

大阪湾ベイエリアにおける地域開発プロジェクトの評価に関する研究

A Study on Evaluation of District Development Projects in Osaka Bay Area

木下栄蔵**・尾崎都司正***・山本重夫****

by Eizo KINOSHITA, Toshimasa OZAKI, and Shigeo YAMAMOTO

In the bay area of Tokyo and Osaka, many projects for creating future cities as well as for solving the problems of the inner cities are being conceptualized, planned and enforced. The projects are aimed at developing increased economic activity and standards of living, thereby leading to the expansion of profitable opportunities for business enterprises.

Because many of these projects are very large and complicated, business enterprises must take a comprehensive view and make accurate judgements, supported by keen inspirations and superior experiences, in order to make a wise decision regarding participation. The ability to make such judgements will become more important in the future. For this reason, an attempt to measure a project in numbers is indispensable for future business activities. To achieve this purpose, we need a model to reveal the mechanisms of an individual project that would allow a possible participant to evaluate the district development project comprehensively and accurately before making a final decision.

In this research, We have a attempt to evaluate the Osaka Bay district development project using the AHP (Analytic Hierarchy Process) method.

1 はじめに

大阪湾や東京湾などのベイエリアにおいては、インナーシティの問題の解決に向けたプロジェクトや、未来都市づくりを目指した多数のプロジェクトが構想・計画・実施されている。それらのプロジェクトは、経済活動や生活活動の高度化を求めて進展しつつあり、企業側としてもビジネスチャンスの拡大

がプロジェクトに見られる。このような状況において、プロジェクトへの参画を行うための企業の意思決定にあたっては、関連するプロジェクトが大きく広くなるほど総合的な視野と優れた勘と経験に支えられた判断が必要である。この意味からプロジェクトの計量化を試みることは、今後のビジネス活動にどうしても必要である。そのためにはプロジェクトの個別のメカニズムと地域開発の正しい総合的な評価と意思決定ができるモデルが求められている。しかしこのような評価は多目的な評価基準の下で行われる場合が多い。特に価値観の多様化が見られる現代社会においては、多目的な評価基準が対立という現象になって現れる場合がある。すなわちある目的水準を上げようとすると他の目的水準が下がるといったトレード・オフが生ずる。このトレード・オ

*キーワード AHP手法、プロジェクト評価

**正会員 工博 神戸市立工業高等専門学校

教授 土木工学科

(〒651-21 神戸市西区学園東町8丁目3番地)

*** (株) ネジス総研コンサルティング 部主任研究員

**** (株) ネジス総研コンサルティング 部 研究員

(〒550 大阪市西区千代崎3-2-95)

フをいかに処理して総合的にバランスのとれた決定を行うかが重要な課題となる。多目的意思決定モデルは、まさにこのような多目的システムに対するシステム科学的手法である。

一方、このような観点から Thomas.L.Saaty は階層分析法 (AHP)¹⁾ という不確実な状況や多様な評価基準における意思決定手法を提唱した。この手法は問題の分析において主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした問題解決型意思決定手法の1つである。

ところがこの手法では代替案が追加されたときもう一度ペア比較をやり直さなければならない。さらに代替案の数が多くなるとペア比較の数 (C_2) が極めて大きくなり、一度にペア比較するのは困難になる。しかも整合性 (首尾一貫性) が悪くなることが認められている (文献2) 参照)。

ところで Saaty はこのような不都合を克服するため Absolute Measurement 法を提唱している²⁾。しかしこの手法を実際の社会システムの問題に適用する際、各代替案のデータの質によって種々のやり方が考えられる。そこで、木下は各代替案のデータがクリスプな場合とファジィな場合の具体的な計算法を提案している。²⁾

そこで本研究では文献2) で提案している AHP 手法により大阪湾バイエリアにおける地域開発プロジェクトの評価を行うものである。

2 大阪湾バイエリア計画の全体構想と

プロジェクトの概要

「大阪湾バイエリア」は、兵庫県赤穂市から和歌山県海南市にいたる大阪湾岸地域である。

この地域は明治以降わが国有数の重化学工業地帯として重要な役割を果たしてきたが、産業構造の転換が顕著となる中で、人口増加の静止・工場立地の縮小等がみられるとともに港湾機能においても需要の伸びなやみが見られ再開発可能な用地が生じている。

一方、わが国初の本格的な24時間国際空港としての関西国際空港の建設を契機として大阪湾バイエリアの見直しが世界的なウォーターフロント開発の動きと相まって行われており、多極分散型国土形成の先導地域としての役割が期待され、その実現に向

けての総合的な開発が進められようとしている。

この大阪湾バイエリアにおいては関西国際空港の建設を軸として交通アクセス網の整備・国際都市機能の実現・既存産業の高度化と新規産業の育成・住宅等生活空間の整備・レジャー機能の創出など、従来とは異なる広域的、複合的な地域開発プロジェクトが進められている。

ところで、大阪湾バイエリアにおけるプロジェクト総数は154件、総事業費は15兆6千億円 (平成5年1月現在) にのぼるが、うち25件は1000億円以上の事業規模を有する巨大なプロジェクトでもある。

特に「消費・レジャー」「文化・レクリエーション」「業務・サービス」の機能をもつプロジェクトが目立ち、時代の変化に対応した都市機能の創出を目指していることがうかがえる。

3 地域開発プロジェクトの評価指針

3.1 ビジネス戦略における指針

規模から言えば非常に大きい大阪湾バイエリアのプロジェクト群であるが、昨今の経済環境の悪化を反映して、規模縮小や時期延長・新規プロジェクトの減少があるのも否めない事実である。逆に言えばこういう時代であればこそ、企業はプロジェクト参入の是非について明確な意思決定の指針を持つ必要があると言える。

3.2 評価項目の選定

日本ビルディング協会によるオフィスビルの入居理由に関する調査において、ビルの内部条件 (内装・設備等) にかかわらないものとして多く挙げられていたのが立地条件と賃料であった。この2つを評価項目としたいところだが、立地条件といってもその意味する内容は多岐にわたっており、このままでは評価が困難である。また、賃料は実際には地価で決定される。そこで評価項目を交通の利便性・地域のイメージ・地価・業務集積度という観点から捉えることとする。

3.3 代替案の選定

本研究においてはバイエリアの全プロジェクトのうち、企業がオフィスをかまえるという意味で参入

可能性の薄いものとして、アミューズメント関連・社会基盤関係のプロジェクトを除いた72プロジェクトを対象とすることとした。これらのプロジェクトを機能別に以下のように分類した。

都市型産業拠点

- ①業務（オフィス）型プロジェクト
- ②商業型プロジェクト
- ③流通・物流型プロジェクト
- ④学術・産業振興型プロジェクト

文化・レクリエーション・アミューズメント拠点

- ⑤アミューズメント関連プロジェクト

生活文化拠点

- ⑥居住関連型プロジェクト

行政機能拠点

- ⑦行政機能関連型プロジェクト

複合型拠点

- ⑧複合機能集約型プロジェクト

社会基盤整備

- ⑨社会基盤整備関連型プロジェクト

4 AHP手法の概要

4.1 従来のAHP手法

AHP手法は次に示す3段階から成り立つ。

(1) 第1段階

複雑な状況下にある問題を階層構造に分解する。ただし、階層の最上層は1個の要素からなる総合目的である。それ以下のレベルでは意思決定者の主観的判断により、いくつかの要素が1つ上の要素との関係から決定される。なお、各レベル（総合目的を除いて）の要素数は（7±2）が最大許容数となる。また、レベルの数は問題の構造により決定されるもので特に限界はない。最後に最下層に代替案をおく。

(2) 第2段階

各レベルの要素間の重み付けを行う。つまり、ある1つのレベルの要素間のペア比較を1つ上にある関係要素を評価基準として行う。nを比較要素数とすると意思決定者はn(n-1)/2個のペア比較をすることになる。さらにこのペア比較に用いられる値は1/9, 1/8, 1/7, ..., 1/2, 1, 2, ..., 8, 9とする（個々の数字の意味は文献4）参照）。ただし分数は重要でないときに用いる。すなわち $a_{ji}=1$

／ a_{ij} となる。

以上のようにして得られた各レベルのペアマトリックスをA(a_{ij})で表すとき、各レベルの要素間の重み(w_i)は次式で近似される。

$$w_i' = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^K}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^K}$$

すなわち、 w_i' はマトリックス A^K のi番目の列和をすべての列和で割った値である。このとき、 w_i' は次式のように w_i に収束することがSaatyにより証明されている。

$$w_i = \lim_{K \rightarrow \infty} w_i' = \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}^K}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^K} \quad (i, j=1, \dots, n)$$

ただし、 a_{ij}^K はAをK回乗じたあとの行列 A^K のi, j要素である。また w_i はペア比較マトリックスA(a_{ij})の最大固有値に対する固有ベクトルであることがわかる。

(3) 第3段階

各レベルの要素間の重み(w_i)が計算されると、この結果を用いて階層全体の重みを計算する。これにより総合目的に対する各代替案のプライオリティが決定する。例えば代替案Kの総合的な重み w_K は、

$$w_K = \sum_{i=1}^n w_i \cdot w_{iK}$$

となる。

4.2 Absolute Measurement 法

4.1で述べた従来のAHP手法では各評価項目に関する代替案の評価は各代替案間のペア比較で行った。Saatyはこのやり方をRelative Measurement法と呼んでいる。ところがこの方法には1章で述べたような欠点がある。

そこでSaatyはこのような不都合を克服するために「Absolute Measurement法」を提唱した。この方法は各評価基準に対する各代替案の評価はペア比較(Relative Measurement)で行うのではなく、絶対評価(Absolute Measurement)で行うのである。

しかしこの手法を社会システムに適用する場合、各代替案のデータの質によって様々なやり方が考え

られる。そこで木下は各代替案のデータがクリスプな場合とファジィな場合の具体的な計算方法を提案している。²⁾以下、その手法を簡単に説明する。

まず問題の階層構造を決定、各評価項目間のペア比較を行い、重み(w)を計算する。これは従来のAHP手法と同じである。

次に各評価項目ごとに各代替案の評価値を決定する。データがクリスプな場合、評価項目*i*における代替案*j*の評価値(e_{ij})を与える際にペア比較を行うのではなくて実際の値を用いる。例えば交通利便性や土地の価格という評価項目に対し、実数で評価するといった与え方である。しかしこれでは絶対値の大きさに左右されてしまうので、さらに e_{ij} を*i*における最大評価値 e_{imax} で割った値 S_{ij} を、新たに*i*における評価値とする。すなわち

$$S_{ij} = \frac{e_{ij}}{e_{imax}}$$

とする。

次にデータがファジィな場合、各評価項目ごとに各代替案の評価値を決定する際に、まず評価項目における評価水準を設ける。例えば業務集積については「非常に高い」「かなり高い」…「高くない」までの5段階の評価水準である。これら5段階の評価水準間のペア比較を行う。(表-6参照)この場合の固有ベクトルが業務集積の高さ(評価値)を表している。

したがって、ある評価項目*i*(例えば業務集積)における代替案*j*(例えば業務集積がかなり高いプロジェクト)の評価値 e_{ij}^* (この場合0.2218)を*i*における最大評価値 e_{imax}^* (この場合0.5129)で割った値(この場合0.4324)を新たに*i*における代替案*j*の評価値 S_{ij}^* とする。すなわち、

$$S_{ij}^* = \frac{e_{ij}^*}{e_{imax}^*}$$

となる。

次に、データがクリスプな評価項目の評価値(S_{ij})とファジィな評価項目の評価値(S_{ij}^*)を組み合わせる評価マトリックスT(T_{ij})を作成する。以上の結果より計算した

$$E_j = T_{ij}w$$

が代替案*j*の総合評価値である。

5 AHP手法による分析

5.1 第1段階

プロジェクトの評価のための階層構造を図-1のようなものとする。

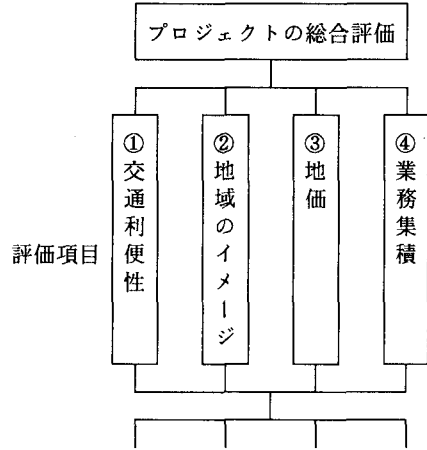


図-1 階層構造

5.2 第2段階

階層構造を決定したので、数人の企業経営者に協力いただいて評価項目間の重み付けを行った。その結果が表1である。

表-1 各評価項目間のペア比較

	交通	イメ ージ	地価	集積	固有 ベクトル
交通利便性	1	1/3	1/4	2	0.135
イメージ	3	1	1/4	2	0.231
地価	1/2	1/2	1	1/2	0.128
業務集積	4	4	2	1	0.506

5.3 第3段階

次に各評価項目ごとに各プロジェクトを評価した。

(1) 交通利便性(クリスプなデータ)

「より多くの人がより短い時間で利用できる」ことが利便性が高いと評価する。具体的には関西の鉄道網による各駅間の時間距離テーブルを準備し、さ

らに主要なターミナルを表-2のように選び、

$$e_{1j} = \sum_{i=1}^8 \frac{P_i}{T_{ij}}$$

をそれらの最大値で割った値を交通利便性の評価値 (S_{1j}) とする。

ただし P_i : 駅 i の乗降客数

T_{ij} : 駅 i とプロジェクト間の所要時間とする。

表-2
ターミナルの乗降客数

ターミナル	乗降客	ターミナル	乗降客
大阪	1,127	三宮	279
難波	502	京都	203
天王寺	403	京橋	177
西宮北口	113	鶴橋	261

(単位 千人)

(2) 地域のイメージ (ファジィなデータ)

関西のプロジェクトが存在する9つの地域 (①大阪市内・②ポートタウン・③北摂・④阪神・⑤りんくう・⑥南大阪・⑦京阪・⑧神戸市以西・⑨ポートアイランド) に対して「活気がある」「明るい」「発展しそう」「自然」「海」「都会的」「高級」のうちのイメージを抱いているか調査を行い (サンプル数700)、その割合を求めた。(表-3)

表-3
各地域に抱くイメージの割合

	市内	ポート アイランド	北摂	阪神
活气的	0.395	0.053	0.041	0.143
明るい	0.055	0.142	0.120	0.132
発展	0.022	0.178	0.174	0.062
自然	0.000	0.060	0.416	0.120
海	0.002	0.471	0.003	0.093
都会的	0.502	0.070	0.044	0.158
高級	0.024	0.026	0.202	0.293

りん くう	南 大阪	京阪	神戸 以西	ポート アイランド
0.063	0.158	0.313	0.045	0.069
0.071	0.099	0.107	0.104	0.177
0.428	0.247	0.193	0.170	0.071
0.050	0.282	0.272	0.327	0.043
0.342	0.180	0.012	0.235	0.356
0.031	0.024	0.086	0.056	0.199
0.015	0.011	0.016	0.063	0.084

さらにアンケートの結果から各イメージ間のペア比較を行う。この結果、活气的イメージがもっとも高い評価を受けることがわかった。

表-4 イメージのペア比較

	活 気 的	明 る い	発 展	自 然	海	都 会 的	高 級	固 有 ベ ク トル
活气的	1	2	3	4	5	6	7	0.3268
明るい	1/2	1	2	3	5	6	7	0.2614
発展	1/3	1/2	1	2	3	4	5	0.1591
自然	1/4	1/3	1/2	1	2	3	5	0.1111
海	1/5	1/5	1/3	1/2	1	2	3	0.0750
都会的	1/6	1/6	1/4	1/3	1/2	1	2	0.0447
高級	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1	0.0294

ペア比較で得られた固有ベクトルと各地域のイメージの比率との内積 (e_{2j}^*) をその最大値で割った値 (S_{2j}^*) を、地域のイメージに関する評価値とする。実際にプロジェクトに割り当てるときには、そのプロジェクトが属している地域のイメージに関する評価値を与える。

計算結果は表-5の通りである。

表-5 イメージに関する各地域の評価値

地域	市内	ポート アイランド	北摂	阪神
評価値	0.867	0.655	0.645	0.647

りん くう	南 大阪	京阪	神戸 以西	ポート アイランド
0.714	0.830	1.000	0.649	0.627

(3) 地価 (クリスプなデータ)

地価については、そのプロジェクトが存在している市町村の公示価格の逆数 (e_{3j}) を、その最大値で割った値 (S_{3j}) を評価値とした。これは地価が低い方を評価値が高くなるようにするための処置である。

(4) 業務集積（ファジィなデータ）

業務集積については、各評価水準間のペア比較を行った。その結果が表－6である。

表－6 業務集積のペア比較

	非常に 高い	かなり 高い	やや 高い	あまり 高い	高く ない	固有 ベクトル
非常に高い	1	3	4	6	9	0.5129
かなり高い	1/3	1	2	3	5	0.2218
やや高い	1/4	1/2	1	2	4	0.1399
あまり高くない	1/6	1/3	1/2	1	3	0.0855
高くない	1/9	1/5	1/4	1/3	1	0.0403

ただしこれら5つの評価水準は表－7に示した基準により決定した。そして固有ベクトル（ e_{4j}^* ）を、その最大値で割った値（ S_{4j}^* ）を各プロジェクトの評価値とする。

表－7 業務集積度の判断基準

非常に高い	3,000 箇所／km ² 以上
かなり高い	1,500 箇所／km ² 以上
やや高い	1,000 箇所／km ² 以上
あまり高くない	500 箇所／km ² 以上
高くない	500 箇所／km ² 未満

以上4つの評価項目ごとの評価値と総合評価値は表－8に示す通りである。

表－8 評価値の一覧（全72プロジェクト）

順位	総合 評価値	交通 利便性	イメージ	地価	業務 集積	地域 機能
1	0.874	1.000	0.867	0.253	1.000	1 1
2	0.838	0.726	0.867	0.263	1.000	1 1
3	0.825	0.480	0.867	0.421	1.000	1 7
4	0.514	0.178	0.867	0.550	0.432	1 2
5	0.513	0.375	0.867	0.335	0.432	1 1
6	0.513	0.285	0.867	0.428	0.432	1 2
7	0.466	0.525	0.867	0.440	0.273	1 3
8	0.437	0.118	0.645	0.416	0.432	3 4

9	0.399	0.427	0.867	0.440	0.167	1 2
10	0.382	0.176	0.649	0.550	0.273	8 2
11	0.378	0.527	0.647	0.569	0.167	4 8
12	0.378	0.527	0.647	0.569	0.167	4 8
13	0.378	0.527	0.647	0.569	0.167	4 4
14	0.378	0.527	0.647	0.569	0.167	4 1
15	0.377	0.176	0.627	0.550	0.273	9 2
16	0.373	0.527	0.627	0.569	0.167	9 4
17	0.365	0.094	0.830	0.943	0.078	6 4
18	0.361	0.779	0.655	0.508	0.078	2 4
19	0.355	0.136	0.830	0.825	0.078	6 6
20	0.355	0.136	0.830	0.825	0.078	6 8
21	0.355	0.136	0.830	0.825	0.078	6 4
22	0.355	0.136	0.830	0.825	0.078	6 4
23	0.354	0.123	0.830	0.825	0.078	6 3
24	0.350	0.159	0.627	0.360	0.273	9 8
25	0.350	0.159	0.627	0.360	0.273	9 8
26	0.350	0.159	0.627	0.360	0.273	9 4
27	0.348	0.236	0.830	0.660	0.078	6 8
28	0.347	0.164	0.830	0.733	0.078	6 3
29	0.347	0.164	0.830	0.733	0.078	6 2
30	0.347	0.164	0.830	0.733	0.078	6 3
31	0.347	0.164	0.830	0.733	0.078	6 3
32	0.346	0.327	0.830	0.549	0.078	6 1
33	0.344	0.136	0.830	0.733	0.078	6 8
34	0.342	0.123	0.830	0.733	0.078	6 2
35	0.340	0.173	0.645	1.000	0.078	3 8
36	0.332	0.119	0.830	0.660	0.078	6 4
37	0.330	0.149	0.649	0.943	0.078	8 3
38	0.329	0.295	0.830	0.447	0.078	6 3
39	0.327	0.123	0.714	0.825	0.078	5 3
40	0.319	0.062	0.649	0.943	0.078	8 2
41	0.318	0.056	0.649	0.943	0.078	8 4
42	0.316	0.246	0.645	0.733	0.078	3 8
43	0.315	0.123	0.714	0.733	0.078	5 2
44	0.315	0.123	0.714	0.733	0.078	5 2
45	0.311	0.164	0.714	0.660	0.078	5 2
46	0.308	0.210	0.647	0.360	0.167	4 8
47	0.306	0.126	0.714	0.660	0.078	5 4
48	0.306	0.123	0.714	0.660	0.078	5 4
49	0.303	0.206	0.627	0.360	0.167	9 8

50	0.299	0.082	0.830	0.442	0.078	6	8
51	0.298	0.061	0.627	0.825	0.078	9	1
52	0.295	0.154	0.649	0.660	0.078	8	8
53	0.293	0.137	0.649	0.660	0.078	8	8
54	0.292	0.139	0.645	0.660	0.078	3	8
55	0.289	0.399	0.655	0.347	0.078	2	4
56	0.288	0.106	0.649	0.660	0.078	8	4
57	0.288	0.210	0.649	0.550	0.078	8	1
58	0.288	0.056	0.649	0.712	0.078	8	6
59	0.288	0.056	0.649	0.712	0.078	8	2
60	0.288	0.092	0.714	0.550	0.078	5	8
61	0.287	0.399	0.655	0.330	0.078	2	8
62	0.282	0.056	0.649	0.660	0.078	8	8
63	0.282	0.056	0.649	0.660	0.078	8	4
64	0.281	0.154	0.649	0.550	0.078	8	3
65	0.281	0.333	0.655	0.347	0.078	2	1
66	0.277	0.121	0.714	0.440	0.078	5	1
67	0.277	0.114	0.714	0.440	0.078	5	1

68	0.274	0.287	0.655	0.347	0.078	2	1
69	0.265	0.136	0.714	0.330	0.078	5	8
70	0.259	0.178	0.647	0.360	0.078	4	8
71	0.256	0.185	0.627	0.360	0.078	9	4
72	0.256	0.185	0.627	0.360	0.078	9	8

ただし

地域の番号については5. 2 (2)、

機能の番号については3. 3

を参照していただきたい。

具体的なプロジェクトの名称は挙げてはいないが、大まかに言えば、業務集積が高く、交通の利便性が高い地域にあるプロジェクトが総合評価値は高い傾向にある。したがって現在の都市部に近いほどプライオリティが高いという結果になっている。

図-2 に大阪湾ベイエリアの各地域を図示した。

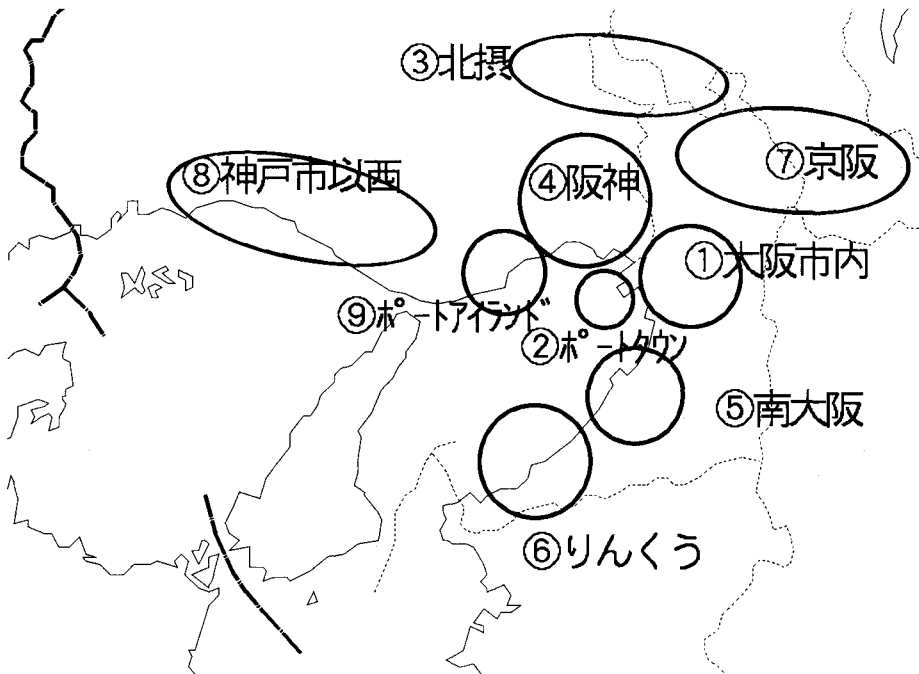


図-2 大阪湾ベイエリアのプロジェクト分布図

5 おわりに

本研究では文献2)で提案したAHP手法により大阪湾ベイエリアにおける地域開発プロジェクトの評価を行った。そこで本研究の要点を以下にまとめる。

- (1) AHP手法 (Absolute Measurement) により、多くの代替案 (72の地域開発プロジェクト) の評価を行うことができた。この手法によると新たに代替案 (プロジェクト) が追加されても容易に計算できる。
- (2) 評価基準はクリスプなデータ (交通・価格) とファジィなデータ (イメージ・業務集積) を扱い、両者を組み合わせることができた。
- (3) プロジェクトの総合評価に最も影響する評価基準は業務集積であり、約50%の影響を持つことがわかった。以下、イメージが約23%、交通・価格が約13%と続くことがわかった。
- (4) 総合評価の高いプロジェクトは大阪市内ゾーンに多いことがわかった。これは影響力の高い評価基準が業務集積であることに起因すると思われる。

今後の課題は、このようなプロジェクト評価を経営戦略的アプローチで分析するところにあると思われる。

参考文献

- 1) Thomas L. Saaty: "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, 1980
- 2) 木下栄蔵: 「階層分析法による多目的意思決定問題への適用に関する研究」, 交通工学, Vol. 28, No. 1, pp35-44, 1993.1
- 3) Thomas L. Saaty: "How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process", European Journal of Operational Research, 1990
- 4) 木下栄蔵: 「階層分析法による道路の整備優先順位の決定に関する研究」, 交通工学, Vol. 25, No. 2, pp9-16, 1990.3