_{ji} = 1/a_{ij}$ |            |

このようにして求めた行列  $A$  については、一般に、

$$\lambda_{\max} \geq n$$

という関係があるが、行列  $A$  の整合性は次のようにして調べることができる。

$n \times n$  行列には  $n$  個の固有値があり、その和は  $n$  となる。 $\lambda_{\max} - n$  は、 $\lambda_{\max}$  以外の固有値の大きさを示す指標としてみることができる。 $(n-1)$  個の固有値でこの指標をもつので、1 個当りの平均は、

$$\text{C.I.} = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

となる。完全に整合性があるときには、 $\lambda_{\max} = n$  が成立ち、C.I. の値は 0 になり、整合性がないほど大きくなる。C.I. が 0.1 以下の時には問題はないが、0.1 を超えたときには、一対比較の判断を見直すことが必要とされている。この C.I. を整合度 (Consistency Index) と呼ぶ。

なお、固有ベクトルと最大固有値は、本研究では冪乗法 (power method) によって求めている。