Osaka University Knowledge Archive

Title	多重属性効用関数法による地域・水環境システムの評価に関する研究
Author(s)	仲上, 健一
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/32868
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

多重属性効用関数法による地域・水環境システムの評価に関する研究

1980年

仲　上　健　一

序

地域・水環境問題を合理的に解決するためには、関連要素を適確に評価する前提で、問題を構造的に把握しながら弾力的な計画を策定することが必要である。

近年の水資源開発事業における、事業費、事業期間は計画当初の値に比較して大きく変動し増大傾向にある。これは、社会的情勢の変化に起因しているのであるが、そのため事業関係者（たとえば、事業者、受益者、地元住民等）に種々の影響を与えるだけにはとどまらず、ひいては事業の完成の可否をも左右する事態を生みだす現象をひきおこしている。

水資源開発事業における計画の実効性を高めるためには、たんに費用便益比に代表される経済的効率の値だけで事業の可否が論じられるのではなく、事業に関与するあらゆる意志決定者の見解をより総合的に評価することが重要であろう。

しかしながら、地域・水環境問題の総合的評価は、きわめて曖昧な概念であり、その内容を単純には規定できない状況である。

地域・水環境評価の目的を、対象地域の現状を診断し、種々の事業計画が地域社会に及ぼす影響を測定し、事業の実施決定に関する合理的な判断材料を作成することと限定してもそこには、次の課題が発生する。

① 問題の構造的把握法の確立

② 総合的評価法の確立

本論文では、このような問題意識にたって、地域・水環境問題をシステム・アプローチにより構造的に把握することを提示する。また、地域・水環境システムの総合評価法として、環境評価、経済評価の主要な手法である環境アセスメント、費用便益分析法の問題点、限界点を整理検討し、総合評価法の確立が重要であるという総括のもとに、Ralph L. Keeney 等によって、開発された多重属性効用関数法（Multiattribute Utility Functions Method：MUF法）が有効な手法であると判断した。

地域・水環境問題の評価手法としての有効性、限界性を検証するため、

ＭＵＦ法を大阪市域の地域経済・環境評価における地域分析の手法、および淀川流域において現時点で、実施または計画されている水資源開発計画事業の計画評価の手法として適用するとともに、適用例からみたＭＵＦ法におけるいくつかの問題点を指摘した。

ＭＵＦ法適用に際して指摘できた諸問題についての理論的課題（評価目標と階層モデルとの調和、属性の独立性、不確実性の現実的保証、意志決定者の合理的判断タイプの特性把握、評価から政策への展開）の検討、およびＭＵＦ法の改良を行なった。

改良型ＭＵＦ法の有効性を検証するため、全国有数の溜池地帯である兵庫県東播地域を研究対象地域と設定し、地域・水環境システムの多目的評価と意志決定問題についての理論的、実証的研究を行なった。とくに、当地域の最大の地域問題である溜池の廃止・転用の意志決定問題について考察し、この分析に改良型ＭＵＦ法を適用した。適用の結果、改良型ＭＵＦ法は、本論文のテーマである地域・水環境問題の多目的評価法として十分に有効性を発揮することが実証できた。また長期的な研究目標である地域・水環境計画の体系化における評価法としても、有効であると推定される。

しかしながら、本論文をまとめるに当り充分に考察できなかった問題もある。

たとえば改良型ＭＵＦ法の適用範囲の拡大、将来予測等をどのように取りこむかという実際的課題、また、意志決定者が複数で、１つの属性値、スケーリング・コンスタント等を集団的に決定するルールの確立等の理論的課題であるが、これは今後の研究の課題としたい。

最後に本論文をまとめるにあたり御指導をいただいた大阪大学末石冨太郎教授に感謝の意を表する。

昭和５５年６月２６日

仲　上　健　一

目　　次

第１章　研究の背景と目的

1－1　研究の背景 …… 1

1－2　研究の目的と方法 …… 3

1－3　地域・水環境システム研究の動向と展望 …… 6

第２章　地域・水環境評価のシステム・アプローチ

2－1　地域・水環境問題の今日的特徴 …… 8

2－1－1　水資源の生産力喚起と２つの問い …… 8

2－1－2　水資源開発における総合的視点 …… 9

2－1－3　地域・水環境情報の価値 …… 12

2－1－4　水資源行政における政策決定 …… 13

2－2　地域・水環境問題における評価法の総括 …… 16

2－2－1　環境評価の基本概念 …… 16

2－2－2　環境アセスメントの効果と限界 …… 18

2－2－3　費用便益分析法と環境評価 …… 23

2－2－4　地域・水環境評価法の総括と展望 …… 26

2－3　地域・水環境システムの基本構造と評価モデル …… 28

2－3－1　社会問題複合体とシステム的方法論 …… 28

2－3－2　地域・水環境システムの基本概念 …… 28

2－3－3　地域・水環境システム評価の構造モデル …… 31

2－4　多重属性効用関数法の特徴と基本構造 …… 35

2－4－1　地域・水環境評価と効用理論 …… 35

2－4－2　多重属性効用関数法の特徴 …… 37

2－4－3　多重属性効用関数法の基本構造 …… 38

2－5　ま　と　め …… 42

第３章　地域分析における多重属性効用関数法の適用に関する研究
ー大阪市域における地域経済・環境評価ー
３－１　はじめに …… 43
３－２　大阪市域の経済的・自然的環境の今日的特徴 …… 45
３－２－１　大阪経済の地位とその現状 …… 45
３－２－２　大阪市域の自然的環境 …… 48
３－２－３　大阪市の土地利用 …… 49
３－３　大阪市域の地域環境評価モデル …… 52
３－３－１　研究の目的 …… 52
３－３－２　スクリーニング・プロセス …… 52
３－３－３　問題の設定 …… 52
３－４　多重属性効用関数の導出 …… 56
３－４－１　単一属性効用関数の導出 …… 56
３－４－２　多重属性効用関数の導出 …… 61
３－５　評価結果と分析 …… 67
３－５－１　評価結果 …… 67
３－５－２　評価結果の分析 …… 67
３－５－３　結　論 …… 71
３－６　まとめ …… 73
付録３－１　効用関数 …… 75
付録３－２　インディファレンス・ポイント …… 87

第４章　水資源計画評価における多重属性効用関数法の適用に関する研究
ー淀川水系の水資源開発計画の総合評価ー
４－１　流域圏と地域社会 …… 94
４－１－１　流域圏構想の背景と意義 …… 94
４－１－２　流域圏の水資源構成要素 …… 95
４－１－３　水資源開発事業の大規模化と経済効率性 …… 96

4－1－4　流域圏の経営的視点 …… 97
4－2　淀川水系における水資源計画の課題 …… 99
4－2－1　淀川水系の水資源問題 …… 99
4－2－2　淀川水系の水資源開発事業の事業費変動の分析 …… 99
4－2－3　淀川水系の水資源開発事業の事業期間変動の分析 …… 101
4－2－4　計画要素の変動特徴 …… 102
4－2－5　淀川水系の水資源計画の課題 …… 104
4－3　淀川水系の水資源開発計画の評価モデル …… 106
4－3－1　研究の目的 …… 106
4－3－2　淀川水系の概要 …… 106
4－3－3　淀川水系の水資源開発事業の評価構造 …… 106
4－3－4　問題設定 …… 108
4－4　多重属性効用関数の導出 …… 110
4－4－1　単一属性効用関数の導出 …… 110
4－4－2　多重属性効用関数の導出 …… 112
4－5　評価結果 …… 114
4－6　評価モデルの拡張と感度分析 …… 116
4－6－1　評価モデルの拡張 …… 116
4－6－2　効用関数の導出 …… 117
4－6－3　評価結果 …… 117
4－6－4　感度分析 …… 119
4－7　ま　と　め …… 122
付録４－１　水資源開発事業の概要 …… 126
付録４－２　属性内容と効用関数 …… 136
付録４－３　インディファレンス・ポイントと効用関数（拡張モデル） …… 147
第５章　適用例よりみた多重属性効用関数法の理論的諸課題の検討とその改良
5－1　は　じ　め　に …… 153

5－2　適用例からみた多重属性効用関数法の問題点 …… 155
5－2－1　適用例の総括 …… 155
5－2－2　適用の意義と限界 …… 157
5－2－3　手法の問題点とその解決アプローチの概括 …… 158
5－2－4　例題設定――Tisza River流域の水資源開発システム・プラン …… 161
5－3　効用理論を軸とした環境評価構造の同定 …… 168
5－3－1　環境評価構造とシナリオ・ライティング法 …… 168
5－3－2　環境評価における時間スケールの最適性 …… 174
5－3－3　評価時間の最適性と情報の価値 …… 175
5－4　効用関数法における可測性、独立性に関する考察 …… 180
5－4－1　効用の可測性について …… 180
5－4－2　属性間の独立性の検討 …… 183
5－5　利益集団間における効用関数の統合基準 …… 190
5－5－1　利益集団における人間関係論 …… 190
5－5－2　統合基準の設定 …… 193
5－5－3　例題の評価結果の検討 …… 197
5－6　ま　と　め …… 206

第6章　効用理論による溜池の廃止・転用問題の解明

6－1　は　じ　め　に …… 210
6－2　溜池の廃止・転用における意志決定問題 …… 212
6－3　溜池の廃止・転用問題解明における多重属性効用分析 …… 216
6－3－1　は　じ　め　に …… 216
6－3－2　対象地域の概要と水環境の諸問題 …… 217
6－3－3　環境変化に対する住民意識の実態 …… 220
6－3－4　評　価　構　造 …… 240

6－3－5　評　価　属　性 …… 242
6－3－6　効用関数の導出 …… 243
6－3－7　評価結果の分析 …… 246
6－4　ま　と　め …… 248
付録6－1　質問紙調査票 …… 252
付録6－2　質問紙調査回答結果 …… 255
付録6－3　効用関数とインディファレンス・ポイント …… 260

第7章　結　　論
7－1　本研究の総括 …… 267
7－2　本研究の問題点と今後の課題 …… 273

謝　　辞

図　リ　ス　ト

第　1　章

図 1.2.1　論文の構成 …… 3

第　2　章

図 2.1.1　情報特性の概念モデル図 …… 12
図 2.3.1　水資源政策関連要素の相関図 …… 29
図 2.3.2　地域・水環境システムの評価構造 …… 31
図 2.3.3　地域・水環境システムの評価階層構造図 …… 34

第　3　章

図 3.3.1　対象区地図 …… 53
図 3.3.2　大阪市域の環境評価階層構造図 …… 55
図 3.4.Ⅰ－A　X_1 と X_2 とのトレード・オフ …… 66
図 3.4.Ⅰ－B　確率Pの決定 …… 66
付録 3－1　図Ⅰ－1 効用関数 …… 75
付録 3－2　図Ⅱ－1 インディファレンス・ポイント …… 87

第　4　章

図 4.1.1　流域圏の水経営システム …… 98
図 4.2.1　淀川水系の水資源開発事業の総事業費の経年変化 …… 100
図 4.2.2　淀川水系の水資源開発事業の事業期間の経年変化 …… 101
図 4.3.1　淀川流域図 …… 107
図 4.3.2　淀川流域のモデル・ダイヤグラム …… 107
図 4.3.3　水資源開発計画の階層評価構造 …… 109
図 4.4.1　効用関数 …… 111

図4.4.2　X_{FC1} と X_{FC2} とのトレード・オフ …… 111
図4.4.3.a　インディファレンス・ポイント（X_9 ～X_1 ，X_9 ～X_5 ） …… 113
図4.4.3.b　インディファレンス・ポイント（X_{10} ～X_{14} ）第3レベル …… 113
図4.4.3.c　インディファレンス・ポイント（X_{11}～X_9 ，X_{10} ～X_{18} ）第4レベル… 113
図4.5.1　評価結果 …… 115
図4.6.1　淀川上流域における階層評価構造（拡張モデル） …… 116
図4.6.2　評価結果（拡張モデル） …… 118

付録4－1　図Ⅰ－1　京都府営水道事業（用水供給）概要図 …… 127
付録4－2　図Ⅱ－1　効用関数 …… 139

第　5　章

図5.2.1　アプローチの概括 …… 162
図5.2.2　対象流域図 …… 165
図5.2.3　効用関数 …… 167
図5.3.1　計画複合体の相互関係と時空間的コミットメントの範囲 …… 175
図5.3.2　属性特質と情報の効用 …… 178
図5.4.1　属性マトリックス …… 188
図5.5.1　統合基準検定図 …… 195
図5.5.Ⅰ－A　インディファレンス・ポイント …… 202
図5.6.1　多重属性効用関数法の改良点 …… 209

第　6　章

図6.3.1　対象地域図 …… 217
図6.3.2　溜池数の変遷 …… 219
図6.3.3　快適性の要因（数量化法Ⅱ類） …… 229
図6.3.4　溜池の機能（数量化法Ⅱ類） …… 231
図6.3.5　溜池についての住民の関心の変遷（数量化法Ⅱ類） …… 233

図 6.3.6　溜池の廃止（数量化法Ⅱ類）…… 234
図 6.3.7.(a)　溜池の将来利用（予測）（数量化法Ⅱ類）…… 235
図 6.3.7.(b)　溜池の将来利用（希望）（数量化法Ⅱ類）…… 235
図 6.3.8　都市計画への参加意識（数量化法Ⅱ類）…… 236
図 6.3.9.(a)　地域と環境要素（数量化法Ⅲ類）…… 238
図 6.3.9.(b)　溜池と環境要素（数量化法Ⅲ類）…… 239
図 6.3.10　溜池の廃止・転用についての意志決定モデル …… 241
図 6.3.11　溜池の廃止・転用の意志決定評価構造 …… 244
図 6.3.12　属性マトリックス …… 245
付録 6 － 2　図Ⅱ－1　質問紙調査回答結果 …… 256
付録 6 － 3　図Ⅲ－1　効用関数（シナリオ O_1）…… 260
図Ⅲ－2　効用関数（シナリオ O_2）…… 262
図Ⅲ－3　インディファレンス・ポイント（第 1 レベル）…… 265
図Ⅲ－4　インディファレンス・ポイント（全　体）…… 266

表　リ　ス　ト

第　2　章

表 2.1.1　情報階層の特性 …… 13

表 2.3.1　地域・水環境システムの評価マトリックス …… 33

第　3　章

表 3.2.1　大阪経済の全国的地位 …… 45

表 3.2.2　大阪経済の密度 …… 46

表 3.2.3　大阪市経済の経年特性 …… 47

表 3.2.4　大阪市域環境の経年特性 …… 49

表 3.2.5　大阪市土地利用状況（昭和５０年） …… 50

表 3.2.6　大阪市用途地域の状況 …… 50

表 3.2.7　大阪市における土地高度利用の動き …… 51

表 3.2.8　大阪府下の土地価格 …… 51

表 3.3.1　スクリーニング・プロセスの結果 …… 54

表 3.4.1　属　　性 …… 57

表 3.4.2　属性値とスケーリング・コンスタント …… 60

表 3.4.3　属性の選好順序 …… 61

表 3.4.4　効用関数（第１レベル） …… 62

表 3.4.5　スケーリング・コンスタントの選好順序 …… 63

表 3.4.6　効用関数（第２レベル） …… 64

表 3.4.7　効用関数（第３レベル～第５レベル） …… 64

表 3.5.1　属性の実際値と効用水準 …… 68

表 3.5.2　効用水準（第１レベル） …… 69

第　4　章

表 4.2.1　淀川流域における水資源開発事業の事業期間，
総事業費の変動比 …… 103

表 4.3.1　淀川流域における水資源開発計画事業 …… 108
表 4.4.1　属性内容、効用水準、スケーリング・コンスタント
（日吉ダム、洪水制御）…… 111
表 4.6.1　属　性　値　117
表 4.6.2　感度分析　120
付録 4 － 1　表Ⅰ－1　京都府営水道事業の概要 …… 126
表Ⅰ－2　流域下水道の概要 …… 130
付録 4 － 2　表Ⅱ－1　属性内容 …… 136
表Ⅱ－2　インディファレンス・ポイント …… 144
表Ⅱ－3　多重属性効用関数 …… 146
付録 4 － 3　表Ⅲ－1　インディファレンス・ポイントとスケーリング・
コンスタント（属性）…… 149
表Ⅲ－2　インディファレンス・ポイントとスケーリング・
コンスタント（利益集団）…… 150
表Ⅲ－3　多重属性効用関数 …… 151
表Ⅲ－4　インディファレンス・ポイントとスケーリング・
コンスタント（機能）…… 152

第 5 章

表 5.2.1　適用例からみたＭＵＦ法の問題点 …… 159
表 5.2.2　例題の適性について …… 164
表 5.2.3　Tisza River流域における水資源開発システム …… 165
表 5.2.4　属性内容および代替案の属性値 …… 166
表 5.2.5　各システムの評価結果 …… 166
表 5.3.1　問題の定式化の概括 …… 169
表 5.3.2　時間スケールと属性特質 …… 177
表 5.3.3　例題の属性特質について …… 179
表 5.4.1　ダム建設による地域開発の影響の評価 …… 182

表 5. 4. 2　ダム建設による地域開発への影響の主観的尺度 …… 183
表 5. 4. 3　属性のウエイト …… 186
表 5. 5. 1　各意志決定プロセスにおける判断タイプ別の評価特性 …… 198
表 5. 5. 2　各システムの効用水準 …… 199

第　6　章

表 6. 3. 1　溜池の総合的機能 …… 223
表 6. 3. 2　回答者の構成 …… 225
表 6. 3. 3　質問紙調査集計結果 …… 227
表 6. 3. 4. a　外的基準に対する反応パターンの類型化 …… 232
表 6. 3. 4. b　要素に対する反応パターンのカテゴリー …… 232
表 6. 3. 4. c　外的基準の５つのカテゴリー …… 233
表 6. 3. 4. d　各要素における３つのカテゴリー …… 233
表 6. 3. 5　Q16とQ24とのクロス・テーブル …… 237
表 6. 3. 6　対象溜池の概要 …… 237
表 6. 3. 7　評価基準の方向性 …… 242
表 6. 3. 8　溜池の廃止・転用の意志決定問題における評価属性 …… 243
表 6. 3. 9　属性値およびスケーリング・コンスタント …… 244
表 6. 3. 10　効　用　水　準 …… 246
付録６－１　表Ｉ－１　質問紙調査票 …… 252

第1章　研究の背景と目的

1－1　研究の背景

水は人間の生命にとって必要不可欠な物質である。水と人間社会との関係は昔も今も、そして 将来もその重要性の点で深くつながっていくであろう。

「水と闘う人々」。この呼称は、水災害や水資源危機に遭遇する水害常襲地域、常時渇水地域の人々にのみ与えられたものではなく、今や長期的な水資源戦略を考える上での構造的水資源危機に立ち向かう人類全体にとっての名称になりつつある。すなわち、水と人間との関係は、「天から与えられた水」から「獲得する水」へと、「暴挙の水」から「制御する水」へと、社会的状況の変化に伴って幾多の変遷を経てその形態を転換している。

この転換内容の総合的評価は現在の水資源や水環境問題を計画的側面から把える場合に重要である。そこには、水利用の形態が比較的単純な形であった過去の場合と全く異なった点が生じている点が発見できる。1つは、経済成長に伴い、産業構造や生活構造が大きく転換したため、水の機能の多様化及び多目的利用化が著しくなったことである。他の1つは、水を利用する主体である人や集団の価値感が多様化したため、その評価構造が著しく複雑になったことである。

これらのことにより、水システムの構成が多目標、多要素となり、例えば流域における水管理方式には従来と異なった意志決定過程が要求されるようになってきた。その要求に答えるためには、水システムをいかに把握し、いかに評価し、いかに総合的で有効な政策を作り出すかが重要な課題となる。

本研究では、以上の課題を考察するために、その研究対象領域をある単一の水関連事業ではなく流域というより広い範囲に拡大して設定し、地域・水環境システムをどのように評価するかという点を通じて現代の水問題の解明を行なう。

地域・水環境システムを総合的に評価する意図は次の通りである。

水資源開発事業を初め公共事業を取り巻く諸情勢が厳しくなり、対象地域、とりわけ水源地域の諸条件を十分配慮できない事業方式では、その実行が円滑にできないようになってきた。また一方では首都圏、近畿圏で見られるように

近年の都市問題の特徴として、都市圏の外延的拡大とそれに伴う圏外への人口・産業の拡散により地域経済構造が大きく変化するという状況が顕在化してきた。そのため、水資源確保のためには水供給地域と水需要地域における生活水準の格差是正、換言すれば衡平性の確保が重要な課題となり、ひいては地域開発における水資源の地位がますます向上することになってきたのである。さらに、地域においては、その環境を適正に診断し、地域環境の整備を目的とした総合的な政策をいかに立案するかという問題がおこっている。

古来より、我が国においては、水は河川・地下水帯などの流域を流れる間に諸利用部門で複雑に利用され、排水され、海へと至って再び循環するという水文特性を持っている。その利用過程における利便性・経済性評価においては、人々の判断が多くの社会的慣習、経済的原則、時代的趨勢に従って制約されるため、それは単に目前の現象における最適解を見出す結果になりがたいという特徴を有しているため、統一的な解を発見できない場合が多い。言い換えると、地域・水環境システムを長期的に安定して経営するためには、多くの評価が対立し、競争し、それぞれの原則が簡単には貫けない状況といえる。

このため、地域・水環境システムの要素である水利用、水制御に対する考えはより階層的な構造として同定され、最終的には水環境を軸とした地域政策決定へと深いつながりを持ってくるであろう。

すなわち、水資源、水環境や地域経済等の諸現象をそれぞれ独立に考えるのではなく、両者を総合的に評価することの重要性が今後ますます認識されるであろう。そのためには、地域・水環境システムの把握方法についても新しい方向が提起される必要がある。

このような観点に立脚して研究を行なう中で初めて水問題の構造的把握、および弾力的な将来構想ができるのであろう。さらに、これらの個別的な地域・水環境システムでの事例研究が基礎となり、今後予定されている流域間調整の課題、および流域間の比較といった新しい形の水資源開発計画の課題検討が可能となりうるであろう。

1－2　研究の目的と方法

本研究では、前述の研究視点に基づいて、地域・水環境システムの多目的評価の問題を研究する。これは、長期的には流域の総合評価法を確立し、合理的な水資源開発計画、地域・水環境計画を策定する研究の第1歩であり、そのための基礎的な研究を行なうことを目的とする。

本研究における研究課題は次の3つである。

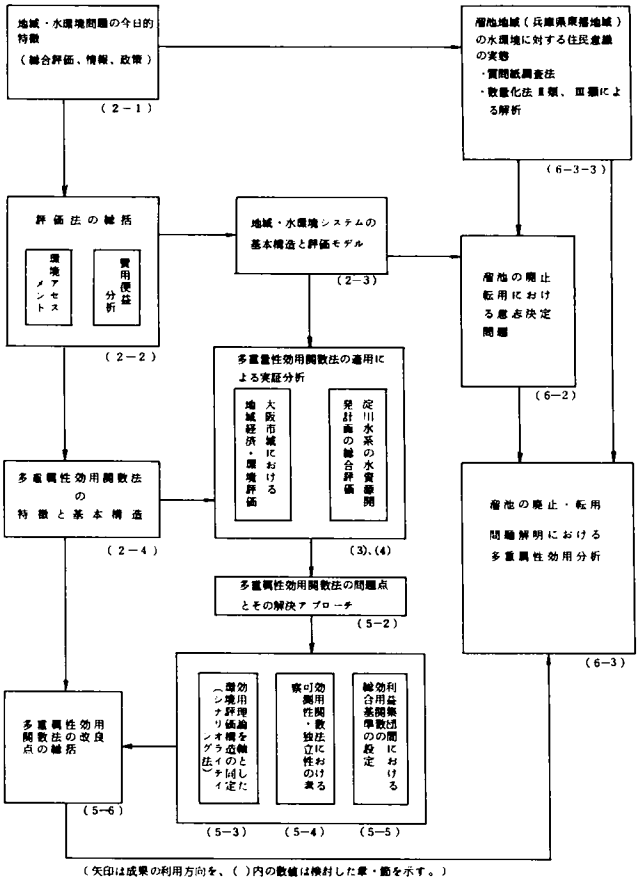
i）地域・水環境システムの基本構造の同定と評価モデルの検討

ii）多重属性効用関数法の適用による実証的分析

iii）多重属性効用関数法の問題点の改良と、効用理論による地域・水環境システムの総合評価

本論文の主要部分は5章から成り立ち、その構成は図1.2.1に示すとおりである。

図1.2.1　論　文　の　構　成



（矢印は成果の利用方向を、（ ）内の数値は検討した章・節を示す。）

各章における研究の目的と方法は次のとおりである。

第２章では、地域・水環境システムの構造をいかに把握し、いかに評価するかという本研究の主題の準備作業を行なう。

まず現状認識の段階として、地域・水環境問題の今日的特徴を分析する。次に地域・水環境問題を評価する方法として、従来より環境アセスメント、費用便益分析法等が用いられている。これらの内容について総括し、地域・水環境問題を評価する方向性について検討する。問題把握の手法として、システム工学手法を採用し、地域・水環境システムの基本構造と評価モデルについて検討する。

特に、環境評価の方法として、効用を軸とした評価方法の可能性について検討を加え、多重属性効用関数法（ＭＵＦ法）の意義について考察し、ＭＵＦ法の特徴とその基本構造について紹介する。

第３章では、ＭＵＦ法を近畿圏の経済の中心である大阪市域の地域分析に適用し、大阪市域における地域経済・環境の評価を行なう。

具体的には、大阪市域を用途地域・土地利用の視点から工業地区、商業地区および居住地区の３つの地区に分割してそれぞれの対象地区内の属性を定量的に測定し、その結果を総合化することによって大阪市域の地域効用水準を導出する。対象期間を昭和４５～４８年と昭和４９～５１年の２期に分け、高度経済成長過程の大阪市域では昭和４８年の石油ショックの前後においてどのような影響が及ぼされたかを分析する。

第４章では、ＭＵＦ法を水資源計画評価へ適用する。対象地域としては、淀川流域、特に３川合流点より上流域を設定した。淀川流域内において現在実施または計画されている水資源開発事業は、地域的、機能的にも多様であるが、これらを総合評価するにあたり次の点を分析の指針とする。

ⅰ）地域別の評価（例えば上流地域、中流地域、下流地域等）

ⅱ）機能別・目的別の評価（例えば洪水制御、用水供給、水質管理等）

ⅲ）事業別の評価（例えばダム、下水道等）

ⅳ）利益集団別の評価（例えば住民、産業、行政）

ⅴ）事業の効果の評価（例えば実効性、期待性、公平性）

以上の５つを評価視点として、淀川上流域における水資源開発計画事業の資料を収集検討し、淀川流域において生ずる種々の水資源問題の総合評価を行なう。

第５章では、第３章，第４章で行なった２つの適用例より発見された諸問題について、その理論的課題を明確にし、その展開を行なうことを目的とする。

理論的検討点は次の３点とし、究極的には手法の改良点及び適用の有効性と限界性について言及する。

ⅰ）効用理論を用いた環境評価問題の構造同定についての検討

ⅱ）効用関数の可測性、独立性に関する考察

ⅲ）利益集団間の調整及び統合基準の検討

以上の３点に着目して、地域・水環境システムの多目的評価における包括的アプローチをめざしてＭＵＦ法の改良を行なう。

第６章では、全国有数の溜池地帯である東播地域を研究対象地域として設定し、当地域の重要な課題である溜池の廃止・転用についての意志決定問題を整理し第５章で改良したＭＵＦ法を適用し、その有効性、ならびに東播地域の地域・水環境システムのあり方を検討する。

1－3　地域・水環境システム研究の動向と展望

地域問題、水問題、環境問題、複雑でかつ高度に政治経済的な対象であるこれらの諸問題が、システム的に取り扱われるようになってから、まだあまり多くの年月はたっていない。地域、水・環境という我々の日常生活にとって密接な関係を持つそれぞれの対象を、計画したり評価することが学問といかにかかわるかという、理念的な議論がここ10年近く行なわれてきた。※　ところで、環境工学分野における研究方法は、たとえば、水質汚濁物質の精緻な分析というミクロな方向や、処理施設の改良というプラグマティックな方向へと進んでいる。また、一方では、E. F. Schumacher に見られるような、超経済学的な視点で環境問題を根底から見つめなおそうという傾向も出てきて、環境工学研究に一定の影響を与えつつある。[1)]

すなわち、地域環境研究の流れには、思想的には地域主義[2)]、社会科学的には環境経済学[3)]、そして工学方法論的にはシステム工学[4)]があげられる。

これらの3者に共通する特徴は、それぞれ背景として、確立された学問分野を有しながらも、時代の趨勢に応じて急速に発展をとげたことであろう。また、それぞれの研究対象とするものが、既存社会で公認され機械的な努力を重ねるだけで解を得られるものでは決してないという点でも、3者は同じ悩みをかかえているのである。

学問が我々の存在を規定する諸課題を考えると、少なからず非観的にならざるをえないのである。なぜなら、学問の発展は、長い歴史の検証を受けなければ、その基本とすべきユニバーサルなものが、瞬時にして変化する可能性があるからで

※　土木計画学シンポジウム，土木学会

1)　E.F.Schumacher：人間復興の経済学――Small is Beautiful――
　　斉藤志郎訳、佑学社，1976年

2)　たとえば、玉野井芳郎：地域分権の思想、東洋経済新報社，1977年4月

3)　たとえば、瀬尾芙巳子：環境経済研究の動向と展望，経済評論，1977年9月

4)　たとえば、樋木義一、西川禕一：地域計画とシステム的方法論，自然，1978年10月

ある。しかし、社会は、性急に、上記問題について解決策を求めている。

そのため、環境科学研究に対する工学と経済学のアプローチも、環境を素材とした制御工学と、計量経済学へと塗りこめられてしまったのである。[1)]

そこから産出する学問的成果は、現象を解釈する材料となりえても、現象を解明する上での指針とはなりえないのである。公害の発生原因を政治経済体制の選択に短絡させるような粗雑な議論よりも、学問的色彩は濃いかもしれないが、そのことが、かえって問題の本質を隠蔽する危険性を持つことも否めない。

しかしながら、本研究の対象とする問題は、多様な要素と要因を含んだ複雑なものであると共に、単純には評価できない性質であることは言うまでもない。

地域・水環境の問題を実践的に解決する方向をめざすことを求めるならば、問題志向型の柔軟でかつ多様な方法で、しかも、その研究成果が問題に悩む１人１人にとって納得され、かつ実践でき、知性の増大に貢献するものでなければならないであろう。

---

1) 末石冨太郎：環境問題と経済学、経済評論，1978年12月

第２章　地域・水環境評価のシステム・アプローチ

２－１　地域・水環境問題の今日的特徴

２－１－１　水資源の生産力喚起と２つの問い

水資源計画論を展開する常として、水資源の需要と供給の問題に限定した時代の社会・経済情勢に応じた最適解が追求されてきた。需要者である企業・住民の要求の水準なり質がどのように変動しようとその特質は一定である。

水資源開発事業の寿命は長く、事業の構想段階から施設の経済的・物理的耐用年数までを考えると１００年を越すことはまれではない。このような、長期的、かつ国民に大きな影響を与える事業を実施するには、経済効率主義を基調とした方が現在社会においては、トータルとしては合理的だという判断がある。

この考え方を支配する背景とそれがもたらす結果をもう１度考えなおし、水資源問題を再構築することが、求められている。

「水資源の生産力喚起」[1]、この命題は約５０年前の論文のタイトルである。ここに述べられた考え方は現在にも十分通用するものである。論文の結論として、「水利の部門に関する職司は速に河水利用の増進に対する総合的計画を樹立確定して大いに拡充すべき生産力の喚起に努め自給自足の国防国家建設に寄与すべきは今日重大なる時局に臨みて正に国家に尽くす急務である」という内容が強調されている。

このような図式に従って、需要が厳しい時にはそれに答えるため、強力に開発が進められたわけである。しかし昭和５３年度、福岡市の大渇水に見られたように、水を供給する容器はととのったにもかかわらず、特異な自然現象により、かってない程のいたでを福岡市民は受けたのである。しかしこの異常と言われる気象も有史以来の記録を見ると、必ずしも特異な現象と言えないのである。そこで、末石冨太郎が[2]警告する「対策発想型の水資源問題解決のプロセスは都市を破局に

1）水谷　鏘：「水資源の生産力喚起」、水利と土木：第１３巻第７号，１９３０年７月

2）末石冨太郎：「水資源危機」、日本経済新聞社，１９７８年４月

導く」というシェーマをいかに我々は考えるかが問題を解く１つの鍵となろう。

確かに福岡市の渇水問題では、水需給の不安定さは、都市計画において水資源が軽視されたこと、また市民の水利用の方法が節約的でなかったことが重要な課題として提起されている。だが、もう１つの問題としては、計画に対する過大な信頼、一面的に作られた計画に基づいた都市形成のあり方が指摘できる。

都市計画を取り巻く環境がここ数年著しく変化してきたという事実の根底には、人々の都市に対する評価内容水準が異なってきて、例えば都市計画事業に対する受け取り方が画一的でなくなってきたことがあげられる。端的には、不特定多数の便益を向上させることを目的にした公共事業の基本精神である公共性が、簡単には住民に支持されなくなったのである。

多種多様な水利用をする集団を１つの集合体とみなして、それを１つの水資源事業の成立基盤が形成されるという大ざっぱな議論では、計画のいきづまりが生じてきたのである。

そこで、２つのタイプの問いが投げかけられるのである。１つは、このような従来の開発方式を踏襲するしか道がないのではないか、という言わば強迫型の問いかけであり、他の１つは、ではいったいどうすればいいのかという自虐的な態度で解決策を求める型である。

我々は簡単にこの問いに答えるすべを持たない。しかし、何らかの方法で水資源問題を解決しない限り、水資源開発計画事業は次第に困難になりつつあるのである。

２－１－２　水資源開発計画における総合的視点

水資源開発計画事業の困難性が予想される中で、計画の評価に関しては次の２点が注意をひく課題である。１つは、水資源開発事業における住民の地域間衡平の達成の課題であり、他の１つは、水資源開発事業が環境へ及ぼす影響の適正な評価の課題である。

このような状況を背景として、１９７６年２月に「水資源基本問題研究会中間報告――主として大都市を中心とした問題について――」[1)]が出された。報告書は

1）水資源基本問題研究会，1976. 2

現在時点における水資源問題を総合的に整理して、将来への視座を提起している。しかしながら、水資源開発計画については次の諸点において不十分な部分も存在していると思われる。[1)]

水問題は単なる水の量的質的側面のみからとらえる状況から大きく転換して、総合的視点で論じることが要求されるようになっている。たとえば、琵琶湖総合開発特別措置法（昭和47年6月5日）、水源地域対策特別措置法（昭和48年10月17日）の制定にその動向を見ることができる。

すなわち、これらの措置法においては対象地域における関係住民の生活の安定と福祉の向上をはかるため、生活環境、産業基盤等を整備すること、水質保全のために水源地域整備計画を策定すること等が目的とされている。これらの法律の法制化における問題意識としては、下流地域における大都市、大工業地域の水需要増加を大前提としながら、自然的・社会的にも水資源確保がますます困難になってきた状況をどのように打開するかということがある。このように法律の基本的視点が、より多量の水資源が必要であるという見解に立つならば、これらの法律で使われている総合開発事業という名称は、水資源開発のための附帯事業という意味あいが強まるといえよう。最小の費用で最大の効果を生み出すことが事業の原則である限り、総合開発事業の内容は事業主体・受益者と開発地域関係者との利害関係、対抗関係に応じてどのようにでも変化しうるであろう。これを反映して、報告では、まず大都市の水需要増加の逼迫を訴え、水資源開発が早急に実行されるべきことを強調している。ところで、水資源開発事業をはじめ公共事業を推進するためには、関係利益集団が相互の立場を理解しあって、相互の納得のいく形で実行されて初めて成立するものである。ところが、従来の形式では、開発主体者が水資源開発の重要性を強調し、その前提に立って水源地域の地元関係者の意見を聞くという方式である。そのため、補償内容も不十分なものとなり、その結果地元関係者の開発後の生活は困窮化し、ひいては被害者意識が醸成されていったのである。

---

1) 仲上健一：「水資源開発技術をめぐる今日的課題」，自治問題研究，第2号，1977. 3

この問題は、単なる金銭補償額の増加という解決方式だけでは論ずることはできない。すなわち、水源地域地元住民の補償問題に対する対応は、水資源開発事業の構想・計画段階から工事施工、竣工後の維持管理に至るまで、関係住民が事業の内容やそれに伴って派生する種々の影響変化についての評価の仕方によって大きく異なってくる。構想計画段階では、事業の計画内容、関連資料の公開を初め種々の問題点について地元住民の納得のいく協議が行なわれたかどうか、事業者と地元関係者との摩擦を長期化させないために、重要なことである。さらに、工事施工段階においては、施工内容が協議結果を反映しているかどうか、施工中に起こる種々のトラブルの適切な処理が重要である。さらに、水資源開発事業は長期にわたるものが多く、この間に協議事項が遵守されることが、事業を円滑に推進するために重要である。水資源開発事業は一般的に大規模であり、その影響範囲や期間は大きいため、十分な維持管理とともに、種々の影響について適切な処理が重要であろう。

さらに、水資源開発事業が及ぼす影響範囲は、広域化しつつある。これは、水需要の発生地域の広域化とともに、今後の水資源開発適性地がきわめて減少していることによる。この傾向に対処するためには、“水資源開発事業の附帯的意味としての水源地域総合開発事業”から、“地域総合開発事業における水資源開発事業”という位置づけが必要となってくるであろう。このような観点に立てば、今後の水問題を考える場合は、従来の大都市＝水需要の発生地域、水源地＝水供給地域という図式から、流域を１つの単位とし、上下流域全体の課題としての水資源開発計画を考えなければならない。

水問題を上下流域全体の課題として総合的にとらえた場合、つまり水資源開発事業を多目的・多利益集団の課題として考える時、２つの課題が発生する。すなわち、評価指標の適切な選択の課題と、事業に対する合理的な意志決定プロセスの課題である。

言い換えれば、前者は、いかに正しい情報に基づいて事業を見つめるかという情報アセスメントの問題であり、後者は、それらの情報をいかに構成し、正しい政策を作るかという政策決定の問題である。

すなわち、水資源開発事業及び地域・水環境システムにおける要素（地域・水環境情報）の適確な判断が、求められる。

2－1－3　地域・水環境情報の価値[1)]

情報の価値は、情報を必要とする人の主体的条件（立場、能力、接触及び解析時間等）によっても違う。当然ながら情報の種類も、自然科学的、社会科学的実測値から、文献的な2次資料に至るまで多くの分野にわたって存在する。また、その価値も、利用方法、管理方法の巧拙により、大きく変化する。

情報不足、不正確な判断という現象は、種々の意味あいを含んでおり、その内容を簡単に定義できない性質を有する。

そこで、地域・水環境情報構想はいかにあるべきかという大問題に対して1つの試案を示そう。

図2.1.1は、情報特性についての概念を示したモデル図である。

この概念は、末石[2)]の提唱するq×p×T理論に通じる性質のものである。

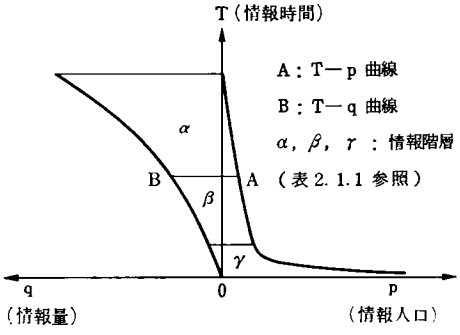
図の意味は次のとおりである。

p：情報に接する人数

q：情報量

T：情報時間（情報収集や解析、検討に使用できる時間。この時間の大小に応じて、水関係者を表2.1.1に示すようなグループに分割した。）

図2.1.1　情報特性の概念モデル図



T－pの関係は曲線A、T－qの関係は曲線Bに示すような形が想定される。これらの関係は、一般住民は情報時間も少なく、その結果、情報量も少ない。一方、水行政担当者は、情報時間も多いとともに、情報量も大きいことを示している。

1）盛岡　通、仲上健一、藤原邦夫：
「水資源危機、――同名著書の解題を通じて考える――」水利科学No.125、1979

2）末石冨太郎、「水資源の危機」；日本経済新聞社，1978年4月

表2.1.1　情報階層の特性

要素 / 層名	情報の種類	情報の使途	想定されるグループ	情報センター
α	水計画基本情報，全域的加工情報，基幹観測情報	政策決定，研究，水資源開発の長期展望	水行政担当者，水政策研究者，水関係協議会審議会会員	中央水資源研究情報センター
β	個別地域情報，技術データ	水資源行政の検討，技術開発，地域場や生産プロセスの特性把握	住民運動家，政治家，技術者，研究者，各種団体調査研究部スタッフ，経営者	水資源ローカルセンター
γ	コミュニティ情報，生産を通じた水利用に対する実感と経験	水行政に対する要求，水利用の個別的改善方法	一般市民，労働者	生産情報センター

しかし、情報人口に着目すれば、ごく一部の人々に情報が集中するとともに圧倒的な数の市民は情報不足の状態なのである。

このような構造のもとでは、各層間の個人的な情報量に、圧倒的な差が生じ、その結果、政策決定がTop－Down方式となる。

現在の公共事業等における問題点の一つがこのTop Down 方式であることを考えるならば、その対応策を考えることは有用である。そのためにはまず、各層の情報の特質に注目することにする。その特質が各層ごとに異なることによって各層の情報に関する独自性が保証され、情報を通じて政策決定における公平性が確立する可能性もある。より総合的な水資源計画を策定したり、地域・水環境システムを同定するために各層の情報が不可決な要件となるならば、さらに付け加えれば、これら各層の情報の交流が可能であるシステム（情報の公開、計画への参加等）が実行されることより、水資源問題において、国民的な政策科学化の基礎ができるものと思われる。

2－1－4　水資源行政における政策決定

ところが、現状の水資源問題の原因は、前述したように水資源を開発するという生産力的発想であり、たとえ水資源危機を打開するという対策型発想へと水資源の認識が転換したとしても、水行政における政策決定問題が厳然として残って

いる。より効率的な水資源計画を策定するには、水文資料をどのように収集し処理するかという極めて技術的な課題のみならず、水資源危機に対してどのような基本理念を持って考えていくのかという政策に関する意志決定が、寸断なく一部の水行政担当者に要求される。それ故、意志決定者は少数の専門家となり、その方式は中央集権的なTop－Down 方式へとなるのであろう。これは水資源行政における政策決定の貧困さを生み出す原因の１つと考えられ、ひいては水資源危機をもまねき得る。これは単に水問題に限らず、全般的な政策においても共通することであり、これを反映して政策レベルの意志決定を科学的に検討する学問として、Haward D. Lasswellによって政策科学が提唱されている。[1] H.D.Lass－well は現代科学のアプローチの欠陥として、視野の断片化、問題に対する盲目性、単一的科学的方法、の３つをあげている。

この欠陥に対し、①政策過程及び社会プロセスの全体との関連を意識するアプローチ方式、②問題志向型のアプローチ方式、③多様な科学的方法、を用いて対処することを基本としている。

このシェーマは、水資源政策づくりにも同様に適用できるであろう。しかし、政策科学を採用することが必ずしも水資源危機にとって万能であるとは限らない。水と人間生活との関係が密接なものであることを考えるならば、計画の人間的側面をいかに理解するかが残された大きな課題であろう。

「計画の人間的側面」の著者、David W. Ewingは、計画（政策）の失敗は人間軽視にありと提唱し、次の５点をあげ、計画・政策の科学化における人間の役割が種々の面で大きいことを強調した。[2]

1） 物的要素、物的基準の過大視

2） 外的条件の変化の過大評価

3） 計画の人的要素の誤解

4） 未来に対する誤解

1） 宮川公男：「政策科学への期待」,日本計画行政学会，「計画行政」，№１，1978

2） David W. Ewing ；「THE HUMAN SIDE OF PLANNING」（計画の人間的側面）ダイヤモンド社，1974年3月，（上田惇生，加賀屋裕訳）

5） 計画の定義の誤謬

水資源危機により、苦悩を味わうのも人間であり、また危機をつくるのも人間である。水資源政策決定の貧困性を克服するためには人間を知り、社会を知り、自然を知り、それらの知識を統一的に科学化・計画化することが重要であろう。

以上述べたように、水資源開発事業、地域・水環境の総合的な把握は対象自体の複雑さのため、近年ますます事業に関与する利益集団（意志決定者）の多数化、及びそれに伴う目的、目標の多元化が発生している。この多目的問題をより合理的な形で解決していくには、大量の情報を適切に整理し、そして解決策を公衆の目にさらし、公平性を保ちながら形成する方法を確立することが必要である。また、それが現実の要求に合う形で政策として提示されなければならないだろう。

２－２　地域・水環境問題における評価法の総括

２－２－１　環境評価の基本概念

環境を評価するという行為が社会的に論議されるようになったのは、合衆国の連邦法として１９６９年から実施されている国家環境政策法（National Environmental Policy Act）が制定された頃からである。

我が国においてもその翌年、昭和４５年は、公害元年と言われ、国会において公害が中心に議論された。

環境評価、環境計測は、生態学、地理学、医学、そして衛生工学の分野ではかなり早くから実施されてきていたし、環境論をめぐっての論争も古い歴史を有している。[1] しかしながら、環境への影響を研究課題と設定する環境科学と、すぐれて政治経済学的な対象である公害問題を対象とする公害論とはどのように違うのかという議論がある。

確かに、公害問題と環境問題を同一視するような作為的な発想は極めて非生産的であるが、環境評価という概念それ自体がまだあいまいであり、安易には規定されえない状況であった。

ところが、開発計画に対し、事前にその影響を予測し計画を評価することは、従来の公害対策では事後的にしか対処できなかった点に比べて、それが環境保全政策として機能していることが理解され、昭和５０年頃から我が国においても法案作りが検討されはじめた。

そこで、現状の動向をふまえながら環境を評価することの意味について考察してみる。

現在、環境アセスメントは法律化の動きとも相まって、いろいろの問題点が議論されているが、その多くは技術的問題に集中している。しかしながら、環境アセスメントの本質は、事業影響を局部的からより広域的へと、短期的から長期的へと、空間的、時間的拡張を科学技術の力をもって評価し、環境破壊を最小限に

1）渋谷寿夫：理論生態学，理論社，１９６０年７月

押さえ自然保護を最大限保証して、多くの事業関係者の衡平性を確立していくところにある。そのためには、次の4つの視点が重要である。

1）環境評価における主体と目的の問題

誰が何のために環境評価を行なうかは、評価を行なう際の最も原則的な問題である。元来、環境影響評価ではその対象範囲が多様であり、しかも測定技術の確立されていないものまで含めて評価するのであるから、評価の主体と目的によって常に評価結果にも大きな幅が生じている。

2）評価のスケールの問題

評価を行なうときにどれくらい広域的・長期的に実施するかによって内容と方法が異なってくる。事業が大規模であればあるほど評価はより広域的・長期的に行なわれるべきであろう。十分に納得のいくまで疑問点の解決が行なわれることを目標にすべきであり、事業期日や財政的理由で安易に評価対象の規模が決められるべきではない。

3）環境評価における計量化の問題

現代の環境評価の特徴は計量化の方向にある。これは、現象を正しく把握する方法としては重要なことであろう。しかしながら、自然界の中には計量可能なものは少ない上に、計量できないものの中に重要な要素が含まれる可能性が高いのである。

現在のように、計量可能なもののみで自然を評価することは、客観的であるようにみえるが、実は非科学的な方法かもしれない。このような問題点を克服するには、環境評価手法の開発、自然的・社会的現象の厳密な把握のみならず、現在の段階における環境評価の限界を十分知った上での評価を行なうことが重要である。

4）環境評価の結果の取り扱いの問題

以上のような3つの問題点を含みながらも一応評価結果が出ると、それをどのように取り扱うかが重要な課題となる。その場合、参加者の合意調整が重要な課題となる。もし、十分納得のいく調整が行なえないならば、評価主体の選択評価、目的にまでフィードバックして再評価する方式を採ることが重要である。

2－2－2　環境アセスメントの効果と限界

(1)　環境アセスメントの背景

正しいと信念を持った行為が状況の変化に応じてまちがいと判断されることがある。

どんなに正確に予測をたてても、その結果が現実と一致しない事象を我々はいくらでも知っている。それが個人の趣味のレベルにとどまるものならば問題にならないことでも、膨大な公的費用を使って自然環境を改造したり、影響を与えたりするときは大きな社会問題となる。ここに環境アセスメントが必要とされる所似があるのである。

その理由の第1は、従来の技術が、〝開発をいかに経済効率的に行なうかということを目的に発展した〟ことに対する技術不信にある。

開発目的による便益を受ける者は主として開発主体であり、開発によって被害が発生した時、それを被るのは地域住民だからである。

1966年10月、米国下院科学宇宙委員会の科学研究開発小委員会での報告会で、テクノロジーアセスメント（技術被害予測）という用語の公式発表が行なわれた。このテクノロジーアセスメントが超音速旅客機に適用され、旅客機に付随するマイナス面（燃料費、安定性、騒音等）により、開発が中止されている。[1)]

安全を求める技術が、自ら安全でないと判断する時、その技術の実行を中止することは1つの良心であり、これは環境アセスメントの1つの源流と見ることができる。

第2の理由は、自然環境の改造には開発業者のみならず、その事業を許可する行政者など多くの人が関与しているのだが、我が国においては法律で許される範囲内であれば、その行為に対して制限を加えることができないようになっているという点にある。たとえ便益が地域住民に少なくても、またその事業に対する必要性が小さくても、公共性の名のもとに合法的に実施されていく現状がある。そこに住民と行政とのギャップが生じ、人に対する不信がでてくるのである。

1）沼田　真；環境アセスメント特集によせて，環境情報科学2－2，1973年

これら不信感をぬぐいさるには、行政過程における住民参加の保証、自分自身にかかわる問題は自ら決定するという態度、が重要であろう。これが、従来の法律の枠では満たされない不満を法制的にも解決しようとする要求の表れであり、環境アセスメントの制定を望む原動力であろう。

第3の理由は、住民自身の価値観の多様化による計画不信である。開発に伴う、"発展"あるいは"向上"という言葉に代表されるような、現在の生活の一部を犠牲にしても将来への期待が大きいはずである「計画」に対する不信である。[1]それは、上位計画の変動によって容易に変更されたり、十分な地元の要求や意向が調査されないために中止になったりした計画事業の未成熟さにも原因がある。しかしながら、いくら総需要抑制の時代と言えども、開発のスピードがダウンすることはあってもストップすることはないのである。そこで、一方的なTop－Down の計画から、住民の側からの Bottom－Up の計画へと転換していくことが、計画に対する不信をぬぐいさる1つの手段であり、これが計画プロセスの中で生かされていく方向で、環境アセスメントが望まれるのである。

(2) 環境アセスメントのフレームワーク

環境アセスメントの実施は、米国において現在連邦レベルで毎年1000以上のEISが作成されているし、州レベル、地方政府（郡・市・町）を合わせると膨大な数にのぼっている。[2]それらの報告書の作成要領は、国家環境政策法（National Environmental Policy Act of 1969）の102条(2)C項の規定に従っている。

すなわち

① 提案されている行為が環境に与える影響

② 当該提案が実施された場合、環境に及ぼす不可避の悪影響

③ 提案された行為の代替案

④ 人間環境の局地的、ならびに短期的な利用と、長期的生産性の維持・増大

---

1) 石原舜介；都市計画プロセスの評価，都市計画98　1977年

2) 青山．透；都市計画レベルの環境アセスメント，都市計画98．　1977年

との間の関係

⑤ 提案された行為が実施された場合に当該行為に関係している資源の不可逆的かつ回復不可能な投入に関し、担当公務員による報告書を含めなくてはならない。

しかしながら、その作成において最も重要な環境アセスメントの手法については、具体的な方法は記載されていないのである。

そこで、LeopoldやD.Fisher，G.Dauies らが評価項目をマトリックスにした方法を開発している。[1] また、水資源計画に関しては、Battel研究所が、1972年にEES法を開発している。[2]

以上は、環境評価のうち、特に環境に影響を及ぼすインパクトの解析・予測・評価にあたるものである。環境評価をもう少し広い範囲で取り扱うならば、上記の行為は、次のような総合的環境評価の第Ⅱ段階に位置するのである。

総合的環境評価は、次の4段階のフレームワークから成り立つ。[3]

第Ⅰ段階；行為規定過程

開発行為および、開発行為が環境に及ぼす影響についてのアウトラインを規定する段階である。

第Ⅱ段階；EIA過程

対象行為に伴う自然的、社会的、経済的環境への測定を行なうものである。

第Ⅲ段階；合意調整過程

環境評価の結果を吟味して、開発決定に至るまでの参加者の合意形成を行ない、政策をつくる。

第Ⅳ段階；事後評価過程

実行への合意形成が成立しないならば、第Ⅰ段階へと戻って評価をしなおすが、

---

1) 金屋敷忠儀；「環境アセスメントについて」，環境情報科学2－2，1973年

2) 「水資源計画のための環境評価システム」，"Environmental Evaluation System for Water Resource Planning"，米国内務省開拓局，1972. 1，バテル・コロンバス研究所

3) 後藤，内藤，森田，吉川，「環境影響総合解析システムの設計に関する調査研究」1976年，IPS報告書

もし開発行為の実行が決定されても、開発後の事後評価を行ない、何らかの問題が生じていたら事後対策を立てる。

(3) 環境アセスメントの問題点と限界

環境アセスメントの、開発に伴う影響を事前に評価するという趣旨は、環境保全の上で極めて有効なものである。しかしながら、環境アセスメントが我が国において十分普及していない現状を見るならば、そこには、いくつかの問題点および限界が存在する。

その第1点は、環境アセスメントの内容に直接関係する問題点である。

すなわち、第Ⅲ段階における影響の算定に必要な要素、つまり環境基準、指標の集約化の科学的方法が未確立な現状である。もっと根本的には、事業における環境インパクト要因も事業種によって規定されないのである。Leopold 自身は、「普遍的に適用可能なアセスメント方式はありえない。必要なことは、むしろ、いかにしたら複雑な影響を簡単にできるかである。このマトリックスは、行動と影響の全容のチェックリストとして利用できる。」と、述べている。[1)]

このように考えるならば、第1の問題点については、多くの経験に裏打ちされた評価能力と、新しい現象に対する柔軟で謙虚な態度しかこの困難を克服する方法はないであろう。

第2の点は、環境アセスメントを実施する主体の問題点である。[2)]

例えば、地方公共団体が環境アセスメントを実施する場合に、国家、および、上位または同位の団体に対して何のためらいもなく、環境保全という点だけで、開発行為を評価できるであろうかという点である。確かに一事業を総合的に評価できるかもしれない。けれど、現在の地方自治の行財政を見ると、その内容において完全に自治が成立しているわけでなく、むしろ基本的には地方の開発政策は国の開発政策に沿うように樹立されているし、財政の上でも、3割自治と言われるように、厳しい中央集権的なしめつけが存在している。また、事業が多数の地

---

1) 金屋敷忠儀；「環境アセスメントについて」,環境情報科学2－2，1973年

2) 村田哲夫；「地方公共団体における環境アセスメント制度化の進め方と留意点」「環境アセスメント制度の運用と対策」，棺高彦編，フジテクノシステム，1978年

方公共団体にまたがっている場合には、それぞれの評価基準が違ってきて、一層困難な状況が予想される。さらには、現状の地方公共団体の組織力と人的能力では限界があり、安易な形の調査ですます場合もある。このように考えるならば、環境アセスメントは、評価技術の問題よりも、環境評価主体の状況に応じてどのようにでも変化できるのである。この問題点に対処するには、観念的ではあるが、地方公共団体が『民主主義の小学校』と言われる背景をしっかりと認識し、環境アセスメントに真剣に取りくむしかないのである。

第3の問題点は、環境アセスメントの実効性にある。

たとえ、第Ⅱ段階までの環境アセスメントの方法ができたとしても、関係者間の合意形成という極めてむつかしい段階がある。

この段階が成立しなければ、たとえ莫大な費用をかけて、緻密な調査を実施しても、生産的な結論は出ないのである。しかし、ここでは合意形成の問題は省略し、合意が成立した次の段階における問題を考察しよう。

まず第1におこるのは、環境アセスメントの結果が及ぼす範囲が、予想外の第3者にまでのびたり、現行法と矛盾をおこすような結論になる場合である。その時は、一般的な方法としては話し合い（Negotiation, Comphomese 等）がある。そこで話し合いがつかなければ、第3者を含めて第Ⅰ段階からやりなおすことが必要となろう。

しかしながら、現行法との矛盾に関しては、行政訴訟法の改正、全国的に統一された情報公開に関する法律の制定などが必要であろう。

最後に、これは環境アセスメントに限定されることではないが、たとえ合意が成立したとしても契約通りに実行されなかったり、開発中に予期せぬ天災のため予定を変更せざるをえない場合、環境アセスメントの実効性がどのように保証されるか、検討されなければならないだろう。

以上述べたように、技術的、主体的、制度的諸問題を克服することが、環境アセスメントにある限界性をのりこえる方法であろうと思われる。

2－2－3　費用便益分析法と環境評価

費用便益分析法は、今や公共事業の採用基準の代表的な存在になっている。その歴史は、理論的にはG.デュピイの「公共事業の効用の測定について」（1844年）に求めることができる。費用便益分析法が、公共事業の採用基準として現実面で適用されたのは、1930年代のアメリカの水資源開発事業が最初であろう。

その内容は、1936年のアメリカ合衆国の洪水調節法の中に法文化され、公共プロジェクトは、「それが誰のところで発生しようと、その便益が推定費用を上回るならば実行してよい。」と、規定された。[1)]

この間、費用便益分析法に関する理論的研究・実践応用が積みかさねられてきたが、現在においても種々の批判がおこなわれている。[2)]

その多くは、(1)機会費用の無視、(2)2次利益が不適当に含まれていること、(3)割引率が低くとられていること、(4)第1次利益が過大視されている、等の批判であり、主として、事業決定が行なわれやすくなるために、便益を過大に見積ったことを主張するものが多い。

一方では、プロジェクトに関連する現象の不確実性をどのように評価するかをめぐっての議論があるが、これについては、A）不確実性を含んだ現象は基本的には取り扱えないという立場をとり、無視する立場、B）割引率に危険プレミアムをつけて適当に評価すべきであるという不確実性を無視すべきでないという立場、が考えられている。[3)]

このような問題は、究極的には、事業における費用・便益の範囲をいかに設定し、いかに正確に測定するかという点につきるわけである。Mid－State プロジェクトの実証分析においても明らかなように、測定対象は時代とともに変化しており、固定的なものでないことがわかる。

1）尾上久雄；社会的費用と社会的便益，貝塚啓明編著,「経済学」政策編，日本評論社，1978年

2）Steev. H. Hanke，Richard A. Walker ; Benefit－Cost Analysis Reconsidered ; An Evaluation of the Mid－State Project. Water Resources Research，Vol. 10, №5, 1974年

3）慶野征嶺；農業水利投資の費用と便益，猪苗代湖の事例分析，1977年，大明堂

ところが、費用便益分析法の使途が公共事業採用基準となってから、その性格は必然的に、事業決定が行なわれやすくなるように、便益を過大に見積るような傾向が生じてきた。これでは、どのような事業においても費用便益比率は高くなってしまい、採用基準としての意味がなくなったのである。そこで、WRC（The US Water Resources Council）は、この傾向に対し、1973年、次の4つの基準を設定したのである。

(i) National Economic Development

(ii) Regional Economic Development

(iii) Environmental Quality

(iv) Social Well－Being

この基準設定により、費用便益分析法と環境問題が制度的に結びついたのである。

それまでの費用便益分析法は、多くの修正を加えながらも、現実の市場価格を測定の単位として使用してきた。この意味は、市場価格の高さは消費者の支払い容認価格の目安になりうるという前提に依存しているのである。[1)]

この、経済的仮説で取り扱う範囲で比較できる間は、確かに、費用便益分析法は経済効果、特に地域的な経済効果を測定する有力な手法であった。ところが、評価の視野が地域から国家へと拡大され、1つの事業が国家経済開発にどのように貢献するかという尺度ができると、全く違った選択基準ができるのである。

さらに、WRCにより費用便益分析法における評価項目が検討される時期は、前節でも述べたように、国家環境政策法（1969年）が検討され、かつ実施された時期とも一致しているのである。

このような社会的背景は、水資源開発事業の費用便益分析法を単に経済的なものにのみとどまらせるものでなく、水資源開発に伴う諸々の環境・社会への影響を評価せざるをえない状況となっていたのである。よって、(iii)、(iv)の項目が、たとえ経済的単位で測定することが不可能でも導入されたのである。

1）尾上久雄；社会的費用と社会的便益，貝塚啓明編著,「経済学」政策編，日本評論社，1978年

ここで、どのような意味で環境の質の問題が、費用便益分析という経済理論の中に導入されてきたのかを考察してみよう。

第1番目に考えられ、しかも現実に実行されているのは、環境要素への影響をチェックするという発想である。

これは、言わば、ひととおりのプロジェクトの費用便益分析法を行ないながらも、この事業により、どのような規模で、どのような種類の環境に影響を与えるかを付記することである。言わば、費用便益分析と環境アセスメントを合成したようなものである。この両者の検討により、環境をむりやり貨幣に換算しなくても、意志決定者は、費用便益比だけを事業の採択基準にするよりも1歩前進して決定できるのである。

第2に考えられるのは、開発に伴う環境破壊が費用概念に転化したとみなされたことによるものであろう。そこでは、環境の影響ないし、破壊の程度は定量化できるものであり、復元または防止の費用を投じることにより環境の問題が解決するのである、ということが前提とされている。[1)]

この場合は、環境の質を本当にもとに戻すことが可能であるのかという根本的な疑問と、たとえ戻す努力を行なうとしても、どの水準にまで戻すかという点についての関係者の合意が簡単に達成できるかどうか、という問題がある。環境の創造は、製品の製造のように簡単には費用化できないという困難性が残るのである。

第3に考えられるのは、支払容認価格が効用の大きさを示し、効用の大小は個人の選好を示しているという仮説に費用便益分析法の基礎概念が依拠しているのならば、環境の質に対する効用を測定し、特別の仮説を作って、費用概念へ転化しないでもよいのではないかというものである。

たとえ、費用、環境の質を効用に換算しなくても、それらの項目を相対的尺度で採点して、採用基準とする方法も考えられる。Jean Pealinck[2)]は、NETH

---

1) 尾上久雄；環境破壊と社会的費用，現代経済政策体系，第2巻　勁草書房，1978年

2) Jean Pealinck ;"Qualitative multiple criteria analysis : an application to airport location."Netherlands Economic Institute Series Foundations of Empirical Economic Review Rotterdam, 1976/6

ERLANDSの第2空港の立地選定に、経済的費用要素(economic cost factors)都市的要素(urban and metropolitan factors),自然環境要素(natural environmental factors)の要素により、それぞれ、経済中心的なウエイトのつけ方、環境中心的なウエイトのつけ方を行なわれている。

この種の研究は、今後ますます盛んになるとともに、費用便益分析法の概念を拡張する中で、多くの多目的評価手法が開発されるであろう。

2－2－4　地域・水環境評価法の総括と展望

地域・水環境評価法として、環境アセスメント、費用便益分析法の概要と問題点について述べたが、一般的には地域・水環境評価法は、次の3点の理由から十分に完成している段階には達していない。

1. 地域・水環境評価の実践的な蓄積の乏しさ
2. 地域・水環境評価の技法が十分には開発されていないこと
3. 地域・水環境評価という考え方そのものに対し、各利益集団が拒絶的反応を示すこと

以上のことを考慮するならば、現段階では地域・水環境評価の目的を、対象地域を経験的事実(資料)に基づき、合理的な方法に従って記述、表現し、意志決定者へ判断材料を提供することにとどめる。

その方法は、できるだけ全面的、客観的であることが望ましいが、実際には主観的な要素の介在を避けることはできない。それゆえ、評価結果は必ずしも現状を正しく反映しているとは限らないが、たとえ近似的に反映していると思えても次の2点には留意しなければならない。

1. 評価結果を計画実行の決定材料にしないこと。なぜならば、評価結果は次のような欠点を持ち、このような結果を用いて直ちに現実的利害の錯綜する諸問題の解決に直結させるのは極めて危険だからである。
   (i) 評価方法は完璧なものでなく、多くの不完全性を持っている。
   (ii) 評価主体の主観の形成過程が評価結果に影響することが避けられない。
2. 評価の過程を明確にすること。計画結果は、客観的にはある手順によって

抽出された総合性の産物である。従って評価結果の検討に際しては、総合評価の抽出に至るまでの手順と、最終的な総合評価を構成する諸要素の評価構造が明確に把握されうるものでなければならない。

評価法をより発展させる基準として、論理の一貫性、分析の明示性、評価の公平性を考慮した評価モデルをとりいれるべきであろう。

2－3　地域・水環境システムの基本構造と評価モデル

2－3－1　社会問題複合体とシステム的方法論

地域・水環境問題は、その評価において、問題の性質が複雑であるだけでなく、構成要素そのものが複雑であることが前節より明らかになった。多目的評価を行なうためには、問題をできる限りシステム的に取り扱うことが、有効な方法であろう。システムの考え方は、問題の本質を、多数の要素の性質と相互関係の中に存在するという風に、とらえることである。[1)]

地域問題、水問題、環境問題は、それだけで独自の体系を持ちながらも、学際的な学問体系をもって解明されるべき性質を持っている。

例えば、地域・水環境システムの最適水準を達成するためには、人口や産業の配置といった経済政策の課題や、水利権、土地の所有権といった法制的な課題と、直接関連してくるのである。

これらの問題は、今や独立にそれぞれ存在するのではなく、複雑に絡み合って、言わば社会問題複合体（Social Problematique）[2)] とみなすことができる。これは、先に定義したように、多くの問題要素間から構成されるシステムとみなすことができる。この考えに基づきながら、すでに提起した問題（情報、評価、政策等）に検討を加える。

2－3－2　地域・水環境システムの基本概念

地域・水環境システムを社会問題複合体として位置づけた場合、複合体のフレームを形成することが、システムの基本構造を同定する場合の第1歩である。

地域問題と水問題は、それ自体が複雑なシステムであるが、ここで取り扱おうとしているのは、両者の相互の関係を総合的に把握することである。さらに、把握の視点として、開発事業の政策、および事業が環境に及ぼす影響を考慮している。

1）杉野　昇；社会システムに対するシステムズ・アプローチの研究，三菱総合研究所（所報）№6，1977年

2）椹木義一，西川禕一；「地域計画とシステム的方法論」，自然，1978年10月号

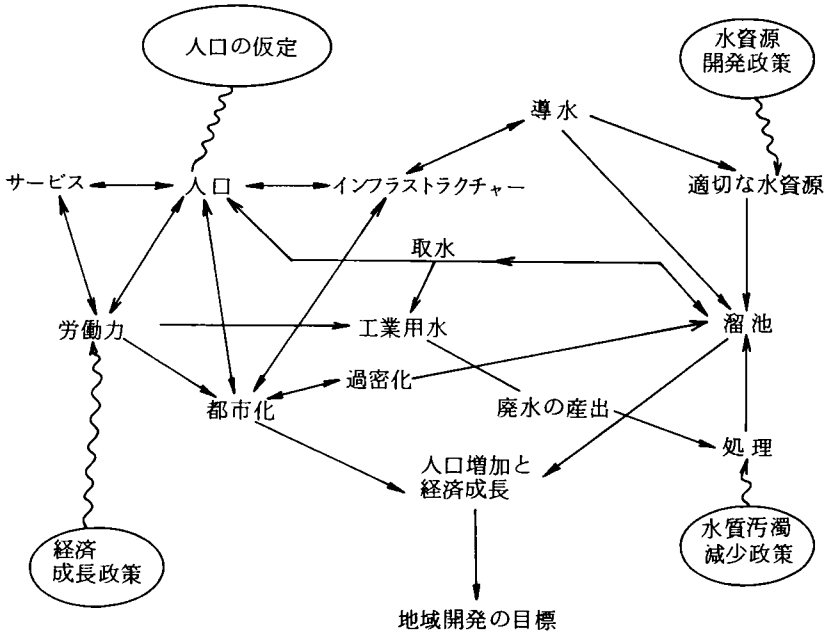
地域・水環境システムは、それ独自では、決してトータルな社会システムを形成しているものでないことは言うまでもない。

むしろこれらのシステムは、社会システムの1つのサブシステムという役割しか持たず、従属的な位置を占めているにすぎないのかもしれない。

しかし、重要なことは、地域・水環境システムは、トータルな社会システムの場としての結果であり、また今後の社会もこの場を土台にして形成されるのである。

図2.3.1は、水資源政策とそれに関連する諸政策との相互関係を示したものである。地域開発目標の達成に関連する条件として、人口、経済成長等の成長率を

図2.3.1　水資源政策関連要素の相関図※



※ "E.VLACHOS AND D.W.HENDRICHS
TECHNOLOGY ASSESSMENT FOR WATER
SUPPLIES" 1977,WRP
P.33より

設定し、地域の課題を設定したうえで、水資源開発政策、水質汚濁減少政策を設定している。この相互関係図の特徴は、水問題の解決策として溜池（ＷＡＴＥＲ ＲＥＳＯＵＲＣＥＳ　ＰＯＯＬ）に着目し、都市の過密化を解消する役目として、水資源が機能していることである。このことにより、人口の増加と経済の成長の前提が形成され、地域開発の目標が成り立つと解釈できる。

このような問題設定には、現状の水問題をどれだけ反映し、どれだけ解決の方向へ導くかという点で、疑問が出たり、むしろ反対の見解が出て来る可能性があるが、基本的には地域（地域経済）と水の環境を表わした関連図、システムの原形的モデルと考えられる。

しかしながら、図2.3.1において、地域・水環境システムを総合的に見る上で留意すべき点は、情報、時間、意志決定者、評価の４点であろう。

地域・水環境システムを評価する上で知りたいのは、誰が、いつ、どのような方法や情報をもって判断を下したり、意識を調整したりするかである。

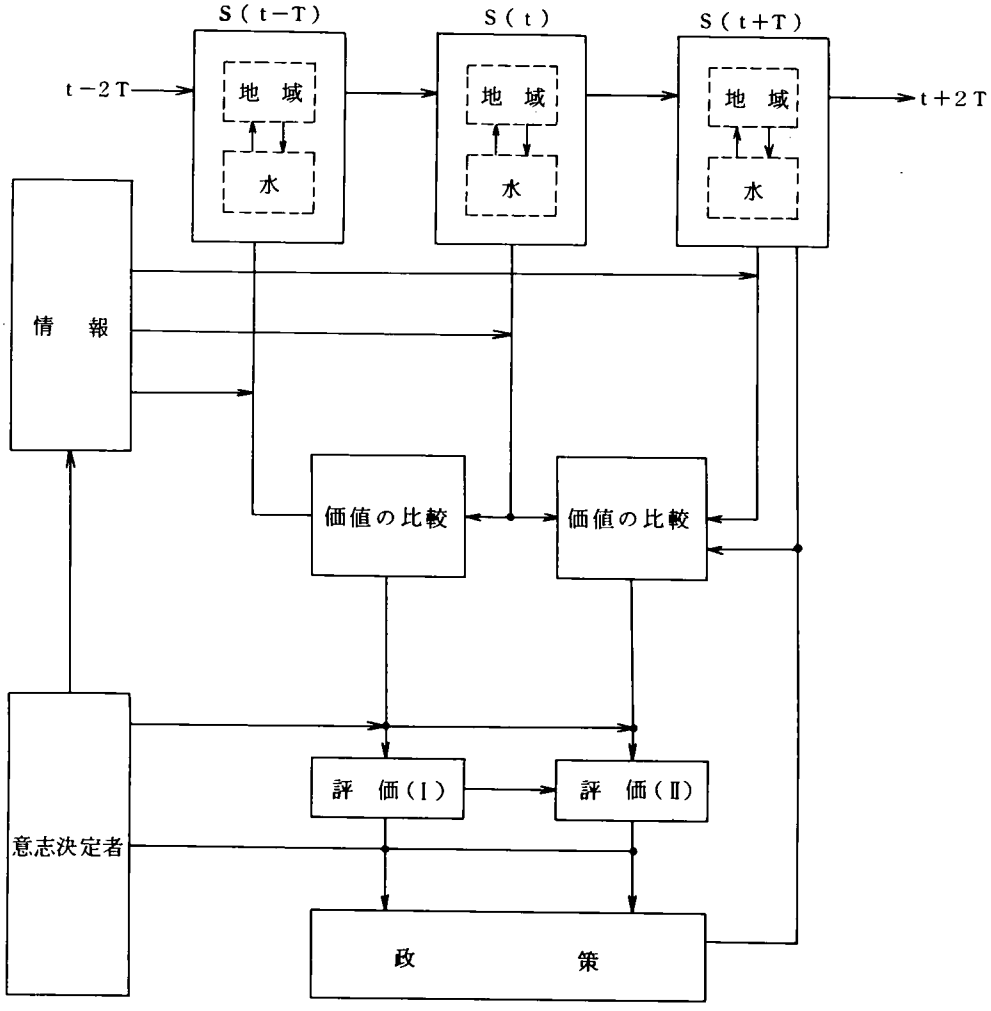
この考えを示したのが図 2.3.2 である。我々が直接に知りうるのは、現時点における地域・水環境構造Ｓ（ｔ）だけである。しかし、Ｓ（ｔ）の構造をより精密に検討する中でＳ（ｔ－Ｔ）の状況も 把握でき、Ｓ（ｔ）とＳ（ｔ－Ｔ）との比較でＳ（ｔ）の状況をより客観的に理解できる。このときの構造を知る手がかりとなるのが指標である。また、この指標が 普遍性を持つならば、その予測のもとに、Ｓ（ｔ＋Ｔ）の状況の推測も若干はできることになる。

そして、推測結果ならびに現状を評価し、その姿が満足できるものかどうかを意志決定者が評価し、その中から政策を生み出すのである。

予測される未来と、創り出す将来、その２つの未来像を順次検討する中で、より良いシステムができるものと考える。

そのためには、将来を、多くの対象を、統一的に見通すような指標や手法の開発が、１つの重要な点になりうる。

図2.3.2　地域・水環境システムの評価構造



2−3−3　地域・水環境評価の構造モデル

2−1でも述べたように、現在における水資源開発事業は、地域・水環境システムに、種々の点で大きな影響を与えている。

なぜならば、事業が従来と比べて、次のような特徴を有しているからである。

◎水資源開発事業（多目的ダム、河川総合開発、下水道）の現状

1.規模 → 大型化（施設、予算）

2.制度 → 中央集権化（河川法、水資源開発公団法）

3.期間 → 長期化、不安定

4.居住者 → 対応が敏感、階層分化

5.代替案 → 多様な対策

6.社会的評価基準 → 多様化（環境保全、経済合理性、公平性）

そこで、水資源開発事業が地域・水環境システムに与える影響、およびその状態を平面的に記述することは、簡単なことではない。たとえ、そのシステムを構造化することができたとしても、十分に説得力のあるものとはなりえないのが現状である。

評価モデルを構造化するにあたって、考慮すべきは、地域・水環境システムの諸要素がどのような根拠に基づいて評価されるかである。また、地域・水環境それ自体が膨大なシステムなのであるが、それらを全体的に評価するために要素を統合する場合においても、総合のプロセスが把握される構造を持つことが重要であろう。さらに、それらのシステム要素は、統合の基準によっては、二重に計算されたり、全く異質のものとしてグループ化される性質を持っている。

そこで、評価構造モデルを作成するにあたっては、評価要素をできる限り、単一スケールで測定できる段階まで分割し、評価の目的に従ってどのようにでもグループ化できるような方式が望まれるのである。

以上のような前提に立って評価構造を定式化する。

問題は、式（2.1）に示すように表わせるとする。

$$\begin{array}{ccc} [X] & \longrightarrow & [Y] \\ t_0 & \longrightarrow & t_i \end{array} \qquad (2.1)$$

式（2.1）は、次のことを意味する。すなわち、ある地域R_jにおいて、t_0における地域・水環境状態〔X〕が、ある開発事業（何もしないことも含む）に伴って、t_iにおいて、状態〔Y〕へと変化する。

そこで、評価すべき問題は、〔X〕,〔Y〕の状態である。

評価要素として、表2.3.1に示す評価マトリックスの指標を考えた。すなわち、

i）利益集団（各タイプの利益集団）

ii）事業効果（効果、経済成長、危険性）

iii）期　　間（短期、長期）

iv）機　　能（用水供給、洪水制御）

等である。

表2.3.1　地域・水環境システムの評価マトリックス

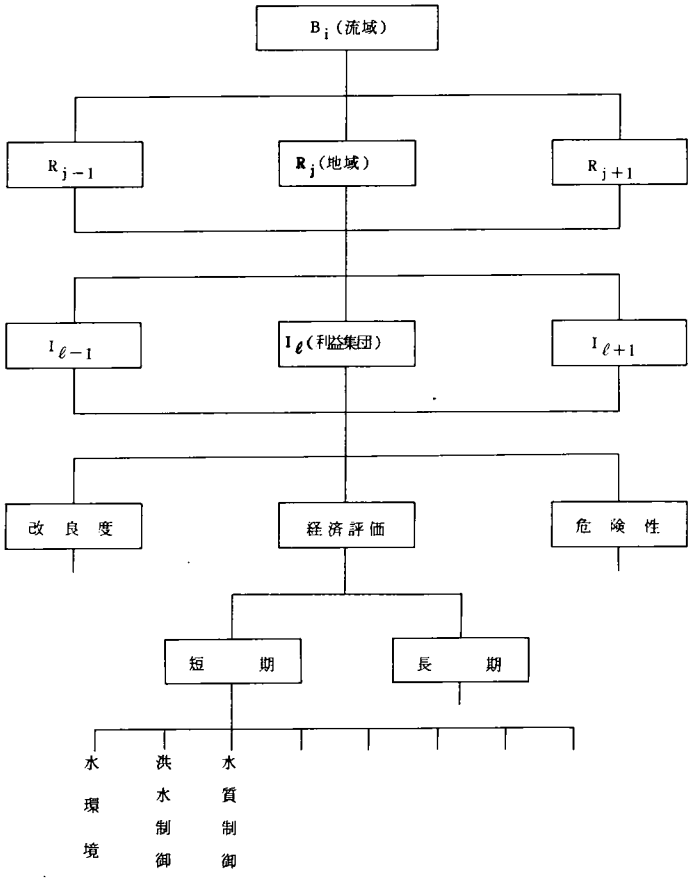
			用水供給	洪水制御	水質制御	リクレーション	地　域	その他
利益集団にとってのプロジェクトによるRj地域への影響	事業効果	短期	○水需要の満足	○生産の向上	○河川浄化	○機会の提供		
		長期	○都市の繁栄	○都市の安全	○水系・都市環境の快適性の増大		○地域コミュニティづくり	
	経済成長	短期	○費用便益	○費用便益		○公共事業の拡大	○公共事業の拡大	
		長期	○費用便益	○費用便益				
	危険性	短期		○ダム操作のミス		○子供の危険性増大		
		長期	○水源汚濁による健康被害	○計画洪水流量のオーバー時の危険	○二次公害			

このような要素を含んだ地域全体（流域）を評価するモデルとして、図2.3.3に示すような階層構造図が適当であろう。

本モデルに適した評価手法を確立するには、現在の評価方法を実証的に検証して、問題点を克服していくことが、最も正統的な方法であろう。

以上の問題意識のもとに、地域評価における困難性；（通約性、目的間の調整等）を解決するために、多くの多目的意志決定法の開発が行なわれているが、本論文では、R. L. Keeney 等によって開発された、多重属性効用関数法（ＭＵＦ法）に着目する。ＭＵＦ法の特徴と基本構造は、次節に示すとおりである。

図2.3.3　地域・水環境システムの評価構造階層図



2－4　多重属性効用関数法の特徴と基本構造

2－4－1　地域・水環境評価と効用理論

地域・水環境評価の目的は、対象地域の現状を診断したり、種々の開発事業計画が地域環境に及ぼす影響を測定し、事業の実施決定に関する合理的な判断材料を作成することである。

地域環境評価の手法の1つである環境アセスメントおよび費用便益分析法については、前節で述べたが、ここでは再びその概念について考察する。地域を評価する行為は極めてあいまいなものであり、その内容を単純には規定できないが、その今日的特徴を明確にするため、公共事業を例にとって検討してみよう。

今日の公共事業は大規模化、複雑化の傾向をたどっている。そのために、公共事業による影響を受ける地域住民の数が増大したり、利益集団相互に利害対立が生じている。

このため、公共事業が地域におよぼす環境影響評価は、従来と比較してますます困難になってきている。評価に伴って、多くの意志決定が要求されるが、厳密に環境評価を行なうための問題点として、次の2点が存在するため、確実な判断が行なえない。

1. 決定に必要な判断材料には非常に多くの不確定要素が介在する。
2. 共通の単一的な数量単位が発見できない場合が存在する。

しかもさらに、次の2点に留意しなければならない。

1. 事業目的や各利益集団の価値基準を総合的かつ適正な方法で評価する。
2. 評価に伴って生じる諸問題（意志決定に際しては、主観的に判断すべき要素をどのような形で導入するか等）を調整して処理する。

次に、以上のような地域環境評価の課題を解決するための種々の方式が考えられるが、合理的な手法として開発されつつある多目的最適化法について考察しよう。

多目的最適化法とは、互いに独立した複数の目的関数の最適化を行なうことであり、従来から最適化問題の重要なテーマとして研究が行なわれてきている。従

来の多目的最適化の諸手法は、パレート最適集合を見い出すことに力点がおかれたものであり、ベクトル評価規範をスカラー化する手法である。しかし、前述の環境評価のように、意志決定が重要な課題の場合には、従来のパレート最適集合を求める段階から、選好解を選択するという段階の議論へと転換する必要がある。この場合に、いかに合理的な手続（手法）を用いて、この選好解を抽出するかということが課題となる。次に、多目的最適化法の１つとして開発された多重属性効用関数法の背景ないし、適用の意義を述べる。

従来の多目的最適化法における問題点として次の２点がある。

1. 非劣位解集合から選好解の選択が不可能である。
2. 最終目標への到達手段や目的関数間の順位づけに対する合理的な探索手続きが明らかにされない。

これらの点に対して、多重属性効用関数法は意志決定分析において仮定される適当な公準のもとで、合理性を志向する人間行動のルールを次のように構成し、数値的効用の測定により、多目的最適化を行なうものである。

1. 可能な事象に関する意志決定者の判断確率の帰属。
2. 意志決定者の行為の結果に基づいた、結果に対する数値的効用の帰属。
3. 期待効用の最大値の選択の問題

ただし、実際の適用には、加法的および乗法的効用関数への還元を媒介として行なわれるが、そのためには、属性に関する、選好独立（Preference Independent），効用独立（Utility Independent）が仮定されていなければならないのである。

このような意志決定分析の方法を用いて、多目的間の選好のトレード・オフを明示的に確立するばかりでなく、効用関数そのものの測定をも得ようとする試みがR.L.Keeney らによって、開発されてきた。これは、加法的、乗法的効用関数の導入を媒介として、〈５０－５０　標準Lottery法　〉の手法を適用して多目的最適化を測定するものである。この手法は、完全な因果関係を確定することがむつかしい環境要素等の分析にとって、有用な接近法であると言える。さらに、本手法は、本論文の研究対象である地域環境評価のような、多要素・多目的であり、

かつ不確実性を含む結果の評価問題に対して有力であるばかりでなく、「地域住民の満足度」のような全般的な指標を得るための手続きとして、合理的なものである。

2－4－2　多重属性効用関数法の特徴

本節では、R.L.Keeney 等によって開発された多重属性効用関数法の特徴を示す。

本手法は、現代の複雑な意志決定分析の問題点を解決する有効な手法である。

多くの意志決定問題は本質的に多重目的を内包していることを特徴としているが、それらの多重目的は相互に対立する性格を有している。意志決定者は、可能な代替案を評価するときには、1つの目標の達成度と他の目標の達成度との選好のトレード・オフを考慮せねばならない。しかし、彼の考えているそれぞれの代替案の結果については、確実に予見することはできない。

従って、意志決定問題は多重目標と不確実性との間の問題を明示的に考慮する分析であるが、実際上、重要な問題としては、代替案の評価を行なうときに多重目標についての意志決定者の選好構造を数量化することが必要である。

意志決定分析のステップは、次の4つが考えられる。

1. 問題の定式化；これは意志決定者が各目標に対して、彼の目標と属性とを明示的に述べなければならない。ここでの属性は、それに対応する目標がどれくらい達成されるかを示すのに役立つ尺度である。
2. 不確実性の数量化；これは各代替案に対してある結果がおこることを示す確率分布と、その尤度を計算することを意味する。
3. 意志決定者の選好の数量化；これは意志決定者の効用関数の評価を意味する。このときの効用関数の引数はいろいろの属性の水準を示すベクトルとなるので多重属性効用関数と呼ばれる。
4. 代替案の評価；これは各代替案の期待効用の計算と感度分析を行なうことを意味している。各々の代替案に対する確率が与えられ、効用関数が与えられれば、代替案に対する期待効用が評価される。

多重属性効用関数法は、以上の４点を包括する手法であるのみならず、その計算手続きが他の評価手法に比較して、明確である。

よって、この手法は、地域環境評価等の複雑な問題でしかも比較的定量的な解答を求められるような問題には、適している手法と言えよう。

２－４－３　多重属性効用関数法の基本構造

多重属性関数法を適用して、対象地域内の各利益集団の地域効用水準を定量的に測定する解析手続を紹介する。

(1)　シナリオ・ライティング（Scenario　Writing）

この部分は、研究過程における構想段階に匹敵し、本手法適用可能性の土台となる。研究目的に従って、第３者にも十分納得・理解できるように対象地域の情況ならびに研究しようとする問題点を多面的に描く。

(2)　スクリーニング・プロセス（The Screening Process）

スクリーニング・プロセスの目的は、シナリオ・ライティングにより明確になった研究対象・目的を統一的に理解できるように整理することである。その際には、次の４項目の内容を決定する。

論点（Issues）；どのような視点（要素）で対象を把握するかを決定する。

属性（Attributes）；論点の中で、それぞれの対象に関して、具体的にどのような属性が発生すると考えられるか、を抽出する。

尺度（Measures）；各属性のレベルを適当な測度を用いて決定する。

基準（Criteria for Inclusion）；評価基準を決定する。

(3)　目的と目的に対する有効な尺度の決定（Establishing the Objectives and Measures of Effectiveness）

以上のプロセスを通じて得られた属性について、それぞれに対する望ましさの度合いが、Best Level，Worst Level の状態を決める。Best Level，Worst Level の値の決定には、①直接的な測定値、②指数曲線へのあてはめ、③主観的尺度④アンケート方式[1]等による方法があり、属性に応じて使用される。

1）河野博忠，永鉋揚四郎，吉田雅敏“多重属性効用理論による公害（騒音）評価率の計測”，地域学研究第七巻，日本地域学会，1978年

(4) 選好構造の導出（Determing the Preference Structure）

（4－1） 多重属性効用関数法の導出（Deriving the Multiattribute Utility Function）

ここでは、属性の選好構造を多重属性効用関数の形において決定するプロセスを示す。

○一般的選好構造の決定（Determining the General Preference Structure）

効用関数の計測を行なう場合には、まず始めに属性間において、選好独立と効用独立が成り立っていなければならない。

○選好独立

属性〔X_i，X_j〕の組み合わせについての選好順序が、他の属性の固定したレベルに依存しないならば、これらの属性に対して選好独立であるという。

○効用独立

属性X_iにおけるLotteriesに対する選好順序が他の属性の固定したレベルに依存しないならば、属性X_iはこれらの属性に対して効用独立であるという。

ある与えられた属性（X_1，X_2，……X_n）を仮定すると、もしあるX_i，X_jが他の属性に対して選好独立であり、かつ効用独立であるならば、次の形の効用関数表現が可能であることがR.L.Keeney等により証明されている。[1)]

Theorem 1.

○加法型効用関数 $$U(\underline{X}) = \sum_{i=1}^{n} K_i U_i(X_i) \cdots\cdots (1)$$

○乗法型効用関数 $$1 + KU(\underline{X}) = \prod_{i=1}^{n} \{1 + KK_i U_i(X_i)\} \cdots\cdots (2)$$

ただし式(1)、式(2)の原型は、

$$U(X) = \sum_{i=1}^{n} K_i U_i(X_i) + K \sum_{i=1}^{n} \sum_{j>i} K_i K_j U_i(X_i) U_j(X_j)$$

$$+ K^2 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j>i} \sum_{k>j} K_i K_j K_k U_i(X_i) U_j(X_j) U_k(X_k) +$$

$$+ K^{\cdot m} \sum_{i=1} \sum_{m>n-1} K_i \cdots K_n U_i(X_n) \cdots U_m(X_n) \cdots\cdots (3)$$

---

1) R.L. Keeney, Multiplicative Utility Functions Oper, Res, 22. 22～34. 1974

○ここで、UとU$_i$は0から1のスケールの効用関数である。

○K，K$_i$はスケーリング・コンスタント：0＜K$_i$＜1，K＞－1

○n≧3

（4－2）単一属性効用関数の評価（Assessing the Single－Attribute Utility Function）

効用関数形を決定するために、属性におけるWorst Level，Best Levelと共に、U$_i$〔X$_{i50}$〕＝0.5となるX$_{i50}$の値が求められねばならない。X$_{i50}$の値を求めるには種々の方法があるが、一般的には＜50－50標準Lottery法＞が使用される。その方法は、ある値をX$_{i50}$と仮定し、その値の効用水準が、X$_i$のWorst Level，Best Levelの効用水準にそれぞれ0.5をかけた値の和に等しくなるようにして求めるのである。このようにして得られた3点により、形が求められる。

（4－3）スケーリング・コンスタントの評価（Evaluating the Scaling Constants）スケーリング・コンスタントは次の方法に従って決定される。

まず各属性のスケーリング・コンスタント，Kiの順序づけを行なうため、全属性をWorst Levelとおく。他の属性をWorst Levelにおく条件をもつことで、全属性の中で1つだけBest Levelにしたいものを選ぶ。同様な方法で、すべての属性の順位づけが決定されるまで行なう。

次に、各K$_i$の大きさを定めるために、属性間のトレード・オフ値を測定する。このトレード・オフ値は、一方の属性を得るために他方の属性をどれだけあきらめるか、を測定することによって定められる。

（4－4）効用関数の特定化（Specifying the Utility Function）

数個の属性のスケーリング・コンスタントの順位づけを行ない、その中で第1位のスケーリング・コンスタントについて、この期待効用を求める。その値がまとまったらその他の属性とのトレード・オフ値を測定して相対的な大きさを求め、次に各々のスケーリング・コンスタントを求める。このスケーリング・コンスタントを用いて効用関数を導出する。

(5) 整合性の点検（Consistency Check）

整合性の点検の目的は、スケーリング・コンスタントの値が、結合方式、属性間の相対的な大きさにおいて適正であるとともに、整合性が成り立っているかどうかを検討することである。第1段階では、（$X_i = X_j$ = Best ; $X_i = X_j$ = Worst）と（X_i = Best, X_j = Worst ; X_i = Worst, X_j = Best）の、どちらのLottery が選択されるかによって、Theorem 1 の妥当性を検討する。

第2段階の、スケーリング・コンスタントの評価では各K_i の値を決める場合に最も大きい属性と比較して相対的な大きさを決定したのであるが、その値の妥当性を検討するため、第2位の属性と他の属性とのスケーリング・コンスタントの大きさを測定する。その値と、すでに求めていた値の整合性を検討する。なお、整合性が成立しない時には、改定した値を採用する。

(6) 感度分析（Sensitivity Analysis）

$\partial U / \partial U_i$, $\partial U / \partial X_i$（ここでは、Uは全体の効用関数、$U_i$ は下位レベルの効用関数、X_i は属性値とする。）を算出し、各属性が、全体の効用水準にどの程度の寄与度を持っているかを調べる。

2－5. ま と め

第2章では、地域・水環境の評価をシステム・アプローチにより行なうための背景、ならびにその評価モデルについて述べた。

2－1では、地域・水環境問題の特徴として、流域レベルでの総合評価が求められていることを述べた。

2－2では、地域・水環境問題における評価法の総括をするために、代表的な環境アセスメント、および費用便益分析法をとりあげて検討した。一般的には、地域環境評価はまだ不十分な段階にあるとはいえ、評価の方向は今後ますます多目標化する傾向にあり、これらの統一的な評価の要求を満たす変数が必要なことを述べた。

2－3においては、今日の地域・水環境問題を評価するには、システム・アプローチの方法（問題の本質を、多数の要素の性質と相互関係の中に存在すると見る方法論）が有効であることを強調し、地域・水環境の評価モデルを図2.3.3に示すような階層モデル図で示した。

2－4において、環境要素を統一的に表現する変数として効用を考え、評価手法として多目的問題の解明のために開発された多重属性効用関数法に着目し、その特徴ならびに基本構造を紹介した。

次章以降では、この評価モデルを実証的、理論的に検証し、MUF法の改良を行なうために実証的研究を行なう。

第３章　地域分析における多重属性効用関数法の適用に関する研究

－大阪市域における地域経済・環境評価－

3－1　はじめに

昭和３０年代初頭より続いた我が国の高度経済成長も、ドルショック、オイルショック等の影響により一応の終りを告げ、昭和５０年代は安定成長の時代へと大きく転換したと言われている。

国土開発計画においても三全総が登場し、従来の開発中心主義から環境を重視する方向へと変化している。このような傾向は、地方自治体の行政方針にも直接的に反映され、例えば経済的地盤沈下が問題になっている大阪府においても、その計画理念として、「量から質へ、画一性から創造性へ、高度成長から安定成長へ、産業基盤から生活環境へ」を掲げ、この時期を転換期として特徴づけている。[1]

このような、都市を取り巻く環境の変化は一方では、都市住民の意識にも大きな変化をもたらしている。具体的には、都市住民の要求の段階が、便益性→安全性→保健性→快適性の順に、施設的な要求から今や文化的施設や高度の水準の施設の要求に移行してきたことがあげられる。[2]

これは、すなわち、高度成長時代の評価尺度である便益性だけでは不十分となり、環境、文化、福祉という新たな評価尺度で都市を見なおすことが求められるようになってきたことを意味する。

従来においては、ほとんどの開発事業は地方自治体の認可条件に合致するならば、許可されていたが、今日においては、第２章で述べたように、環境庁をはじめ、各地方自治体において、開発事業に対して環境アセスメントを実施するようになりつつある。このような情勢の到来で、都市の主たる関心が経済から環境へ移ったかのように見える。

1）大阪府総合計画審議会；「大阪府総合計画の基本方向（答申）」，1977.5.6

2）石原舜介；都市計画プロセスの変化，都市計画98，1976

一方、環境事前評価の方法も、従来においては、個別事業が地域にどのようなインパクトを与えるかを測定することが重要な課題であった。しかし、そのレベルでは都市活動全体の総量から見た対象地域の役割を不十分にしか測定できず、一面的な評価に終わる可能性が残る。そこで、個別事業のアセスメントと並行して、都市計画レベルの環境アセスメントがめざされつつある[1)]。

以上、都市・地域分析における基本的傾向として、経済一辺倒から環境問題がしだいに重要視されている状況を述べた。しかしながら、その変化に対する認識は、指標のとり方、評価者の主観により様々である。そこで本章では、経済的地盤沈下が極めて著しく、公害現象等も顕著に現われている大阪市が、１９７３年（Ｓ４８年）の石油ショックにより、都市全体としてはたしてどのような影響を受けたかを総合的に分析・評価することによって、都市における諸環境の変化に伴う大阪市の現状を実証的に検証する。※

※　本章の内容は次の文献を基本としている。

文献１……仲上健一，堀山秀一「地域環境評価における多重属性効用関数法の適用――大阪東北部の環境アセスメント――」京都大学経済研究所，KIER 7705，1977年３月。

文献２……Hidekazu Horiyama and Kenichi Nakagami, "Environmental Assessment of Osaka City Area using Multiattribute Utility Theory". Discussion Paper No. 126, Kyoto Institute of Economic Research. march, 1978

1）青山 透：都市計画レベルの環境アセスメント、都市計画９８、１９７６

3－2　大阪市域の経済的・自然的環境の今日的特徴

3－2－1　大阪経済の地位とその現状

東京、及び東京周辺、南関東圏と比較して、近畿圏における社会経済活動の水準が低下しつつある。近畿の中枢機能を有する大阪市はその特徴を端的に有しており、特に昭和４０年代に入ってから、情報化、知識集約化の流れの中で関東、東京に対する相対的地位の低下はいよいよ顕著になっている。[1)] 経済活動の集中の程度については、表 3. 2. 1 に示すとおりである。

表3.2.1　　大阪経済の全国的地位 ※

			全国比		
			大阪	東京	名古屋
面積	49 年	206.10 km²	0.05 %	0.15 %	0.09 %
経営耕地面積	45 年	918 ha	0.02	0.07	0.09
人口	48 年	2,842千人	2.6	8.0	1.9
世帯数	48 年	903千世帯	3.0	9.8	2.1
就業人口	49 年	1,241千人	2.4	7.9	1.9
50km 圏人口	45 年	11,468千人	11.0	17.4	3.4
生産所得	47年度	44,848億円	6.2	20.0	3.2
分配所得	47年度	33,883億円	4.4	16.8	2.4
事業所数	47 年	231,379	4.4	10.4	2.3
従業者数	47 年	2,532千人	5.8	13.6	2.8
財政規模	48年度	4,071億円	4.8	16.5	2.1
市町村税	48年度	1,588億円	5.3	32.6	3.0

※　大阪市経済局；「指標から見た大阪経済の地位」，1975年12月より

すなわち、５０km圏内の人口を全国比で比較すると、大阪市の１1.0％ に対して東京都は１7.4％と約 1. 6 倍の規模である。 生産所得、事業所数、従業者数、財政規模、市町村税等の経済活動を表わすそれぞれの指標では、大阪市の比率は全国の約５％前後であるのに対し、東京都のそれは約１５％前後である。特に、市町村税を比較すると、全国に占める比率はそれぞれ大阪市 5. 3％、 東京都 32.6％と、約６倍の規模の大きさである。

1）大阪市経済局；指標からみた大阪経済の地位，1975年12月

以上述べたように、経済活動の規模では、大阪市は東京都に比べて小さいことがわかる。しかし、集積度という視点で見ると、表3.2.2に示すように東京をしのぐ高密度の産業活動を展開している。特に工業（たとえば工業出荷額／面積）では、東京都の1.5倍、名古屋市の3倍、全国平均の約80倍という高い値を示している。

表3.2.2　大阪経済の密度※

			大阪	東京	名古屋	全国
人口／面積	48年	人／km²	13,792	15,095	6,366	292
純生産額／面積	47年度	百万円／km²	21,765	6,769	7,120	192
事業所数／面積	47年	事業所／km²	1,123	955	381	14
従業者数／面積	47年	人／km²	12,285	10,326	3,782	116
工場数／面積	48年	事業所／km²	163.4	146.4	55.2	1.9
工業出荷額／面積	48年	百万円／km²	21,296	13,938	7,327	275
卸売店舗数／面積	47年	店／km²	123	70	37	0.7
卸売販売額／面積	47年	百万円／km²	99,025	62,934	27,640	280

※　大阪市経済局；「指標から見た大阪経済の地位」，1975年12月より

さらに、大阪市は商業においては全国の中心地であると言えるが、特に（卸売販売額／面積）では東京都の1.5倍、名古屋市の3.5倍、全国の約350倍と、極めて高い集積度を示している。

以上、大阪市の経済的地位について述べた。

次に、大阪経済の経年的な変化を表3.2.3に示す。

表3.2.3より明らかのように、大阪市も他の多くの大都市と同様の一般的な傾向を示している。つまり、悪化の一途をたどる住・労働環境、止まるところを知らない地価の高騰、市街地の拡大とそれに伴う市域外への人の流れ、産業の拡散等が、政治的、業務的行政運営上の機能の中央集権化を促進する一方、地域によっては低収入者、軽工業種を増大している。これらの一般的傾向については、都市計画機構の改造の必要を痛切に感じる。また、市内の計画的な再開発、郊外の社会的、経済的統合、社会資本の実体化が要求されている。

近畿地方の中核をなす大阪市を特徴づける特質として、次のような点があげられる。

表3.2.3　大阪市経済の経年特性※

	行政人口（千人）	昼間人口（千人）	全産業市内純生産（10億円）	製造工業出荷額（10億円）	地価（千円）	年間販売販売額（10億円）	1人当たりの地方財政歳出額（千円）	公営住宅建設住宅数(戸)
1965	3,156	3,862	1,640	1,864	34.95	11,067	186.7	2,945
1970	2,980	3,856	3,617	3,369	54.70	18,841	189.1	4,761
1971	2,909	3,839	3,819	3,322	63.47		189.5	4,774
1972	2,861	3,821	4,515	3,570	71.48	21,869	185.4	4,617
1973	2,806	3,804	5,744	4,388	94.12		183.3	2,435
1974	2,758	3,786	6,580	5,118	111.24	36,092	181.5	3,158
1975	2,779	3,769	6,729	4,846	102.16			3,337
'75/'65	0.88	0.98	4.10	2.60	2.92	3.26	0.97	1.13
'75/'70	0.93	0.98	1.86	1.44	1.87	1.92	0.96	0.70
'75/'73	0.99	0.99	1.17	1.10	1.08	1.65	0.99	1.37
'70/'65	0.94	0.99	2.21	1.81	1.56	1.70	1.01	1.62

※　大阪市経済局：「指標から見た大阪経済の地位」より作成

i）行政人口

大阪市の人口は１９６５年から１９７５年にかけて年平均２％の割合で減少している。

ii）昼間人口

昼間人口は、３７０万人から、３８０万人くらいで変わらずにいる。
昼間人口と夜間人口との差は、１９７４年まではゆっくりと増え続けたが、その後減少し始めた。

iii）市内における総純生産額

純生産額は１９６５年の１兆６４００億円から１９７５年は６兆７２９０億円と驚異的にのびている。

iv）工業生産額

大阪市の工業生産額は１９６５年には１兆８６４０億円だったのが、１９７５年には４兆８４１０億円と増えている。

１９７３年の石油危機により、年間の工業生産高の増加率がダウンし、同時に生産額も減った。

v) 地　価

大阪市における地価の上昇率は、特に１９６５年から１９７０年にかけて顕著であった。しかし、工業生産額同様、石油危機直後は、上昇はほとんどなかった。１９６５年から１９７４年の間における地価の上昇額は、3.3 ㎡あたり７６,０００円である。　商業地区が１番高く、工業地区が１番低い。

vi) 商　業

商業地区における卸売販売額は大阪市におけるそれの約９３％も占める。これは全国比で２０％となり、工業出荷額の４％と較べると、その割合は高い。大阪市においては卸売業が現在においても重要な地位を占めている。

３－２－２　大阪市域の自然的環境

大阪経済の現状については、前節で述べたとおりである。長年にわたる人口の集中や産業活動の拡大に伴ない、種々の都市問題の矛盾が現れ、特に公害現象が大阪市域で顕著となった。大気汚染、水質汚濁をはじめ騒音等のあらゆる公害が見られ、その被害も、全国的にみても早期かつ大規模に出現し、大きな社会問題となった。１９７０年（Ｓ４５年）以降、公害現象は若干緩和傾向を示しているが、１９７３年（S48年）秋の石油ショック以来の産業活動低迷化の状況の中でも、製造品出荷額などは景気回復している例もあり、経済と環境との調和による公害現象の減少傾向は、単純には実現しそうもない状況である。

次に、大気汚染、水質汚濁、地盤沈下に限定して、大阪市域の公害現象についてそれぞれの汚染因子ごとに汚染状況の推移を表3.2.4に示した。

i) 大気汚染

硫黄酸化物濃度の年度平均値の推移を見ると、減少傾向を示しており、昭和５２年度は昭和４６年度の約３分の１以下に減少している。一方、直接人の健康に影響を与えるだけでなく、光化学スモッグの原因物質の１つである窒素酸化物は次のような傾向を示している。年度平均値の推移を見ると、１９７３年

表3.2.4　大阪市域環境の経年特性※

環境項目 ＼ 年度(昭和)	45	46	47	48	49	50
硫黄酸化物 (単位：mg・SO_3/日/100cm³)	—	1.00	—	0.68	0.52	0.40
二酸化窒素 (単位：ppm)	—	0.026	—	0.043	0.044	0.044
BOD_5 (単位：ppm)	29.20	16.70	12.43	13.62	9.27	7.93
年間沈下量 (単位：cm)	—	−1.9	—	−0.9	+0.8	+1.0

※ 大阪府，公害白書，1978年より作成

（S48年）までは漸増の状況を示していたが、1974年（S49年）頃から横ばい、ないし減少の傾向が見られる。

ii）水質汚濁

市内河川におけるBOD_5の推移を見ると、昭和45年度でピークとなり、それ以降は減少傾向を示している。昭和50年度は、昭和45年度の約0.27倍となっている。

iii）地盤沈下

大阪市域における地盤沈下は、地下水汲み上げ規制により、1973年（S48年）以降は沈下傾向が見られない。

3－2－3　大阪市の土地利用

大阪市は、近畿圏における都市機能と産業機能が複合する大都市中心地帯であり、資源、環境、災害という諸側面から見て悪化の方向をたどっていると言えよう。これは、土地利用等を中心とする都市経営の貧困の表われとみなすことができる。具体的な現象としては、許容量の限界に近い地価上昇や環境悪化により、居住人口が流出し、それに追随する形で各種機能の分散も生じつつある。

このような現象は他の大都市にも共通することであるが、大都市との比較を通じて大阪市の特徴を見ると、宅地率がずばぬけて大きいこと、商業地と工業地の比率が他市よりも大きく、両者の合計が他都市では25％前後にとどまるのに対し、大阪市では40％をこえている。それだけに住環境の維持向上が困難なこと

等が知られている。

なお、市内5地区※の土地面積比率を基準として用途別の分布比率を評価すれば中心部では商業地、北部では工業地、東部では住宅地、南部では住宅地と非宅地、西部では工業地がそれぞれ卓越しているといえる。

大阪府全体及び大阪市地域における土地利用状況は、表3.2.5に示すとおりである。

府域における土地利用の状況は、1975年（S50年）末現在、宅地（住宅地、工場用地、事務所、店舗等）が23.2％を占め、森林・原野32.1％、農用地12.8％となっている。

大阪市地域では住宅地33.1％、工場用地9.9％、事務所・店舗等9.8％と、他地域に比して宅地の占める割合が高く、他方、森林・原野はなく、農用地もわずか1.8％にすぎず、ほぼ全域にわたって都市化の様相を呈している。

これを用途地域別にみると、表3.2.6に示すとおりである。住居系地域が全用途地域の45.8％を占めて最も多く、ついで工業系地域37.7％、商業系地域16.3％であり、大阪府の用途地域と比較すると、商業地域の比率が大きいのが特徴である。

表3.2.5　大阪市土地利用状況（昭和50年）

区分＼地域		大阪府（ha）	大阪市 面積（ha）	大阪市 構成比（％）
農用地		23,811	383	1.8
森林・原野		59,699	—	—
宅地	住宅地	31,037	6,888	33.1
	工事用地	7,518	2,057	9.9
	事務所店舗等	4,711	2,047	9.8
道路		12,226	3,518	16.9
水面・河川・水路		8,152	1,739	8.4
その他		38,716	4,179	20.1
合計		185,840	20,811	100.0

(注)　大阪府土木部土地政策課調べ

表3.2.6　大阪市用途地域の状況（昭和52年3月31日現在）

区分＼地域	大阪府 面積（ha）	大阪府 構成比（％）	大阪市 面積（ha）	大阪市 構成比（％）
第1種住宅専用地域	8,672	10.0	—	—
第2種住宅専用地域	25,048	29.0	2,379	11.7
住宅地域	24,415	28.2	6,945	34.1
近隣商業地域	1,658	1.9	296	1.4
商業地域	3,978	4.6	3,037	14.9
準工業地域	14,800	17.1	4,473	22.0
工業地域	4,733	5.5	2,458	12.1
工業専用地域	3,208	3.7	782	3.8
合計	86,518	100.0	20,370	100.0

(注)　大阪府土木部総合計画課調べ

※　市内5地区；中心部（東区、西区、南区、北区、浪速区、都島区、天王寺区）、北部（福島区、大淀区、東淀川区、淀川区、西淀川区）、東部（東成区、生野区、旭区、城東区、鶴見区）、南部（阿倍野区、住吉区、住之江区、東住吉区、平野区）、西部（此花区、天満区、大正区、西成区）

次に大阪市域の特徴である土地高度利用の動きを表3.2.7に示した。

市内の高層建築物の過半数が中心部に立地し、従ってその密度や容積率も極めて高く、この地域における土地の高度利用とその進展がうかがえるが、最近南部、西部地域でもそうした動きが目立ってきている

表3.2.7　大阪市における土地高度利用の動き※

	48年末高層建築物数	構成比		1㎢あたり高層建築物数	伸び48年(41年＝100)	容積率
		41年	48年			
中心部	3,401	71.0%	54.9%	88.2	274.7	70.9%
北　部	743	11.0	12.0	17.8	389.0	39.8
東　部	427	5.6	6.9	12.1	440.2	50.4
南　部	984	9.0	15.9	18.0	622.8	32.2
西　部	639	3.4	10.3	17.9	1,065.0	36.4
計	6,194	100.0	100.0	30.1	355.2	44.8

※　大阪市経済局；「指標から見た大阪経済の地位」1975年12月より

最後に、土地価格は近畿圏において最も高いが、その価格を表3.2.8に示した。

地価水準を地域別に見ると、市内中心部を核として市内周辺区、府下と、ほぼ同心円状に格差が見られ、特に府下南部が全般的に低い。又、用途別では商業地が最も高く、工業地が最低値を示している。

表3.2.8　大阪府下の土地価格※

		住居地	商業地	準工業地	工業地
		千円/m²	千円/m²	千円/m²	千円/m²
市内	中心部	75～176	125～2,630	115	－
	北　部	61～119	133～615	84～118	57～65
	東　部	57～110	168～575	71～111	60
	南　部	66～130	133～1,230	65～103	55
	西　部	65～110	140～250	66～111	57～70
府下	北　部	40～98	112～670	52～113	－
	東　部	24～172	60～770	32～70	36～78
	南　部	14～86	61～640	20～55	41～47

※　大阪市経済局；「指標からみた大阪経済の地位」1975年12月より

3—3　大阪市域の地域環境評価モデル

3－3－1　研究の目的

本研究では、大阪市域の都市的環境が高度経済成長後期においてどのように産業・居住者にうけとめられていたかを定量的に評価することを目的とする。

大阪市域を用途別地区、土地利用という観点から、次の３つに分けた。（図3.3.1参照）

a）工　業　地　区

b）商　業　地　区

c）居　住　地　区

また、対象時期を１９７０年から１９７３年（Ｓ４５～４８年）と１９７４年から１９７５年（Ｓ４９～５０年　）に分けた。

高度経済成長後期における石油ショックによって低成長時代へと転換したその影響が、大阪市域における地域効用関数にどのような形で現われたかを分析すると同時に、上記経済事情変化の前後の経済状況が大阪市域にどのような影響を与えたかを検討する。

3－3－2　スクリーニング・プロセス

最近の大阪市の環境変化の結果として大阪市域の産業・居住者の効用水準がどのように変化したかを測定するために、表3.3.1に示すようなスクリーニング・プロセスを行なった。

この目的を考慮して、表3.3.1に示されるようなスクリーニング・プロセスを

3－3－3　問題の設定

それぞれの地区における大阪市の産業や居住者の満足度を数量的分析において、次に掲げる研究課題を設定した。

(i)　大阪市域の産業や居住者の環境に対する全体的な満足度を測定する。

図3.3.1 対象区域図

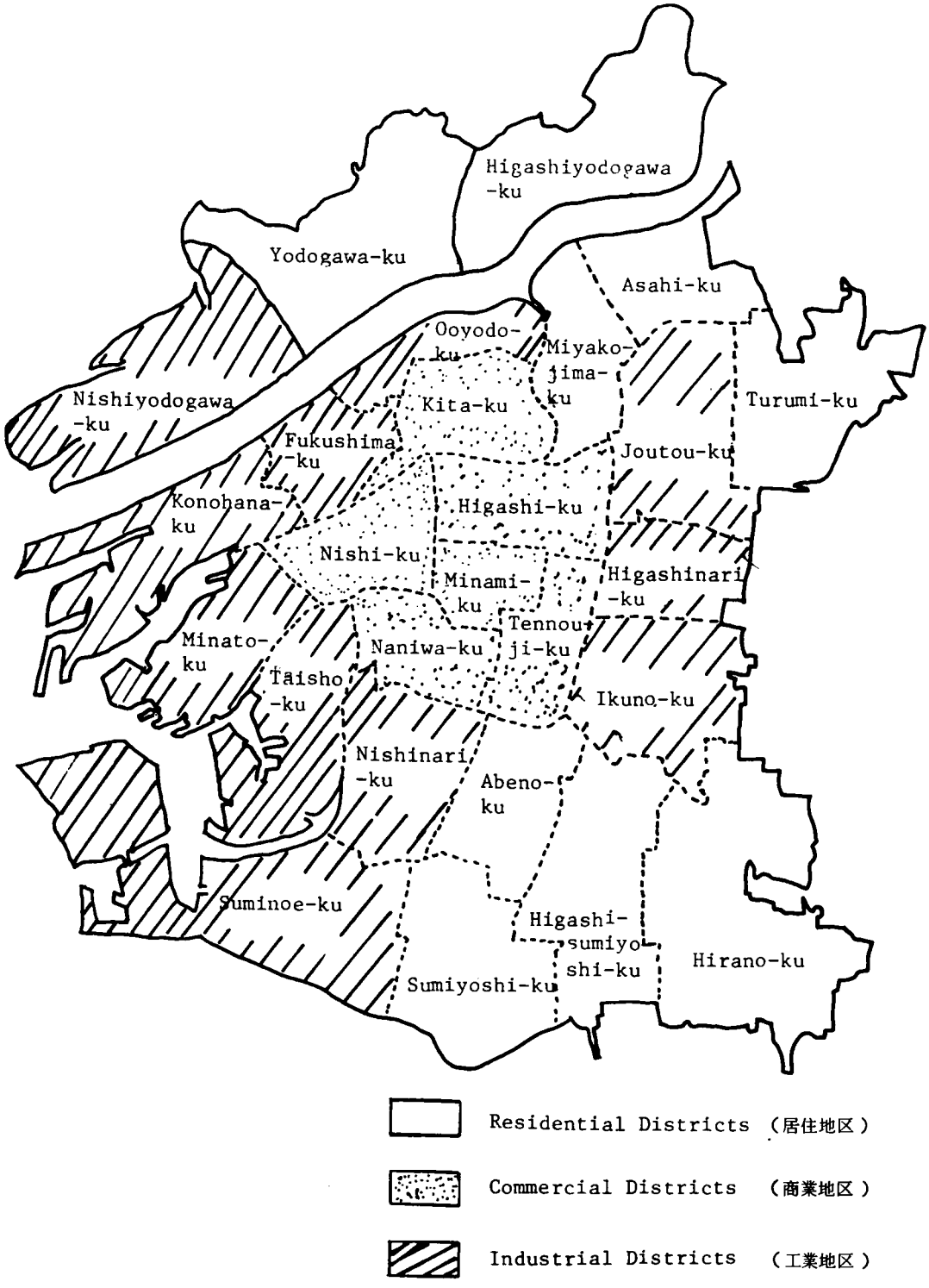

Higashiyodogawa
-ku
Yodogawa-ku
Asahi-ku
Ooyodo-
ku
Miyako-
jima-
ku
Nishiyodogawa
-ku
Kita-ku
Turumi-ku
Fukushima
-ku
Joutou-ku
Konohana-
ku
Higashi-ku
Nishi-ku
Minami-
ku
Higashinari
-ku
Tennou-
ji-ku
Minato-
ku
Naniwa-ku
Taisho
-ku
Ikuno-ku
Nishinari
-ku
Abeno-
ku
Suminoe-ku
Higashi-
sumiyo
shi-ku
Hirano-ku
Sumiyoshi-ku
Residential Districts (居住地区)
Commercial Districts (商業地区)
Industrial Districts (工業地区)

表3.3.1　スクリーニング・プロセスの結果

論　点	考慮すべき事柄	尺　　度
経　済	人　　口	就業者数
	生　　産	工業出荷額
	収　　入	勤労所得
	消　　費	販売額
環　境	汚　　染	BOD_5、SO_2
	社会活動	公害苦情指導工場数
	社会施設	病院ベッド数

を測定する。

(ii)　産業の大阪市の環境に対する満足度を測定する。

(iii)　居住者の大阪市の環境に対する満足度を測定する。

(iv)　土地利用に基づいて大阪市を工業地区、商業地区、居住地区に分け、それぞれのグループの各地区に関する満足度を測定する。

(v)　石油ショックにより高度経済成長が変化した前後の時期（１９７０年から１９７３年と、１９７４年から１９７５年）の間に、それぞれの効用水準がどのように変化したかを調べる。

(vi)　各地区及び全域の経済環境、社会的・自然的環境に対する満足度を測定する。

(vii)　各地区および大阪市全体における、経済環境、社会的・自然的環境における属性に対する満足度を測定する。

(viii)　属性の中から留意すべき属性を選び出し、これらの属性が、大阪市域全体や各地区の地域環境アセスメントにおいて、どのような役割をはたしている

かを検討する。さらに、各地区の効用水準を高めるために、どのような政策が各地域においておこなわれるべきかを検討する。

上記の研究課題を明らかにするために、次に掲げる方法で大阪市域の地域環境の階層構造図を作成した。（図3.3.2）

第5レベルでは、大阪市域全体の効用水準を測定する。

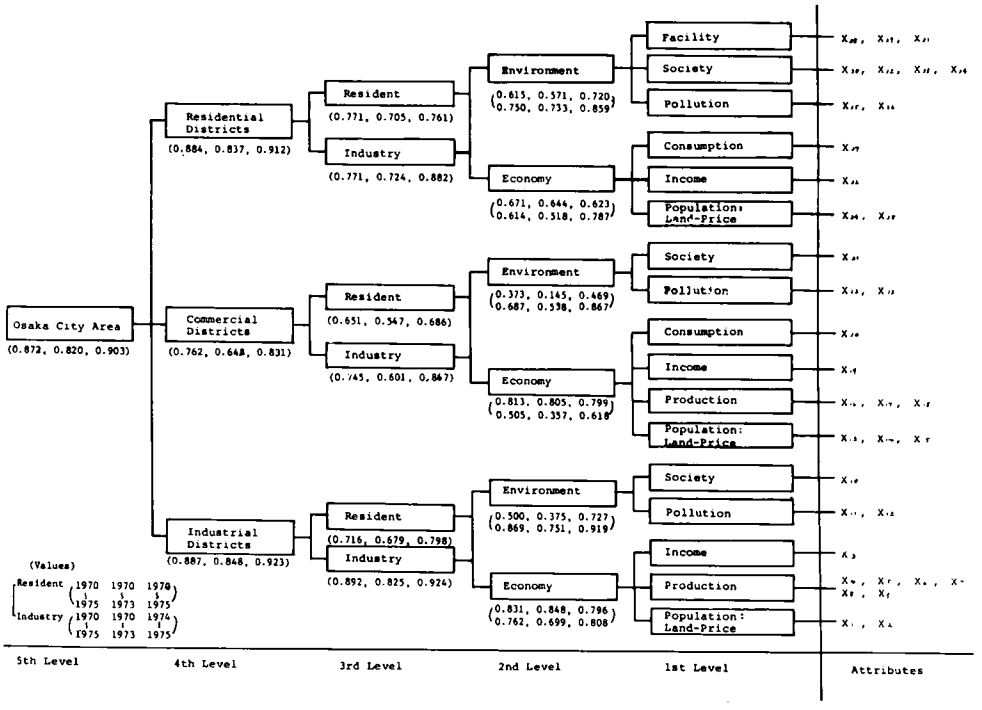
第4レベルでは、工業、商業、居住地区の効用水準を測定する。

第3レベルでは、各地区の産業、居住者の効用水準を測定する。

第2レベルでは、産業、居住者の要素（経済環境および社会的・自然的環境）の効用水準を測定する。

第1レベルでは、第2レベルの経済環境および社会的・自然的環境を構成している属性の効用水準を測定する。

図3.3.2　大阪市域の環境評価階層構造図



3－4　多重属性効用関数の導出

3－4－1　単一属性効用関数の導出

3－3－3の問題設定に従い、表3.4.1に示す経済的環境、社会的・自然的環境の属性を決定した。

なお、属性の選択にあたり、2－4－3で述べたように、属性間において、選好独立と効用独立が成り立つことが必要である。

これらの検定方法はすでに紹介したとおりである。

検証の結果、各属性間において、選好独立、効用独立が成立しているので、本研究においては多重属性効用関数法が適用できる。

単一属性の効用関数の導出にあたり、次のステップを踏む。

(i)　Worst Level, Best Level の決定

多重属性効用関数法において、Worst Level, Best Level の決定方法は固定しておらず、Ralph L.Keeney らの論文においても両者の値は与件とされている。[1] 筆者らは、大阪東北部の環境アセスメントの研究において、平均値、標準偏差値を用いる方法を提案した。[2]

本章では、本研究の対象の特性を考慮して産業は経済環境に対しては居住者より敏感に反応し、一方居住者は、経済環境よりも社会的・自然的環境に敏感に反応しやすいという前提のもとに、Worst Level, Best Level を決定した。

本研究は、過去の事象に対する評価であるため、既に各属性に対して実績値を求めることが可能である。そこで、対象期間における最大値、最小値を基本にして、Worst Level, Best Level を決定した。それらの結果は表3.4.2に示すとおりである。

---

1)　Ralph L. Keeney ; Howard Raiffa : Decisions with Multiple Objectives. Preferences and Value Trade offs. 1976年

2)　仲上健一、堀山秀一；地域環境評価における多重属性効用関数法の適用 ―大阪東北部の環境アセスメント― 京都大学経済研究所ディスカッションペーパー ,KIER, 7705, 1977.3

(ii) Xi_{50} の決定

(i)において決定された、Worst Level,Best Level をもとに、Xi_{50} の値を2－4－3で述べた方法に従って決定した。

(iii) 単一属性効用関数法の決定

(i)(ii)において求められた3点（Worst Level, Xi_{50}, Best Level）より、各属性の効用関数を求めることができる。これらの各効用関数は、付録3－1、図Ⅰ－1に示すとおりである。

表 3.4.1　属　　性

〔工業地区の属性〕

X_1＝NMIEI/POI	(従業員数／行政人口)
X_2＝LPI	(100円／3.3m²)
$X_3 = \frac{EII/POI}{EIOC/POOC}$	(10万円／行政人口 / 100万円／行政人口)
X_4＝ISI	(10億円)
X_5＝ISI/NMIEI	(10億円／従業員数)
X_6＝VAI	(10億円)
X_7＝VAI/NFI	(10億円／工場数)
X_8＝NFVI	(台数)
X_9＝ISI/NFI	(10億円／工場数)
X_{10}＝ANPCSI	(件数)
X_{11}＝BODI	(PPM)
X_{12}＝SO_2I	(PPM)

〔商業地区の属性〕

X_{13}＝NECEC/POC	(従業員数／行政人口)
X_{14}＝DPOC/NECEC	(人／従業者数)
X_{15}＝LPC	(100円／3.3m²)
X_{16}＝SRBC/NERBC	(100万円／従業員数)
X_{17}＝SWBC/NEWC	(10億円／従業者数)
X_{18}＝SEEC/NEEEC	(100万円／従業者数)
X_{19}＝APSC/POC	(10億／行政人口)
X_{20}＝FPEEC	(千人)
X_{21}＝ANPCSC	(件数)
X_{22}＝BODC	(PPM)

$X_{23}=SO_2C$ (PPM)

〔住居地区の属性〕

$X_{24}=HDR$ (千人／km^2)

$X_{25}=LPR/LPOP$ (100円/3.3m^2)／(100円/3.3m^2)

$X_{26}=EIR/EIOC$ (100万円／100万円)

$X_{27}=TNAR/POR$ (台数／行政人口)

$X_{28}=NCNSR/POR$ (学校数／行政人口)

$X_{29}=NSR/POR$ (学校数／行政人口)

$X_{30}=NCR/POR$ (件数／行政人口)

$X_{31}=NHSBR/POR$ (病床数／行政人口)

$X_{32}=NTAR/POR$ (件数／行政人口)

$X_{33}=NECR/POR$ (件数／行政人口)

$X_{34}=ANPCSR$ (件数)

$X_{35}=BODR$ (PPM)

$X_{36}=SO_2R$ (PPM)

NMIEI ：工業地区における製造業従業者数
POI ：工業地区における人口
LPI ： 〃 地価
EII ： 〃 給与所得
EIOC ：大阪市における給与所得
ISI ：工業地区における工業出荷額
VAI ： 〃 粗付価価値額
NFI ： 〃 工場数
NFVI ： 〃 貨物自動車数
ANPCSI ： 〃 公害苦情指導実工場数
BODI ： 〃 生物化学的酸素要求量 PPM
SO_2I ： 〃 二酸化いおう濃度 PPM
NECEC ：商業地区における商業従業者数
POC ： 〃 人口
DPOC ： 〃 昼間人口
LPC ： 〃 地価
SRBC ：商業地区における小売業販売額
NERBC ： 〃 小売販売従業者数

SWBC	:	〃	卸売販売額
NEWBC	:	〃	卸売販売従業者数
SEEC	:	〃	飲食店販売高
NEEEC	:	〃	飲食店従業者数
APSC	:	〃	個人貯蓄額
FPEEC	:	〃	興行場の入場員数
ANPCSC	:	〃	公害苦情指導実工場数
BODC	:	〃	生物化学的酸素要求量 PPM
SO_2C	:	〃	二酸化いおう濃度 PPM
HDR	: 住宅地区における人口密度		
LPR	:	〃	地価
LPOP	: 大阪府における地価		
EIR	: 住宅地区における給与所得		
EIOC	: 大阪市における給与所得		
TNAR	: 住宅地区における乗用自動車数		
POR	:	〃	人口
NCNSR	:	〃	保育所収容定員数
NSR	:	〃	実校数
NCR	:	〃	刑法犯発生総数
NHSBR	:	〃	医療遊設の病床数
NTAR	:	〃	交通人口発生件数
NECR	: 住宅地区における救急活動状況		
ANPCSR	:	〃	公害苦情指導実工場数
BODR	:	〃	生物化学的酸素要求量 PPM
SO_2R	:	〃	二酸化いおう濃度 PPM

〔データ〕

「地域経済総論」1970—75，東洋経済社
「公害の現況と対策」大阪市，1973—76
「大阪市統計書」大阪市，1965—75
「大阪都市圏と経済構造の動態に関する調査報告書」大阪市経済局，1974
「指標からみた大阪経済の地位」大阪市経済局，1970—77

表3.4.2 属性値とスケーリング・コンスタント

属性	産業				居住者			
	Xiw	Xi_{50}	Xi_B	スケーリング・コンスタント	Xiw	Xi_{50}	Xi_B	スケーリング・コンスタント
X_1	0.1	0.35	0.50	0.75	0.05	0.25	0.50	0.441
X_2	50	350	600	0.47	475	250	50	0.700
X_3	1.15	0.85	0.25	1.00	0.3	0.8	1.5	1.00
X_4	100	380	600	0.525	100	300	600	0.438
X_5	0.004	0.015	0.022	0.385	0.004	0.010	0.020	0.541
X_6	25	130	200	0.70	20	100	200	0.492
X_7	0.01	0.18	0.30	0.385	0.0	0.2	0.3	0.600
X_8	5,000	13,000	20,000	0.385	17,000	10,000	4,000	0.378
X_9	0.035	0.680	1.050	0.441	0.90	0.50	0.03	0.528
X_{10}	400	260	40	1.00	300	170	30	1.00
X_{11}	65	45	3	0.765	50	10	2	0.52
X_{12}	0.080	0.055	0.020	0.9	0.065	0.040	0.015	0.65
X_{13}	0.25	3.30	4.75	0.434	3.8	2.0	0.2	0.384
X_{14}	2.5	5.5	8.5	0.7	6.75	5.00	2.00	0.432
X_{15}	200	700	1,000	0.56	800	500	150	0.60
X_{16}	6	12	20	0.35	5.5	13.0	20.0	0.446
X_{17}	0.015	0.090	0.150	0.70	0.02	0.07	0.15	0.352
X_{18}	1.5	2.6	4.0	0.20	3.4	2.5	1.3	0.55
X_{19}	0.00	0.10	0.17	1.00	0.00	0.05	0.17	1.00
X_{20}	100	7,000	11,500	1.00	9,500	4,500	100	1.00
X_{21}	3,300	2,000	1,100	1.00	2,600	1,800	1,000	1.00
X_{22}	37.5	14.5	2.5	0.6375	30	10	2	0.80
X_{23}	0.040	0.028	0.020	0.85	0.035	0.020	0.015	0.472
X_{24}	23.0	15.0	9.5	0.69	24.0	16.0	10.0	0.85
X_{25}	2.9	1.9	1.0	0.75	3.0	2.1	1.1	0.714
X_{26}	0.050	0.032	0.010	1.00	0.010	0.025	0.060	1.00
X_{27}	0.120	0.235	0.360	1.00	0.30	0.18	0.10	1.00
X_{28}	0.0030	0.0085	0.0150	0.675	0.004	0.010	0.017	0.65
X_{29}	0.000100	0.000123	0.000150	0.765	0.00012	0.00014	0.00017	0.325
X_{30}	0.028	0.015	0.004	0.85	0.022	0.014	0.003	0.533
X_{31}	0.004	0.012	0.017	0.90	0.005	0.012	0.020	0.70
X_{32}	0.0090	0.0050	0.0009	0.52	0.0075	0.0030	0.0008	0.56
X_{33}	0.0280	0.0154	0.0100	0.56	0.023	0.015	0.008	0.434
X_{34}	320	130	50	0.68	260	150	40	0.63
X_{35}	40	18	2	0.56	30	10	2	0.70
X_{36}	0.070	0.046	0.015	0.80	0.055	0.030	0.015	0.539

3－4－2　多重属性効用関数の導出

全体的な効用関数を次の方法で求めた。

(i)　スケーリング・コンスタントの決定

それぞれの利益集団に含まれる属性の順位づけを表3.4.3に示すように行なった。

次に、各スケーリング・コンスタントの大きさを注1に従って決めた。それらの結果は、表3.4.2に示すとおりである。

(ii)　第1レベルにおける効用関数の導出

(i)で求めたスケーリング・コンスタントをもとに、式(1)、式(2)によって第1レベルにおける効用関数を導出した。結果は表3.4.4に示すとおりである。

(iii)　第2レベルにおける効用関数の導出

第2レベル以上における各属性間の統合の方式は、第1レベルで実施した方式と同様である。

表3.4.3　属性の選好順序

			産業	居住者
工業地区	経済	人口・地価	$X_1 > X_2$	$X_2 > X_1$
		収入	X_3	X_3
		生産	$X_6 > X_4 > X_9 > X_5 > X_7 > X_8$	$X_7 > X_5 > X_9 > X_6 > X_4 > X_8$
	環境	社会	X_{10}	X_{10}
		汚染	$X_{12} > X_{11}$	$X_{12} > X_{11}$
商業地区	経済	人口・地価	$X_{14} > X_{15} > X_{13}$	$X_{15} > X_{14} > X_{13}$
		生産	$X_{17} > X_{16} > X_{18}$	$X_{18} > X_{16} > X_{17}$
		収入	X_{19}	X_{19}
		消費	X_{20}	X_{20}
	環境	社会	X_{21}	X_{21}
		汚染	$X_{23} > X_{22}$	$X_{22} > X_{23}$
居住地区	経済	人口・地価	$X_{25} > X_{24}$	$X_{24} > X_{25}$
		収入	X_{26}	X_{26}
		消費	X_{27}	X_{27}
	環境	施設	$X_{31} > X_{29} > X_{28}$	$X_{28} > X_{31} > X_{29}$
		社会	$X_{30} > X_{34} > X_{33} > X_{32}$	$X_{30} > X_{34} > X_{32} > X_{33}$
		汚染	$X_{36} > X_{35}$	$X_{35} > X_{36}$

表 3.4.4 効用関数（第1レベル）

〔産　　業〕

$$U_{IIECPL}(X_1, X_2) = \frac{1}{-0.6241}[(1-0.468U_1(X_1))(1-0.293U_2(X_2))-1]$$

$$U_{IIECIN}(X_3) = U_3(X_3)$$

$$U_{IIECPR}(X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9) = \frac{1}{-0.9796}[(1-0.5143U_4(X_4))(1-0.3776U_5(X_5)) \times(1-0.686U_6(X_6))(1-0.377U_7(X_7)) \times(1-0.377U_8(X_8))(1-0.432U_9(X_9))-1]$$

$$U_{IIENSO}(X_{10}) = U_{10}(X_{10})$$

$$U_{IIENPO}(X_{11}, X_{12}) = \frac{1}{-0.9458}[(1-0.7235U_{11}(X_{11})) \times(1-0.8039U_{12}(X_{12}))-1]$$

$$U_{CIECPL}(X_{13}, X_{14}, X_{15}) = \frac{1}{-0.8796}[(1-0.3817U_{13}(X_{13})) \times(1-0.615U_{14}(X_{14}))(1-0.4926U_{15}(X_{15}))-1]$$

$$U_{CIECPR}(X_{16}, X_{17}, X_{18}) = \frac{1}{-0.1068}[(1-0.3738U_{16}(X_{16})) \times(1-0.07476U_{17}(X_{17}))(1-0.02136U_{18}(X_{18}))-1]$$

$$U_{CIECIN}(X_{19}) = U_{19}(X_{19})$$

$$U_{CIECCO}(X_{20}) = U_{20}(X_{20})$$

$$U_{CIENSO}(X_{21}) = U_{21}(X_{21})$$

$$U_{CIENPO}(X_{22}, X_{23}) = \frac{1}{-0.8996}[(1-0.5735U_{22}(X_{22})) \times(1-0.7647U_{23}(X_{23}))-1]$$

$$U_{RIECPL}(X_{24}, X_{25}) = \frac{1}{-0.85024}[(1-0.5867U_{24}(X_{24})) \times(1-0.6377U_{25}(X_{25}))-1]$$

〔居　住　者〕

$$U_{IRECPL}(X_1, X_2) = \frac{1}{-0.457}[(1-0.202U_1(X_1))(1-0.320U_2(X_2))-1]$$

$$U_{IRECIN}(X_3) = U_3(X_3)$$

$$U_{IRECPR}(X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9) = \frac{1}{-0.988}[(1-0.433U_4(X_4))(1-0.535U_5(X_5)) \times(1-0.486U_6(X_6))(1-0.592U_7(X_7)) \times(1-0.373U_8(X_8))(1-0.522U_9(X_9))-1]$$

$$U_{IRENSO}(X_{10}) = U_{10}(X_{10})$$

$$U_{IRENPO}(X_{11}, X_{12}) = \frac{1}{-0.503}[(1-0.262U_{11}(X_{11})) \times(1-0.327U_{12}(X_{12}))-1]$$

$$U_{CRECPL}(X_{13}, X_{14}, X_{15}) = \frac{1}{-0.711}[(1-0.273U_{13}(X_{13})) \times(1-0.307U_{14}(X_{14}))(1-0.427U_{15}(X_{15}))-1]$$

$$U_{CRECPR}(X_{16}, X_{17}, X_{18}) = \frac{1}{-0.644}[(1-0.287U_{16}(X_{16})) \times(1-0.227U_{17}(X_{17}))(1-0.354U_{18}(X_{18}))-1]$$

$$U_{CRECIN}(X_{19}) = U_{19}(X_{19})$$

$$U_{CRECCO}(X_{20}) = U_{20}(X_{20})$$

$$U_{CRENSO}(X_{21}) = U_{21}(X_{21})$$

$$U_{CRENPO}(X_{22}, X_{23}) = \frac{1}{-0.720}[(1-0.576U_{22}(X_{22})) \times(1-0.340U_{23}(X_{23}))-1]$$

$$U_{RRECPL}(X_{24}, X_{25}) = \frac{1}{-0.929}[(1-0.790U_{24}(X_{24})) \times(1-0.663U_{25}(X_{25}))-1]$$

$$U_{RIECIN}(X_{26}) = U_{26}(X_{26})$$

$$U_{RIECCO}(X_{27}) = U_{27}(X_{27})$$

$$U_{RIENFA}(X_{28}, X_{29}, X_{31}) = \frac{1}{-0.9915}[(1-0.6692U_{28}(X_{28})) \times (1-0.7585U_{29}(X_{29}))(1-0.8924U_{31}(X_{31}))-1]$$

$$U_{RIENSO}(X_{30}, X_{32}, X_{33}, X_{34}) = \frac{1}{-0.961}[(1-0.8169U_{30}(X_{30}))(1-0.4997U_{32}(X_{32})) \times (1-0.5380U_{33}(X_{33}))(1-0.6534U_{34}(X_{34}))-1]$$

$$U_{RIENPO}(X_{35}, X_{36}) = \frac{1}{-0.8036}[(1-0.4500U_{35}(X_{35})) \times (1-0.6429U_{36}(X_{36}))-1]$$

$$U_{RRECIN}(X_{26}) = U_{26}(X_{26})$$

$$U_{RRECCO}(X_{27}) = U_{27}(X_{27})$$

$$U_{RRENFA}(X_{28}, X_{29}, X_{31}) = \frac{1}{-0.791}[(1-0.514U_{28}(X_{28})) \times (1-0.257U_{29}(X_{29}))(1-0.422U_{31}(X_{31}))-1]$$

$$U_{RRENSO}(X_{30}, X_{32}, X_{33}, X_{34}) = \frac{1}{-0.966}[(1-0.676U_{30}(X_{30}))(1-0.541U_{32}(X_{32})) \times (1-0.419U_{33}(X_{33}))(1-0.609U_{34}(X_{34}))-1]$$

$$U_{RRENPO}(X_{35}, X_{36}) = \frac{1}{-0.634}[(1-0.444U_{35}(X_{35})) \times (1-0.342U_{36}(X_{36}))-1]$$

第2レベルにおいて、第1レベルの各要素を統合するにあたり、表3.4.5に示す順位づけを行なった。第2レベルにおける効用関数は表3.4.6に示すとおりである。

(IV) 第3レベル、第4レベル、第5レベルにおける効用関数の導出

第3レベル以上の効用関数の導出を、前述の方法に従って計算を行なった。その結果は表3.4.7.に示すとおりである。

表3.4.5 スケーリング・コンスタントの選好順序

	産業	居住者
工業地区	$\lambda_{IECIN} > \lambda_{IECPR} > \lambda_{IECPL}$ ($X_3 > X_6 > X_1$)	$\lambda_{IECIN} > \lambda_{IECPL} > \lambda_{IECPR}$ ($X_3 > X_2 > X_7$)
	$\lambda_{IENSO} > \lambda_{IENPO}$ ($X_{10} > X_{12}$)	$\lambda_{IENPO} > \lambda_{IENSO}$ ($X_{12} > X_{10}$)
商業地区	$\lambda_{CECPR} > \lambda_{CECPL} > \lambda_{CECIN} > \lambda_{CECOO}$ ($X_{17} > X_{14} > X_{19} > X_{20}$)	$\lambda_{CECIN} > \lambda_{CECPL} > \lambda_{CECCO} > \lambda_{CECPR}$ ($X_{19} > X_{15} > X_{20} > X_{18}$)
	$\lambda_{CENSO} > \lambda_{CENPO}$ ($X_{21} > X_{23}$)	$\lambda_{CENPO} > \lambda_{CENSO}$ ($X_{22} > X_{21}$)
居住地区	$\lambda_{RECIN} > \lambda_{RECPL} > \lambda_{RECCO}$ ($X_{26} > X_{25} > X_{27}$)	$\lambda_{RECPL} > \lambda_{RECIN} > \lambda_{RECCO}$ ($X_{24} > X_{26} > X_{27}$)
	$\lambda_{RENPO} > \lambda_{RENFA} > \lambda_{RENSO}$ ($X_{36} > X_{31} > X_{30}$)	$\lambda_{RENPO} > \lambda_{RENFA} > \lambda_{RENSO}$ ($X_{35} > X_{28} > X_{30}$)

表 3.4.6 効用関数（第2レベル）

〔産　業〕

$$U_{IIEC} = \frac{1}{-0.9896}[(1-0.8412\,U_{IIECPL}) \times (1-0.6393U_{IIECIN})(1-0.7402U_{IIECPR})-1]$$

$$U_{IIEN} = \frac{1}{-0.8918}[(1-0.7852U_{IIENSO}) \times (1-0.5534U_{IIENPO})-1]$$

$$U_{CIEC} = \frac{1}{-0.8729}[(1-0.2946U_{CECPL}) \times (1-0.6547U_{CIECPR})(1-).3339U_{CIECIN}) \times (1-0.2160U_{CIECCO})-1]$$

$$U_{CIEN} = \frac{1}{-0.9048}[(1-0.7239U_{CIENSO}) \times (1-0.6537U_{CIENPO})-1]$$

$$U_{RIEC} = \frac{1}{-0.9394}[(1-0.5636U_{RIECPL}) \times (1-0.7046U_{RIECIN})(1-0.528U_{RIECCO})-1]$$

$$U_{RIEN} = \frac{1}{-0.3881}[(1-0.0918U_{RIENFA})(1-0.0989U_{RIENSO})(1-0.252U_{RIENPO})-1]$$

〔居　住　者〕

$$U_{IREC} = \frac{1}{-0.982}[(1-0.731U_{IRECPL}) \times (1-0.843U_{IRECIN})(1-0.584U_{IRECPR})-1]$$

$$U_{IREN} = \frac{1}{-0.251}[(1-0.0914U_{IRENSO}) \times (1-0.176U_{IRENPO})-1]$$

$$U_{CREC} = \frac{1}{-0.998}[(1-0.614U_{CRECIN}) \times (1-0.457U_{CRECPL})(1-0.749U_{CRECCO}) \times (1-0.584U_{CRECPR})-1]$$

$$U_{CRSN} = \frac{1}{-0.0413}[(1-0.0107U_{CRENSO}) \times (1-0.0310U_{CRENPO})-1]$$

$$U_{RREC} = \frac{1}{-0.671}[(1-0.467U_{RRECPL}) \times (1-0.276U_{RRECIN})(1-0.144U_{RRECCO})-1]$$

$$U_{RREN} = \frac{1}{-0.600}[(1-0.222U_{RRENFA})(1-0.197U_{RRENSO})(1-0.36U_{RRENPO})-1]$$

表 3.4.7 効用関数（第3レベル～第5レベル）

〔第3レベル〕

〔産　業〕

$$U_{II}=0.75U_{IIEC}+0.75U_{IIEN}-0.5U_{IIEC}U_{IIEN}$$

$$U_{CI}=0.80U_{ICEC}+0.80U_{ICEN}-0.6U_{IIEC}U_{IIEN}$$

$$U_{RI}=0.70U_{IREC}+0.70U_{IREC}-0.4U_{IREC}U_{IREN}$$

〔居　住　者〕

$$U_{IR}=0.6U_{IREC}+0.6U_{IREN}-0.2U_{IREC}U_{IREN}$$

$$U_{CR}=0.6U_{CREC}+0.6U_{CREN}-0.2U_{CREC}U_{CREN}$$

$$U_{RR}=0.7U_{RREC}+0.7U_{RREN}-0.4U_{RREC}U_{RREN}$$

〔第4レベル〕

$$U_I = 0.75U_{II}+0.75U_{IR}-0.5U_{II}U_{IR}$$

$$U_C = 0.65U_{CI}+0.65U_{CR}-0.3U_{CI}U_{CR}$$

$$U_R = 0.80U_{RI}+0.80U_{RR}-0.6U_{RI}U_{RR}$$

〔第5レベル〕

$$U_{o\,(1970\sim1975)} = 0.425U_I+0.115U_C+0.461U_R$$

$$U_{o\,(1970\sim1973)} = 0.430U_I+0.117U_C+0.454U_R$$

$$U_{o\,(1974\sim1975)} = 0.411U_I+0.110U_C+0.475U_R$$

なお、上記の効用関数の統合にあたって必要な、各段階におけるインディフィレンス・ポイントは付録３－２、図Ⅱ－１に示すとおりである。

（注１）　スケーリング・コンスタントは次の方法に従って決定される。

まず各属性のスケーリング・コンスタントKi の順序づけを行なうため、全属性をWorst Levelとおく。他の属性をWorst Levelにおく条件のもとで、全属性の中で１つだけBest Level にしたいものを選ぶ。同様な方法で、すべての属性の順位づけが決定されるまで行なう。

次に、各Ki の大きさを定めるために、属性間のトレード・オフ値を測定する。このトレード・オフ値は、一方の属性を得るために他方の属性をどれだけ損失できるかを測定することによって定められる。

以上の方法を例題を用いて示す。[1)]

ある事業に関する属性としてX_1, X_2があるとする。属性X_1 における、Worst Levelは＄０、Best Levelは＄25,000、属性X_2におけるWorst Level は100日、Best Levelは０日とする。ある組み合わせA点（X_1, X_2）（Worst Level, Best Level）＝（＄0、0日）を仮定する。

次にX_2をWorst Level とした場合、このA点に対してある組み合わせ部分が無差別であるようなX_1のLevelを求める。（図 3.4.Ⅰ－A参照）

◦ A点について

$$1+K_N U_N(X_1, X_2) = (1+K_N K_1 U_1(\$0)(1+K_N K_2 U_2(0日))$$
$$= (1+K_N K_1 \times 0)(1+K_N K_2 \times 1.0)$$
$$= 1+K_N K_2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (a)$$

◦ B点について

$$1+K_N U_N(X_1, X_2) = (1+K_N K_1 U_1(\$7000))(1+K_N K_2 U_2(100日))$$
$$= (1+K_N K_1 U_1(\$7000))(1+K_N K_2 \times 0)$$

1) R. L. Keeney, "A Utility Function for Examining Policy Affecting Salmon in the Skeena River" IIASA, 1976

$$= 1 + K_N K_1 U_1 (\$7000) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (b)$$

$(X_1 = 0,\ X_2 = 0$日$) \sim (X_1 = \$7000,\ X_2 = 100$日$)$ なので(a)=(b)

$\therefore 1 + K_N K_2 = 1 + K_N K_1 U_1 (\$7000)$

$\therefore K_2 = K_1 U_1 (\$7000)$

次に属性（X_1，X_2，……X_i，……X_n）の中で、選好順位が第1位である属性をX_iとする時、そのスケーリング・コンスタントをK_iとする。他の属性をWorst Levelとおけば、その効用は次のようになる。

$$\begin{aligned} U(X_1, X_2 \cdots, X_i, \cdots, X_n) &= K_1 U_1(X_1) + K_2 U_2(X_2) + \cdots\cdots + \\ &\quad K_i U_i(X_i) + \cdots\cdots + K_N U_N(X_n) \\ &= K_1 \times 0 + K_2 \times 0 + \cdots + K_i \times U_i(X_i) \cdots + K_N \times 0 \\ &= K_i U_i(X_i) \end{aligned}$$

次に$U(X_1, X_2, \cdots, X_i, \cdots X_n)$と無差別になるような属性の組み合わせ$U_B$（属性すべてがBest Level）、$U_W$（属性のすべてがWorst Level）で、$U_B$への確率Pを求める。（図3.4.I－B参照）

この計算結果より、$K_i = P$ となる。この値を用いてスケーリング・コンスタントを決める。

図3.4 I－A
X_1とX_2とのトレード・オフ

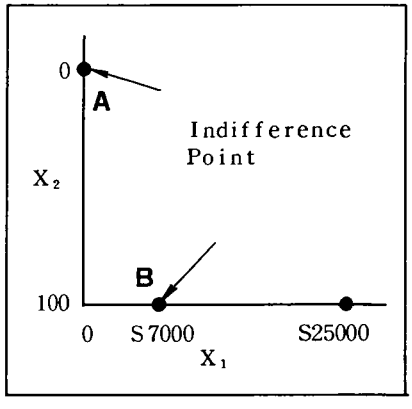
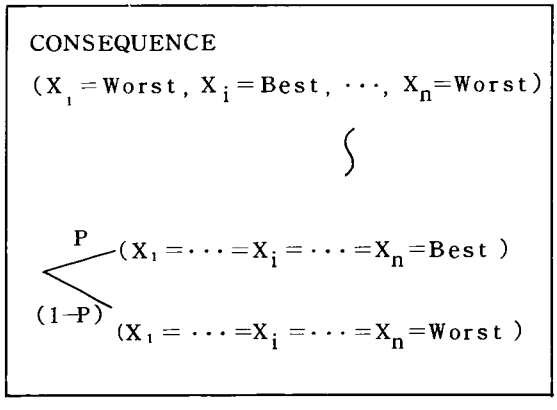


図3.4 I－B
確率Pの決定



3—5　評価結果と分析

3－5－1　評価結果

3－4において求めた各レベルにおける効用関数に、表3.5.1に示す各属性の属性値を代入して効用水準を求めた。

各属性の効用水準は表3.5.1に示すとおりである。この値をもとに、第1レベルから第5レベルまでの効用水準を求めた。

第1レベルの結果は表3.5.2に示すとおりである。第2レベルより第5レベルの効用水準は図3.3.2に示すとおりである。

以上の結果の分析と考察は次項に示す。

3－5－2　評価結果の分析

前項において大阪市の産業・居住者が大阪市域を取り巻く経済環境、社会的・自然的環境にどのように満足しているかを、定量的に表わした。これらの評価結果は図3.3.2に示す。これらの数量的に表わされた結果に基づいて、大阪市域に対して示された各利益集団（産業・居住者）の満足度を分析する。

(A)　地区別効用水準の特徴

(i)　工業地区

工業地区の効用水準（U_I）は、3地区の中で最も高い（0.887）。各利益集団では、工業地区に対する産業の効用水準（U_{II}）が0.892であるのに対し居住者の効用水準（U_{IR}）は0.716である。社会的・自然的環境に関する効用水準は産業（U_{IIEN}）で0.869であり、居住者（U_{IREN}）の0.500よりもはるかに高いためである。

このように、居住者が社会的・自然的環境において低い評価を行う主な理由として、第1レベルにおいて水質汚染（BOD_5）に関する評価が厳しく、そのため効用水準（U_{11}）が0.35と低いためである。

以上、総括すれば居住者、産業から見れば工業地区の全般的な環境評価は高いが、社会的・自然的環境に対する評価のちがいによって差異が生じていると

表 3.5.1　属性の実際値と効用水準

属性	属性値			効用水準（産業）			効用水準（居住者）		
	1970 ~1975	1970 ~1973	1974 ~1975	1970 ~1975	1970 ~1973	1974 ~1975	1970 ~1975	1970 ~1973	1974 ~1975
X_1	0.265	0.272	0.253	0.250	0.275	0.225	0.525	0.538	0.510
X_2	242.2	191.3	344.0	0.310	0.220	0.475	0.510	0.625	0.275
X_3	0.779	0.785	0.766	0.560	0.550	0.575	0.450	0.475	0.440
X_4	269.8	246.1	317.3	0.300	0.250	0.587	0.435	0.375	0.525
X_5	0.010	0.083	0.013	0.250	0.175	0.377	0.500	0.474	0.675
X_6	81.8	72.0	102.0	0.250	0.200	0.350	0.375	0.350	0.500
X_7	0.130	0.109	0.140	0.400	0.275	0.375	0.625	0.550	0.650
X_8	10,200	9,900	10,900	0.600	0.275	0.350	0.725	0.500	0.400
X_9	0.380	0.347	0.445	0.225	0.200	0.275	0.650	0.700	0.575
X_{10}	166.9	202.3	131.5	0.725	0.500	0.800	0.525	0.400	0.675
X_{11}	15.43	18.68	8.95	0.900	0.850	0.950	0.350	0.275	0.550
X_{12}	0.0406	0.0487	0.0245	0.725	0.600	0.950	0.475	0.325	0.800
X_{13}	1.870	1.7137	2.181	0.200	0.175	0.250	0.525	0.575	0.450
X_{14}	4.621	4.626	4.612	0.260	0.275	0.260	0.575	0.575	0.575
X_{15}	379.0	256.7	562.5	0.125	0.026	0.162	0.675	0.850	0.425
X_{16}	10.449	8.937	13,471	0.500	0.150	0.450	0.312	0.212	0.525
X_{17}	0.0600	0.0502	0.0796	0.275	0.200	0.425	0.400	0.300	0.562
X_{18}	2.2462	1.8852	2.9682	0.350	0.200	0.626	0.625	0.775	0.250
X_{19}	0.0522	0.04285	0.0714	0.250	0.175	0.350	0.500	0.425	0.600
X_{20}	4,549	4,458	4,916	0.300	0.300	0.350	0.500	0.512	0.450
X_{21}	2,106	2,335	1,650	0.475	0.387	0.700	0.300	0.162	0.600
X_{22}	11.4	14.7	6.9	0.650	0.500	0.825	0.450	0.337	0.400
X_{23}	0.029	0.034	0.024	0.437	0.200	0.750	0.100	0.020	0.275
X_{24}	17.434	17.676	16.849	0.325	0.300	0.362	0.400	0.375	0.237
X_{25}	2.1196	2.3836	1.6417	0.387	0.250	0.650	0.475	0.325	0.725
X_{26}	0.0319	0.0356	0.0242	0.500	0.425	0.700	0.675	0.700	0.475
X_{27}	0.171	0.156	0.2065	0.225	0.150	0.375	0.525	0.625	0.375
X_{28}	0.0072	0.0060	0.0095	0.187	0.125	0.350	0.275	0.175	0.550
X_{29}	0.00012	0.00012	0.00012	0.450	0.450	0.450	0.250	0.250	0.250
X_{30}	0.0126	0.0098	0.0179	0.600	0.750	0.375	0.600	0.725	0.275
X_{31}	0.0097	0.0097	0.0095	0.325	0.325	0.300	0.362	0.362	0.325
X_{32}	0.0047	0.0047	0.0034	0.587	0.537	0.700	0.300	0.250	0.437
X_{33}	0.0188	0.0182	0.0200	0.300	0.350	0.250	0.250	0.275	0.175
X_{34}	148.75	183.50	114.00	0.525	0.300	0.600	0.500	0.325	0.662
X_{35}	14.31	18.77	4.83	0.600	0.462	0.925	0.587	0.425	0.925
X_{36}	0.0368	0.0357	0.0245	0.675	0.700	0.875	0.525	0.550	0.812

表 3.5.2　効 用 水 準（第 1 レベル）

	効用水準（産業）			効用水準（居住者）		
	1970 ~1975	1970 ~1973	1974 ~1975	1970 ~1975	1970 ~1973	1974 ~1975
U_{IECPL}	0.316	0.296	0.368	0.551	0.628	0.398
U_{IECIN}	0.560	0.550	0.575	0.450	0.475	0.440
U_{IECPR}	0.646	0.495	0.716	0.863	0.829	0.874
U_{IENSO}	0.725	0.500	0.800	0.525	0.400	0.675
U_{IENPO}	0.903	0.847	0.979	0.463	0.339	0.732
U_{CECPL}	0.309	0.267	0.342	0.700	0.784	0.575
U_{CECPR}	0.432	0.231	0.569	0.552	0.567	0.504
U_{CECIN}	0.250	0.175	0.350	0.500	0.425	0.600
U_{CECCO}	0.300	0.300	0.350	0.500	0.512	0.450
U_{CENSO}	0.475	0.387	0.700	0.300	0.162	0.600
U_{CENPO}	0.647	0.440	0.862	0.395	0.138	0.420
U_{RECPL}	0.459	0.362	0.634	0.572	0.482	0.622
U_{RECIN}	0.500	0.425	0.700	0.675	0.700	0.475
U_{RECCO}	0.225	0.150	0.375	0.525	0.625	0.375
U_{RENFA}	0.596	0.576	0.636	0.404	0.325	0.532
U_{RENSO}	0.834	0.848	0.794	0.714	0.711	0.651
U_{RENPO}	0.730	0.702	0.927	0.620	0.538	0.906

いえよう。

(ii)　商業地区

商業地区の効用水準（U_C）は、3 地区の中で最も低い（0.762）。各利益集団ごとの特徴を考察すると、産業の商業地区に対する効用水準（U_{CI}）は 0.745 で、居住者の効用水準（U_{CR}）の 0.651 より高い。両利益集団の特徴をまとめると次の通りである。

1. 産業は、社会的・自然的環境に比べて、経済環境を低く評価している。
2. 居住者の社会的・自然的環境に対する効用水準は、経済環境に対するそれに比べて非常に低く、その差が 0.44 である。特に、SO_2 に対する効用水準（U_{23}）は 0.10 と、全属性の中でも最低である。商業地区に対する包括的評価としては、居住者の社会的・自然的環境に対する評価は工

業地区と同様に厳しいが、居住者の評価と産業の評価においては著しい差はない。

(iii) 居住地区

居住地区の効用水準（UR）は0.884で、工業地区と同じく非常に高い。各利益集団ごとの効用水準を考察すると、居住者は産業同様、その評価において、第2レベルから属性に至るまで同じ傾向を示している。しかし人口あたりの乗用自動車数に関しては、産業の効用水準（U_{27}）の0.225に対して居住者では0.525である。居住地区全般の環境評価としては、居住者、産業ともに同じような傾向を示すとともに、高い満足度を示している。

(B) 石油ショック前後における効用水準の違い

各地区における各利益集団の効用水準が、石油ショックの前後でどのように変化したかについて定量的評価を行なった。各利益集団の効用水準における変化の特徴は次の通りである。

i）工業地区の効用水準は石油ショックを境として高くなった。各利益集団ごとに詳しく効用水準では、産業における効用の水準同様、居住者の効用水準も10％上昇した。特に居住者の社会的・自然的環境に対する効用水準（U_{IREN}）は0.375から0.727と、ほぼ倍増している。とくに、居住者の汚染に対する効用水準（U_{IENPO}）も0.339から0.732へとなっている。

ii）商業地区の効用水準（U_C）は石油ショック後、0.182上昇した。居住者の効用水準（U_{CR}）は0.547から0.686へ、産業の効用水準（U_{CI}）は0.601から0.867へと上昇した。特に、社会的・自然的環境同様、経済環境に関する産業の効用水準が高くなっている。社会的・自然的環境に関する産業の効用水準（U_{CENSO}）は、0.162から0.600へと非常に高くなった。

iii）居住地区の効用水準は、石油ショック後よくなった。各利益集団ごとの特徴をみると、産業の効用水準（U_{RI}）が0.724か0.882と高くなっているのに対し、居住者の効用水準（U_{RR}）は、わずか0.056しか高くなっていない。特に、経済環境に対する産業の効用水準（U_{RIEC}）は、0.518から0.787となっている。さらに、第1レベルの各要素の効用水準は一様に高くなっている。

以上、述べたように、石油ショック前後の効用水準を比較すると、各地区、各利益集団とも、社会的・自然的環境に対する効用水準が著しく高くなっており、全体的にも高まっていることがわかる。

(C) 大阪市全体としての効用水準

大阪市域の効用水準を測定する手続きで、大阪市の全体の効用水準を算出するために各地区の人口の割合に応じて決めた。評価結果としては、大阪市の効用水準（Uo）は0.872と高い。また、石油ショック前には0.820だったのが、ショック後は0.903と高くなっている。

3－5－3 結　　論

大阪市の各利益集団の効用水準は先に述べた通りである。これらの効用水準の評価は大阪経済の地位を熟考する上で良い方策であると言える。良く知られているように、大阪は日本第2の都市であり、最も繁栄する商業の中心として発展してきた。発展と共に、この都市において勢力のある卸し売り業と結びついて、増え続ける中小製造業の存在が大阪市域の特徴を構成している。しかし、高度経済成長時代以来、大阪の経済は、重化学及び情報集中的工業という点で東京経済に遅れをとってきた。これらの理由から、大阪経済は、国家経済の鍵を握る中心的地位を失いつつある。事実、本研究の結論からも明らかなように、大阪においては、商業地区の効用水準が他の2地区よりも低くなっていることが、そのことを示唆しているといえよう。

商業地区の人口は大阪市全体の人口の10％に過ぎないが、大阪市を代表する産業は商業であり、これは、大阪市の効用水準ひいては、居住地区及び工業地区の効用水準に大きく影響することを意味するといえよう。

次に掲げる問題は、近い将来直面するであろう地域の課題である。

1）工業地区に対する居住者の効用水準を上げることが必要である。

具体的には、大気汚染、水質汚濁等々の環境汚染にいかに対処するかということを考えることが、きわめて重要である。また、居住者のための属性（地価、従業員数）の効用水準を引き上げることが重要である。

2）商業地区においては、居住者のための効用水準を上げる処置が必要である。特に、水質汚濁に対処するための、しかるべき方策を講じなければならない。同時に、所得に対する産業の効用水準が低くなっているので、産業のための所得水準を上げるために、適切な処置が取られるべきである。そのためには、主に、大阪市の都市域の再開発を通して商業地区の経済地位を改善するために、適当な方策を取ることが重要である。

3）居住地区においては、居住者のためと産業のための効用水準を同時に引き上げることが、非常に重要である。そのための適切な処置は、人口及び地価に対する効用水準を上げるとともに、社会的・自然的環境を重点とした居住環境へと改良することが重要であろう。

3－6　ま　と　め

本章は、多重属性効用関数法を大阪市域の地域分析として適用したものである。

ところで、大阪市は１９９０年の大阪市のビジョンを明らかにする基本構想を策定し、１９７７年３月３０日に議決した。その中で特に、大阪市の将来像を、“既存の都市集積をいかした職住バランスのとれたまちへ”を選択する方向として示したのである。その内容を簡単に紹介すると次のとおりである。まず、都市圏人口に関しては、“拡大を自然増程度におさえる趨勢鈍化型”とし、市常住人口は１９７０年の２９８万と同規模の３００万人としながらも、市流入人口を１０８万人（１９７０年）から１５５万人へと、約1.5倍の増加を目途としている。これは、産業、特に工業政策は現状のままとしながらも、大阪市における各種中枢機能を強化するというものである。また、住宅政策は、居住、業務のバランスがとれるような都市機能を目標としながらも、中低層住宅地中心の政策が考えられている。

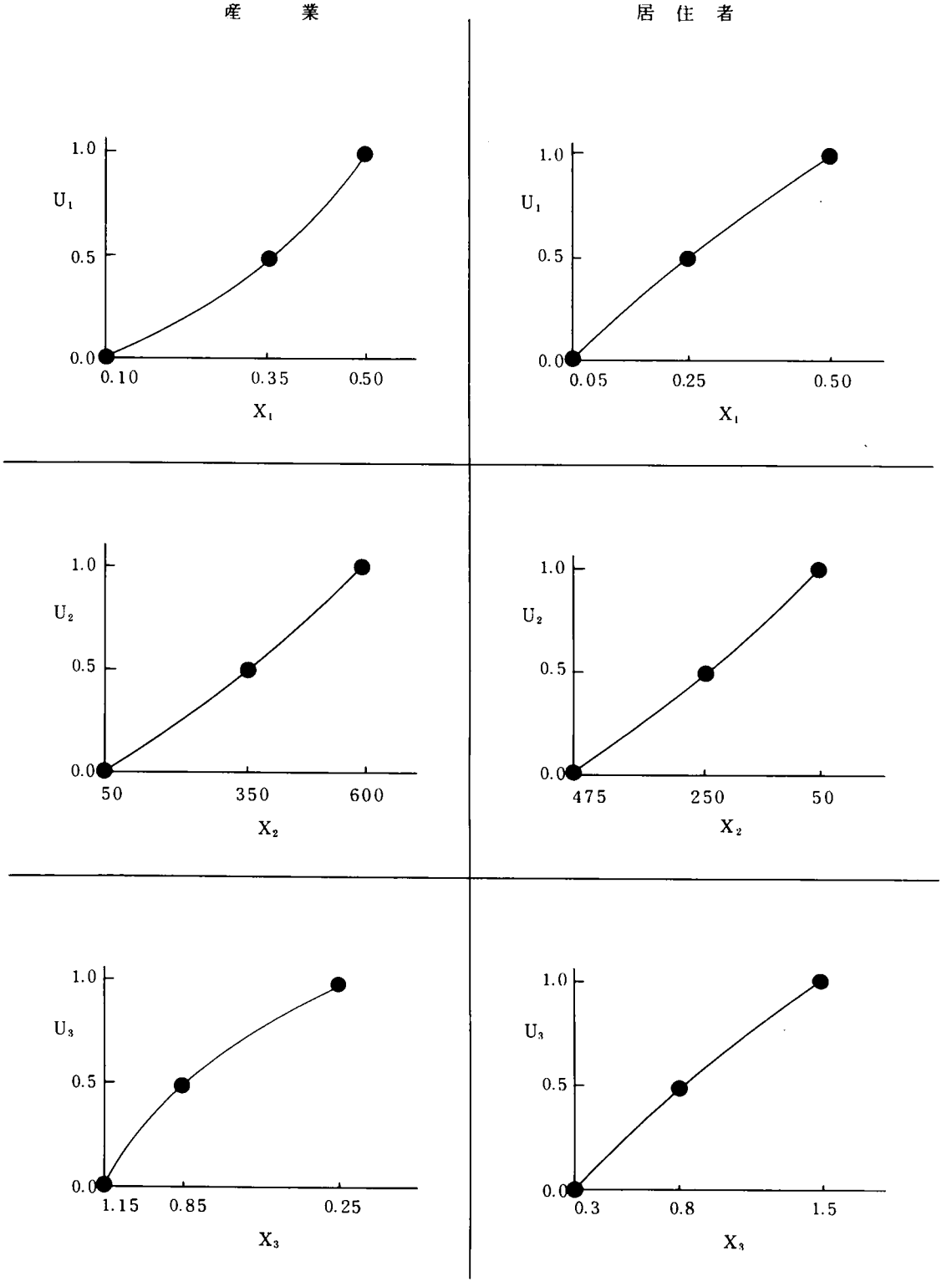
以上の大阪市の基本構想の内容は、近年の経済社会の変動の中における、大阪都市圏の中の大阪市の役割を十分考察したうえでのプランである。これらの内容が計画通りいくかどうかは、大阪市の行政能力をはじめ、近畿圏の動向とも関連しており、簡単には予測できないが、１つの目標が提示されたものと理解できる。

本章では、大阪市をめぐる経済環境、社会的・自然的環境を中心に地域分析を行ない、その結果に基づいて大阪市の地域政策の１側面について考察を加えた。これらの内容を簡単にまとめると、①工業地区においては、環境汚染の防止及び雇用拡大による産業の振興であり、②商業地区では、都市再開発を通じて経済的地位の向上をはかり、居住者・産業ともよりよい収入に恵まれることであり、③居住地区では、諸環境の向上をはかり、地価の暴騰及び人口の過密化を解消し、よりよい居住環境を創出することである。

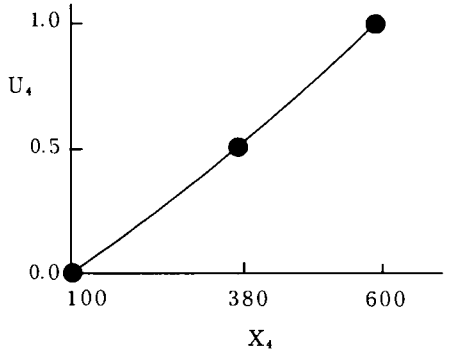
これらの分析結果は、先に紹介した大阪市基本構想の理念とは基本的に一致していると言える。大阪市の地域分析において多重属性効用関数法を適用するにあた

っては、i）属性選択における独立性の保証、ii）属性の効用水準決定における主観性の存在、などの様々な問題が残されている。しかしながら、評価結果を、今後の大阪市の将来像を考える１つの材料に資することは可能であり、また本手法の適用は有効だと考えられる。

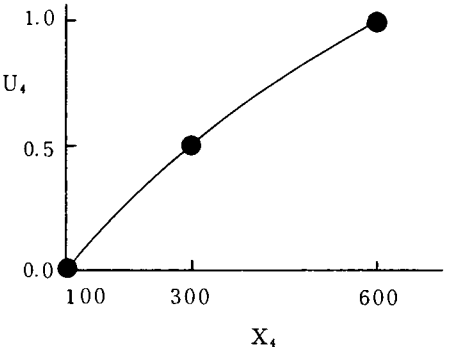
付録３－１　図Ｉ－１　効　用　関　数

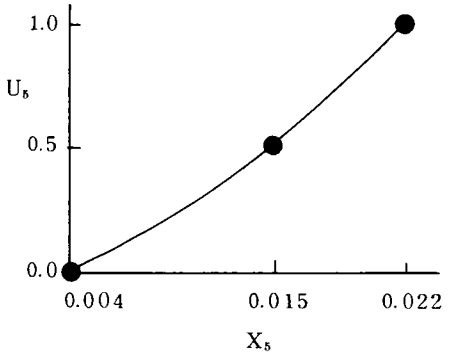


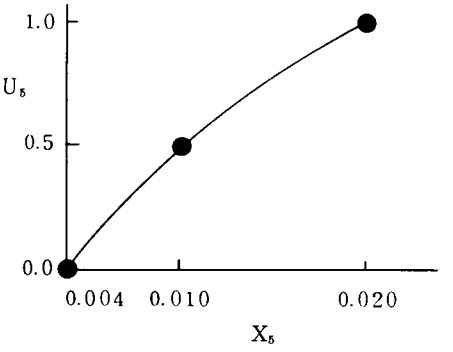
産　　業

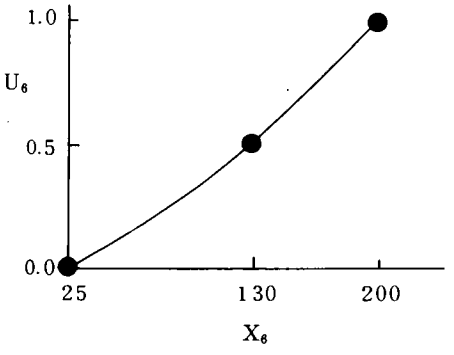

1.0
U4
0.5
0.0
100
380
600
X4

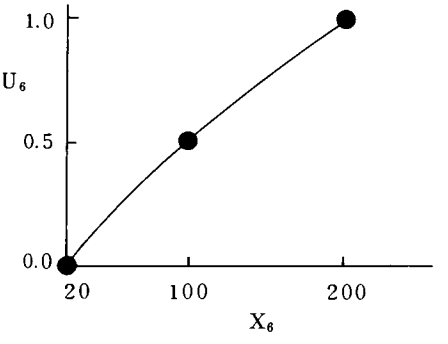
居　住　者


1.0
U4
0.5
0.0
100
300
600
X4

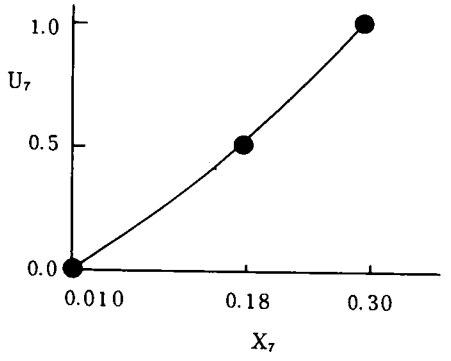

1.0
U5
0.5
0.0
0.004
0.015
0.022
X5

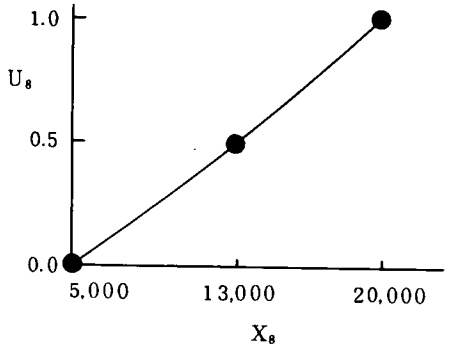

1.0
U5
0.5
0.0
0.004
0.010
0.020
X5

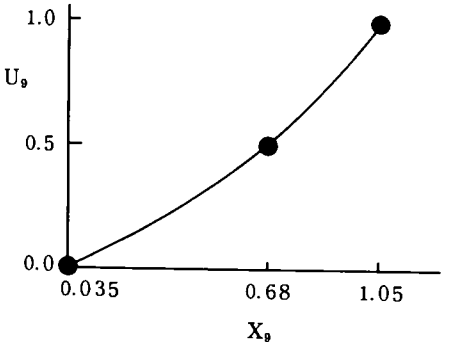

1.0
U6
0.5
0.0
25
130
200
X6


1.0
U6
0.5
0.0
20
100
200
X6

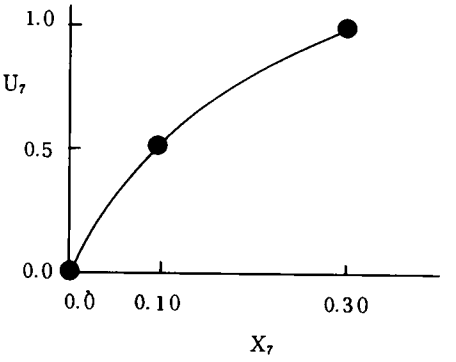
産　　業

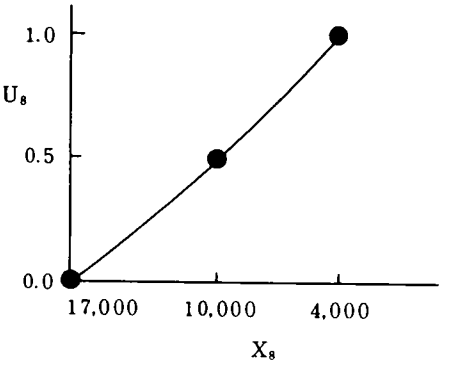

1.0
U_7
0.5
0.0
0.010
0.18
0.30
X_7

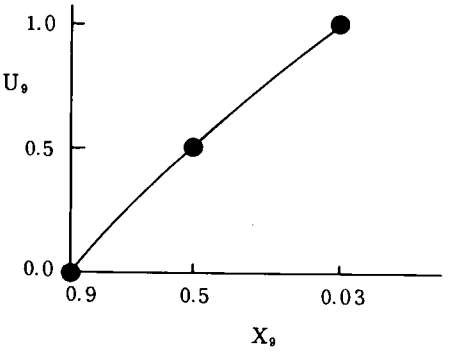

1.0
U_8
0.5
0.0
5,000
13,000
20,000
X_8

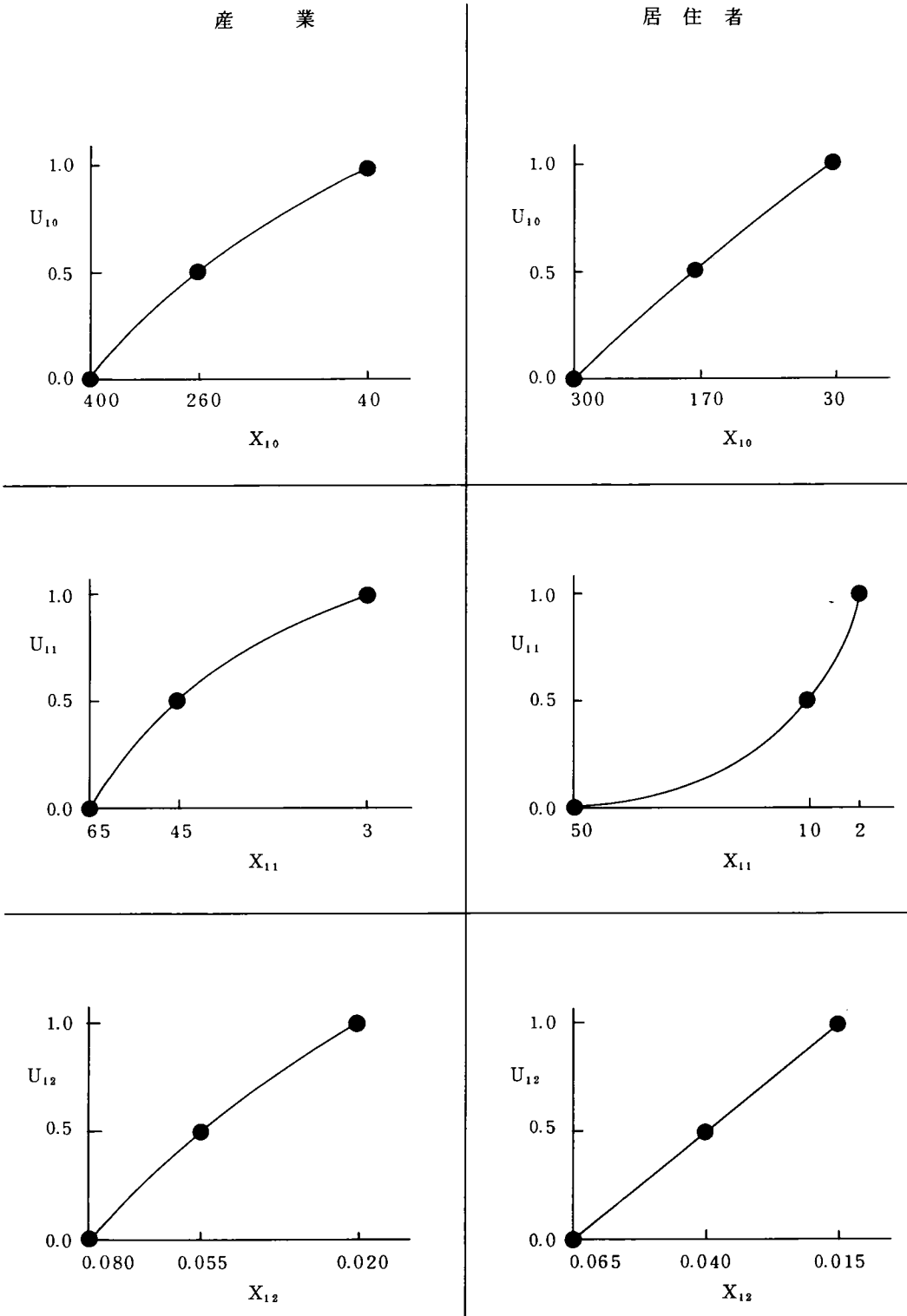

1.0
U_9
0.5
0.0
0.035
0.68
1.05
X_9

居　住　者

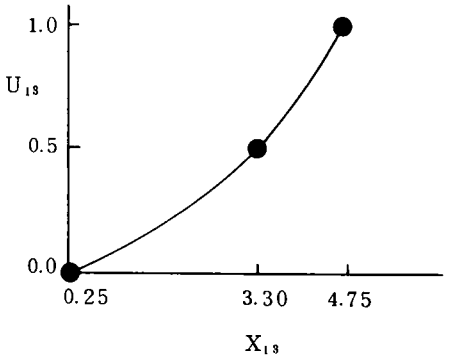

1.0
U_7
0.5
0.0
0.0
0.10
0.30
X_7

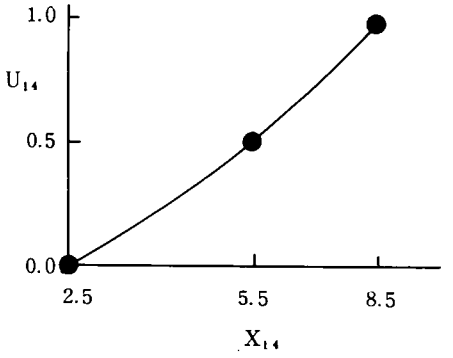

1.0
U_8
0.5
0.0
17,000
10,000
4,000
X_8

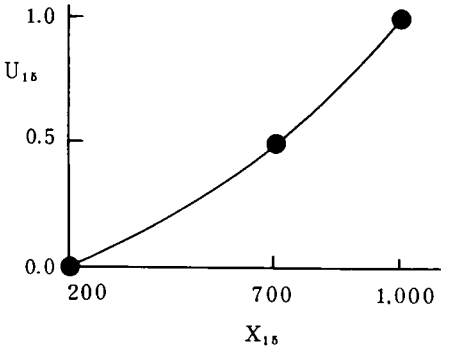

1.0
U_9
0.5
0.0
0.9
0.5
0.03
X_9


産　業
居住者
1.0
0.5
0.0
U_{10}
400
260
40
X_{10}
300
170
30
U_{11}
65
45
3
X_{11}
50
10
2
U_{12}
0.080
0.055
0.020
X_{12}
0.065
0.040
0.015

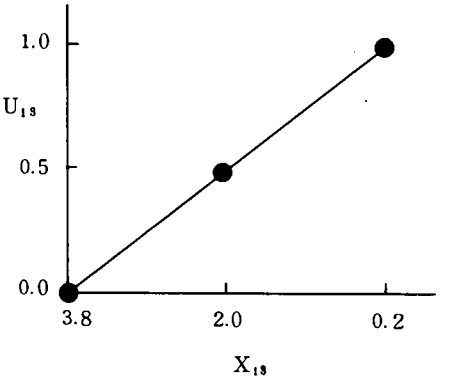
産　　業

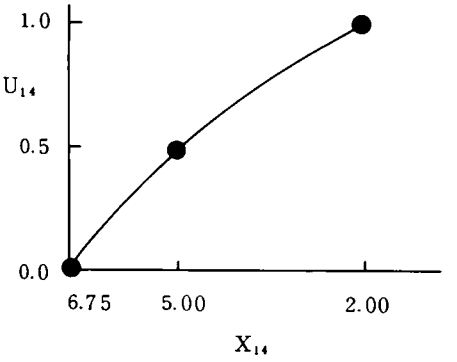

1.0
U_{13}
0.5
0.0
0.25
3.30
4.75
X_{13}

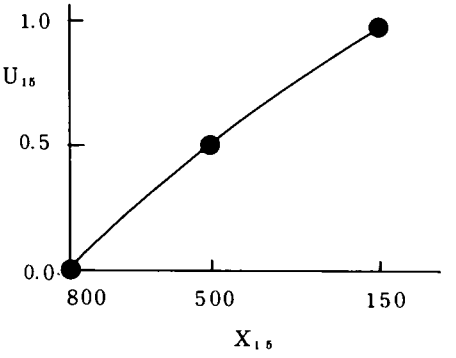

1.0
U_{14}
0.5
0.0
2.5
5.5
8.5
X_{14}

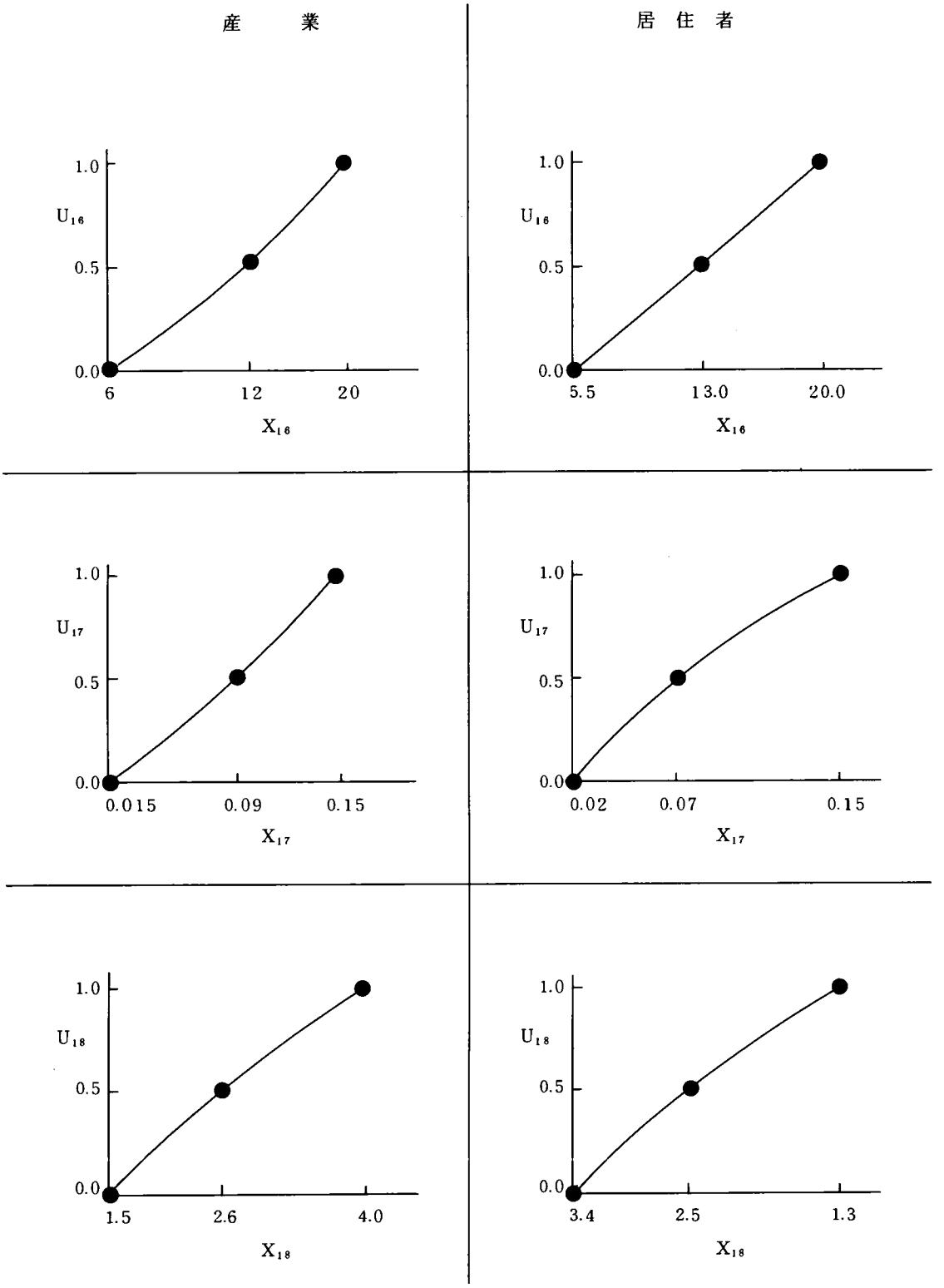

1.0
U_{15}
0.5
0.0
200
700
1,000
X_{15}

居 住 者

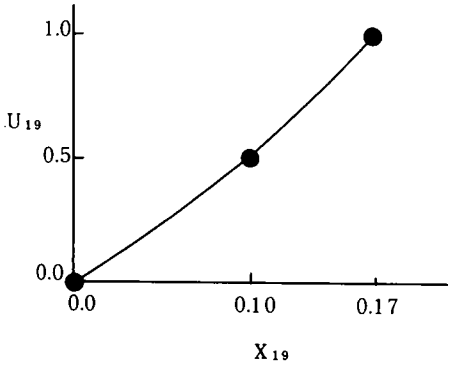

1.0
U_{13}
0.5
0.0
3.8
2.0
0.2
X_{13}


1.0
U_{14}
0.5
0.0
6.75
5.00
2.00
X_{14}

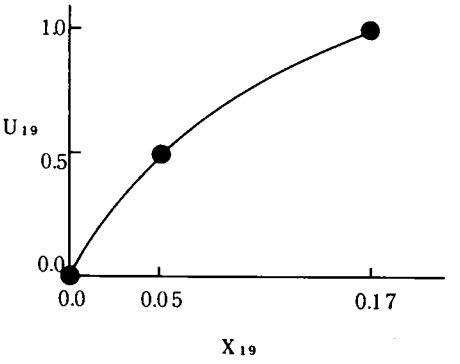

1.0
U_{15}
0.5
0.0
800
500
150
X_{15}

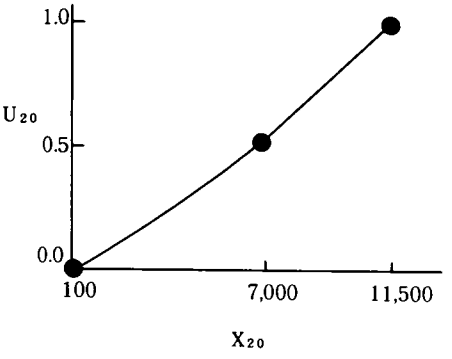

産　業
居 住 者
1.0
0.5
0.0
U_{16}
6
12
20
X_{16}
5.5
13.0
20.0
U_{17}
0.015
0.09
0.15
X_{17}
0.02
0.07
0.15
U_{18}
1.5
2.6
4.0
X_{18}
3.4
2.5
1.3

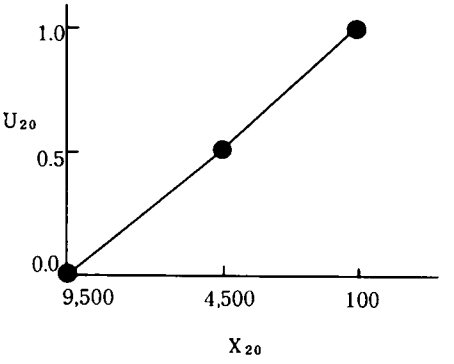
産　　業

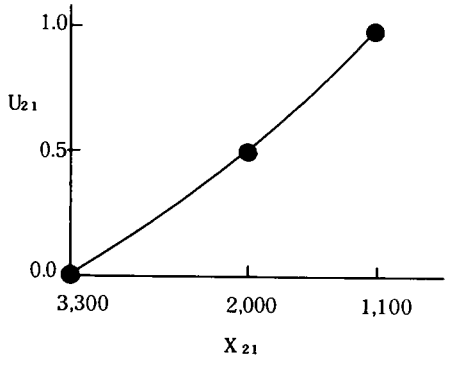

1.0
U19
0.5
0.0
0.0
0.10
0.17
X19

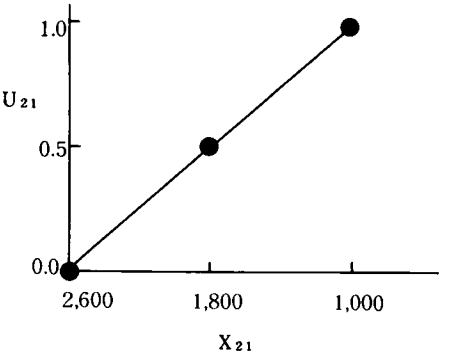
居　住　者


1.0
U19
0.5
0.0
0.0
0.05
0.17
X19

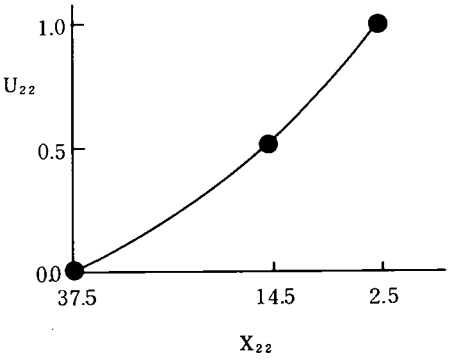

1.0
U20
0.5
0.0
100
7,000
11,500
X20


1.0
U20
0.5
0.0
9,500
4,500
100
X20

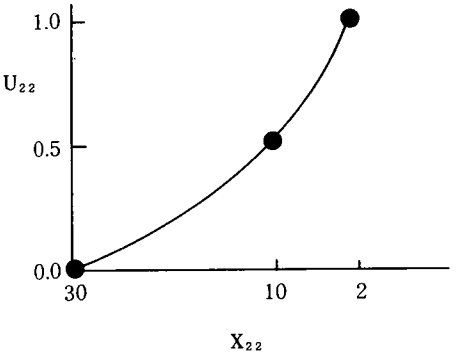

1.0
U21
0.5
0.0
3,300
2,000
1,100
X21

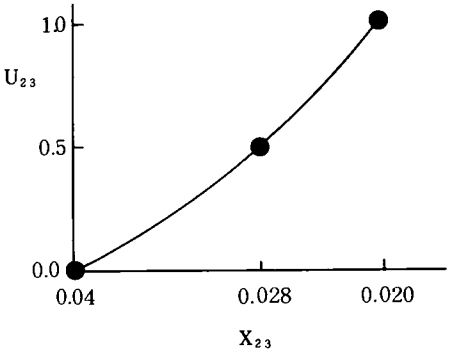

1.0
U21
0.5
0.0
2,600
1,800
1,000
X21

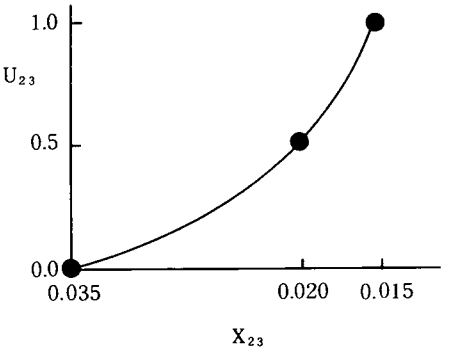
産　　業

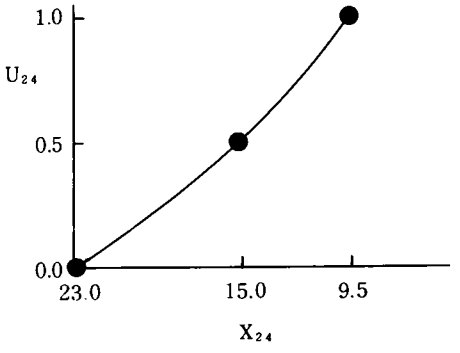

1.0
U_{22}
0.5
0.0
37.5
14.5
2.5
X_{22}

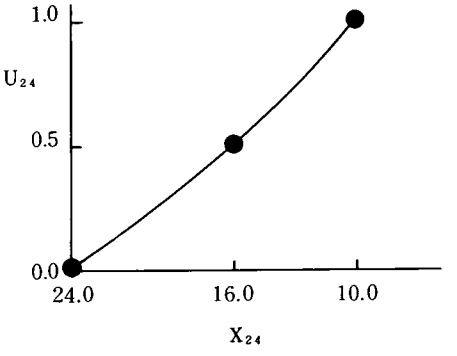
居　住　者


1.0
U_{22}
0.5
0.0
30
10
2
X_{22}

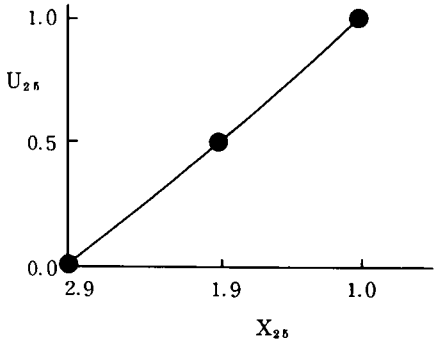

1.0
U_{23}
0.5
0.0
0.04
0.028
0.020
X_{23}


1.0
U_{23}
0.5
0.0
0.035
0.020
0.015
X_{23}

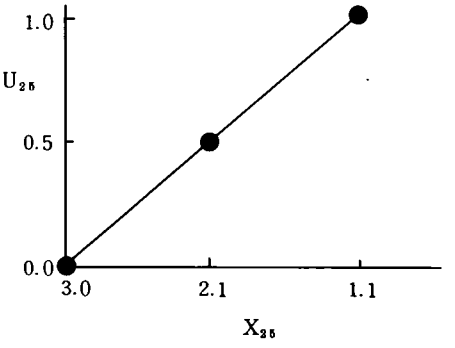

1.0
U_{24}
0.5
0.0
23.0
15.0
9.5
X_{24}

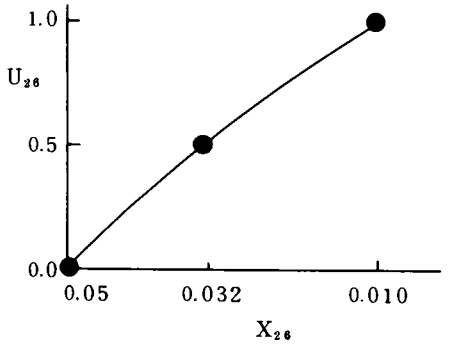

1.0
U_{24}
0.5
0.0
24.0
16.0
10.0
X_{24}

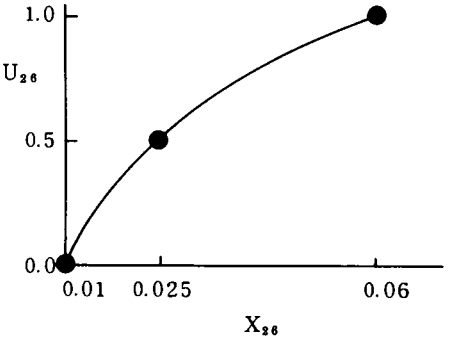
産　　業

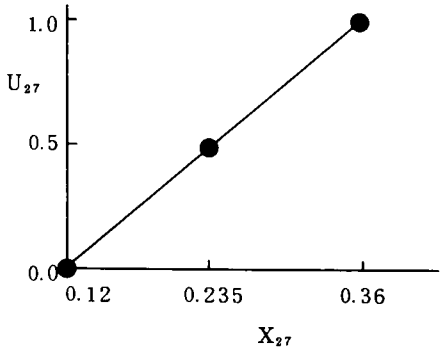

1.0
U_{25}
0.5
0.0
2.9
1.9
1.0
X_{25}

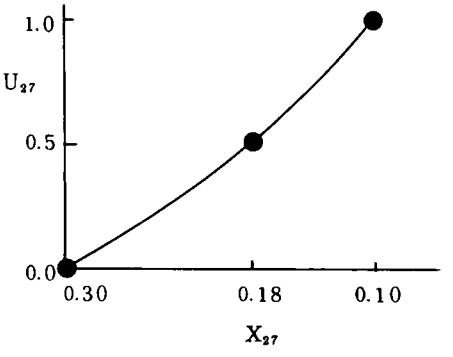
居 住 者


1.0
U_{25}
0.5
0.0
3.0
2.1
1.1
X_{25}

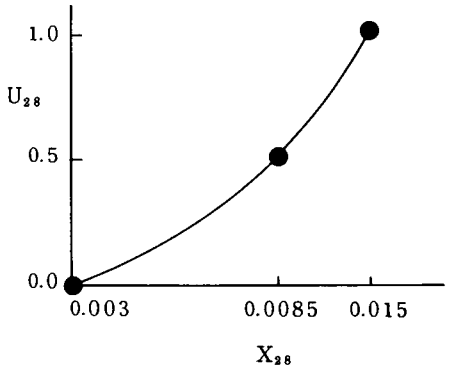

1.0
U_{26}
0.5
0.0
0.05
0.032
0.010
X_{26}

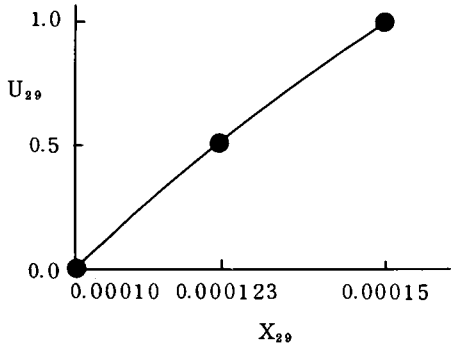

1.0
U_{26}
0.5
0.0
0.01
0.025
0.06
X_{26}

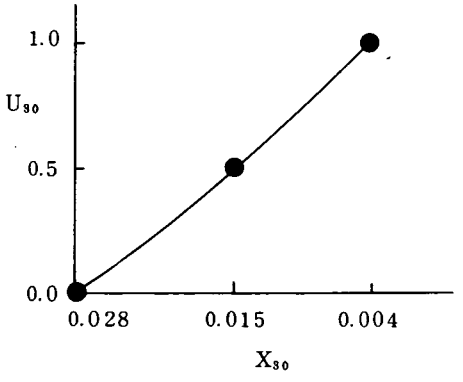

1.0
U_{27}
0.5
0.0
0.12
0.235
0.36
X_{27}


1.0
U_{27}
0.5
0.0
0.30
0.18
0.10
X_{27}

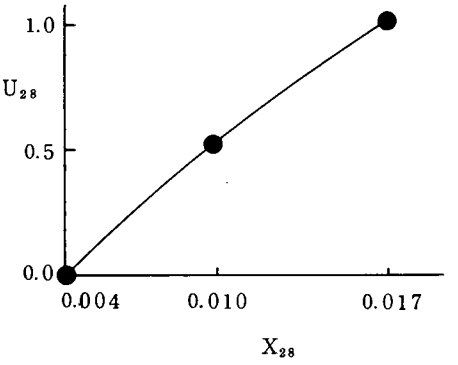
産　　業

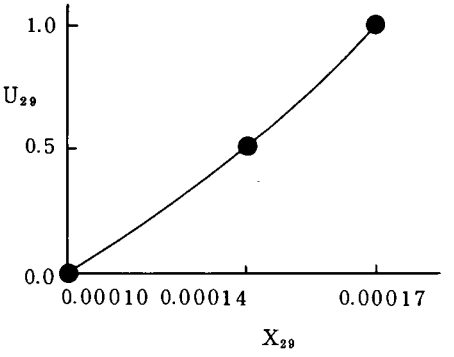

1.0
U_{28}
0.5
0.0
0.003
0.0085
0.015
X_{28}

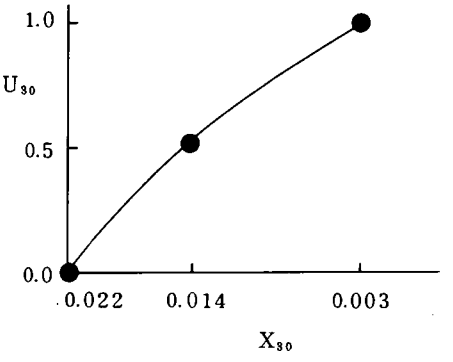

1.0
U_{29}
0.5
0.0
0.00010
0.000123
0.00015
X_{29}


1.0
U_{30}
0.5
0.0
0.028
0.015
0.004
X_{30}

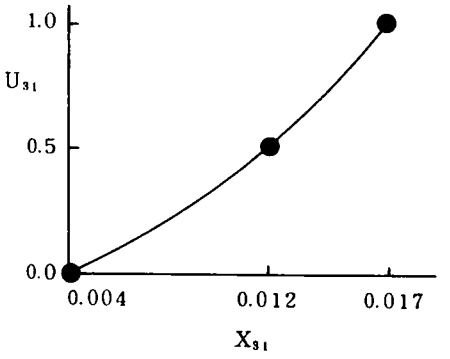
居　住　者

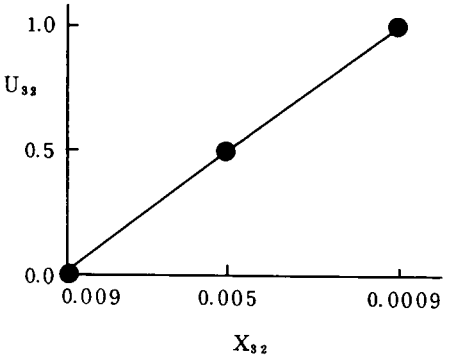

1.0
U_{28}
0.5
0.0
0.004
0.010
0.017
X_{28}

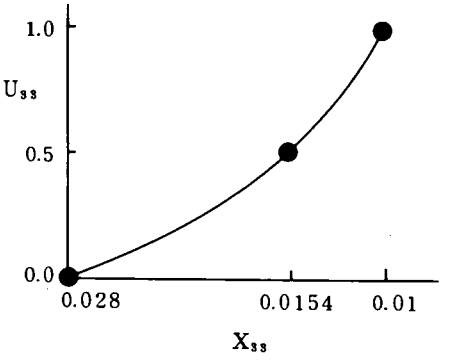

1.0
U_{29}
0.5
0.0
0.00010
0.00014
0.00017
X_{29}


1.0
U_{30}
0.5
0.0
0.022
0.014
0.003
X_{30}

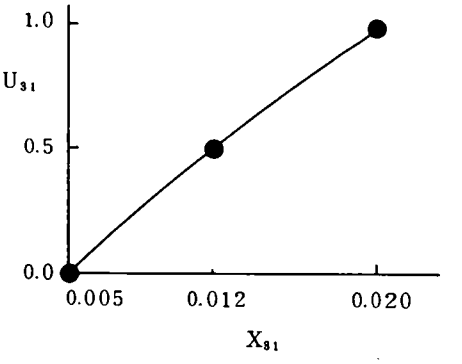
産　　業

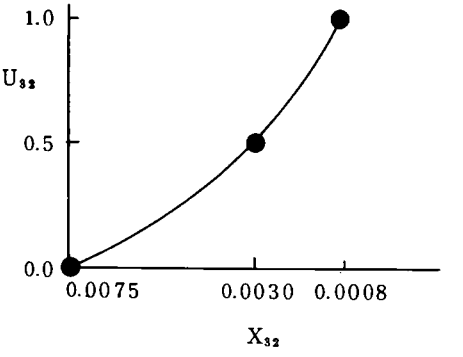

1.0
U_{31}
0.5
0.0
0.004
0.012
0.017
X_{31}

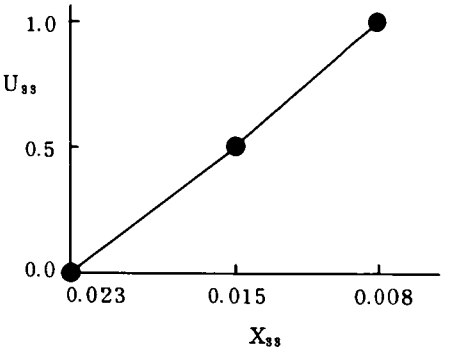

1.0
U_{32}
0.5
0.0
0.009
0.005
0.0009
X_{32}

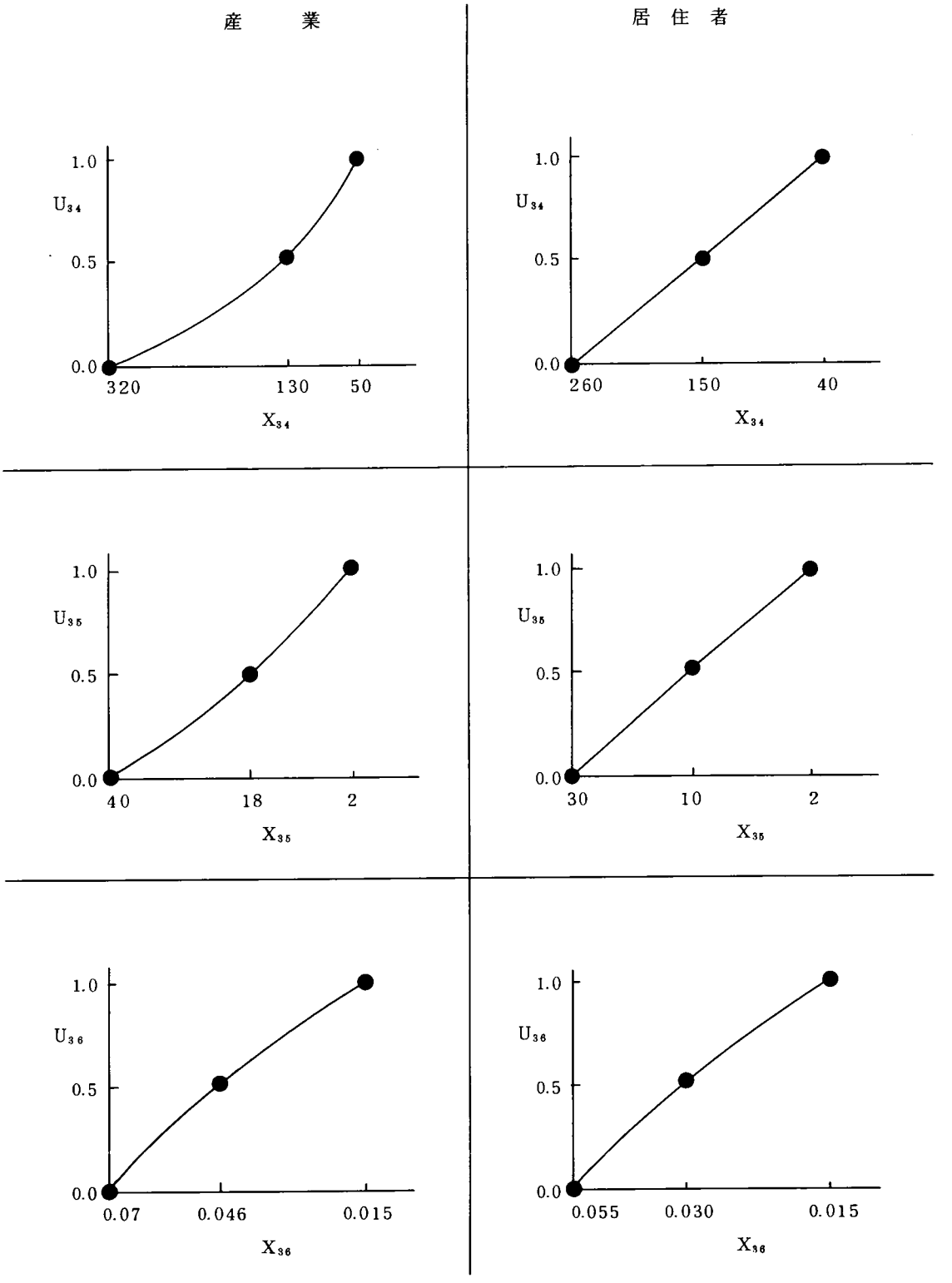

1.0
U_{33}
0.5
0.0
0.028
0.0154
0.01
X_{33}

居 住 者


1.0
U_{31}
0.5
0.0
0.005
0.012
0.020
X_{31}

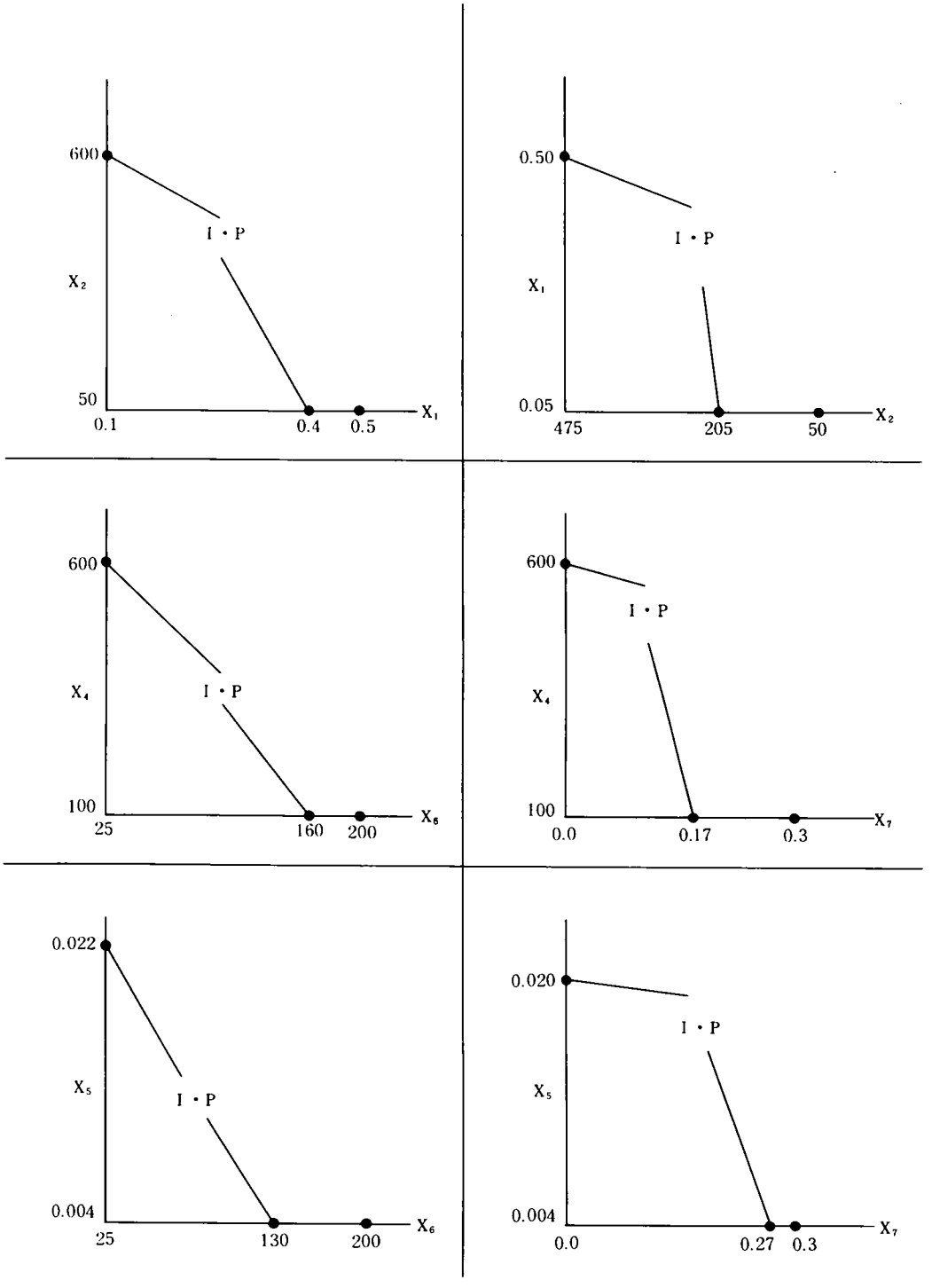

1.0
U_{32}
0.5
0.0
0.0075
0.0030
0.0008
X_{32}


1.0
U_{33}
0.5
0.0
0.023
0.015
0.008
X_{33}

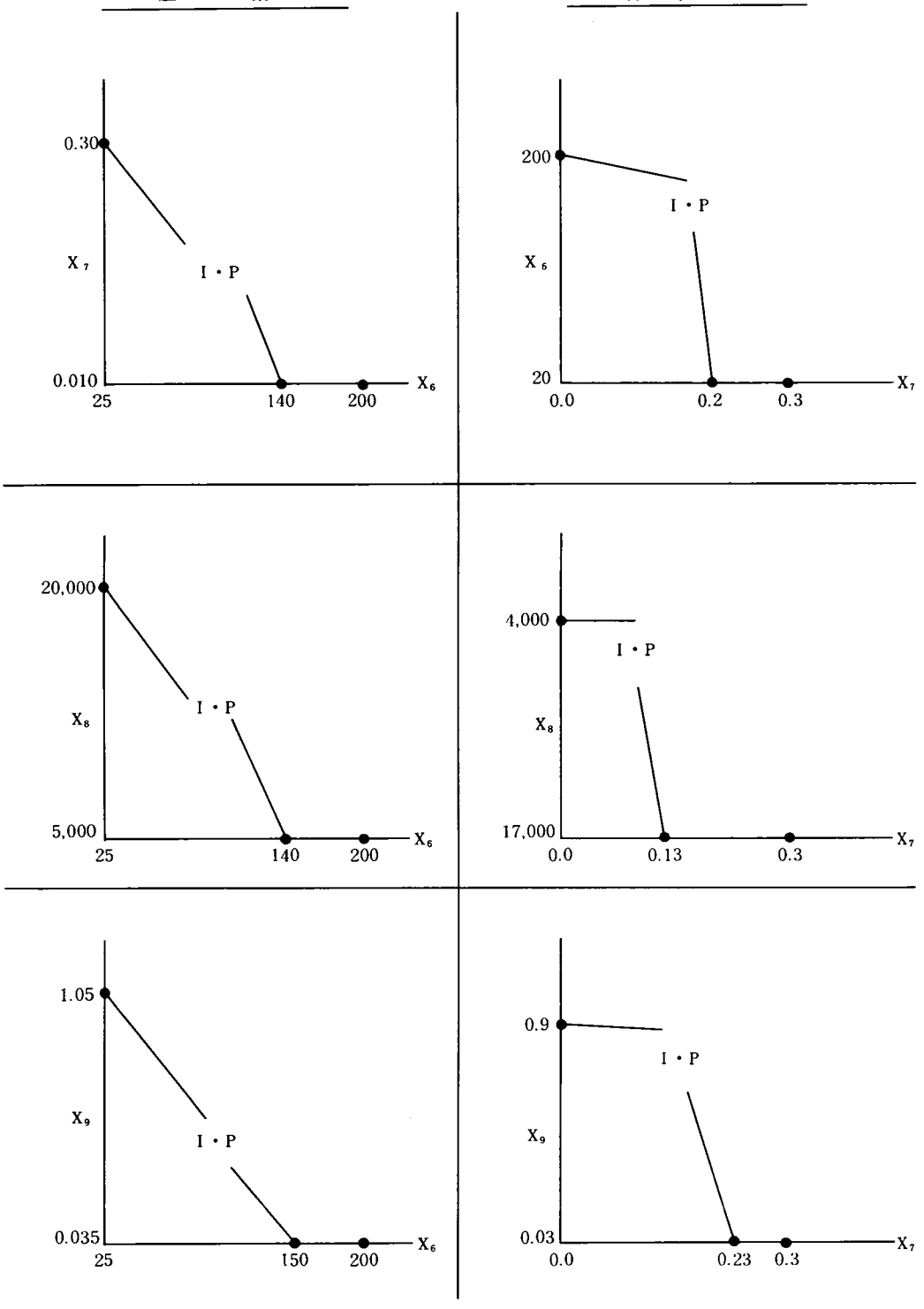

産　業
居住者
1.0
0.5
0.0
U34
320
130
50
X34
260
150
40
U35
40
18
2
X35
30
10
2
U36
0.07
0.046
0.015
X36
0.055
0.030
0.015

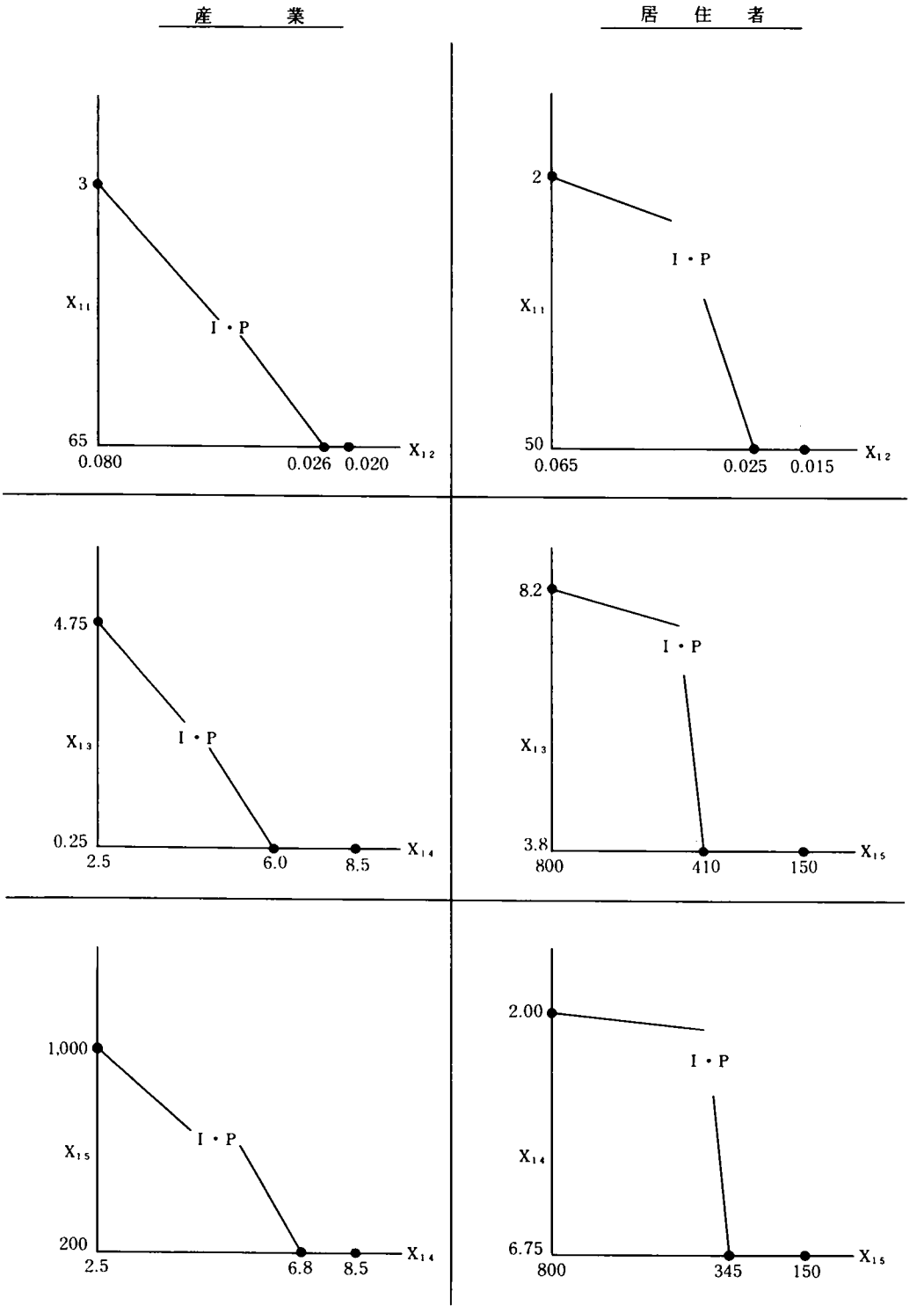
付録３－２　図Ⅱ－１　インディファレンス・ポイント

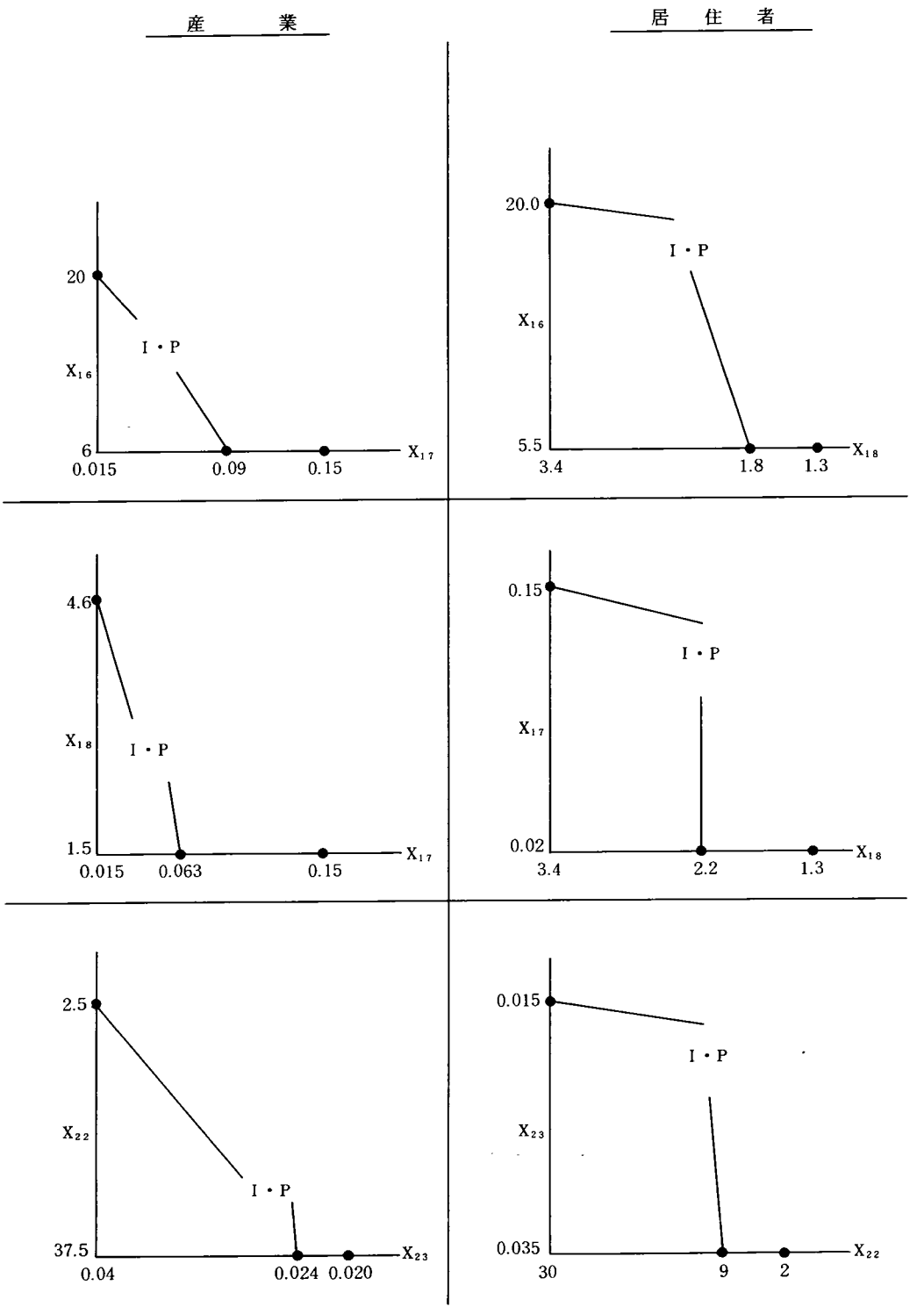
産　　業　　居　住　者



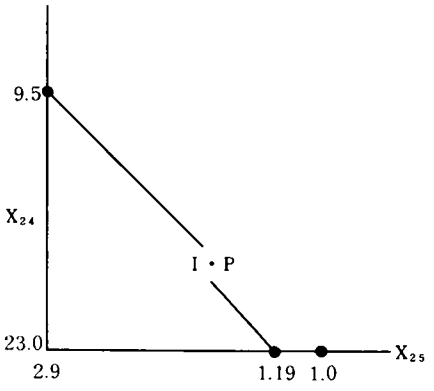
産　　業	居　住　者


0.30
X 7
I・P
0.010
25
140
200
X6
200
I・P
X 6
20
0.0
0.2
0.3
X7
20,000
X8
I・P
5,000
25
140
200
X6
4,000
I・P
X8
17,000
0.0
0.13
0.3
X7
1.05
X9
I・P
0.035
25
150
200
X6
0.9
I・P
X9
0.03
0.0
0.23
0.3
X7

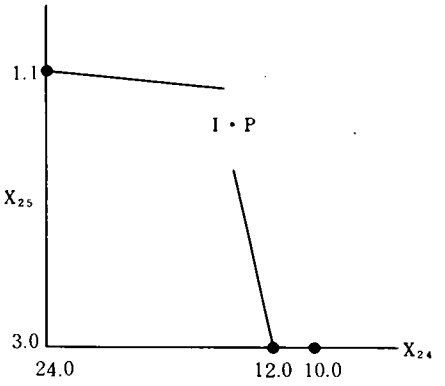

産　業
居　住　者
3
X_{11}
I・P
65
0.080
0.026
0.020
X_{12}
2
I・P
X_{11}
50
0.065
0.025
0.015
X_{12}
4.75
X_{13}
I・P
0.25
2.5
6.0
8.5
X_{14}
8.2
I・P
X_{13}
3.8
800
410
150
X_{15}
1,000
X_{15}
I・P
200
2.5
6.8
8.5
X_{14}
2.00
I・P
X_{14}
6.75
800
345
150
X_{15}

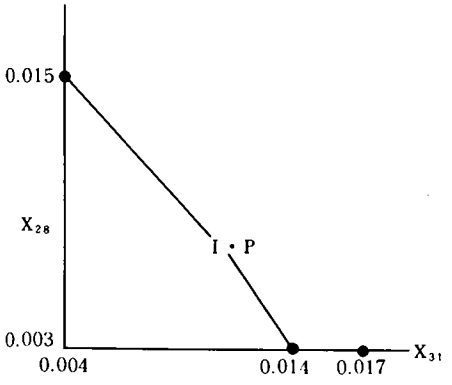

産　業
居　住　者
20
I・P
X16
6
0.015
0.09
0.15
X17
20.0
I・P
X16
5.5
3.4
1.8
1.3
X18
4.6
X18
I・P
1.5
0.015
0.063
0.15
X17
0.15
I・P
X17
0.02
3.4
2.2
1.3
X18
2.5
X22
I・P
37.5
0.04
0.024
0.020
X23
0.015
I・P
X23
0.035
30
9
2
X22

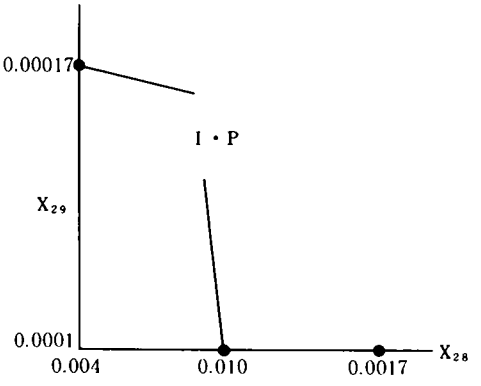
産　　業

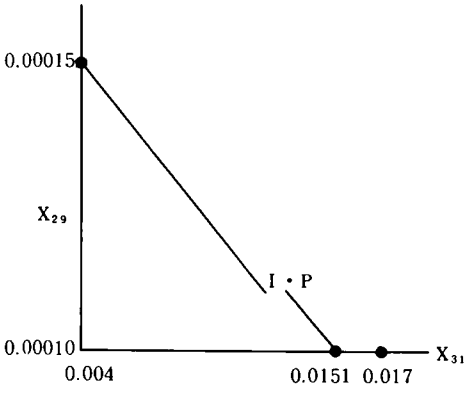

9.5
X24
I・P
23.0
2.9
1.19
1.0
X25

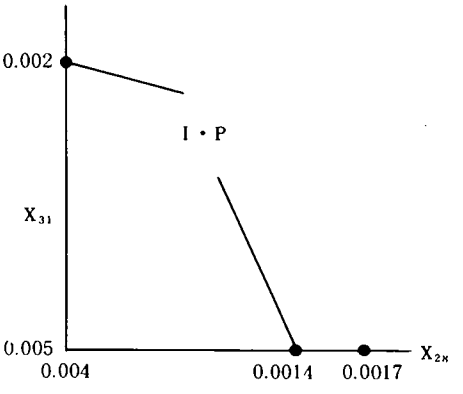
居　住　者


1.1
I・P
X25
3.0
24.0
12.0
10.0
X24

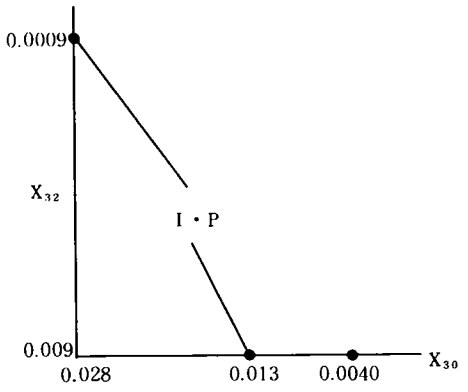

0.015
X28
I・P
0.003
0.004
0.014
0.017
X31

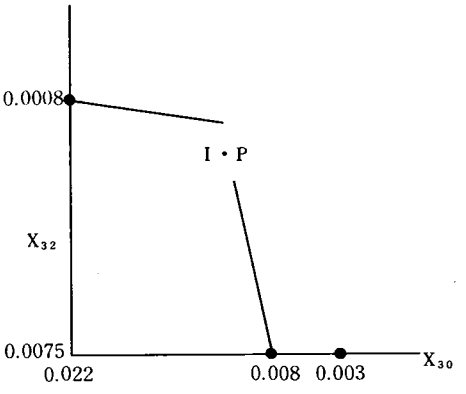

0.00017
I・P
X29
0.0001
0.004
0.010
0.0017
X28

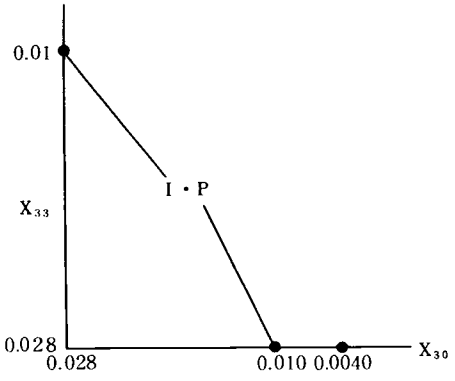

0.00015
X29
I・P
0.00010
0.004
0.0151
0.017
X31

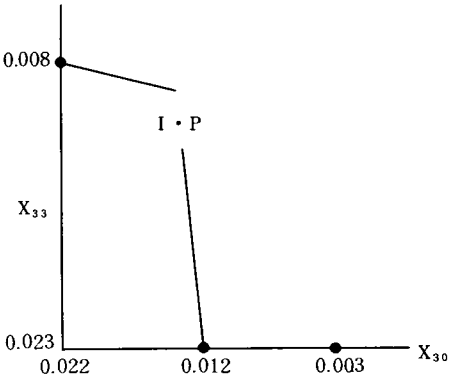

0.002
I・P
X31
0.005
0.004
0.0014
0.0017
X28

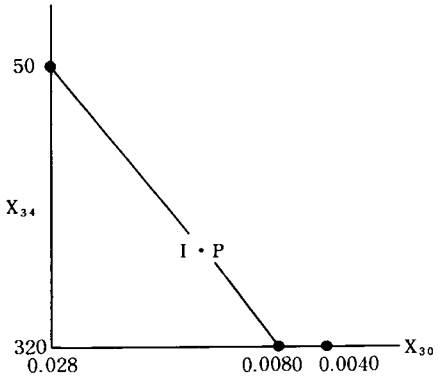
産　　業　　居　住　者

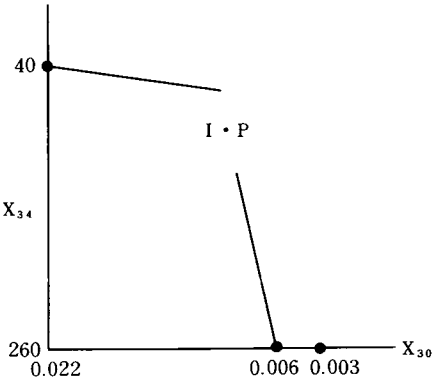

0.0009
X32
I・P
0.009
0.028
0.013
0.0040
X30

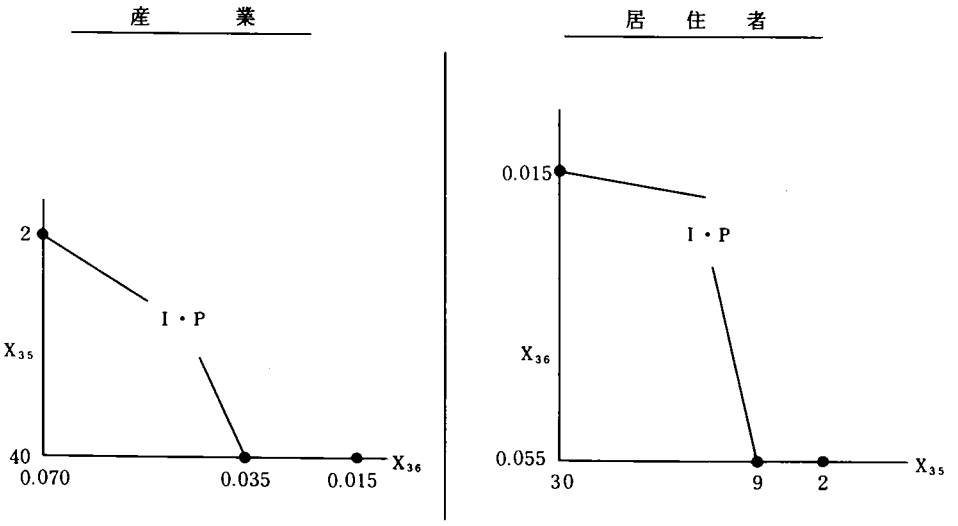

0.0008
I・P
X32
0.0075
0.022
0.008
0.003
X30


0.01
I・P
X33
0.028
0.028
0.010
0.0040
X30


0.008
I・P
X33
0.023
0.022
0.012
0.003
X30


50
X34
I・P
320
0.028
0.0080
0.0040
X30


40
I・P
X34
260
0.022
0.006
0.003
X30


産　業
2
I・P
X35
40
0.070
0.035
0.015
X36
居　住　者
0.015
I・P
X36
0.055
30
9
2
X35

第４章　水資源計画評価における多重属性効用関数法の適用に関する研究
― 淀川水系の水資源開発計画の総合評価 ―

４－１　流域圏と地域社会

４－１－１ 流域圏構想の背景と意義

流域圏という用語が国土総合開発の中で登場してきたのは、「第３次全国総合開発計画」（昭和５２年１１月４日閣議決定）においてであろう。計画論的には「流域共同体」、「流域自治体」[1]の概念が実践的に検証されていたが、国土総合開発における難問、すなわち産業と人口の過密過疎問題に、戦後の開発方式の総決算として定住圏が提唱され、その１つとして流域圏が構想されたことは、水資源計画を考える上で新しい転機を与えることになろう。

定住構想とは、人間居住の総合的環境の形成を図り、過密過疎問題に対処しながら新しい生活圏を確立することとされている[2]。

そして、水系管理の総括的課題を大きく整理して、次の４つが示されている。

i）流域の適正な開発と保全

ii）流域の安全性、安定性の確保

iii）陸水環境の改善

iv）流水管理施設群の総合的な整備

しかし、以上の４つの課題は、流域圏構想を実現させる物理的、施設的側面を満足させることはできても、人間居住環境の満足度を向上させるという計画上の目的を満たす点では不十分であろう。そこには、時間、主体という観点が欠落しており、定住構想の高邁な理想とは若干離れた課題提示になっている。

ところで、流域圏における地域・水計画を考えるにあたって、Y.Y.Haimesは

1）深井純一；「水資源開発政策の主体と住民・共同体・自治体」,自治問題研究２号,1977年３月

2）国土庁；「第３次全国総合開発計画」,1977年11月

次の５つの要素を提示している[1)]。

i） 時間的要素；計画期間の長さ（短期、中期、長期）

ii） 計画における主体要素；公共の各セクター

iii） 自然的要素；水文的、生物的環境

iv） 要求発生の領域；国家的、地方的、そして地域的要求

v） 制約条件；法律的、政治・経済的、環境的制約

以上の要素を考慮しながら、流域圏を定住圏の１つとして設定する意義は次のようなものであろう。すなわち、人々の生活範囲は単に行政区域内にとらわれておらず、それより大きい範囲で生活しているという現状からの発想に基づいて、定住という範囲は、行政圏よりむしろ流域圏の方がふさわしいと、考えられるのである。流域圏という視点で把握すべき施設（ダム、堤防、下水道等）は、流域圏を設定することにより、より総合的な視点で計画、建設することが可能となろう。その施設の運営により、どのようにして流域の地域経済の効率的繁栄をめざし、かつ流域圏に居住する人々の生活要求を満足させるか、を把握するために、諸側面から流域の将来を検討していくことが当面の課題であろう。

そのためには、単に流域内の諸施設の最適計画を設計することよりも、いかにして、流域圏と地域社会に内在する諸問題を解明していく過程を中心に検討することが重要であろう。すなわち、水資源の重要性が認識されるにつれて、水資源システムの把握の仕方についても新しい方向が提起されるようになり、地域的には、従来の狭小な対象地点から領域を大きくし、流域全体としてそれぞれの事業がどのような役割を果たしているかを評価するようになってきた。このような状況のもとに、水資源計画をはじめ、地域・水環境問題を考案する場合には、流域を計画範囲とした、諸事業の影響評価を考えることが必要である。

4－1－2 流域圏の水資源構成要素

流域圏における水資源構成要素を整理分類すると次のようになる。

---

1) Y. Y. Haimes ; Hierarchical Analyses for Water Resources System ; 1977

ⓐ水文的要素（水資源賦存量、河川の浄化能力等）

ⓑ施設的要素（利水施設、水負改善施設、水調節施設）

ⓒ環境的要素（水質環境、社会環境）

ⓓ制度的要素（水利権、補償制度）

以上の分類に従った各要素には、それぞれ歴史的背景がある。また、それぞれの要素間には、自然的・社会的な関連があり、これらを統一的に把握することは困難な作業である。このため、流域圏全体にまたがるような水資源開発事業でも、それぞれの課題に分割されて検討されている状況である。

しかしながら、例えば、水利用を統一的に把握しようと試みるならば、従来の慣用的・現象的な水利用分類法では不十分である。そのためには、時間的変化を対象とする水資源計画において、水の有する機能を何らかの基本的要素※を基礎にして規定することが必要である。その時、水の機能は時間的、空間的に設定され、水資源計画としての把握が容易になりやすい。このような空間の範囲としては、水利用水系一貫とした流域圏が最適である。

4－1－3　水資源開発事業の大規模化と経済効率性

水資源開発事業を取り巻く諸環境が厳しくなり、従来のような水源地域の諸条件を無視した事業は実行できなくなってきた。さらに、都市圏の外延的拡大とそれに伴う圏外への人口・産業の拡散により、地域経済構造が大きく変化すると共に拡大していった。そのため、水資源確保のためには、水供給地域と水需要地域における格差是正が重要な課題となり、ひいては地域開発における水資源の地位がますます向上する結果となっている。

これは、単に水量確保のみならず、水質改善、洪水制御等の事業においても事業を実行する機会が減少し、その結果実行時においては必然的に大規模な事業になりやすい状況にあることを意味する。

経済学の原則に従えば、同じような生産条件ならば、生産規模が大きい程経済効率がよいとされている。しかし、水資源事業においては、その対象とするもの

※　例えば、水の利用に対する満足度、効用水準など

が自然であり、地域社会であり、地域経済であるため、単一指標による評価は困難である。

事業の実効性と経済性の評価を行なう場合、単に1事業のみに限定すれば、確かに現在進められている大規模方式が正しいかもしれないが、流域圏及びその地域社会に与える総合的な影響という点では、最適とは言えないかもしれない。現在は経済的評価が中心である1つの水資源事業をより総合的に評価するには、流域という範囲で評価を行なうことにより、新たな観点を生み出すことができるであろう。

4－1－4　流域圏の経営的視点

水は流域を流れ去る間に、河川、地下水帯をはじめ、諸利水部門と複雑に利用される。その利用形態を評価する人々は、それぞれ異なった評価方式を有し、必らずしも統一的な解が発見できるとは限らない。しかも、人々の評価は多くの社会的慣習、経済的原則、時代的趨勢に従って規制され、それは単に目前の現象における最適解を見いだす結果になるとは限らない。流域の長期的に安定した経営を行なっていくためには、総合的な経営の視点が貫ぬかれていなければならない。このように、水利用、水制御をめぐる人々の支配関係は、階層的に形成され、最終的には流域の範囲にまで到る。

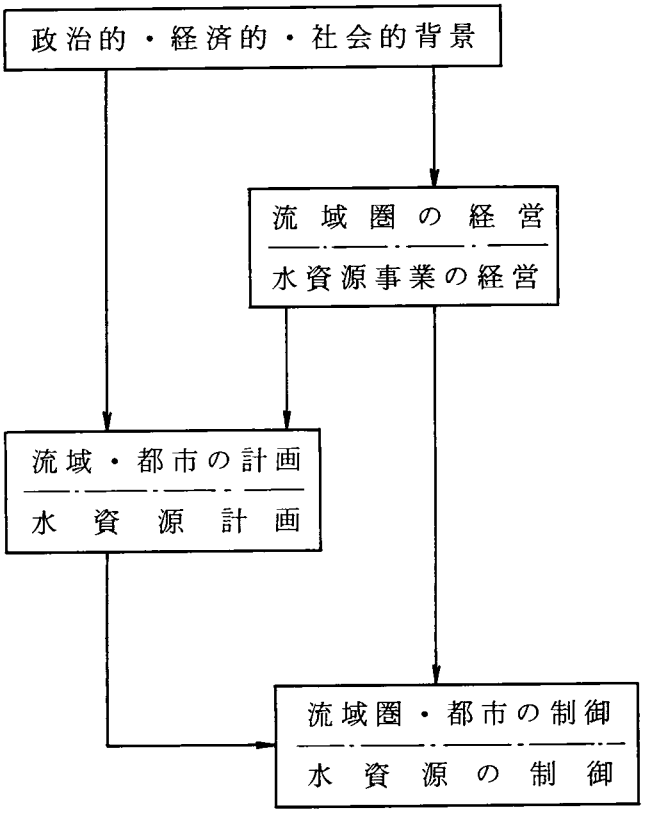
このように、水資源事業を広い視点で理解し、新しい問題点を発堀しながら、より弾力的な流域経営を推進していくことが必要であろう[1]。（図4.1.1参照）よって、水資源事業の経営、計画、制御の視点を持つためには、地域・水環境システムで考えることが重要であろう。

以上の考え方を研究視点として、より具体的に検討をすすめていき、これらの流域という観点での研究を行なう中で、はじめて水資源問題の構造的把握及び、弾力的な将来構想ができるのである。そして、これらの単一流域での研究が基礎となり、今後予想される流域調整の課題、及び流域間の比較が可能となりうる。

---

1) 末石冨太郎；「水の制御」，NHK市民大学叢書17　都市の制御，日本放送出版協会 1971

図4.1.1　流域圏の水経営システム



4－2　淀川水系における水資源計画の課題

4－2－1　淀川水系の水資源問題

前節では、流域圏と地域社会との関連について述べたが、本節では、研究対象流域として近畿圏における最大の河川である淀川水系を設定し、水資源計画の総合的評価を行なう。

淀川水系の開発現況及び計画に関する諸数値は、昭和５１年１月１３日に閣議決定された水資源開発基本計画に定められている。それによると、昭和４６年から昭和５５年にかけて、６7.4㎥/sの水が新たに開発されることになっている。新規水需要量を府県別に見ると、大阪府（４5.1㎥/s）、兵庫県（１4.1㎥/s）の大都市が大きい。また供給面では、琵琶湖総合開発事業によるものが４0.0㎥/sと、開発の約６０％を占めており、残りはダム（７つ計画中）可動堰でまかなわれている。

大阪都市圏における水問題は水量のみならず、水質あるいは洪水制御の面で、淀川に大きく依存している。ところで、現在予定されている水資源開発計画事業が確実に実行されることは現実的には困難であり、たとえば、一庫ダムの建設が非常に遅れたり、また日吉ダムの建設着工が非常に難しい状況が淀川水系の状況と言えよう。

そのような困難な状況を規定する要因としては、都市構造の変化をはじめ、利益集団の対応の変化等があげられるが、いずれにしてもこのような状況のため、計画事業に不確実性が増大していることは、淀川水系の管理にとっては重大である。その解決のためには、水資源開発を取り巻く諸状況を正確に把握し、評価することから始めなければならないであろう。

4－2－2　淀川水系の水資源開発事業の事業費変動の分析

本項では、淀川水系における水資源開発事業のうち、昭和４１年時点で構想中計画中、または建設中の５ダム（高山ダム、青蓮寺ダム、室生ダム、一庫ダム、日吉ダム）と琵琶湖総合開発事業を対象とし、その事業費が時間経過と共に、い

かに変動してきたかを分析する。[1)]

各プロジェクトにおける費用の経年変化をみると、図4.2.1に示すように大きく変化していることが観察できる。[2) 3)] すなわち、C_{52}/C_{41}値（C_{52}、C_{41}、昭和52年度、昭和41年度における総事業費）が、高山ダムの0.98を除いて他のプロジェクトはすべて1.0をこえており、現時点において建設中の一庫ダムでは4.47、昭和49年に完成した室生ダムでは2.60と変動が大きいことを示している。よって、効率と規模との関係に関して、ある基準年では成立している関係でも、その関係は経年的にも変化しうることが指摘できる。

図4.2.1　淀川水系の水資源開発事業の総事業費の経年変化

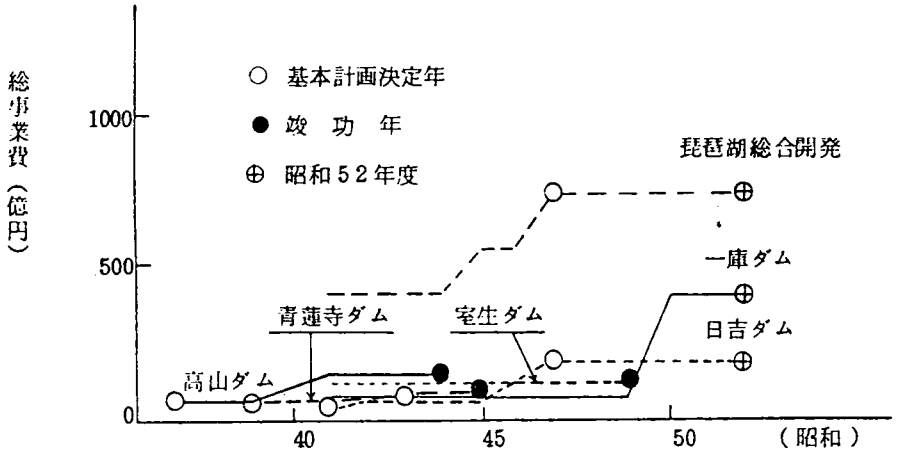


図4.2.1より、淀川水系の水資源開発事業は次の4つのケースに分類できる。

(i)　建設終了前付近において事業費の変動がみられる場合（高山ダム、青蓮寺ダム、一庫ダム）

(ii)　実施調査計画認可後、3～4年付近で変動がみられ、その後、変化がみられない場合（琵琶湖総合開発、日吉ダム）

1）仲上健一；水資源開発事業における事業費変動の事後評価，「計画行政」第2号，日本計画行政学会，1979. 2

2）水利科学研究所；水経済年報：1960年～1977年

3）水資源開発公団；水資源の開発：1975年～1977年

(iii) 事業費の経年変化において、(i)と(ii)の両者の特徴を有する場合（室生ダム）

(iv) 総事業費の大規模な変化として、昭和４７年以降にみられる場合（琵琶湖総合開発、一庫ダム）

以上、総事業費の経年変化について観察した。これによると、単に経年変化が認められるだけでなく、一定の特徴をもって変化している。

4－2－3　淀川水系の水資源開発事業の事業期間変動の分析

次に、このような変化と直接的に関連している事業期間について観察する。

各プロジェクトの事業期間（実施調査期間＋建設期間）の経年的変化を示したのが、図 4.2.2 である。

図 4.2.2　淀川水系の水資源開発事業の事業期間の経年変化

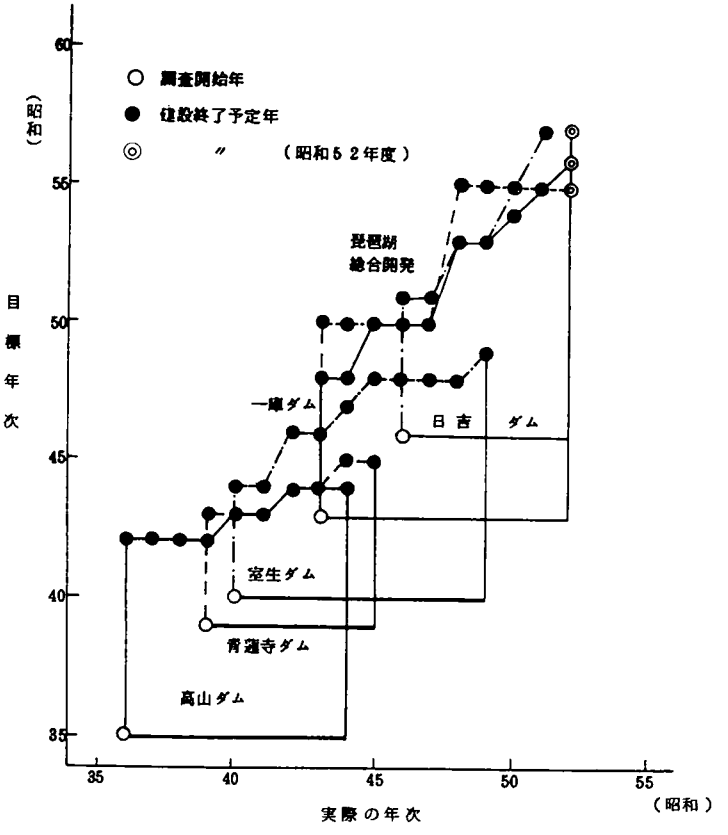


図4.2.2より次の2点が指摘できる。

(i) 全プロジェクトにおいて、事業期間の延長が実施されている。

(ii) 事業期間の変化率Vは次の通りである。

各プロジェクトの変化率Vは、それぞれ高山ダム：1.29、青蓮寺ダム：1.81、室生ダム：3.84、一庫ダム：5.60、琵琶湖総合開発事業：2.48、日吉ダム：4.04である。この結果によると、最初完成した高山ダムは1.29と低い値を示しているが、昭和49年に完成した室生ダムでは3.84と高くなっている。一方、現在計画中、建設中のプロジェクトは、一庫ダムの5.60を最高に日吉ダムの4.04、琵琶湖総合開発事業の2.84と、いずれも高い値を示している。

また、事業期間の経年的変化の特徴としては、各プロジェクトとも、実施調査期間においても変化していることである。これらのことは、事業期間の進行に伴なって大きく変化するという不安定構造を有しているため、事業費増大の要因となり、ひいては費用便益比の不安定要因となっている。

$$V = \left(\sum_{i=0}^{n} Ti \Big/ \sum_{i=0}^{m} Toi \right)$$

Toi：始業時の各年の事業予定期間

Ti　：始業年後の各年の事業予定期間

以上述べたように、各プロジェクトの費用便益比は経年的に変化する構造を有しているため、それらを比較する場合、基準年を固定して各プロジェクトを同質なものとして一律に取り扱うべきでない。したがって、プロジェクトの規模と効率との相関を検討する場合、時間要素を考慮した比較が必要である。

また、水資源開発事業の経済効率を規定する諸要素は、経年的に変化していくものであるから、評価時点における対象プロジェクトの状況を考慮した評価法が必要である。

4－2－4　計画要素の変動特徴

本項では、費用便益比の変動における主要な原因である事業期間の変動現象について分析し、水資源開発事業における変動要因について考察する。

図4.2.2では、事業期間（実施調査期間、建設期間を含む）が経年的に変動することを指摘した。この事実は、事業の経済効率を比較する時点がその結果に大きく影響を与えることを意味する。この変化の主要な原因として、それぞれの事業がそれぞれ異なった段階（構想段階、実施調査段階、建設段階）に位置していたにもかかわらず、同質なものとして取扱って評価したためと思われる。しかしながら、諸外国における評価例のように、構想段階、基本計画策定段階において、いくつかの代替案の経済効率が比較検討されるならば、上記の点は考慮しなくてもよいであろう。しかし、我が国の水資源開発事業の多くは、構想、計画から実行への移行が極めて直結的であり、各事業の経済効率を比較検討するならば、評価基準年が各事業のどの段階に位置しているかを検討する必要があろう。

以上のことをふまえて、$\alpha - t_1$（事業計画が構想された年）、$\beta - t_2$（基本計画決定の年）、$\gamma - t_5$（竣功式）、昭和52年度における各事業の事業期間、総事業費の変動比を示したのが表4.2.1である。

表4.2.1　淀川水系の水資源開発事業の事業期間、総事業費の変動比※

stage / time / project			高山ダム	青蓮寺ダム	室生ダム	一庫ダム	琵琶湖総合開発	日吉ダム
α	t_1	構想				— 0.985	— 0.583	— 0.616
β	t_2	基本計画決定	(S37.8.17) 1.00 1.00	(S39.10.16) 1.00 1.00	(S41.7.19) 1.00 1.00	(S43.6.18) 1.00 1.00	(S47.9.19) 1.00 1.00	(S47.9.19) 1.00 1.00
γ	t_5	竣功式	(S44.4.14) 1.25 1.90	(S45.4.26) 1.40 1.36	(S49.4.8.) 2.00 2.60			
		S52年度	1.25	1.40	2.00	2.33	1.63	2.00
		( )内はS41年度基準	1.86	1.34	2.60	4.40 (4.467)	1.00 (1.715)	1.00 (1.623)

上段　事業期間比
下段　総事業費比

※ • 水経済年報　1963年版～1977年版
• 水資源の開発，公共事業のあらまし　'77(S52)
• 社会資本の費用－利益分析 • 牛嶋正，1968

表4.2.1より次の3点が指摘できる。

① 構想段階で算定された総事業費は、基本計画決定時において大きく変更される。

② 基本計画決定後も竣功式に至るまで計画期間・総事業費とも大きく変化する。特に、淀川水系基本計画（昭和38年8月17日決定）が全部変更（昭和47年9月19日）されたため大幅な変動が生じている。

③ β段階の後期（特に竣功式の2年位前）から両者とも安定してくる。γ段階では両者とも変化していない。ただし、総事業費が若干変動する場合もある。

以上の3点をふまえて、淀川水系の各事業が昭和41年時点では、どのような段階であったかを観察する。高山ダムは、完成時点2～3年前の状態にあり、この時点以後、事業期間、総事業費ともほとんど変動していない。青蓮寺ダムは、基本計画決定されて2年後、実施計画が認可された年にあたり、事業期間、総事業費とも約40％変動している。室生ダムは、基本計画決定段階にあるとはいえ、実施計画が認可されてない時点であり、事業期間で2.0、総事業費では2.6と大きな変動を示している。一庫ダム、琵琶湖総合開発事業、日吉ダムは昭和41年時点では構想段階であり、昭和52年度においても完成していない状況であり、確実なことは言えないが、その事業規模が大きいにもかかわらず、変動率は事業期間、総事業費とも大きいことが特徴である。しかも、現時点においても完成していない状況を考慮すると、その変動率はさらに増大することが予想される。

4－2－5　淀川水系の水資源計画の課題

前項までの分析にもとづいて、淀川水系の水資源計画の課題を整理すると、次の3点になる。

(i) 水資源計画の実効性と経済性

水資源開発事業を取り巻く情況が厳しくなるに伴なって、事業において初期計画どおりの実効をあげることが困難になってきている。その結果、総事業費が変動し、増大している。特に、今後多くの水資源開発事業が予定されている淀川水系

においては、この変動をいかに把握するかが、計画論的にも重要であろう。

(ii) 水資源開発事業の多目的性

ダム建設をはじめ、琵琶湖総合開発事業においても事業目的が多目的になっている。このため、それぞれの目的を、種々の利益集団の立場から達成しなければならないという計画の多目的問題が出ている。この問題は、単に事業の多目的間の競合、競争という問題にとどまらず、単目的でもその目的に関する環境が変化している状況である。そこで、事業における目的性をどのような立場で把握し、評価するかが重要な問題となっている。

(iii) 水資源開発事業の大規模化

琵琶湖総合開発事業や、ダムの建設に見られるように、施設、事業費においても規模が大きくなってきている。これは、さらに、事業の性質によって流域全体に関連する場合が多くなっている。たとえば、ダム、広域水道、流域下水道のように1つの水資源事業を評価する場合でも、流域全体の評価が必要となってきている。

4—3　淀川水系の水資源開発計画の評価モデル

4－3－1　研究の目的

本研究では、地域住民・産業等における水資源開発計画の効用水準を測定し、また地域開発の観点から見た計画の重要性を明確にするために、淀川水系の最近の水資源開発計画の特質について検討することを目的とする。

4－3－2　淀川水系の概要

淀川は主に３つの河川（桂川、宇治川、木津川）により構成されている。下流においては、たくさんの支流があり、最後は大阪湾にそそいでいる。（図4.3.1)

淀川水系を仮に、琵琶湖から大阪湾までの間に、１０のブロックに分割した。（図4.3.2）

琵琶湖と大阪湾を除いてこれらの水系をグループに分けると、上流、中流、下流の３つの流域に分割される。実際、これらの中で、京都市を除く上流部分（ⅡⅣ、Ⅴ）を、本研究の対象地域として採用した。

この地域では、桂川上流は多くの零細経営からなる農業地区として特徴づけられている。下流域は、新興の住宅地域である。

木津川流域は、やはり農業地域であるが、急速に住宅地域として発展している。

宇治川流域は、すでに大阪及び京都への郊外通勤者のベッドタウンとなっている。

なお、淀川水系における水資源開発事業を表4.3.1に示した。

4－3－3　淀川水系の水資源開発事業の評価構造

淀川流域は、わが国で最も古くから開発の進んだ地域であり、現在においても全流域内において種々の開発事業が実施・計画されている。淀川流域内において現在実施・計画されている水資源開発事業は、地域的、機能的にも種々であるが、これらを総合評価するにあたり、次の点を分析の指針とした。

① 地域別の評価（たとえば、上流地域、中流地域、下流地域等）

② 機能別・目的別の評価（たとえば洪水制御、用水供給、水質管理等）

③ 事業別の評価（たとえば、ダム建設、河川改修工事等）

図4.3.1　淀川流域図

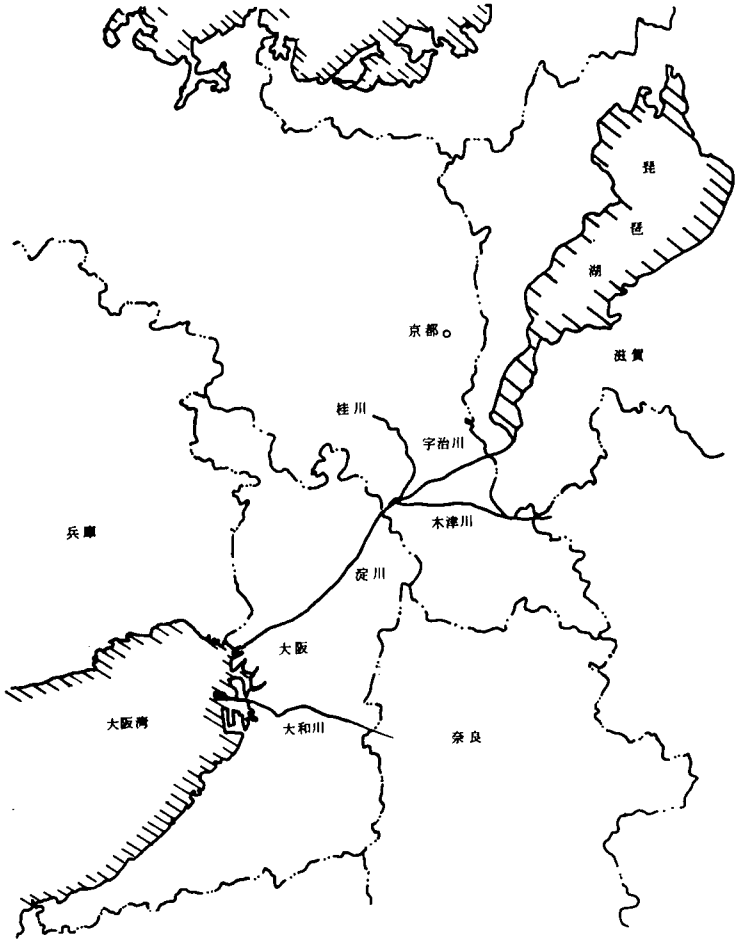


図4.3.2　淀川流域のモデル・ダイヤグラム

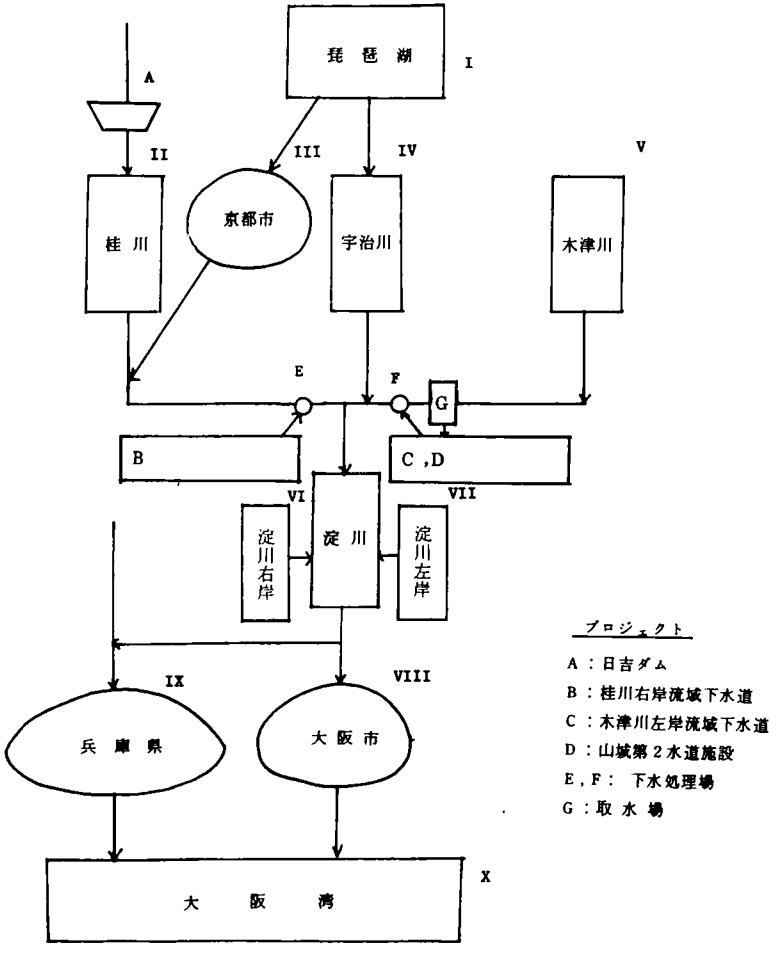


表4.3.1　淀川流域における水資源開発計画事業

プロジェクト番号	プロジェクト名称	目的	利益集団
1	日吉ダム建設事業	洪水制御	住民 産業
2	日吉ダム建設事業	上水供給	住民
3	京都府営水道事業 （第2山城水道）	上水供給	住民
4	流域下水道事業 （木津左岸，桂川右岸）	水質管理	住民
5	寝屋川改修事業	洪水制御	住民
6	琵琶湖総合開発事業	上水供給 工水供給	住民 産業
7	流域下水道事業 （寝屋川，安威川，淀川右岸，淀川左岸）	水質管理	住民
8	大阪高潮対策事業	洪水制御	住民 産業
9	琵琶湖総合開発事業	上水供給 工水供給	住民 産業
10	大阪市水道拡張事業	上水供給	住民
11	クリーン・ウォータープラン	水質制御	住民 産業

④　利益集団別の評価（たとえば、住民、産業、行政体等）

⑤　事業の効果の評価（たとえば、実効性、期待性、公平性等）

以上5つの評価視点を基本にして、淀川流域における水資源開発事業の資料を収集・検討し、総合評価を行なう。（図4.3.3参照）

4－3－4　問題設定

図4.3.3の水資源開発計画事業の評価モデルに従って、本研究では特に、桂川、宇治川、木津川の3川合流点より上流を検討対象区域と設定した。

なお、分析目的は次の4つである。

①　淀川3川合流地点より上流地域における満足度を評価する。（第4レベル）

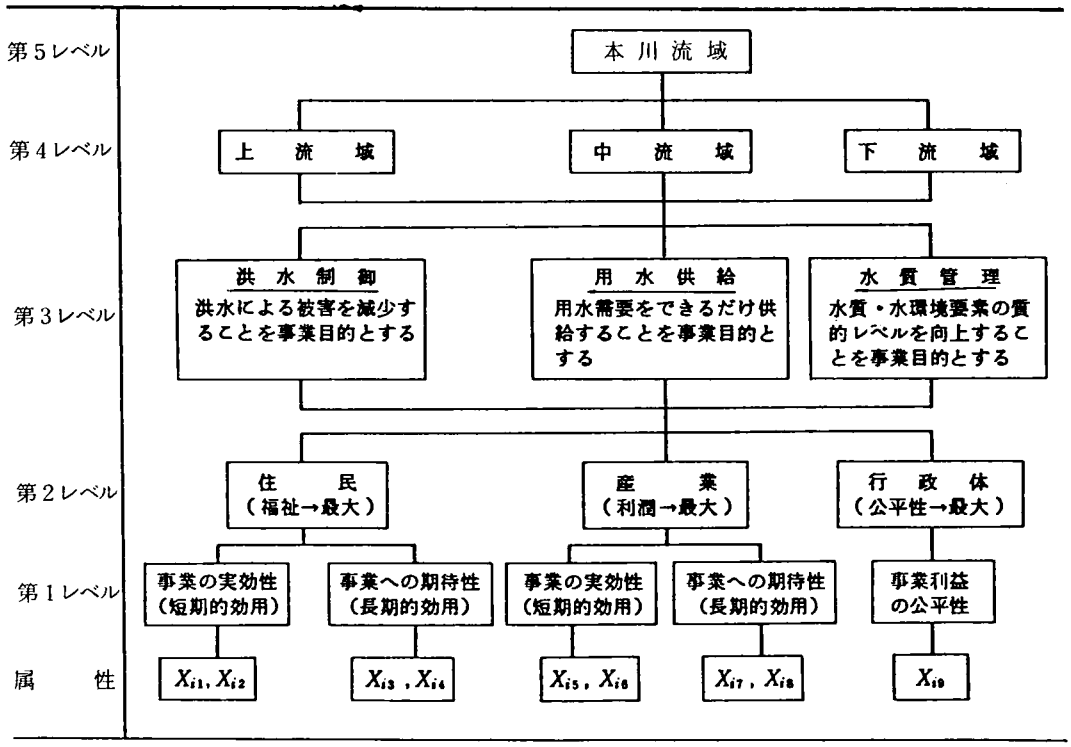
②　水資源開発計画事業の目的を洪水制御、用水供給、水質管理に分割し、それぞれの満足度を評価する。（第3レベル）

③　水資源開発計画事業に対する、それぞれの利益集団（住民、産業、行政体）がどの程度の満足を得ているかを評価する。（第２レベル）

④　計画に対する評価内容を大別して、短期的な実効性、長期的な期待性、公平性とした場合、それぞれの満足度はどの程度かを評価する。（第１レベル）

なお、実効性（短期的、長期的）や公平性を考慮して、２１の属性を選んだ。本分析にあたり、具体例として、日吉ダム・京都府営第２山城水道、桂川右岸、木津川左岸流域下水道を選定した。それらの概要は付録４－１に示すとおりである。

図4.3.3　水資源開発計画の階層評価構造



4－4　多重属性効用関数の導出

前節の研究目的を解明するために、2－4－3に示した手続きに従って解析を行ない、多重属性効用関数を導出した。

4－4－1　単一属性効用関数の導出

単一属性効用関数の導出過程を、プロジェクトP1（事業対象；日吉ダム、流域；上流域、事業機能；洪水制御）を例題にあげ説明する。

(a)　属性内容の決定；P1の属性内容は表4.4.1に示すとおりである。属性を次の点に留意して決定した。(i)属性内容を最も鮮明に表現できる因子。(ii)数量表現がなるべく可能な因子（もし不可能ならば主観的尺度をもちいる）。(iii)長期的時間推移に対してもその値が予測可能な因子。

(b)　効用水準値の決定；Worst level, Best levelにおける属性値を決定する方法は種々考えられるが、本論文では、〔現実の値×（1±0.3）〕の幅を設定し、それを基本的な考え方として、属性内容に応じて逐次討論により決定した。なおXi_{50}は標準50－50Lottery 法を採用した。この3点より、図4.4.1に示すような効用関数を作成した。

(c)　スケーリング・コンスタントの決定；B点を固定し、C点、A点を選択する期待確率P、1－Pを決定して、スケーリング・コンスタントK_1 を決定した。次に、D点とE点が無差別点であることを利用して、K_2の値を求めた。（図4.4.2参照）　以上のプロセスに従って全属性の諸値を決定した。（付録4－2、図II－1参照）

表4.4.1　属性内容、効用水準、スケーリング・コンスタント
（日吉ダム、洪水制御）

属性	内　　容	属性値 X_{iw}	属性値 $X_{i_{50}}$	属性値 X_{iB}	X_i と X_j のトレード・オフ	スケーリング・コンスタント
X_{FC1}	X_{FC1}；短期的(完成時点)な実効性(改善内容) ダム建設に伴ない浸水をまぬがれる戸数 / 対象地域の家屋数	0.00	0.08	0.32	$X_1 > X_2$ (W,B) l (0.22,W)	$k_1 = 0.75$
X_{FC2}	X_{FC2}；短期的な経済性（費用便益） 洪水調節による利益（住宅，公共施設） / 総費用	0.00	0.038	0.10		$k_2 = k_1 U_1(0.22)$ $=0.75\times0.88$ $=0.66$
X_{FC3}	X_{FC3}；長期的（ダム完成後約50年時点）な期待性（改善内容） ダム建設に伴ない浸水をまぬがれる戸数 / 対象地域の家屋数	0.00	0.055	0.15	$X_3 > X_4$ (W,B) l (0.05,W)	$k_3 = 0.75$
X_{FC4}	X_{FC4}；長期的な経済性（費用便益） 洪水調節による利益（住宅，公共施設） / 総費用×割引率＋維持管理費	0.30	0.44	0.70		$k_4 = k_3 U_3(0.05)$ $=0.75\times0.47$ $=0.353$
X_{FC5}	X_{FC5}；短期的(完成年度)な実効性(改善内容) ダム建設に伴ない湛水をまぬがれる耕作面積 / 対象地域の経営農地面積	0.00	0.06	0.255	$X_5 > X_6$ (W,B) l (0.20,W)	$k_5 = 0.8$
X_{FC6}	X_{FC6}；短期的な経済性（費用便益） 洪水調節による利益（農業） / 総費用	0.00	0.003	0.02		$k_6 = k_5 U_5(0.20)$ $=0.8\times0.94$ $=0.752$
X_{FC7}	X_{FC7}；長期的（ダム完成後50年時点）な期待性（改善内容） ダム建設に伴ない湛水をまぬがれる耕作面積 / 対象地域の経営農地面積	0.15	0.225	0.40	$X_7 > X_8$ (W,B) l (0.25,W)	$k_7 = 0.75$
X_{FC8}	X_{FC8}；長期的な経済性（費用便益） 洪水調節による利益（農業） / 総費用×割引率＋維持管理費	0.05	0.085	0.15		$k_8 = k_7 U_7(0.25)$ $=0.75\times0.62$ $=0.465$
X_{FC9}	X_{FC9}；行政体がみた短期的な公平性 1世帯当りの利益 / 1農家当りの利益	3.0	1.7	0.0		$k_9 = 0.6$

図4.4.1　効用関数

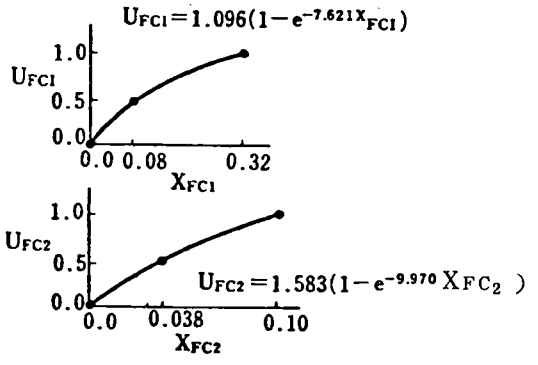
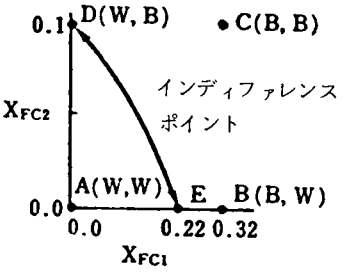


図4.4.2　X_{FC1}とX_{FC2}とのトレード・オフ



4－4－2　多重属性効用関数の導出

対象事業の目的に対する満足度を求める。まず、洪水制御の効用関数の評価においては、各利益属性間のトレード・オフを測定した。その結果を図4.4.3.aに示す。利益集団間における選好関係およびスケーリング・コンスタントの数値は次に示すとおりである。

$$(\lambda_G \fallingdotseq 0.70) > (\lambda_R \fallingdotseq 0.47) > (\lambda_I \fallingdotseq 0.38)$$

次に、水供給のための、日吉ダムと第2山城公共用水供給事業の間のトレード・オフの結果を図4.4.3.bに示す。

これらのスケーリング・コンスタントを使って、各水資源開発計画の目的に対応した多重属性効用関数を導出できる。水質管理に関しては、効用関数 U_{WQBSR} をすでに得ている。

最後に、全体の地域効用関数が得られる。このためのトレード・オフ値は図4.4.3.cに示すとおりである。結果は次の通りである。

○洪水制御

$$U_{FC}(U_{FCR}, U_{FCI}, U_G)$$

$$= \frac{1}{-0.8189}\left[\{1-0.5732U_G\}\{1-0.3852U_{FCR}\}\{1-0.3095U_{FCI}\}-1\right] \quad \cdots\cdots (4.1)$$

○水供給

$$U_{WS}(U_{WSDR}, U_{WSPWR})$$

$$= \frac{1}{-0.9018}\left[\{1-0.7214U_{WSDR}\}\{1-0.6473U_{WSPWR}\}-1\right] \quad \cdots\cdots (4.2)$$

○水質管理

$$W_{WQ} = W_{WQBSR} \quad \cdots\cdots (4.3)$$

○水資源開発計画の全体としての地域効用関数

$$U = (U_{FC}, U_{WS}, U_{WQ})$$

$$= \frac{1}{-0.9107}\left[\{1-0.4064\,U_{FC}\}\{1-0.6375\,U_{WS}\}\{1-0.5825\,U_{WQ}\}-1\right]$$

……（4.4）

図 4.4.3.a　インディファレンス・ポイント（$X_9 \sim X_1$，$X_9 \sim X_5$）

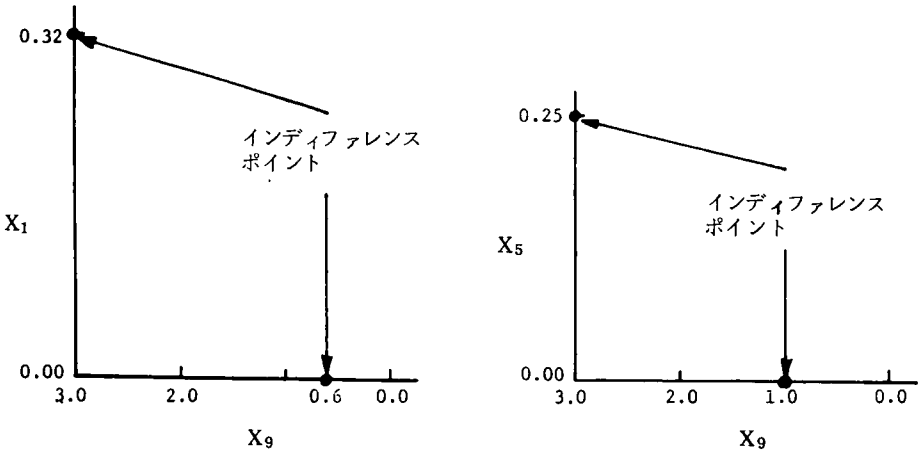


図 4.4.3.b　インディファレンス・ポイント（$X_{10} \sim X_{14}$）第3レベル

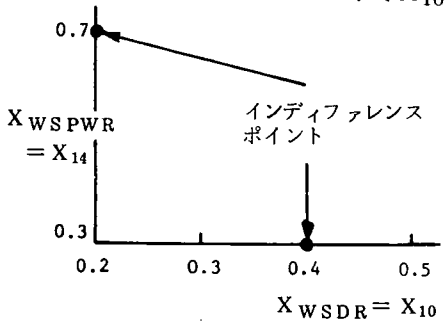
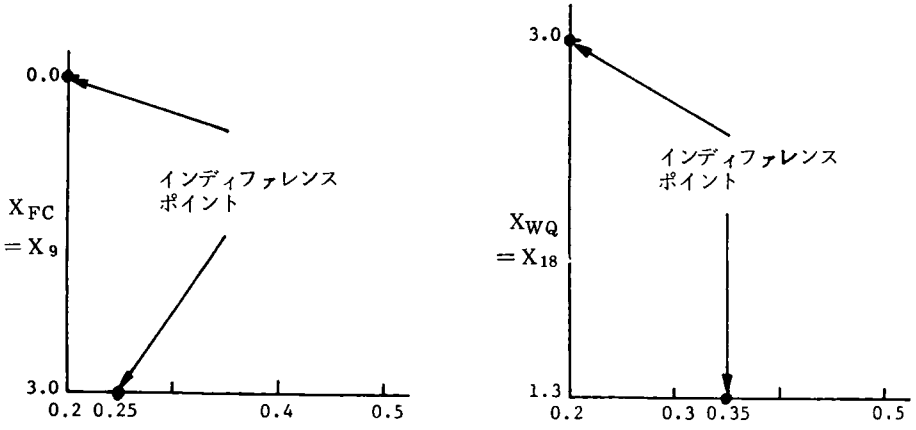


図 4.4.3.c　インディファレンス・ポイント（$X_{16} \sim X_9$，$X_{10} \sim X_{18}$）第4レベル



4－5　評価結果

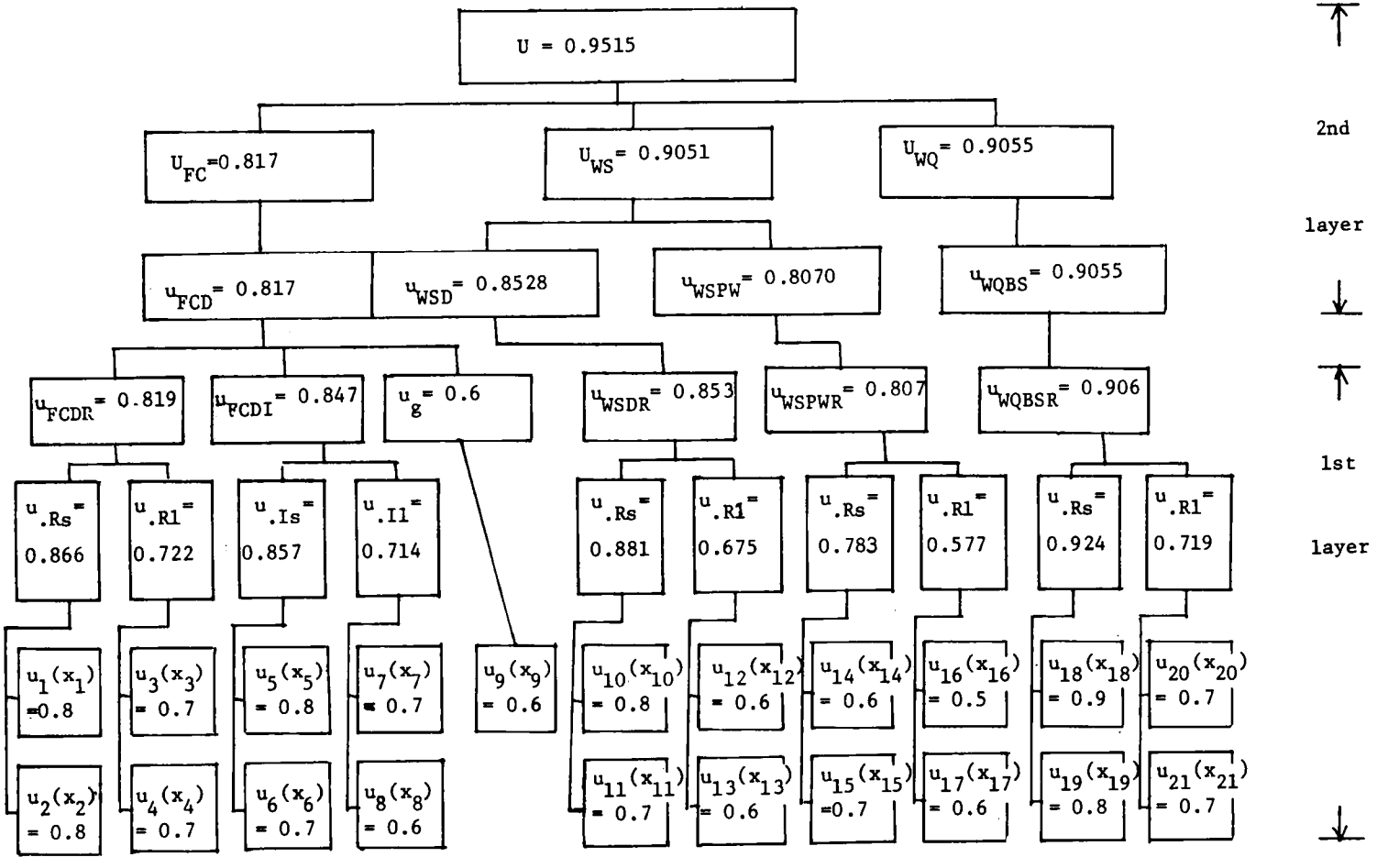
淀川流域における水資源開発計画事業のうち上流域についてのみの効用水準の満足の程度を図4.5.1に示した。まず、属性における効用水準の特徴は次のとおりである。

① 洪水制御；洪水制御による短期的な実効性に対する効用水準（U_1，U_5）は住民・産業（農業）ともに0.8と高い。しかし、長期的な期待性に対する効用水準（U_3，U_7）は両利益集団ともに低い値（0.7，0.7）を示している。経済性に関する効用水準は、短期・住民（U_2）が0.8と高く、長期・産業（U_8）は0.6と低い。公共性に関する効用水準（U_9）は、洪水制御による利益が、住民と産業とが異なっていることを反映して0.6と低い。

② 用水供給；日吉ダムによる用水供給に対して、短期的な実効性についての効用水準（U_{10}）は0.8であり、府営水道に対し効用水準（U_{14}）の0.6と比べて高い。しかし用水供給事業に対する長期的期待性の効用水準をみると、日吉ダム（U_{12}）が0.6、府営水道（U_{15}）が0.5と低くなっている。他方、経済性についての効用水準（U_{11}，U_{15}）は両方とも短期のそれが0.7、長期のそれが0.6で供水制御の効用水準とほぼ同様である。

③ 水質管理；流域下水道事業による水質の改善に対する効用水準は、短期（U_{18}）は0.9と全属性の中でもっとも高いが、長期（U_{20}）では、0.7と減少する。経済性についての効用水準は、短期（U_{19}）および長期（U_{20}）がそれぞれ0.8、0.7と高い値を示している。

図 4. 5. 1　評　価　結　果

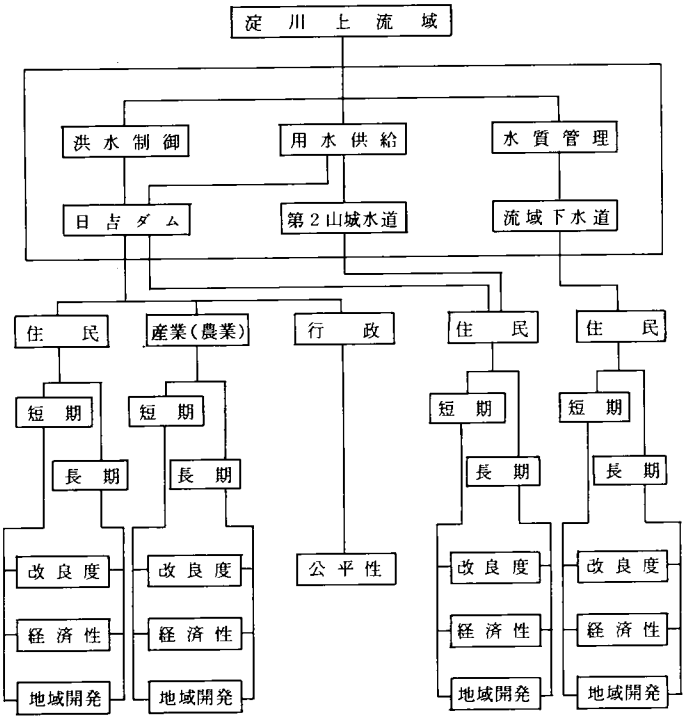

U = 0.9515
U_{FC}=0.817
U_{WS}= 0.9051
U_{WQ}= 0.9055
u_{FCD}= 0.817
u_{WSD}= 0.8528
u_{WSPW}= 0.8070
u_{WQBS}= 0.9055
u_{FCDR}= 0.819
u_{FCDI}= 0.847
u_g= 0.6
u_{WSDR}= 0.853
u_{WSPWR}= 0.807
u_{WQBSR}= 0.906
$u_{.Rs}$= 0.866
$u_{.Rl}$= 0.722
$u_{.Is}$= 0.857
$u_{.Il}$= 0.714
$u_{.Rs}$= 0.881
$u_{.Rl}$= 0.675
$u_{.Rs}$= 0.783
$u_{.Rl}$= 0.577
$u_{.Rs}$= 0.924
$u_{.Rl}$= 0.719
$u_1(x_1)$ =0.8
$u_2(x_2)$ = 0.8
$u_3(x_3)$ = 0.7
$u_4(x_4)$ = 0.7
$u_5(x_5)$ = 0.8
$u_6(x_6)$ = 0.7
$u_7(x_7)$ = 0.7
$u_8(x_8)$ = 0.6
$u_9(x_9)$ = 0.6
$u_{10}(x_{10})$ = 0.8
$u_{11}(x_{11})$ = 0.7
$u_{12}(x_{12})$ = 0.6
$u_{13}(x_{13})$ = 0.6
$u_{14}(x_{14})$ = 0.6
$u_{15}(x_{15})$ =0.7
$u_{16}(x_{16})$ = 0.5
$u_{17}(x_{17})$ = 0.6
$u_{18}(x_{18})$ = 0.9
$u_{19}(x_{19})$ = 0.8
$u_{20}(x_{20})$ = 0.7
$u_{21}(x_{21})$ = 0.7
2nd layer
1st layer

4－6　評価モデルの拡張と感度分析※

4－6－1　評価モデルの拡張

前節までにおいては、淀川上流域の水資源開発計画事業を、特に実効性、経済性および公平性の視点にもとづいて評価を行なった。ところが、水資源開発事業をはじめ公共事業一般的に、事業の実施が地域経済へ影響を与えるといわれている。経済政策の重要な柱として、公共事業を活発にして景気の回復を促すという経済理論は、１９３０年代の大不況克服の経験として知られている。そこで、前述の評価要素に加えて水資源開発事業が、地域経済へ及ぼす波及効果を評価項目として追加した。（図4.6.1、表4.6.1参照）　特に、地域開発という概念は一つの属性では規定しにくいため主観的尺度により判断した。

図4.6.1　淀川上旅域における階層評価構造（拡張モデル）



※　本節では、次の文献を参考にしている。
Fumiko Seo, Kenichi Nakagami and Masatoshi Sakawa
Interactive Utility Analysis for the Water Resources Program in the Yodo River Basin
"Water Supply and Management" Vol.2 5/6　1977

表 4. 6. 1　属　性　値

属　性	コード	Range Worst (x°)	Range Best (x')	Xi_{50}	現在値
洪水制御					
日吉ダム					
x_1	FCHDRSI	0.0	0.32	0.08	0.174
x_2	FCHDRSC	0.0	0.10	0.04	0.034
$x_{3(s)}$	FCHDRSR	10.0	1.0	3.4	4.0
x_4	FCHDRLI	0.0	0.15	0.06	0.087
x_5	FCHDRLC	0.3	0.70	0.44	0.519
$x_{6(s)}$	FCHDRLR	10.0	1.0	2.8	4.0
x_7	FCHDISI	0.0	0.26	0.06	0.132
x_8	FCHDISC	0.0	0.020	0.003	0.006
$x_{9(s)}$	FCHDISR	10.0	1.0	3.6	4.0
x_{10}	FCHDILI	0.15	0.40	0.23	0.265
x_{11}	FCHDILC	0.05	0.15	0.09	0.094
$x_{12(s)}$	FCHDILR	10.0	1.0	3.3	4.0
x_{13}	FCHDM	3.0	0.0	1.7	1.396
用水供給					
日吉ダム					
x_{14}	WSHDRSI	0.20	0.50	0.26	0.459
x_{15}	WSHDRSC	0.02	0.05	0.03	0.033
$x_{16(s)}$	WSHDRSR	10.0	1.0	5.0	4.0
x_{17}	WSHDRLI	0.03	0.09	0.06	0.063
x_{18}	WSHDRLC	0.25	0.80	0.47	0.507
$x_{19(s)}$	WSHDRLR	10.0	1.0	5.7	4.0
京都府第２山城水道					
x_{20}	WSPWRSI	0.30	0.70	0.48	0.518
x_{21}	WSPWRSC	2.0	4.2	2.65	3.092
$x_{22(s)}$	WSPWRSR	7.0	1.0	3.5	4.0
x_{23}	WSPWRLI	0.3	1.0	0.66	0.663
x_{24}	WSPWRLC	2.5	7.0	4.2	4.540
$x_{25(s)}$	WSPWRLR	7.0	1.0	2.9	4.0
水質管理					
流域下水道					
x_{26}	WQBSRSI	1.3	3.0	1.6	2.203
x_{27}	WQBSRSC	0.60	1.30	0.76	0.934
$x_{28(s)}$	WQBSRSR	10.0	1.0	3.7	5.0
x_{29}	WQBSRLI	0.40	1.20	0.66	0.783
x_{30}	WQBSRLC	0.10	0.35	0.18	0.217
$x_{31(s)}$	WQBSRLR	10.0	1.0	3.2	5.0

注：（S）は主観的尺度

4－6－2　効用関数の導出

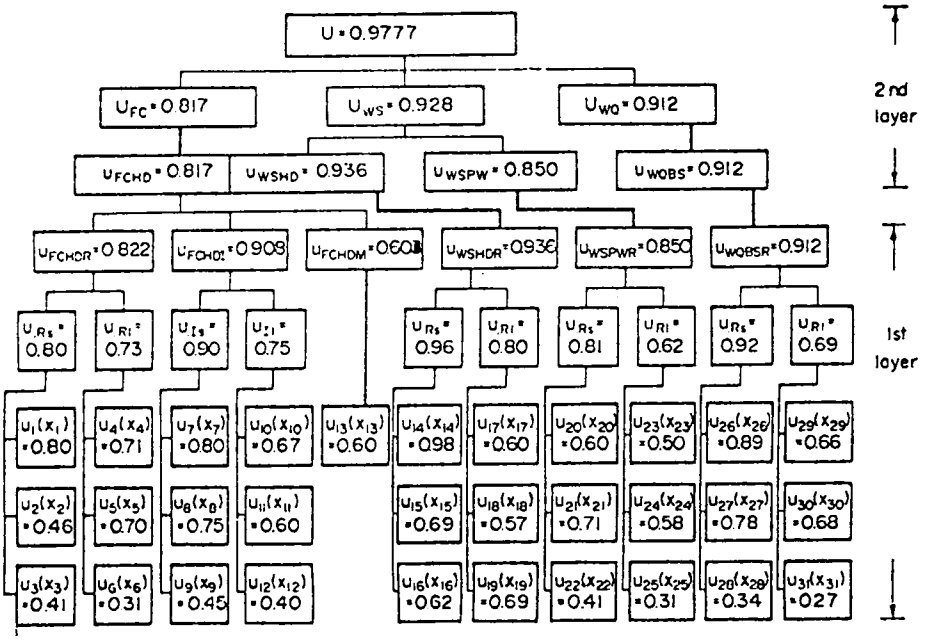
効用関数の導出法は、４－４において示した方法と同様であるので、ここでは省略する。尚、各属性、各利益集団における、スケーリング・コンスタント及び効用関数は付録４－３に示すとおりである。

4－6－3　評　価　結　果

地域開発への影響に関する要素を、導入した場合の拡張モデルにおける評価結

果は、図4.6.2に示すとおりである。まず属性における効用水準の特徴は、次のとおりである。

図4.6.2　評価結果（拡張モデル）



① 洪水制御；短期的な実効性に対する効用水準は、住民（U_1）・産業（U_7）とも0.8と高く、モデル拡張前と変化がない。長期的な期待性は、両利益集団とも減少している。特に産業（U_{10}）では0.67となり大きく減少している。経済性に関する効用水準は、短期・産業（U_8）が0.75と高く、短期・住民（U_2）は0.46と低い。拡張モデルでは、経済性における効用水準（U_2）が全体的に低くなっている。特に、短期・住民の0.80から0.46への減少が顕著な傾向である。地域開発の効用水準は、各属性とも実効性、経済性の要素に比べて著しく低い値を示している。供水制御に関する属性の中で長期・住民（U_6）は0.31であり、最も低い。公平性についての効用水準は、拡張後も0.6と変化がみられない。

② 用水供給；日吉ダムによる用水供給に対しての短期的な実効性に関する効

用水準（U_{14}）は0.98であり、府営水道（U_{20}）の0.6に比べて著しく高い。しかし、両事業における長期的な期待性（U_{17}，U_{23}）は、それぞれ0.6と0.5であり、モデル拡張前と同じ値を示している。また、短期と比べてみると低い値を示している。次に経済性に関する効用水準は、両事業ともほぼ同じ値を示しており、モデル拡張後も変化は見られない。地域開発に関する効用水準は、日吉ダムによる長期的な期待性（U_{19}）が0.69と、他の属性に比べて高い。また反対に、府営水道による長期的な期待性（U_{25}）は0.31と低い。

③ 水質管理；流域下水道事業における、実効性、経済性に関する効用水準は、モデル拡張後もほとんど変化していない。短期の実効性（U_{26}）は0.89、経済性（U_{27}）0.78であるが、長期の期待性（U_{29}）、経済性（U_{30}）はそれぞれ、0.66、0.68である。地域開発に関する効用水準は、短期（U_{28}）長期（U_{31}）でそれぞれ0.34、0.27で、全属性の中で最も低い値を示している。

4－6－4 感 度 分 析

本節では、拡張モデルにおける評価結果に対して感度分析を行なった。感度分析の概念は次のとおりである。

一つの線形計画法を解く場合に、通常係数a_{ij}、b_i、c_jを一定として最適解が求められる。しかしながら、現実的な課題として、これらの係数が変化することは十分考えられる。そこでこれらの係数を適当に変化させた場合、最適解にどのような影響が生じるかを分析することである。[1)]

本節ではこのような考え方を基礎に、GRAD（ある属性の特定な値に、属性値または効用値におけるトータルな多重属性効用関数のグラジエントを意味する。）を評価して、効用関数の感度分析を行なう。GRADは、ベクトル（$\partial u/\partial x_1$、$\partial u/\partial x_2 \cdots \partial u/\partial x_n$）、ベクトル（$\partial u/\partial u_1$、$\partial u/\partial u_2 \cdots \partial u/\partial u_n$）と定義する。す

1）米谷栄二編；土木工学便覧，19.3.6.，丸善（1976）

なわち、これらの各成分は、それぞれの属性 xi、または効用関数 ui における変化に関する、全体の効用関数 u の変化率を表したものである。

感度分析の結果は、表 4.6.2 に示すとおりである。まず属性 xiにおけるグラジエントでは、次の点が指摘できる。

表4.6.2 感 度 分 析

```
COMMAND? : GRAD FC A1
 A1                0.828
ATTRIB.UTIL. GRAD COMP. AND ATTR. GRAD COMP.
 FCHDR             0.221
 FCHDRS            0.479
 FCHDRSI           0.046   1.003E-01
 FCHDRSC           0.024   2.721E-01
 FCHDRSR           0.004  -4.865E-04
 FCHDRL            0.360
 FCHDRLI           0.043   2.446E-01
 FCHDRLC           0.014   3.166E-02
 FCHDRLR           0.003  -4.171E-04
 FCHDI             0.169
 FCHDIS            0.414                          (A)
 FCHDISI           0.018   4.890E-02
 FCHDISC           0.014   7.928E-01
 FCHDISR           0.001  -1.746E-04
 FCHDIL            0.251
 FCHDILI           0.019   7.114E-02
 FCHDILC           0.009   8.754E-02
 FCHDILR           0.002  -2.080E-04
 FCHDM             0.344  -1.107E-01
```

```
COMMAND? : GRAD WS A5
 A5                0.929
ATTRIB.UTIL. GRAD COMP. AND ATTR. GRAD COMP.
 WSHD              0.421
 WSHDRS            0.332
 WSHDRSI           0.038   2.489E-02
 WSHDRSC           0.012   3.843E-01
 WSHDRSR           0.002  -1.830E-04
 WSHDRL            0.266
 WSHDRLI           0.041   6.578E-01
 WSHDRLC           0.020   3.632E-02
 WSHDRLR           0.011  -1.159E-03
 WSPW              0.320
 WSPWRS            0.472                          (B)
 WSPWRSI           0.062   1.504E-01
 WSPWRSC           0.046   1.823E-02
 WSPWRSR           0.003  -5.050E-04
 WSPWRL            0.270
 WSPWRLI           0.053   7.606E-02
 WSPWRLC           0.017   3.765E-03
 WSPWRLR           0.006  -8.583E-04
```

```
COMMAND? : GRAD WO A7
 A7                0.913
ATTRIB.UTIL. GRAD COMP. AND ATTR. GRAD COMP.
 WOBSRS            0.313
 WOBSRSI           0.088   2.611E-02
 WOBSRSC           0.060   6.642E-02
 WOBSRSR           0.023  -2.451E-03                (C)
 WOBSRL            0.260
 WOBSRLI           0.125   1.457E-01
 WOBSRLC           0.057   2.082E-01
 WOBSRLR           0.060  -6.047E-03
```

```
COMMAND? : GRAD FC A1
 A1                0.730
ATTRIB.UTIL. GRAD COMP. AND ATTR. GRAD COMP.
 FCHDR             0.333
 FCHDRS            0.500
 FCHDRSI           0.072   1.579E-01
 FCHDRSC           0.038   4.282E-01
 FCHDRSR           0.009  -1.154E-03
 FCHDRL            0.500
 FCHDRLI           0.089   5.114E-01
 FCHDRLC           0.030   6.618E-02
 FCHDRLR           0.010  -1.314E-03
 FCHDI             0.333
 FCHDIS            0.500                          (D)
 FCHDISI           0.042   1.164E-01
 FCHDISC           0.033   1.888E+00
 FCHDISR           0.006  -8.206E-04
 FCHDIL            0.500
 FCHDILI           0.075   2.799E-01
 FCHDILC           0.034   3.444E-01
 FCHDILR           0.012  -1.614E-03
 FCHDM             0.333  -1.074E-01
```

(i) 洪水調節では、FCHDISC（日吉ダム、産業、短期、費用）が0.7928と、最も大きい。また、FCHDRSC（日吉ダム、住民、短期、改善度）がそれぞれ0.2721、0.2446と大きい。

(ii) 用水供給に関しては、WSHDRLI（日吉ダム、住民、長期、費用）が0.6578で最も大きく、続いてWSHDRSC（日吉ダム、住民、短期、費用）が0.3843、WSPWRSI（第2山水、住民、短期、改善度）が0.1504となる。

(iii) 水質管理ではWQSRLI（流域下水道、住民、長期、改善度）、WQSRLC（流域下水道、住民、長期、費用）がそれぞれ0.2082、0.1457と大きい。

これらの結果より次のことが指摘できる。まず洪水調節では、短期的な費用負担が重要な要素である。用水供給では、日吉ダムによる長期的な効果及び短期的な費用負担が重要な要素である。最後に水質管理では、流域下水道事業による長期的な改善度と費用負担が重要な属性である。地域開発に関する属性のグラジエントは、全体を通じて小さい。

次に、各効用関数Ui におけるグラジエントの値より次の点が指摘できる。洪水制御では、利益集団としては住民、産業がそれぞれ0.221、0.169 であり、地元住民の満足のいく洪水制御方式が求められる。次に、用水供給では、日吉ダム、第2山城水道の値がそれぞれ0.421、0.320 であり、日吉ダムの方が影響度が大きい。また両事業とも、短期の値が0.322、0.472 であり、長期の0.266、0.270 に比べて大きい。これは用水供給事業では、特に短期的効果が求められることが反映しているためと思われる。最後に、水質管理としは流域下水道事業・短期のグラジエントは0.313であり長期の0.260に比べて大きい。また、地域開発が水資源開発事業の全体の効用に及ぼす影響は全属性とも、他の評価要素より小さい。

4—7　まとめ

本章では、淀川水系の水資源開発計画事業における、各利益集団の評価内容を多重属性効用関数法を適用して分析した。分析結果をまとめると次のとおりである。

ⓐ淀川上流域における水資源開発計画事業に対する効用水準(U)は 0.952 と極めて高い。これは、各々の計画が相互に関連性を持ちながら計画どおりに実行されることが望まれていることを示している。

ⓑ水資源開発計画事業を機能別にみた場合の効用水準は、水質管理（U_{WQ}）（0.906）＞用水供給（U_{WS}）（0.905）＞洪水制御（U_{FC}）（0.817）という順序になっている。

ⓒ用水供給に対する住民の効用水準（U_{WSR}）は 0.906 と最も高く、逆に京都府営水道（U_{WSPW}）は 0.807 で最も低い。他方、産業の効用水準は洪水制御（U_{FCDI}）で 0.847 と高い値を示した。

ⓓ各事業に対する評価対象時間の相異による効用水準の変化をみると、短期の効用水準が長期に比べて全般的に高い。

一般に、水資源開発計画事業には多くの目的や制約がある。とくに、財政事情による計画の制約のため、互いに矛盾しあう問題に直面することが多い。その場合には、属性間の統一的な価値に変換して、評価することによる解決が必要となるのである。このように、計画を総合的に評価するためには、全体にわたって数値で示される指標がつくられるべきであろう。また一方では評価の導入過程において、問題点が多方面にわたってさほど重要でない要素までも考慮に入れ、全体的な評価において見えなくなってしまわないように適切な属性を選択することが重要である。これらの基準に照らしあわせてみると、多重属性効用関数法は、計画評価における効果的な手法といえよう。

すなわち、BOD_5、水需要、農地面積等の単純には貨幣価値に換算できない要素を、計算できる期間で統合され、また基本的な規模で、数字によって示された価値での測定が可能である。その結果として、それぞれの計画に効果的な数字

で示された測定値や比較が可能になると思われる。

つぎに、水資源開発計画事業の評価において地域開発への影響がどの程度重要な役割を果しているかを検討した。この検討のために、地域開発の影響を新しい属性として組み込んだ。

評価結果をまとめるとつぎのとおりである。

ⓐ淀川上流域における、水資源開発計画事業に対する効用水準(U)は 0.952 から 0.978 と上昇し、地域開発の要素を考慮することが水資源開発計画事業を評価する場合には、必要である。

ⓑ水資源開発計画事業を機能別にみた場合の効用水準は、用水供給(Uws)(0.928)>水質管理(UWQ)(0.912)>洪水制御(UFC)(0.817)という順位である。地域開発への要素の導入により、用水供給に対する効用水準が上昇した。また、いずれの機能の効用水準もモデル拡張前より高くなっている。

ⓒ全利益集団の中で、最も高い効用水準を示すのであるが、日吉ダムにより用水供給をうける住民(UWSHDR)で、0.936 である。また、全利益集団もモデル拡張後において、効用水準は上昇している。

ⓓ全事業に対する評価時間による効用水準の差異は短期の実効性に関するものがモデル拡張前と同様に高い。

以上の評価結果より、評価要素としての地域開発の導入は、全般的に効用水準を上昇させる働きを有していることが観察できる。また、用水供給における住民の効用水準が日吉ダム(UWSHD)の場合は 0.853から 0.936に、府営水道(UWSPWR)では 0.807から 0.850へと上昇した。これは、用水供給においては地域開発要素が重要な役割をもっていることがわかる。

最後に、選定した属性および、それぞれの水資源開発計画事業が全体の評価とどのような関係を有するかを調べるために、感度分析を行なった。

感度分析による分析結果は、次のとおりである。

(i) 効用水準の場合においては、すべての要素のうち、事業の実効性に関する変化度が、全体の多重属性効用関数に最大の増加をもたらしている。

(ii) 洪水制御や水質管理に関して、長期実効性における変化度が、しばしば短

期におけるそれよりも大きい。逆に、用水供給に関して短期実効性が長期のそれよりも変化度が大きい。

(iii) それぞれの目的のための、広汎な実用価値に対する地域開発における変化度が、ほとんど無視されている。とくに、用水供給に関しても、地域開発の効用水準の限界的変化は、全体の総合的な効用関数に対して、あまり影響を与えない。

最後に、水資源開発計画事業における総合評価の意義について考察しよう。近年の水資源開発計画事業は、開発条件が困難になるなどの社会的背景により、種々の計画要素において大きな変動がみられるようになった。一般的に、水資源開発計画事業の計画段階における事前評価が不十分であったことも原因の一つとして考えられる。水資源開発計画事業における、開発条件の悪化にともなって、変動率（（LC／IC）×（LT／IT））※ は増大傾向にある。[1)]

この変動率増大に対処するためには、①変動比をなるべく小さくする手段を講じること、②変動率の大きさを予測すること、が重要である。

変動率増大の原因として、水資源開発計画事業に関係する諸利益集団の事業に対する諸要素の満足度が十分に把握されてないことが指摘できる。また、水資源開発計画事業の実施において、これらの変動率が増大傾向にあることは事業関係者（ここでは、事業者、受益者、地元住民の3者とした。）に種々の影響を与えることになる。すなわち、

(i) 事業者（国、県、水資源開発公団、電力会社等）においては、変動率増大現象は基本的に好ましくないと思われる。その理由としては、㋑事業費増大により開発効率が悪くなること、㋺計画決定時点における諸数値が、時間の経過とともに不規則的に変動するため、計画的な事業が実行しがたいこと。

(ii) 受益者（水資源開発計画事業により、便益が発生する一般住民）においても、変動増大現象は基本的には好ましくないと思われる。その理由としては、㋑開発コストが上昇し、その結果支払い負担が大きくなること、㋺需給計画の実現

※ 事業期間、総事業費、相乗変動率と称し、計画要素の総合的変動量をなす。ただし、LC／ICは総事業費膨張率、LT／IT は計画期間延長率とする。

1）仲上健一；水資源開発事業における事業費変動の事後評価，「計画行政」第2号，日本計画行政学会，1979. 2

性が不安定になり、計画行政に期待ができなくなるとともに、他の関連事業の実行に多大な影響を与えること。

(iii) 地元住民（水資源開発計画事業地区の住民）においても、変動増大現象には基本的には好ましくないと思われる。その理由としては、前2者とは異って、一時決定された内容が変化することにより、地域内において、補償条件が異ったり、地元を再建させる計画を立てることが困難となり、ひいては、事業前に存在していた、地域コミュニティが崩壊していく危険性が存在していること。

このように、変動率の増大化傾向は、水資源開発計画事業に対する各利益集団の満足度の低下を意味する。水資源開発計画事業を十分満足の高いものとするためには、まず関係者の満足度を高めるように、評価過程が明確で、再現性の高い手法をもって合理的な事前評価を行なうことが、その実現のための保証条件となろう。MUF法は、以上のような目的を達成するための、有力な手段の一つであるといえよう。

付録４－１　水資源開発事業の概要

Ｉ；京都府第２山城水道

A）用水供給事業について[1)]

我が国における水道用水供給事業の事業主体として都道府県、市町村、組合の３種がある。都道府県主体の事業数の推移をみると、１９７１年(昭和４６年）度末で２７、１９７３年(昭和４８年）度末で３７、１９７６年（昭和５１年）７月現在で４０（うち一部給水を含めて、稼動中が２４、建設中が１６）という状況である。その数は、この５年間で約４８％の伸び率を示しており、水道事業の広域化現象が著しい[1)]。その原因としては、一市町村の行政区域、行財政で水需要の増加に十分に対処できなくなったことがあげられる。

B）京都府第２山城水道事業の現状と課題

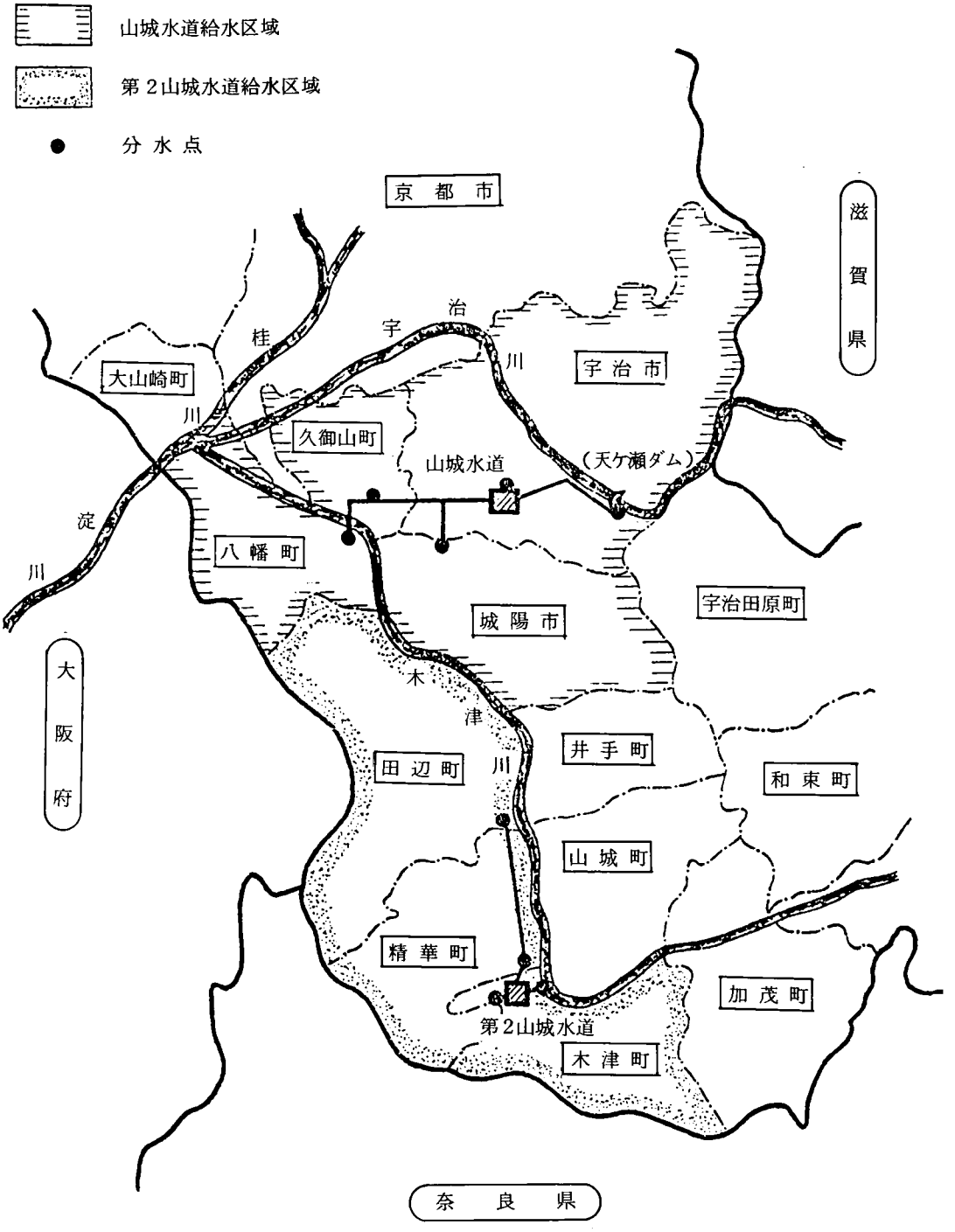
京都府第２山城水道（以下第２山水）は、木津川を水源として、田辺町、木津町、精華町に、水道用水を供給するために発足した、京都府営水道である。これらの事業ならびに用水供給概要図を、図Ｉ－１、表Ｉ－１に示した。

付録４－１，表Ｉ－１　京都府営水道事業の概要

	山城水道				第２山城水道
事業区分	創設	第１期拡張	第２期拡張	計	創設
取水量（㎥/s）	0.3	0.6	0.3	1.2	0.3
1日最大給水量（㎥/日）	24,000	48,000	24,000	96,000	24,000
給水人口（人）	90,000	90,000	43,000	223,000	60,000
建設事業費（百万円）	926	1,028	3,988	5,941	6,396
建設年度（昭和）	36年度～42年度	43年度～46年度	47年度～51年度		昭和46年度～51年度
料金	昭和39年12月～14円14銭／m		昭和51年1月～21円21銭／m		検討中
水源	天ケ瀬ダム				木津川伏流水
取水地点	宇治市桜島町				木津町吐師
給水開始	城陽市　昭和39年12月 宇治市　昭和40年　6月 久御山町　昭和43年　4月 八幡町　昭和43年　7月				昭和52年10月 田辺町 木津町 精華町

1）京都府企業局　S 51.9.20 府営水道事業等の概要を参考とした。

付録4－1・図Ⅰ－1　京都府営水道事業（用水供給）概要図



（京都府・企業局、府営水道事業等の概要（S・51.9.20）３ページより転載）

給水区域内人口の推移ならびに、見通しは 1970年(昭和45年)の40,014人、1975年(昭和50年)の55,740人という実績に対して、1985年には自然増加分、開発による増加分をあわせて170,646人と予定されている。この計画は1975年より10年間で、約3倍強の人口増加が見積もられており、1970年から1975年への変化と比較すると急激な変化である。

住宅開発計画の特徴としては、次の点を有する。

① 開発方式が、ニュータウンや住宅団地などを主とした大規模な開発方式であること。総開発面積は771.8ha、計画人口は85,456人と大規模でありかつ、110人/haという高密度の地区となる。

② 施工主体は、大私鉄系資本、日本住宅公団、京都府住宅供給公社であり、その特徴は少数かつ大規模である。

③ 開発地点は木津川左岸に集中し、そのほとんどが、近鉄京都線の沿線の山腹にある。

以上の点より、水需要予測の面から考察すると、次の事が指摘できる。

まず第1は、水の消費形式の問題である。当地域の開発方式は、開発規模が大きく、そのほとんどが住宅団地方式であるため、新入居者の大部分は、都市型生活の経験者であると推定できる。その場合は、1人1日あたりの水消費量が多いのみならず、その量的制限も困難であるため、大量の水需要が発生するとともに、その需要発生の形態が画一的な生活様式に依存するため、きわめて弾力性の乏しいものになると思われる。

第2に、以上のべた水消費形式のため、直接的に安定な水源を確保する必要がある問題である。第2山水の水源としては、木津川の伏流水であるが、その水利権としては最大取水量0.3㎥/sで豊水水利権(枚方地点における淀川の流量が、6月15日から9月20日までの間は143.97㎥/s、9月21日から翌年の6月14日までの間は127.17㎥/sをこえる増分に限り、そのこえる部分の範囲内、大河原地点における木津川の流量が、6月19日から9月15日までの間は120㎥/s、9月16日から翌年の6月15日までの間は6.0㎥/sをこえる場合に限り、そのこえる部分の範囲内)という制約条件が設定されている。これは、水利

権の性格上からの規制であるが、降雨量の変化や、河川そのものの流況変化、水質の悪化、水利権の更新などに対して、どのように対処していくかが、今後の課題として重要である。また、住宅開発地点は、水の使の悪い木津川左岸の山腹部に集中している。このことは、水源として木津川に依存する他に手段はないことを意味し、渇水期などの水不足の時期において対応できる自然的、人工的な水保持機能がなく、きわめて厳しい水資源危機状況に陥ることが予想される。

第3に、開発にともなって水道事業が不安定になるという課題である。開発施工主体が大型かつ少数であるため、開発進行過程が不連続になりがちである。すなわち建設前においては、住宅立地選択において十分まとまった開発予定地を必要とする。それと共に、その開発にともなう関連事業やその諸手続などが、町行政レベルをこえて府段階における話し合いで決定されたり、小学校などの公共施設建設事業の必要性が発生したり、町財政段階では取り扱えないような、大きな影響を与える。また府段階でも、市街化調整区域を除いて開発条件に照らしあわせて、許認可できる内容ならば、たとえその他の条件が万全でなくても、拒否できないという現状のもとでは、許可せざるをえない。そして最終的には大規模開発に対して、多くの財政投資を行なわざるをえない。また、このような開発事業をめぐっての、市町村との調整等の困難な行政課題が発生する。次に建設中、建設後の問題としては、工期の遅れや、入居時期の遅れ、または建設計画の変更、団地周辺施設の維持管理の必要性が発生する。このため、開発施工主体と、府、市町などとの間に種々の計画調整が必要となってくる。このことは水道建設にともなう元利償還の基礎である、収入予想がぐらつき水道事業そのものの不安定の要因ともなりうると考えられる。以上京都府第2山城水道ならびに大規模宅地開発事業の現状と問題点を述べた。

Ⅱ；桂川右岸流域下水道、木津川左岸流域下水道

A）流域下水道の概要[1)]

桂川右岸流域下水道および、木津川左岸流域下水道の計画概要を、表Ⅰ－2に示した。

1）工業時事通信社，「日本の流域下水道」，1975．7

付録4－1，表Ⅰ－2　流域下水道の概要

項目＼名称		桂川右岸流域下水道	木津川左岸流域下水道
事業主体		京都府	京都府
計画面積		5088ha	2118ha
処理人口		43万人	14万4,000人
処理水量		42万7000㎥／日	13万㎥／日
管渠延長		17㎞	未定
ポンプ場		なし	なし
処理場	名称	洛西浄化センター	
	位置	京都市伏見区淀大下津町地先	八幡町
	面積	18ha	
	処理方法	標準活性汚泥法	活性汚泥法
	放流先	桂川	木津川
総事業費		600億円	250億円
関係都市		京都市、向日市、長岡京市、大山崎町（3市1町）	八幡町　田辺町（2町）
事業年度		昭和47～60年度 一部処理開始 昭和52年度予定	50～65年度

B）流域下水道について[1)]

流域下水道は、下水道法の改定により、1970年12月にはじめて法律のなかに登場してきた下水道である。下水道法第2条ではその定義を「もっぱら地方公共団体が管理する下水道により、排除される下水を受けてこれを排除し、又処理するために地方公共団体（原則として都道府県）が管理する下水道で二つ以上の市町村の区域における下水を排除するものであり、かつ終末処理場を有するものである。」とのべている。このように、流域下水道は、従来の公共下水道にくらべ、その規模は、飛躍的に大型化し、その管理方式も異なっている。このような流域下水道が登場してきた背景、ならびに流域下水道の政策的意義は次のように考えられる。

1）盛岡通，河原長美，河村清史，仲上健一，「流域下水道をめぐる今日的課題」，公害と対策，Vol，10，№12，Vol，11，№2～4，1974．12，1975．2～4

① 昭和３０年代からの「高度経済成長」政策においては、環境保全対策が無視し続けられてきた結果、都市内河川、内湾等の水域の汚濁現象が激化し、さらに水源地域まで汚濁が顕在化するという、水系全体にわたる環境破壊が進行した。一方、企業にとっても従来どおり必要水量を安価に河川から取水して生産拡大することが困難となった。住民の側からは、汚濁、悪臭、発病等のいわゆる公害発生に対する、人間としてのよりよい居住環境を求める意識が高揚したため、河川をこれ以上工場廃水の排水路として活用することを許さない社会環境が形成されてきた。そのような状況のもとで、住民の要求を一定程度解決しながら、水源確保をすすめる点から、主要水域ごとに水質環境基準値が設定された。この基準値を効率的に達成するために、流域下水道構想がもちだされたのである。

② さらに、河川が排水路として利用できなくなったため、工場廃水の処理を企業内でいちだんと強化しなければならない状況となった。それは企業にとっては、企業の処理施設への投資が膨大となり、企業の国際競争力が弱まり、したがって国家にも重大な問題となりうることを意味する。このような状況のもとで、流域に沿った企業の廃水を一括して処理する。下水道施設を望む声がでてきたのである。

③ 流域下水道事業は、都道府県によって管理されることになっている。また、流域下水道は流域にそって建設されるため、いくつかの自治体において関連性が生じ、自治体相互間の意見や政策の調整や予算、財政不足が課題となる。これにより下水道事業の管理運営の権限が、市町村の段階から中央集権化がより進むと考えられる。つまり、流域下水道事業は現在行政的には行政の広域化を志向する重要な一つの方法として位置づけられているようである。

④ 下水道の普及状況は、その国の文化程度をあらわすものといわれている。わが国は、経済的には世界的な大国に成長した、といわれているにもかかわらず、下水道をはじめ、環境保全についての対策は、資本主義世界でもっとも悪い国とされている。そこで、国際的な地位を確実なものにするためには、下水道の普及率を上昇させることは緊急の課題である。その課題を、短期的

効率的に達成する方法として、流域下水道方式が登場してきたのである。

C) 流域下水道の問題点

桂川右岸流域下水道、木津川左岸流域下水道の現状をふまえながら、ここでは現状の流域下水道事業がもつ、一般的問題点についてのべる。流域下水道事業における問題点は、大きく分類して次の3つである。

① 大規模化

② 家庭排水と工場廃水の混合処理

③ 管理の大規模化にともなう自治体の、広域行政化。

これらの3点は、流域下水道事業における基本的な問題点である。

(1) 大規模化；現在すすめられている、流域下水道の基本理念として、「流域全体を総合的に把え、規模の経済により費用を小さくする。」ことがある。

このような理念は、基本的には必要なものであり、今後とも追求されなければならない。しかし、現状の流域下水道事業においては、どのような問題が発生しているかということを、検討しなければならない。

(イ) 環境保全；流域では、上流部の山村地帯、農村地帯、中流部の住宅地帯、下流部の工業地帯、商業地帯と、自然条件によって、集落や都市の形態が異なっている。集落、都市の規模、生活パターンと自然条件とがあいまって、それぞれ独自の汚濁発生構造、汚濁浄化構造を有している。たとえば農村地帯では発生した汚濁負荷のうち、約8割が水系へ出ていくまでに、自然の浄化機構により除去されると仮定できるなら、汚濁物をそのまま下水処理場まで輸送する下水道の有効性が減少しているといえる。さらに大量の下水流入水をひきいれる終末処理場において、円滑に操作されないことがおこったりすると、広大な海域、河口域の汚染へとつながる危険性を有する。このように、流域下水道を建設するにあたっては、水系の環境保全に有効にはたらくように、流域の自然条件、社会条件を十分反映させるとともに、施設の安全性を十分に見積もった設計をおこなうことが必要である。

(ロ) 地域的公平性；多くの公共事業に共通することであるが、下水道事業の

場合も同様に、処理場予定地の住民と下水道整備予定区域の住民の要求が異なり、流域全体の公平性を保ちにくいという困難性がある。

特に、下水終末処理場建設反対の理由としては、

① 流域全体の大量の下水が、一ヶ所に集められて処理される。

② 処理場そのものの景観が悪いことや、臭気による不快がおきる。

③ 土地（農地）を失ない、生活基盤が不安になる。

④ 下水処理機能そのものへの不信、などがあげられる。事業を円滑にすすめるためには、計画の段階でも、実施の段階でも、地域住民の意見を十分にとりいれなければならない。

とくに経済効率性に関しては大規模化すれば、単位処理水量あたりの建設費も維持管理費も安くなるといわれている。しかし、この考え方はある仮定された条件のもとでの結論であり、費用計算の範囲をどの領域（たとえば汚泥処分、大規模な処理場用地獲得）までいれるかによって従来の公共下水道より高くなる可能性も十分に考えられるのである。

(3) 混合処理；下水道法で定められている下水は、〔雨水＋汚水（家庭下水＋工場廃水）〕と規定されているので、現状の法律のもとでの下水処理では、家庭下水と工場廃水とを混合処理することが認められている。

しかしながら、混合処理方法は、次のような問題点を有している。

(イ) 下水処理の困難性；わが国では、活性汚泥法という処理方式が多く採用されている。ところが、この方法で処理できる汚濁物質は主として有機物系であり、概して生物にとって有毒な物質や重金属は、ほとんど処理できないうえに、有機物そのものの処理効率を低下させるなどの、阻害作用をもっている。

(ロ) 汚泥の有効利用を困難にする；下水を活性汚泥法によって処理すると、多くの汚泥が生成される。現在汚泥は、トラックで山中に放棄したり、処理場内で放置されているが、混合処理方式では汚泥のなかに毒物、重金属が濃縮、蓄積されるので、汚泥の有効利用は期待されない。汚泥の処分は、著しい困難をきたし、環境汚染の原因となる。

(ハ) 水系汚濁に対するＰＰＰ（汚染原因者負担原則）；工場廃水を下水道に放流させ、それを混合処理方式で処分するならば、下水道管きょ内や終末処理場で生じたトラブルは家庭排水単独の場合よりも技術的に対処しがたい。たとえトラブルの原因が、工場廃水によるものであると判明しても、それ以上の責任追求は困難であり、管理者たる自治体の責任になってしまう。また、技術的、経済的にも十分な水質監視体制をとることはむずかしい。

3） 広域行政；現在、行政の広域化として、「広域市町村圏」計画が進行されており、市町村の広域行政化促進の役割をもっている。その事業内容としては、下水道事業、ゴミ処理、福祉、道路、観光など地域住民の日常生活に関係深いものが多いことが特徴である。特に、下水道の流域化は、流域全体の水管理、効率的な建設投資を理由に、その必要性が強調されている。しかしながら、公共事業の広域化により、地域住民の正当な要求が無視されたり、市町村財政が圧迫することのないように計画される必要がある。

Ⅲ；日　吉　ダ　ム

A） 日吉ダムの概要[1)]

日吉ダムは、京都府船井郡日吉町字中に建設予定されている、多目的ダムである。その目的は、洪水調節（桂川の日吉ダム建設地点における計画高水量 2,200 m³／s のうち、1,700m³／s の洪水調節を行なう。）が主である。有効貯水量は５８００万m³で、総事業費は１８５億円と予定されている。予定工期は昭和４６年年度から昭和５３年度までとされていたが、現在（１９７９年３月）でも諸々の条件により、工事着工に至っていない状況である。

B） 日吉ダム建設における問題点

日吉ダム建設に対して、地元住民より反対の運動がおこっている。その反対理由は、次の４点にまとめられる。

① 町当局の行政対応についての不信

1） 近畿地方建設局；淀川日吉ダム建設事業計画　昭和48年6月

② ダム建設と地域振興との関連の展望のなさ

③ ダムの効用への疑問

④ ダムの安全性への不安

以上の問題点は、単に日吉ダムに限定される問題ではなく、ダム建設事業全般にも共通する課題であると思われる。特に、現代のダム問題の重要な論争点は、ダム建設による直接的効果や、費用負担の問題とともに、ダム建設事業に伴う地域環境への影響が、どの程度のものであるか、ということであろう。

ダム建設事業における環境影響評価についての研究は、まだ我が国においては端緒についたばかりであり、今後の研究が必要である。[1)]

2) 三浦孝雄；ダム建設事業における環境影響評価について；水資源に関するシンポジウム1977. 10

付録4－2・表Ⅱ－1　属　性　内　容

X_1；短期的（完成時点）な実効性、（改善内容）

$$\frac{\text{ダム建設に伴い、浸水をまぬがれる戸数}}{\text{対象地域の家屋数}}$$

X_2；短期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{洪水調節による利益（住宅、公共施設）}}{\text{総費用}}$$

X_3；長期的（ダム完成後約５０年時点）な期待性（改善内容）

$$\frac{\text{ダム建設に伴い、浸水をまぬがれる戸数}}{\text{対象地域の家屋数}}$$

X_4；長期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{洪水調節による利益（住宅、公共施設）}}{\text{総費用×割引率＋維持管理費}}$$

X_5；短期的（完成時点）な実効性（改善内容）

$$\frac{\text{ダム建設に伴い湛水をまぬがれる耕作面積}}{\text{対象地域の経営農地面積}}$$

X_6；短期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{洪水調節による利益（農業）}}{\text{総費用}}$$

X_7；長期的（ダム完成後５０年時点）な期待性（改善内容）

$$\frac{\text{ダム建設に伴い湛水をまぬがれる耕作面積}}{\text{対象地域の経営農地面積}}$$

X_8；長期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{洪水調節による利益（農業）}}{\text{総費用×割引率＋維持管理費}}$$

X_9；行政体がみた短期的な公平性

$$\frac{\text{1世帯あたりの利益}}{\text{1農家あたりの利益}}$$

X_{10}；短期的（完成時点）な実効性（改善内容）

$$\frac{\text{用水供給}}{\text{水需要}}$$

X_{11}；短期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{用水供給による利益}}{\text{総費用}}$$

X_{12}；長期的（ダム完成後50年時点）な期待性（改善内容）

$$\frac{\text{用水供給}}{\text{水需要}}$$

X_{13}；長期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{用水供給による利益}}{\text{総費用}\times\text{割引率}+\text{維持管理費}}$$

X_{14}；短期的な実効性（改善内容）

$$\frac{\text{用水供給}}{\text{水需要}}$$

X_{15}；短期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{用水供給による利益}}{\text{総費用}}$$

X_{16}；長期的（京都府営第2山城水道完成後50年時点）な期待性

$$\frac{\text{用水供給}}{\text{水需要}}$$

X_{17}；長期的な経済性（費用便益）

$$\frac{\text{用水供給による利益}}{\text{総費用}\times\text{割引率}+\text{維持管理費}}$$

X_{18}；短期的な実効性

$$\frac{\text{BOD最大処理能力量}}{\text{総BOD負荷}}$$

X_{19}；短期的な経済性

$$\frac{\text{汚水処理費用}}{\text{総費用}}$$

X_{20}；長期的（流域下水道完成後５０年時点）の期待性

$$\frac{\text{BOD最大処理能力量}}{\text{総BOD負荷（予測値）}}$$

X_{21}；長期的な経済性

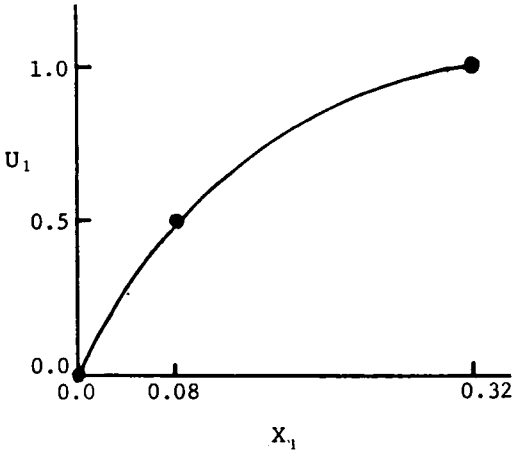
$$\frac{\text{汚水処理費用}}{\text{総費用×割引率＋維持管理費}}$$

仮定	1） 割引率	0.06	
	2） 人口増加率	1965～85	4.125%
		1975～2025	3.00 %

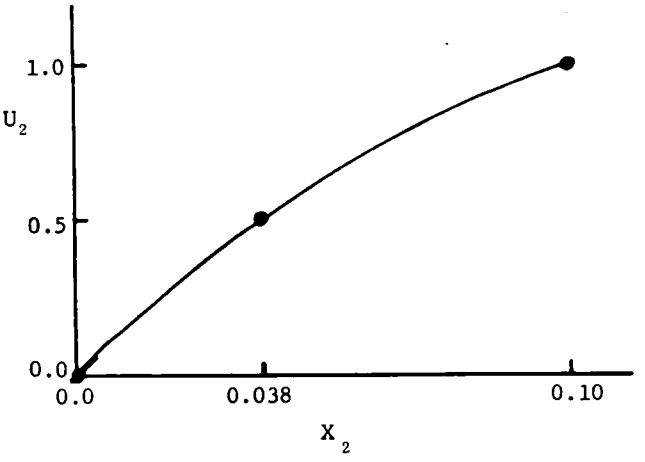
付録4－2・図Ⅱ－1　効　用　関　数

洪水制御

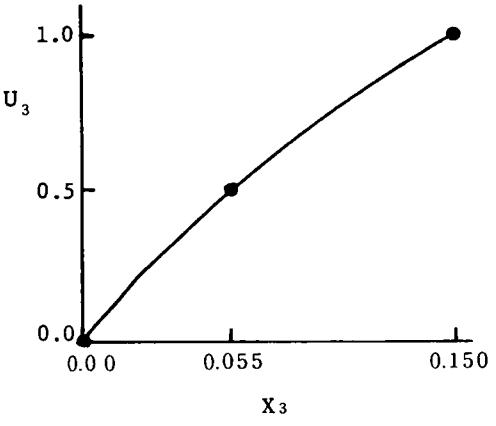
$u_1 = 1.096\ (1 - e^{-7.621\,x_1})$



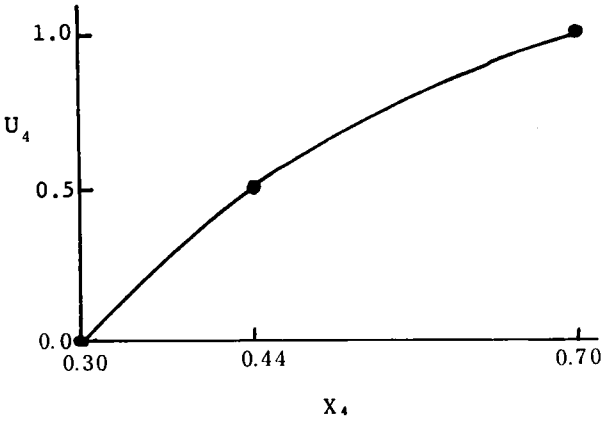
$u_2 = 1.583\ (1 - e^{-9.990\,x_2})$



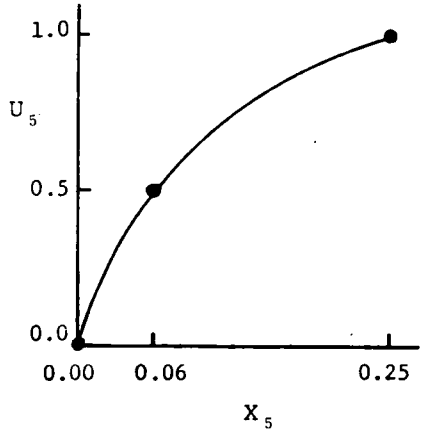
$u_3 = 1.484\ (1 - e^{-7.473\,x_3})$



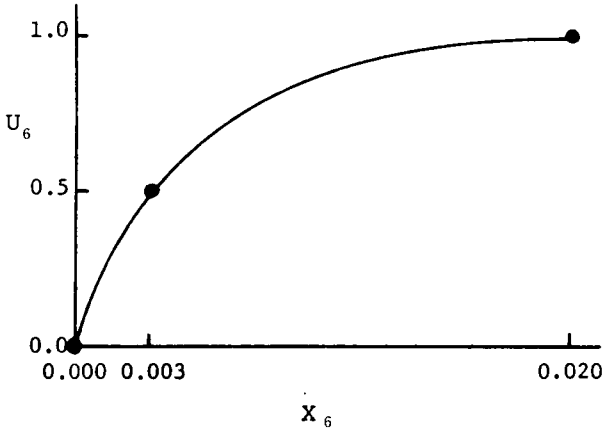
$u_4 = 1.386 - 3.616\,e^{-3.197\,x_4}$



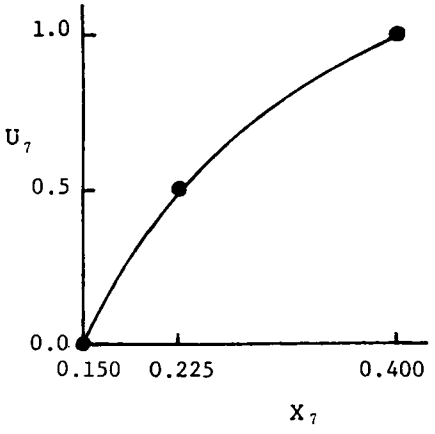
$u_5 = 1.081\ (1 - e^{-10.347\, x_5})$



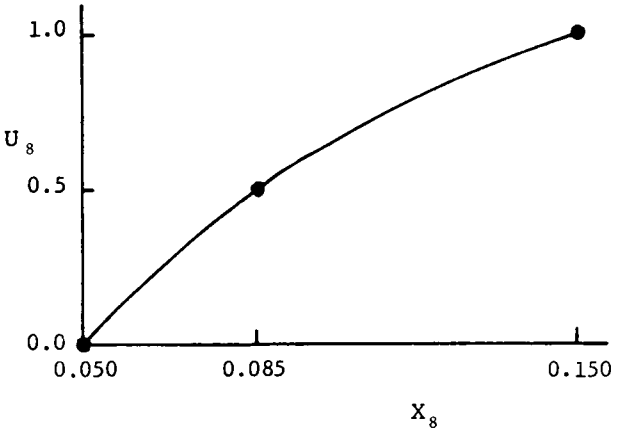
$u_6 = 1.011\ (1 - e^{-227.606\, x_6})$



$u_7 = 1.198 - 3.530\, e^{-7.207\, x_7}$

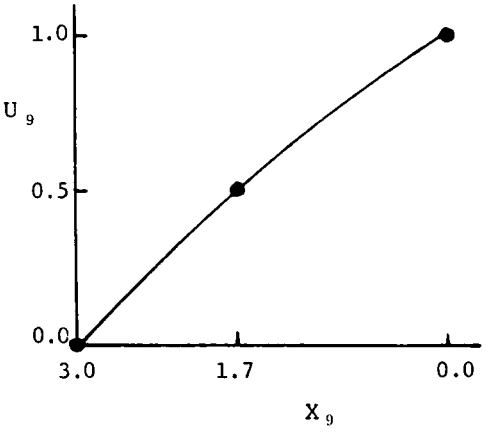


$u_8 = 1.385 - 2.626\, e^{-12.792\, x_8}$

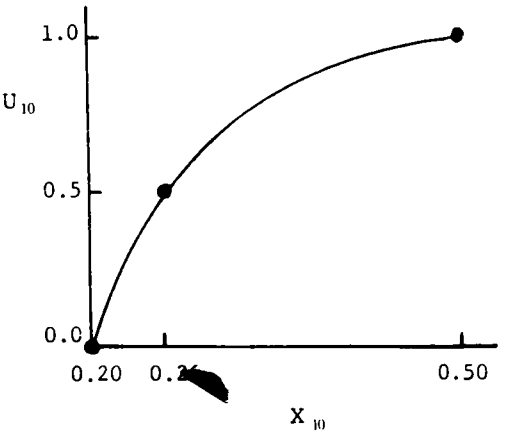


用水供給

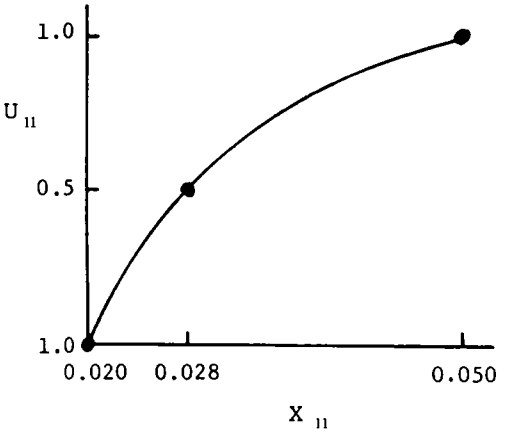
$$u_9 = 2.391 - 1.391\, e^{0.181\, x_9}$$



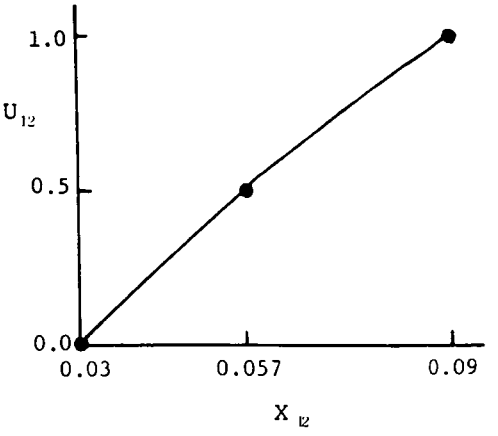
$$u_{10} = 1.039 - 9.272\, e^{-10.945\, x_{10}}$$



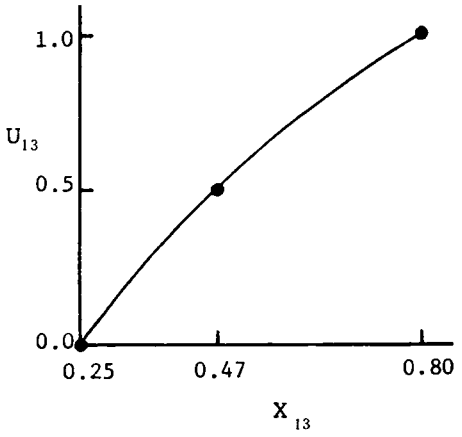
$$u_{11} = 1.123 - 4.897\, e^{-73.617\, x_{11}}$$



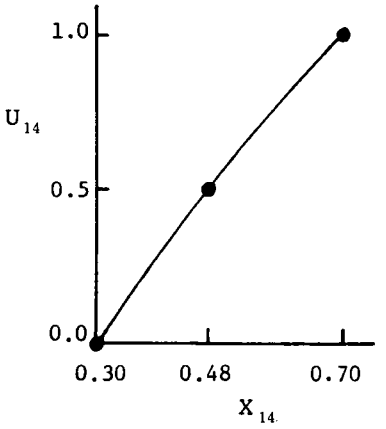
$$u_{12} = 3.012 - 3.689\, e^{-6.723\, x_{12}}$$



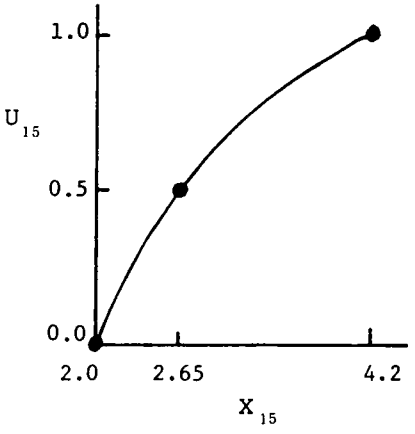
$u_{13} = 1.780 - 2.588\, e^{-1.500\, x_{13}}$



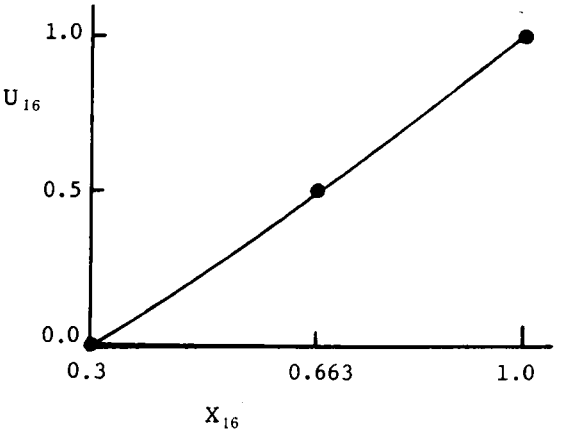
$u_{14} = 3.015 - 4.079\, e^{-1.008\, x_{14}}$



$u_{15} = 0.999 - 8.467\, e^{-1.068\, x_{15}}$

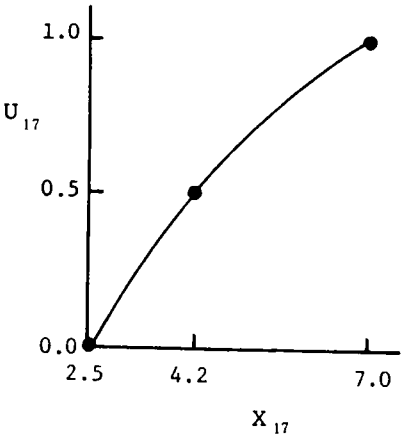


$u_{16} = -\ 6.072 + 5.688\, e^{0.218\, x_{16}}$

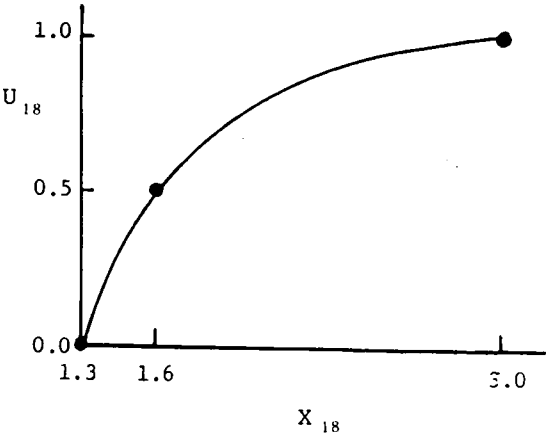


水質管理

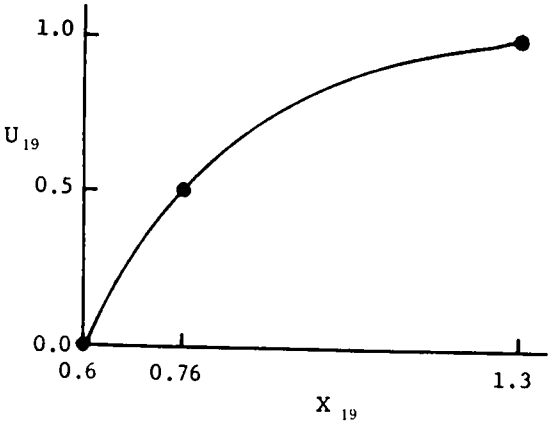
$u_{17} = 1.543 - 2.750\, e^{-0.230\, x_{17}}$



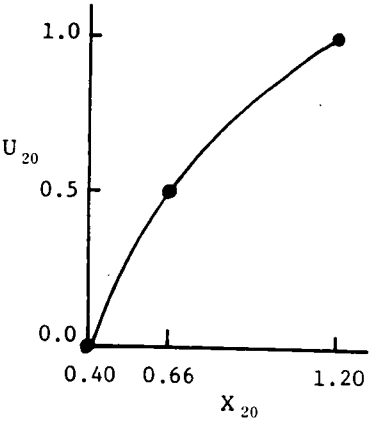
$u_{18} = 1.021 - 18.941\, e^{-2.247\, x_{18}}$

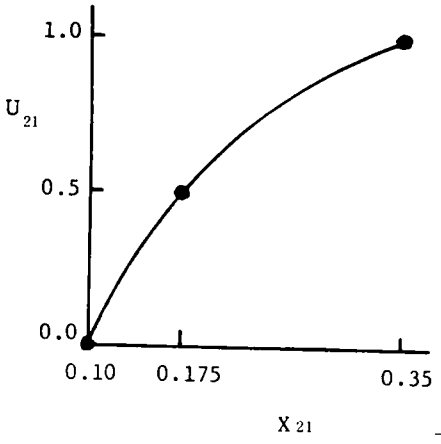


$u_{19} = 1.065 - 11.539\, e^{-3.973\, x_{19}}$



$u_{20} = 1.273 - 2.745\, e^{-1.921\, x_{20}}$





$u_{21} = 1.198 - 2.462\, e^{-7.206\, x_{21}}$

付録4－2・表Ⅱ－2　インディファレンス・ポイント

インディファレンス・ポイント	スケーリング・コンスタント
洪水制御：日吉ダム	
住民：短期	
($x_1 = 0.22$, $x_2 = 0$), ($x_1 = 0$, $x_2 = 0.10$)	$k_2 = 0.88\,k_1$
住民：長期	
($x_3 = 0.05$, $x_4 = 0.3$), ($x_3 = 0$, $x_4 = 0.7$)	$k_4 = 0.47\,k_3$
産業：短期	
($x_5 = 0.20$, $x_6 = 0$), ($x_5 = 0$, $x_6 = 0.02$)	$k_6 = 0.94\,k_5$
産業：長期	
($x_7 = 0.25$, $x_8 = 0.05$), ($x_7 = 0.15$, $x_8 = 0.15$)	$k_8 = 0.62\,k_7$
用水供給：日吉ダム	
住民：短期	
($x_{10} = 0.425$, $x_{11} = 0.02$), ($x_{10} = 0.20$, $x_{11} = 0.05$)	$K_{11} = 0.98\,k_{10}$
住民：長期	
($x_{12} = 0.065$, $x_{13} = 0.25$), ($x_{12} = 0.03$, $x_{13} = 0.8$)	$k_{13} = 0.64\,k_{12}$
用水供給：京都府営第2山城水道	
住民：短期	
($x_{14} = 0.60$, $x_{15} = 2.0$), ($x_{14} = 0.30$, $x_{15} = 4.2$)	$k_{15} = 0.8\,k_{14}$
住民：長期	
($x_{16} = 0.6$, $x_{17} = 2.5$), ($x_{16} = 0.3$, $x_{17} = 7.0$)	$k_{17} = 0.42\,k_{16}$
水質管理：流域下水道	
住民：短期	
($x_{18} = 2.3$, $x_{19} = 0.6$), ($x_{18} = 1.3$, $x_{19} = 1.3$)	$x_{19} = 0.94\,x_{18}$
住民：長期	
($x_{20} = 0.7$, $x_{21} = 0.1$), ($x_{20} = 0.4$, $x_{21} = 0.35$)	$x_{21} = 0.56\,x_{20}$

インディファレンス・ポイント	スケーリング・コンスタント

洪水制御：日吉ダム

住　民

($x_1 = 0.21$, $x_3 = 0$), ($x_1 = 0$, $x_3 = 0.15$)　　$\lambda_{Rl} = 0.86\,\lambda_{Rs}$

産　業

($x_5 = 0.15$, $x_7 = 0.15$), ($x_5 = 0$, $x_7 = 0.4$)　　$\lambda_{Il} = 0.896\,\lambda_{Is}$

用水供給：日吉ダム

住　民

($x_{10} = 0.425$, $x_{12} = 0.03$), ($x_{10} = 0.2$, $x_{12} = 0.09$)　　$\lambda_{Rs} = 0.97\,\lambda_{Rl}$

用水供給：京都府営第２山城水道

($x_{14} = 0.625$, $x_{16} = 0.3$), ($x_{14} = 0.3$, $x_{16} = 1.0$)　　$\lambda_{Rl} = 0.9\,\lambda_{Rs}$

水質管理：流域下水道

住　民

($x_{18} = 2.7$, $x_{20} = 0.4$), ($x_{18} = 1.3$, $x_{20} = 1.2$)　　$\lambda_{Rs} = 0.884\,\lambda_{Rl}$

付録4－2・表Ⅱ－3　多重属性効用関数

〔洪水制御〕

（日吉ダム）

住　民

$$u_{FCR}\{u_{Rs}(x_1, x_2),\ u_{Rl}(x_3, x_4)\}$$

$$= \frac{1}{-0.3746}\left[\{1-0.2247\,u_{Rs}\}\{1-0.1932\,u_{Rl}\}-1\right]$$

住民：短期

$$u_{Rs}(x_1, x_2) = \frac{1}{-0.8282}\left[\{1-0.6211\,u_1(x_1)\}\{1-0.5466\,u_2(x_2)\}-1\right]$$

住民：長期

$$u_{Rs}(x_3, x_4) = \frac{1}{-0.3891}\left[\{1-0.2918\,u_3(x_3)\}\{1-0.1373\,u_4(x_4)\}-1\right]$$

産　業

$$u_{FCI}\{u_{Is}(x_5, x_6),\ u_{Il}(x_7, x_8)\}$$

$$= \frac{1}{-0.7433}\left[\{1-0.5217\,u_{Is}\}\{1-0.4674\,u_{Il}\}-1\right]$$

産業：短期

$$u_{Is}(x_5, x_6) = \frac{1}{-0.9175}\left[\{1-0.734\,u_5(x_5)\}\{1-0.6899\,u_6(x_6)-1\right]$$

産業：長期

$$u_{Il}(x_7, x_8) = \frac{1}{-0.6165}\left[\{1-0.4623\,u_7(x_7)\}\{1-0.2866\,u_8(x_8)-1\right]$$

行　政

$$u_G(x_9) = 2.3907 - 1.3909\,e^{0.1805\,x_9}$$

〔用水供給〕

（日吉ダム）

住　民

$$u_{WSDR}\{u_{Rs}(x_{10}, x_{11}),\ u_{Rl}(x_{12}, x_{13})\}$$

$$= \frac{1}{-0.8344}\left[\{1-0.5840\,u_{Rs}\}\{1-0.6018\,u_{Rl}\}-1\right]$$

住民：短期

$$u_{Rs}(x_{10}, x_{11}) = \frac{1}{-0.9646}\left[\{1-0.8199\,u_{10}(x_{10})\}\{1-0.8035\,u_{11}(x_{11})\}-1\right]$$

住民：長期

$$u_{Rl}(x_{12}, x_{13}) = \frac{1}{-0.7617}\left[\{1-0.6093\,u_{12}(x_{12})\}\{1-0.3899\,u_{13}(x_{13})\}-1\right]$$

（京都府営第２山城水道）

住　民

$$u_{WSPWR}\{u_{Rs}(x_{14}, x_{15}),\ u_{Rl}(x_{16}, x_{17})\}$$

$$= \frac{1}{-0.9027}\left[\{1-0.7221\,u_{Rs}\}\{1-0.6499\,u_{Rl}\}-1\right]$$

住民：短期

$$u_{Rs}(x_{14}, x_{15}) = \frac{1}{-0.9567}\left[\{1-0.8610\,u_{14}(x_{14})\}\{1-0.6888\,u_{15}(x_{15})\}-1\right]$$

住民：長期

$$u_{Rl}(x_{16}, x_{17}) = \frac{1}{-0.6822}\left[\{1-0.5798\,u_{16}(x_{16})\}\{1-0.2435\,u_{17}(x_{17})\}-1\right]$$

〔水質管理〕

（流域下水道）

住　民

$$u_{WQBSR}\{u_{Rs}(x_{18}, x_{19}),\ u_{Rl}(x_{20}, x_{21})\}$$

$$=\frac{1}{-0.9405}\left[\{1-0.7053\,u_{Rs}\}\{1-0.798\,u_{Rl}\}-1\right]$$

短　期

$$u_{Rs}(x_{18}, x_{19})=\frac{1}{-0.9175}\left[\{1-0.7340\,u_{18}(x_{18})\}\{1-0.6899\,u_{19}(x_{19})\}-1\right]$$

長　期

$$u_{Rl}(x_{20}, x_{21})=\frac{1}{-0.3352}\left[\{1-0.2346\,u_{20}(x_{20})\}\{1-0.1313\,u_{21}(x_{21})\}-1\right]$$

付録4－3・表Ⅲ－1　インディファレンス・ポイントとスケーリング・コンスタント（属性）

インディファレンス・ポイント	スケーリング・コンスタント
洪水制御	
日吉ダム　(FCHD)	
住民：短期　(FCHDRS)	
$(x_1 = 0.22, x_2 = 0) \sim (x_1 = 0, x_2 = 0.10)$	$k_1 = 0.75$　$k = -0.9411$
$(x_1 = 0.13, x_3 = 10.0) \sim (x_1 = 0, x_3 = 1.0)$	$k_2 = 0.88k_1 = 0.66$
	$k_3 = 0.67k_1 = 0.5025$
住民：長期　(FCHDRL)	
$(x_4 = 0.05, x_5 = 0.3) \sim (x_4 = 0, x_5 = 0.7)$	$k_4 = 0.75$　$k = -0.8198$
$(x_4 = 0.06, x_6 = 10.0) \sim (x_4 = 0, x_6 = 1.0)$	$k_5 = 0.48k_4 = 0.36$
	$k_6 = 0.55k_4 = 0.41$
産業：短期　(FCHDIS)	
$(x_7 = 0.20, x_8 = 0) \sim (x_7 = 0, x_8 = 0.02)$	$k_7 = 0.8$　$k = -0.9807$
$(x_7 = 0.15, x_9 = 10.0) \sim (x_7 = 0, x_9 = 1.0)$	$k_8 = 0.94k_7 = 0.752$
	$k_9 = 0.84k_7 = 0.672$
産業：長期	
$(x_{10} = 0.25, x_{11} = 0.05) \sim (x_{10} = 0.15, x_{11} = 0.15)$	$k_{10} = 0.75$　$k = -0.9065$
$(x_{10} = 0.27, x_{12} = 10.0) \sim (x_{10} = 0.15, x_{12} = 1.0)$	$k_{11} = 0.63k_{10} = 0.4725$
	$k_{12} = 0.72k_{10} = 0.54$
用水供給	
日吉ダム　(WSHD)	
住民：短期　(WSHDRS)	
$(x_{14} = 0.425, x_{15} = 0.02) \sim (x_{14} = 0.20, x_{15} = 0.05)$	$k_{14} = 0.85$　$k = -0.9826$
$(x_{14} = 0.25, x_{16} = 10.0) \sim (x_{14} = 0.20, x_{16} = 1.0)$	$k_{15} = 0.98k_{14} = 0.833$
	$k_{16} = 0.50k_{14} = 0.425$
住民：長期　(WSHDRL)	
$(x_{17} = 0.065, x_{18} = 0.25) \sim (x_{17} = 0.03, x_{18} = 0.8)$	$k_{17} = 0.8$　$k = -0.9428$
$(x_{17} = 0.07, x_{19} = 10.0) \sim (x_{17} = 0.03, x_{19} = 1.0)$	$k_{18} = 0.65k_{17} = 0.52$
	$k_{19} = 0.72k_{17} = 0.576$
京都府営第2山城水道　(WSPW)	
住民：短期　(WSPWRS)	
$(x_{20} = 0.60, x_{21} = 2.0) \sim (x_{20} = 0.30, x_{21} = 4.2)$	$k_{20} = 0.9$　$k = -0.9707$
$(x_{20} = 0.40, x_{22} = 7.0) \sim (x_{20} = 0.30, x_{22} = 1.0)$	$k_{21} = 0.79k_{20} = 0.711$
	$k_{22} = 0.29k_{20} = 0.261$
住民：長期　(WSPWRL)	
$(x_{23} = 0.6, x_{24} = 2.5) \sim (x_{23} = 0.3, x_{24} = 7.0)$	$k_{23} = 0.85$　$k = -0.8982$
$(x_{23} = 0.65, x_{25} = 7.0) \sim (x_{23} = 0.3, x_{25} = 1.0)$	$k_{24} = 0.42k_{23} = 0.357$
	$k_{25} = 0.48k_{23} = 0.408$
水質管理	
流域下水道　(WQBS)	
住民：短期　(WQBSRS)	
$(x_{26} = 2.3, x_{27} = 0.6) \sim (x_{26} = 1.3, x_{27} = 1.3)$	$k_{26} = 0.8$　$k = -0.9717$
$(x_{26} = 1.8, x_{28} = 10.0) \sim (x_{26} = 1.3, x_{28} = 1.0)$	$k_{27} = 0.94k_{26} = 0.752$
	$k_{28} = 0.68k_{26} = 0.544$
住民：長期　(WQBSRL)	
$(x_{29} = 0.7, x_{30} = 0.1) \sim (x_{29} = 0.4, x_{30} = 0.35)$	$k_{29} = 0.7$　$k = -0.8378$
$(x_{29} = 0.8, x_{31} = 10.0) \sim (x_{29} = 0.4, x_{31} = 1.0)$	$k_{30} = 0.57k_{29} = 0.399$
	$k_{31} = 0.7k_{29} = 0.49$

付録4－3・表Ⅲ－2　インディファレンス・ポイントと スケーディング・コンスタント（利益集団）

インディファレンス・ポイント	スケーリング・コンスタント
洪水制御	
日吉ダム	
住　民　(FCHDR)	
$(x_1 = 0.21, x_4 = 0) \sim (x_1 = 0, x_4 = 0.15)$	$\lambda_1 = 0.7 \quad \lambda = -0.717$ $\lambda_4 = 0.86\lambda_1 = 0.602$
産　業　(FCHDI)	
$(x_7 = 0.15, x_{10} = 0.15) \sim (x_7 = 0, x_{10} = 0.40)$	$\lambda_7 = 0.8 \quad \lambda = -0.901$ $\lambda_{10} = 0.896\lambda_7 = 0.717$
用水供給	
日吉ダム	
住　民　(WSHDR)	
$(x_{14} = 0.425, x_{17} = 0.03) \sim (x_{14} = 0.2, x_{17} = 0.09)$	$\lambda_{14} = 0.75 \quad \lambda = -0.902$ $\lambda_{17} = 1.03\lambda_{14} = 0.773$
京都府営第２山城水道	
住　民　(WSPWR)	
$(x_{20} = 0.625, x_{23} = 0.3) \sim (x_{20} = 0.3, x_{23} = 1.0)$	$\lambda_{20} = 0.85 \quad \lambda = -0.946$ $\lambda_{23} = 0.9\lambda_{20} = 0.765$
水質管理	
流域下水道	
住　民　(WQBSR)	
$(x_{26} = 2.7, x_{29} = 0.4) \sim (x_{26} = 1.3, x_{29} = 1.2)$	$\lambda_{26} = 0.8 \quad \lambda = -0.974$ $\lambda_{29} = 1.13\lambda_{26} = 0.905$

付録4－3・表Ⅲ－3　多重属性効用関数

洪水制御

日吉ダム

住民

$$u_{FCHDR}\{u_{.Rs}(x_1, x_2, x_3), u_{.Rl}(x_4, x_5, x_6) = \frac{1}{-0.717}[\{1-0.5019u_{.Rs}\}\{1-0.4316u_{.Rl}\}-1]$$

住民：短期

$$u_{.Rs}(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{-0.9411}[\{1-0.7058u_1(x_1)\}\{1-0.6211u_2(x_2)\}\{1-0.4729u_3(x_3)\}-1]$$

住民：長期

$$u_{.Rl}(x_4, x_5, x_6) = \frac{1}{-0.8198}[\{1-0.6149u_4(x_4)\}\{1-0.2951u_5(x_5)\}\{1-0.3361u_6(x_6)\}-1]$$

産業

$$u_{FCHDI}\{u_{.Is}(x_7, x_8, x_9), u_{.Il}(x_{10}, x_{11}, x_{12})\} = \frac{1}{-0.901}[\{1-0.7208u_{.Is}\}\{1-0.6460u_{.Il}\}-1]$$

産業：短期

$$u_{.Is}(x_7, x_8, x_9) = \frac{1}{-0.9807}[\{1-0.7846u_7(x_7)\}\{1-0.7375u_8(x_8)\}\{1-0.6590u_9(x_9)\}-1]$$

産業：長期

$$u_{.Il}(x_{10}, x_{11}, x_{12}) = \frac{1}{-0.9065}[\{1-0.6799u_{10}(x_{10})\}\{1-0.4283u_{11}(x_{11})\}\{1-0.4895u_{12}(x_{12})\}-1]$$

行政

$$u_{FCHDM}(x_{13}) = 2.374-1.374e^{0.182x_{13}}$$

用水供給

日吉ダム

住民

$$u_{WSHDR}\{u_{.Rs}(x_{14}, x_{15}, x_{16}), u_{.Rl}(x_{17}, x_{18}, x_{19})\} = \frac{1}{-0.902}[\{1-0.6765u_{.Rs}\}\{1-0.6972u_{.Rl}\}-1]$$

住民：短期

$$u_{.Rs}(x_{14}, x_{15}, x_{16}) = \frac{1}{-0.9826}[\{1-0.8352u_{14}(x_{14})\}\{1-0.8185u_{15}(x_{15})\}\{1-0.4176u_{16}(x_{16})\}-1]$$

住民：長期

$$u_{.Rl}(x_{17}, x_{18}, x_{19}) = \frac{1}{-0.9428}[\{1-0.7592u_{17}(x_{17})\}\{1-0.4903u_{18}(x_{18})\}\{1-0.5431u_{19}(x_{19})\}-1]$$

京都府営第2山城水道

住民

$$u_{WSPWR}\{u_{.Rs}(x_{20}, x_{21}, x_{22}), u_{.Rl}(x_{23}, x_{24}, x_{25})\} = \frac{1}{-0.946}[\{1-0.8041u_{.Rs}\}\{1-0.7237u_{Rl}\}-1]$$

住民：短期

$$u_{.Rs}(x_{20}, x_{21}, x_{22}) = \frac{1}{-0.9707}[\{1-0.8736u_{20}(x_{20})\}\{1-0.6902u_{21}(x_{21})\}\{1-0.2533u_{22}(x_{22})\}-1]$$

住民：長期

$$u_{.Rl}(x_{23}, x_{24}, x_{25}) = \frac{1}{-0.8982}[\{1-0.7635u_{23}(x_{23})\}\{1-0.3207u_{24}(x_{24})\}\{1-0.3665u_{25}(x_{25})\}-1]$$

水質管理

流域下水道

住民

$$u_{WQBSR}\{u_{.Rs}(x_{26}, x_{27}, x_{28}), u_{.Rl}(x_{29}, x_{30}, x_{31})\} = \frac{1}{-0.974}[\{1-0.7792u_{.Rs}\}\{1-0.8815u_{.Rl}\}-1]$$

住民：短期

$$u_{.Rs}(x_{26}, x_{27}, x_{28}) = \frac{1}{-0.9717}[\{1-0.7774u_{26}(x_{26})\}\{1-0.7307u_{27}(x_{27})\}\{1-0.5286u_{28}(x_{28})\}-1]$$

住民：長期

$$u_{.Rl}(x_{29}, x_{30}, x_{31}) = \frac{1}{-0.8378}[\{1-0.5865u_{29}(x_{29})\}\{1-0.3343u_{30}(x_{30})\}\{1-0.4105u_{31}(x_{31})\}-1]$$

付録4—3・表Ⅲ—4　インディファレンス・ポイントとスケーリング・コンスタント（機能）

インディファレンス・ポイント	スケーリング・コンスタント
洪水制御(FC)	
$(x_{13} = 0.6, x_1 = 0) \sim (x_{13} = 3.0, x_1 = 0.3)$ $(x_{13} = 1.0, x_7 = 0) \sim (x_{13} = 3.0, x_7 = 0.25)$	$\lambda_{13} = 0.7$ $\lambda_1 = 0.672\lambda_{13} = 0.4704$ $\lambda_7 = 0.54\lambda_{13} = 0.378$ $\lambda = -0.8524$
用水供給(WS)	
$(x_{14} = 0.4, x_{20} = 0.3) \sim (x_{14} = 0.2 \sim x_{20} = 0.7)$	$\lambda_{14} = 0.7$ $\lambda_{20} = 0.89\lambda_{14} = 0.628$ $\lambda = -0.745$
水質管理(WQ) = (WQBSR)	
$(x_{14} = 0.25, x_{13} = 3.0) \sim (x_{14} = 0.2, x_{13} = 0)$ $(x_{14} = 0.35, x_{26} = 1.3) \sim (x_{14} = 0.2, x_{26} = 3.0)$	$\lambda_{14} = 0.8$ $\lambda_{13} = 0.638\lambda_{14} = 0.51$ $\lambda_{26} = 0.86\lambda_{14} = 0.688$ $\lambda = -0.949$

第5章　適用例よりみた多重属性効用関数法の理論的諸課題の検討とその改良

5－1　はじめに

効用理論史の初期（すなわち、A．SmithからSlutzky E．までの1776年から1915年まで）においては、今日の経済学において理解されている効用概念よりもはるかに広い意味で効用の原理が考察されていた。しかし、当時の効用理論の構築目的は、経済的行動を理論的に説明することを主としており、今日の厚生経済学の対象となるべき諸課題を解明したり、さらには経済政策を修正したり、正当化するためではなかった。[1)]

その後、効用理論は理論的精緻化の一途をたどり、今日では、効用の直接測定は不可能としても、同一の満足度を与える効用の比較は可能であるという見解が理論経済学においては一般的となっている。一方、効用理論の適用に関する研究の発展では、厚生経済学において社会的厚生関数が導入され、この表現法として効用理論の適用が種々考えられてきた。

効用理論の発展は、経済学以外の分野では、社会心理学および行動科学においてみられた。これらの領域においては心理的な効用を科学的に測定する方法の開発に力がそそがれ、実証的、実験的な研究が多くみられる。[2)]

また、数理工学的な分野では、Von Neuman and Morgenstern（1947）が、不確実性下における個人の選好行為をもとにして、効用を数量的に測定することが可能であることを証明して以来、Savage（1954），Luce and Raiffa（1957），Pratt, Raiffa, and Schlaifer（1965）およびFishburn（1970）らによって効用理論が展開されたのである。[3)]

1）GEORGE J．STIGLER：The Development of Utility Theory Journal of Political Economy，Vol LVⅢ：1950，丸山徹 訳（効用理論の発展）：日本経済新聞社 1979

2）三菱総合研究所：効用理論の適用に関する考察，1973

3）Ralph L．Keeney，Howard Raiffa，Decisions with Multiple Objectives：Preferences and Value Tradeoffs，1976

本論文の第３章、第４章において適用した多重属性効用関数法は、この数学的分野における効用理論の展開の成果にもとづいてRalph L. Keeneyらによって開発されたものである。

R.L.Keeney はこのような数学的理論的研究の成果をより発展させる方向として、特に実際の社会的諸問題への適用を強調し、かつ実践した。[1] 理論の適用による実証的研究により、理論の限界を知ることになり、このことが究極的には理論の発展への道につながると信じたからであろう。

特に、従来の研究では、実際問題への適用に関する研究において、実務家により整理された問題に数理学者が方法論を安易に適用するという傾向が強かった。そのため、実際問題へ理論を適用し、そのプロセスおよび結果から理論的な展開ろみる方向はあまりみられなかった。

しかしながら、環境問題をはじめ、水問題、地域問題は、与えられた諸条件を前提として最適解を見いだすといった性質の研究のみならず、現実の事象から問題を発見し、かつ、その事象に適合するように問題を解決するという性質をもつものである。

本章では、第３章、第４章での適用例を整理検討し、多重属性効用関数法を地域・水環境システムの評価手法として、より普遍的に適用できるように改良の方向をさぐることを目的とする。

---

1) Ralph L. Keeney, MULTIATTRIBUTE UTILITY ANALYSIS "A BRIEF SURVEY", 1975 RM-75-43, IIASA

5－2　適用例からみた多重属性効用関数法の問題点

5－2－1　適用例の総括

第3章、第4章では多重属性効用関数法を地域分析および水資源計画評価の評価手法として適用した。これらの適用例より得られた問題点を総括し、多重属性効用関数法の特性をまとめると、次の4点に整理できる。

(i) 評価モデルの規模について

本研究において同定された、地域分析モデルおよび水資源計画評価モデルに共通する特徴は属性数が多いということである。このため、資料の収集およびその加工、また計算において多大の時間が費やされた。そのため、最初の評価ステップから最終段階に至るまでの判断の方針に一貫性が十分に保障され難い部分も存在したといえよう。

また、評価モデルが大規模であるため、全体にわたる属性内容や判断基準を理解、または検証することが困難であったり、多大の時間を要するという問題が存在する。

(ii) 評価結果の妥当性について

評価結果は、それぞれの問題の専門家により、いわれている一般的見解とほぼ同様な内容となった。また、各属性の効用水準の解釈により問題をより深く理解できる結果となっている。それは、属性選択、および効用水準の決定に十分な時間をとって比較的信頼できる値を設定して計算を行なったためと思われる。

また、大阪市域の地域分析では事後評価、淀川上流域の水資源開発計画事業の評価では事前評価とそれぞれ事前、事後の評価が実行された。これは、本適用結果より多重属性効用関数法の適用対象が両者ともに十分に適用可能であることを示している。

しかしながら、本研究における適用例の場合は、分析視点がマクロであるため、問題の大略の評価は可能であるが、ミクロな課題、たとえば、環境基準の設定や経済成長率の推定、ダム建設におけるコスト・アロケーション等の具体的でかつ緊急を要する課題には、評価構造を再構築しない限り、答えることができない。

(iii) 評価内容の総合性について

本研究における２つの適用例は、複雑な地域問題複合体であり、それらの総体を評価するためには、経済的、社会的、物理的な面からの総合評価の視点が求められる。

本例においては、属性の選択に際して問題の多面的な要素を反映できるように検討したため、総合評価が達成できたと考えられる。さらに、モデル同定においては、問題に含まれている各機能たとえば、利益集団、目的、地域などの要素における評価が各レベルにおいて、容易に認知できるように設計されている。また、総体としての効用水準も各レベルの効用水準と同様に導出されるため、全体、個別の評価が容易である。また、４－６－４で示した感度分析の適用例によっても明らかなように、各属性が全体の効用水準とどのような重みを持っているかがわかる。これらのことによりモデル全体の構造が総合的かつ定量的に把握できる。

(iv) 意志決定の問題

本研究においては、属性の選択というスクリーニング・プロセスから効用水準の決定、属性間の統合に至るまで、収集された資料に基づきながらも筆者の判断に基づいて意思決定が行なわれた。しかしながら、これはあくまでも意志決定者が評価すべき事象を十分に熟知し、かつ問題に関与する利益集団の価値基準も知っているということが前提条件である。しかしこれは、経済学でいうWISEMAN UTILITY にしかすぎないのである。取り扱う問題が社会的な利害関係のないような問題※ならば、意志決定の方式において大きな問題はでてこないと思われるが、本研究で取り扱っているような地域問題複合体の場合には実際の意志決定は関係利害者により、微妙に決定される性質のものであり、一面的である、と考えられる。そこで、今後の課題としては、合理的な意志決定のルールの策定が必要とされるであろう。

以上の４点を考慮しながら次項において適用の意義、および限界、方法論の問題点について考察を加える。

※ 新製品の開発等

5－2－2　適用の意義と限界

多重属性効用関数法の適用により、社会現象、環境問題、水資源計画等の評価はできるが、その結果が確定的なものになりうるとは、断言できない。すなわち、評価結果に基づいて、ただちに政策として用いたり、政策決定の根拠にすることは危険である。これは、単に多重属性効用関数法のみの問題ではなく、経済効果分析手法として確立されている費用便益分析法（Cost Benefit Analysis,），PPBS（Planning Programing and Budgeting System）等にも同様のことがいえる。

ただし、多重属性効用関数法をはじめとする効用理論の適用が、従来の評価法と異なっている点は、いうまでもなく効用という抽象概念に依存している点である。

地域・水・環境等の問題は、いわば、自然的・社会的側面を有する多様な現象であり、これを直観的にとらえたり、物理的な数値や金銭的な数値だけでは十分にその全体像を描きだすことができない性質のものである。

効用理論の適用、すなわち、効用という基準によって、複雑な対象を評価する行為は、現象に含まれる諸性能を非線形無次元化によって効用の１つに置きかえることである。この行為は、約２００年前のJeremy Benthamの試みとも一致するのである。

すなわち、Jeremy Benthamは、１７７９年“Introduction to the Principle of Morals and Legislatation”の中で快楽と苦痛の量を測定することを提起しているのである。しかも、その目的は、一層合理的な民法・刑法体系を構築するという極めて現実的なものであった。

統一的、かつ原理的指標を用いることが可能ならば、現実社会の諸現象を測定し、それらの現象の中に存在する相互的関係を明確にし、それらの諸属性を計画化の中に導入することができるのである。[1)]

効用理論は、従来の方法とちがって、評価者が評価しようと思う属性（それが物理的、心理的な対象であろうと）を、その属性の性質（線型性、非線型にかぎらず）に従って測定できるという優れた特性をもつ。

これは、個人のレベルでいえば、ある事象に対する印象を記した高度なメモに

1) George J. Stigler：「The Development of Utility Theory」
丸山徹　訳，日本経済新聞社，1979. 3

なり、一般社会のレベルでは、政策決定にいたるプロセスの開陳となる。

すなわち、従来においては、極めて限定された範囲でしかも機械的に行なわれてきた評価が、効用理論を適切に適用することによって、評価が明示的、総合的になるのである。

このような、利点をもった方法である効用理論、さらには多重属性効用関数法は種々の分野に適用されはじめようとしている。[1)]

適用例に共通する特徴は、問題が多目的で、かつそれらの目的間においてもトレード・オフが存在し、物理的、経済的、心理的要素が含まれていることである。しかも、これらの問題の解決のためには科学的な分析資料を基本にした、総合的判断が必要とされるのである。

このような特徴から考えて、今後想定されるあらゆる社会問題、環境問題、水資源問題においては、効用理論からのアプローチが可能であり有効と思われる。

しかしながら、前項においても指摘したように、適用に際しては種々の問題点が含まれる。さらには、根本的に効用理論における効用の可測性や属性間の加法性、乗法性の諸定理がすべての人に承認されていないという理論的な問題や、これらの問題を効用という抽象的な指標で論ずべきでないという立場的な批判が効用理論の歴史とともに存在しており、また将来も存在するであろう。そのためには、効用理論の適用の意義と限界を十分に理解し、慎重な態度で評価が行なわれなければならない。

5－2－3　手法の問題点とその解決アプローチの概括

第3章、第4章において、地域分析、環境評価、計画評価の手法として多重属性効用関数法を適用した。これらの適用に際して生じた手法上の問題点を総括するために、意志決定のプロセスにおいてH.Raiffaが定式化した4つのステップに従って検討する。検討結果は表5.2.1に示すとおりである。

---

1) Ralph L.Keeney , Howard Raiffa
Decisions with Multiple Objectives : Preferences and Value Tradeoffs,
Chapter 7 Illustrative Applications , 1976. 3

表5.2.1　適用例からみたMUF法の問題点

意志決定のレベル	意志決定のためのシステム分析（MUF法）	第3章 大阪市域への適用における問題点	第4章 水資源計画への適用における問題点	問題点の整理
問題の定式化	◎問題の詳述と定式化 ※多段階システムの階層モデル ※目的階層の構造化	∘評価目的と属性の対応が不十分 ∘代替案を考えて評価目的を明確にすべきである。 ∘Oil Shock 前後の構造を少し検討	∘水資源計画のとらえ方が不十分 ∘目的間の性質（管理、技術 etc.）が十分に反映されていない。	∘評価目標と階層モデルとの調和
不確実性の数量化	◎代替案の可能な結果についての不確実性の描写 ※属性の特性と検討	∘属性数が72と多いため、属性間の独立性が弱い（とくにI地区の生産） ∘属性間のデータが不ぞろい	∘データが不十分なため統計的判断不可 ∘属性内容が画一的 ∘独立性が不十分	∘属性の独立性 ∘属性の不確実性の現実的保証
意志決定者の選好の数量化	◎意志決定者の効用関数の測定 ※単一属性効用関数の誘導 ※多重属性効用関数への統合 ※全体の効用関数の数値的測定	∘属性数が多すぎてコンシステンシイ・チェックが不十分 ∘評価プロセスが複雑で多量，意志決定者の能力をこえている	∘行政の意志決定プロセスの解釈が不十分 ∘効用水準の決定が若干機械的	∘意志決定者の合理的判断
代替案の評価	◎各代替案の期待効用の計算と感度分析の実行 ※政策提言と評価	∘代替案なし ∘地域評価はかなりできたが政策提言へは不十分	∘代替案なし ∘評価の精度は不十分	∘評価から政策への展開

表5・2・1に示した問題点を整理すると次の3点となる。

(i) 評価目標と評価モデルとの調和

複雑な地域環境問題の評価に際しては、適切な評価構造モデルの設計が必要とされる。多重属性効用関数法における評価構造は、一般的に問題におけるスクリーニング・プロセスを通じて決定される。しかし、その方法は、意志決定者の経験や願望という主観的な判断に基づいて構築されている可能性が高い。その結果、本質的な評価目的が、評価モデルの性質上(目的、制約条件、データ等の条件)により、必ずしも意志決定者の意図するものと調和したものになるとはかぎらない。評価属性構造を決定するにあたっては、文献[1)]で指摘するように、属性の完備性(目的リストは完全、かつ網羅的でなければならない。)、排他性(目的リストの項目は互いに排他的でなければならない。)、限定性(目的リストは最重要の目的に限定しなければならない。)の諸条件を満たすことが必要であろう。さらには、評価目的、属性内容に適応した、評価属性構造の最適な規模の決定が重要と考えられる。

(ii) 属性の独立性・不確実性の仮定

多重属性効用関数法が成り立つためには、選択された属性間において種々の独立性の仮定が存在していることである。属性の選択は評価モデルの構築の際行なわれ、その独立性についてはある程度のスクリーニングが行なわれている。しかしながら、多重属性効用関数法における独立性の検討の検定では評価者の主観的な判断に基づいて検定が行なわれている。たとえば、効用の統合の際に二重計算がされている可能性がそのことを示しているともいえる。

これらの現象は、本論文の適用に際しても多くみられた。これは、属性が互いに排他的でないことによるものであり、相補性ならびに相反性があるために生ずる、といわれている。[2)]

このような意味において、属性の独立を客観的に検証する方法を開発するか、もしくは多重属性効用関数法における独立性の仮定を検討しなおすかの2つの方

---

1)、2) 三菱総合研究所:効用理論の適用に関する研究,1973.3

法が考えられる。

環境事前評価を行なう場合、選択された属性の中に他の属性と独立はしているものの不確実性が含まれる可能性がある。これは、環境変化等の外的な不確実性に依拠するものと、意志決定者の判断が状況により変化するものとがある。これらの場合の考え方としては、評価構造モデルにおける属性を次の3種類に分類し、それぞれの特性に応じて考えることが可能である。

① 不確実性の弱い属性→厳密な評価属性として用いる。

② 不確実性の強い属性→変動の特性を検討する。

③ 予測不可能な属性→オープン・モデルにする。

(iii) 意志決定者の判断の信頼性

多重属性効用関数法は、意志決定者の判断の種み重ねによって計算されていく、この点に関して、2つの問題点が存在する。①意志決定者の判断が主観的である。②意志決定者の判断の比重が大きすぎる。

①に関しては、対話型意志決定方式(Man-Machine Interactive System)、集団討論等が、その解決策として考えられる。

②に関しては、意志決定者の判断回数の減少、判断能力に応じたモデルの最適規模づくり等がその解決案として考えられる。

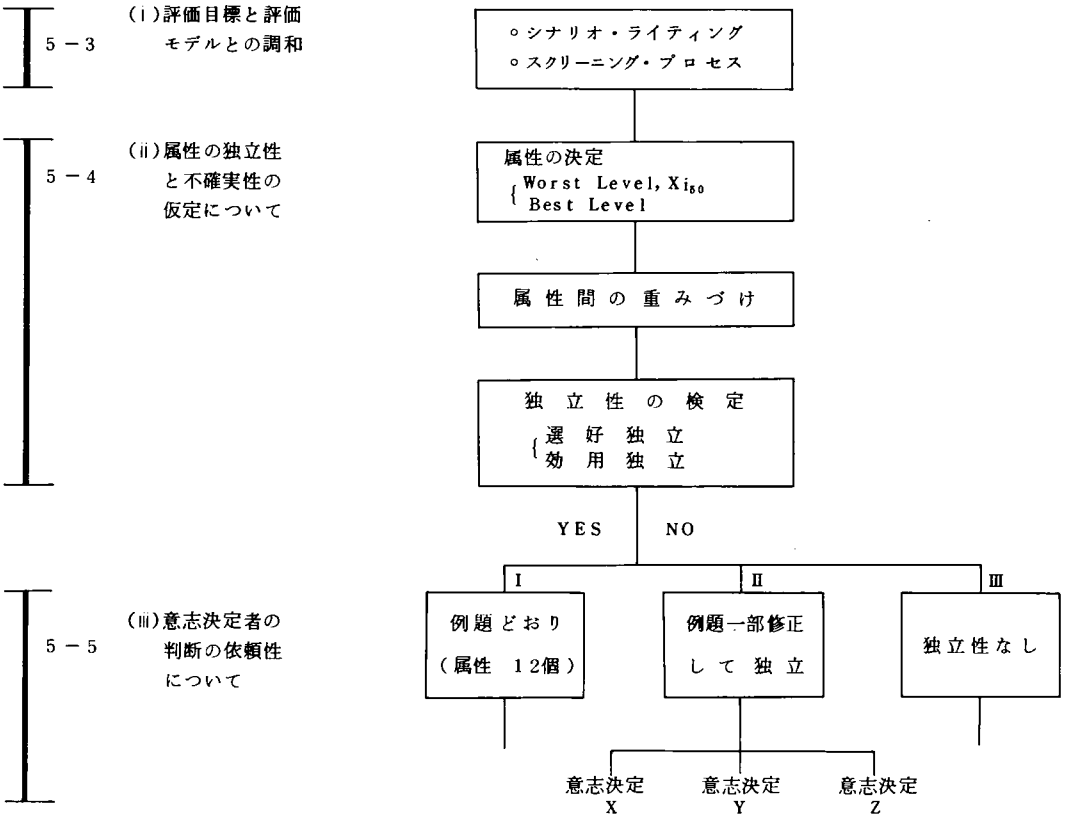
多重属性効用関数法の適用に際して、生じた問題点を整理すると、上記の3点になる。

これらの問題点を解決するために、次項で紹介するTisza River流域の水資源開発システムプランを例題として、図5.2.1に示すフローチャートに従って検討をすすめる。

5－2－4 例題設定－Tisza River流域の水資源開発システムプラン

地域・水環境システムの評価構造モデルを作成するためには、まず評価目的に従って関係する評価要素をできる限り単一要素に分割することが重要である。これらの単一要素を種々の目的に適合するように選択して、単一事業の機能評価のレベルから流域全体の総合的評価が実行されるのである。これらの考え方に、多重

図5.2.1　アプローチの概括



属性効用関数法は適した手法といえよう。しかし、本手法は本節において検討したように、方法論的にも種々の問題点を含んでいる。本項では、前項で明らかにした問題点を解明し、地域・水環境システムの評価問題へ効用理論をより普遍的に適用可能とするために検討する。

5－2－2で明らかにしたように、多重属性効用関数法を地域・水環境システム評価の手法として適用することは有効であると思われる。

しかしながら、本手法は、Ralph L. Keeneyらによって開発されて十分な年月を経て検証されておらないため、種々の点で検討を要する。本研究においても、その検討の一環として、5－2－3において3つの問題点を指摘した。これらの

問題を検討するために基本モデルとして、Ralph L. Keeney らの研究[1)]、ハンガリーにおけるTisza River 流域の水資源開発システム・プランを用いる。

本例題は、次の2点の理由により、本研究の検討対象として選択した。

(i) 評価対象の適性について

例題では、水資源開発計画の代替案の評価を研究対象としている。例題における水資源計画の認識は、"Complicated Public Investiment Problem"(複雑な公共投資問題)と限定されている。この複雑に関連する要素として経済的、環境的、社会的、そして工学的な分野に及ぶ要素が選択され、これらの要素は対立する多目的・多目標を形成していると規定されている。

以上のことより、本例題は、本論文の第2章および第4章で言及した、水資源評価システムと同質の問題形成を示しているため、検討材料として適性を有する対象と思われる。

(ii) 手法改良の適性について

前項において、適用例からみた多重属性効用関数法の問題点として3点を強調した。これらの問題点を検討するアプローチは前述のとおりである。本例題は、表5.2.2に示した多重属性効用関数法における手法上の問題点を内包しており、これらの諸点を解明するためには、適切な材料といえよう。

例題の概要は次のとおりである。

対象流域であるTisza River 流域は、約130,000㎢(たとえば淀川、枚方地点で7,280㎢)の流域面積の大河川であり、このうち、約30,000㎢はHungary に属する。(図5.2.2参照)

現在、表5.2.2に示す5つの水資源開発システムのプランが提案されている。

各システムにおける基本的な開発目的は、今後55年間にわたって、時間的、空間的にわたる量的、質的な調整をふくむ、総合的な流況調整により、水資源の

---

1) RALPH L. KEENEY and ERIC F. WOOD
An Illustrative Example of the Use of Multiatribute Utility Theory for Water Resource Planning.
WATER RESOURCES RESEARCH, Vol. 13 No.4, 1977

表5.2.2　例題の適正について

	例題の内容	検討上の問題点
i）評価目標と評価モデルとの調和	Hungarian National Water Authority との共同によるPlan のためGoalsや属性の選択が実際的である。	シナリオ・ライティングやスクリーニング・プロセスの段階が他の論文中に依存しているため、十分な表現がない。
ii）属性の独立性と不確実性について	MUF法の開発者であるR.L.Keeney自らによって独立性が検証されている。 一方、選択された属性の中には、多くの不確実性を含む属性がある。	属性は、David and Ducksteinにより設定されたものであるため、独立性の内容について、再検討を要する。 また、属性の水準値決定における不確実性の問題が存在しているため、検討を要する。
iii）意志決定者の判断の信頼性	意志決定者は単一的なものとして考えられている	我が国の場合においては、意志決定者間の評価における対立をどのように解決するかが、重要な問題である。

合理的な供給をすることにある。そこで、Hungarian National Water Authority の計画担当者は、つぎのような目標を設定した。

i）水需要：水量水質ともに水需要を満足させること。

ii）洪水防御：AD2030年の計画人口3,500万人に対して少なくとも50年確率洪水で防御すること。

iii）排水と廃水処理：高度利用と再利用

iv）資源利用：資源として、水、エネルギー、土地、森林、資本そして人的資源を考えること。

v）環境影響：国立公園に対する、貯水池建設、運河ネットワーク、地下水の

図5.2.2 対象流域図

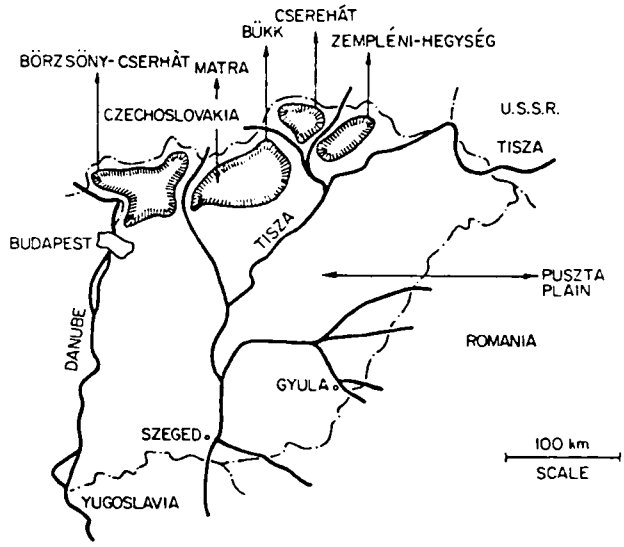


表5.2.3 Tisza River 流域における水資源開発システム

代替案	内容
システム1 (多目的貯水池)	水をDanubue River－Tisza River流域間を輸送して両流域の水資源を利用する。 水は年中、Danubueをまわって、動力Canalでflat landへ輸送され、Borzsony-Cserhit MourtaiuのCanal－reservoirシステムへポンプラップされる。
システム2 (ポンプ式貯水池)	Tisza川から供給される地域の東北地域におけるSatorosとBokk山のHilly地域で開発されている。（年間 4～5ヶ月利用可能）
システム3 (平地貯水池)	Tisza川からの水を使って、2～4 mの水深のreservoirより構成され、地域のflat landで開発されている。
システム4 (山間貯水池)	Tisza River流域におけるmountain reservoir systemである。 （ハンガリーの外）
システム5 (地下水貯留)	地域の東部のflat landにおいて主に開発されている。 Tisza川の水を使って、水供給と地下水涵養のためのシステムである。

ポンプアップによる影響を最小にすること。

vi) 計画の柔軟性：隣りの地域で後年実行される計画と連係できること。

以上のような考え方にたちながら、５つの計画の代替案を検討するため、表5.2.4、図5.2.3に示す１２の属性および各属性の効用関数が設定された。12の属性を基本に多重属性効用関数法が適用され、表5.2.5に示す結果が導出された。

以上の例題を基本に、解決アプローチの概括に従って、次節以降で検討を加える。

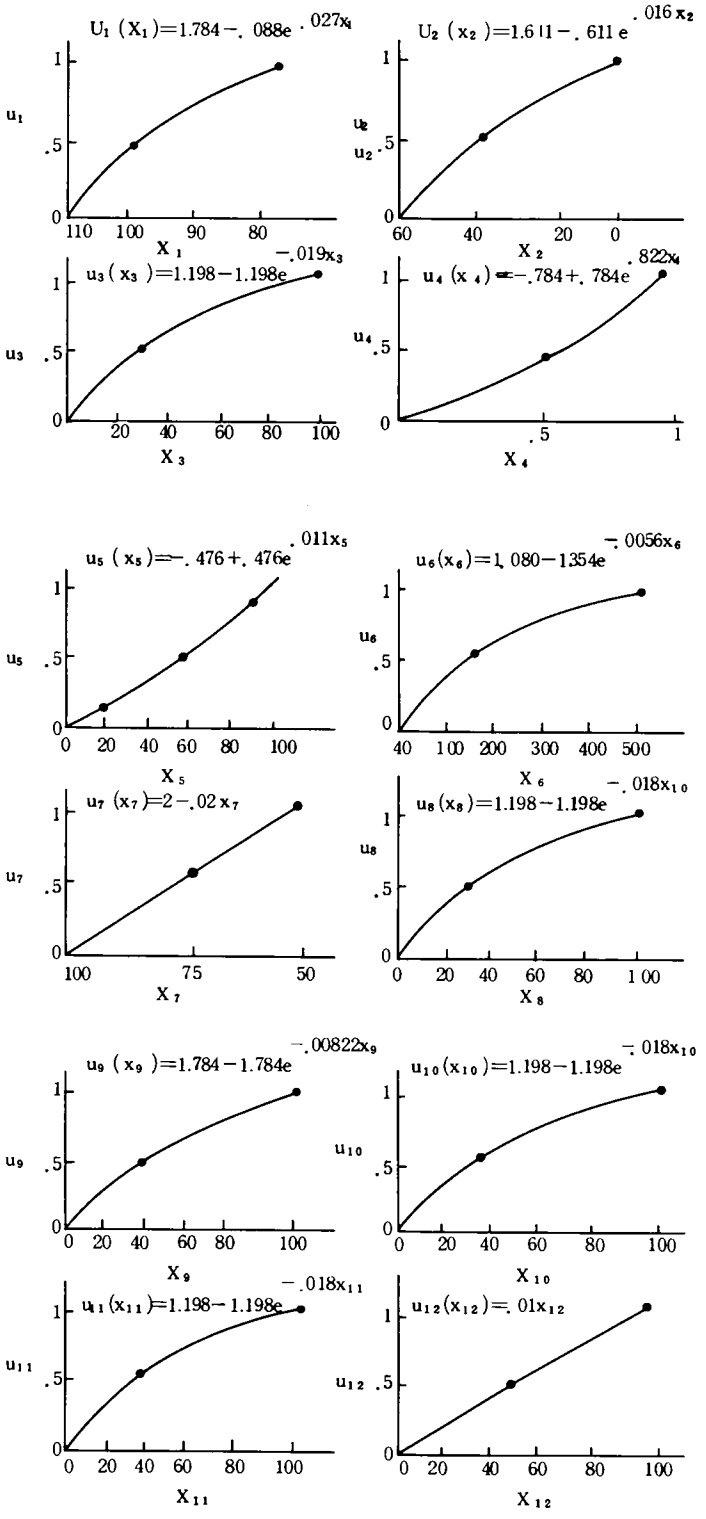
表5.2.4　属性内容および代替案の属性値

属性		尺度	属性値 Worst	属性値 Best	代替システム 1	2	3	4	5
X_1	コスト	10^9 ft/yr	110	80	99.6	85.7	101.1	95.1	101.8
X_2	水不足	パーセント	60	0	4	19	50	50	50
X_3	水質	主観的尺度	0	100	80	60	20	80	40
X_4	エネルギー	生産／消費	0	1.0	0.7	0.5	0.01	0.1	0.01
X_5	リクレーション	主観的尺度	0	100	80	60	40	20	20
X_6	洪水防御	再発期間	40	500	100	200	67	200	500
X_7	土地と森林利用	1000 ha	100	50	90	80	80	60	70
X_8	社会的インパクト	主観的尺度	0	100	80	80	60	40	40
X_9	環境	〃	0	100	80	60	20	60	40
X_{10}	国際協力	〃	0	100	80	60	40	20	40
X_{11}	開発可能性	〃	0	100	80	60	40	20	40
X_{12}	柔軟性	〃	0	100	80	80	20	40	20

表5.2.5　各システムの評価結果

システム	効用水準
1	0.832
2	0.831
3	0.503
4	0.648
5	0.521

図 5.2.3　効　用　関　数


U1 (X1)=1.784−.088e^.027x1
u1
X1
U2 (x2)=1.611−.611e^.016x2
u2
X2
u3 (x3)=1.198−1.198e^−.019x3
u3
X3
u4 (x4)=−.784+.784e^.822x4
u4
X4
u5 (x5)=−.476+.476e^.011x5
u5
X5
u6(x6)=1.080−1.354e^−.0056x6
u6
X6
u7 (x7)=2−.02x7
u7
X7
u8(x8)=1.198−1.198e^−.018x10
u8
X8
u9 (x9)=1.784−1.784e^−.00822x9
u9
X9
u10(x10)=1.198−1.198e^−.018x10
u10
X10
u11(x11)=1.198−1.198e^−.018x11
u11
X11
u12(x12)=.01x12
u12
X12

5－3　効用理論を軸とした環境評価構造の同定

評価目標と評価モデルの調和を実現するためには、問題の構造的把握、評価属性構造の最適な規模の決定、および属性の性質を規定する地域・水環境情報の整備が必要であろう。本節では、以上の3点を検討し、効用理論を軸とした環境評価法の確立をめざすものとする。

5－3－1　環境評価構造とシナリオ・ライティング法

本研究の研究対象である、地域・水環境システムは、その構造が十分に把握されていない複雑なシステムである。このため、対象に内在する問題の定式化の段階が評価において決定的に重要であろうと思われる。すなわち、社会システムでは、システムズ・アプローチに必要な構造が過去の蓄積や知識から再編成なしに導出が困難であるため、社会システムをあつかうには定式化の段階は避けて通れない重要な問題となるのである。[1)]

問題を定式化するためには、表5.3.1に示すように、問題の抽出、分析、把握というプロセスが一般に考えられており、今日、多くの手法が開発されている。

ところで、問題の定式化を日常生活においては、寸断なく要求され、かつ現状の知識をもとに意志決定を行なっている。

J.W. Forresterは、「人間が、個人生活や社会生活において意志決定のためにモデルを用いることは、全く日常的なことで、頭の中の外界に関する印象が1つのモデルになっている」と述べている。[2)] そして、これを社会システムに関する“メンタル・モデル”と呼んでいる。

すなわち、未来を予測することは、科学の進歩にともない急速に発展したかのようにみえるが、我々はいつの時代でも、この“メンタル・モデル”をたよりに未来を把握し続けると思われる。ただし、未来をどのような態度で考察するかが

1）村越稔弘：社会システムの構造モデリング，
オペレーションズ・リサーチ，1978年1月

2）J.W.Forrester：“World Dynamics” 1971

表5.3.1　問題の定式化の概括※

分析作業	問題の定式化		
	抽出	分析（問題の重要性および相互連関性の検討）	把握（具体的問題定式化）
手法	DEMATEL法		
	内容分析 アンケート法 インタビュー	DEMATEL法 独自の分析手法	
	ブレーンストーミング 歴史学的アプローチ デルファイ法 シナリオ法 外挿法 自然連想法 社会ニーズ分析 形態分析	ISM法 クロス＝インパクト法 KJ法 マトリックス法 形態分析 PATTERN法	

※　村越稔弘：社会システムの構造モデリング，図・1 システムズ・アプローチの過程より オペレーションズ・リサーチ　1978・1

重要な問題となろうと思われる。

L．Gerardinは、未来を考察する態度を歴史的に検討し、次の4つに類型した。[1)]※

第1は、「受動的態度」であり、未来は過去の際限のないくり返しであるという考え方を基本としている。すなわち、メンタル・モデルの原理は、“反復”にありとされている。

第2は、「日和見的態度」であり、未来はもはや過去の“反復”状況とは異なり、動的な変化が正常であり、静的な反復は正常でないと考えられるようになった。人々は、日常の機会の中から良いもの（正確には悪くないもの）を引出すために活動するということを考え方の基本としている。すなわち、メンタル・モデルの原理は、“機会”にありとされている。

第3は、「適応的態度」であり、未来は、過去の傾向に従って現在の状態を延長したものであるという考え方を基本としている。すなわち、メンタル・モデル

1)　L.Gerardin“Study of Alternative Futures：A Secenario Writing Method”　1973

※　以下のまとめは、総合研究開発機構・三菱総合研究所“科学技術の進歩とその社会・経済との関連”（昭和52年5月）を参照した。

の原理は、“成長”にありとされている。

第4は、「創造的態度」であり、前3者の考え方とちがって、未来の事実を予測することではなくて、未来を形つくる潜在力を探ろうとする考え方を基本にしている。すなわち、メンタル・モデルの原理は、“可能性”にありとされている。“トレンド”と同時に“ポテンシャリティ”が重視されるのである。

この創造的態度を強く打ち出し、予測の方法として、シナリオ・ライティング法がHerman Kahnによって導入された。[1] 表5.3.1に示すように、問題定式化手法の多くが、現状の事実をもとにメンタル・モデルを集合するのに対して、シナリオ・ライティング法は、可能な未来について創造するという点で特異な手法であるといえる。※

シナリオ・ライティング法の目的は、未来を実物のように写しだすことではない。そのかわり、現実の諸条件および仮定のもとで、将来の状態や一連の状態を展開するために、成り行きや事実にもとづいて、いくつかの論理的な筋道をたてることを試みる手法である。

シナリオ・ライティング法の目的は、以上のとおりであるが、より具体的には次の5つの目的が考えられる。[2]

i) 技術的、経済的、社会的、政治的そして生態学的な分野等の将来の開発についての諸条件に関する陳述

ii) 望ましい将来の環境へ貢献するような種々の行為の実行にあたって制約となる条件の考察

iii) 外挿的なトレンドや規範的な条件の結果である、代替的な未来や代替可能な結果の推測

---

1) Herman Kahn "The Next 2000 Years", 「未来への確信」, 1976

※ シナリオを書くために用いられている代表的方法として

1. FUTURE ANALYSIS(テトラ発想法)、 2. GAP分析法、

3. PROJECT展開法、 4. Quantity and Quality分析法がある。

徳永 長(シナリオ・ライティング)

2) E. VLACHOS AND D.W.HENDRICHS

Technology Assessment for Water Supplies, W.R.P. 1977

ⅳ）特殊事例の場合における予測の結果と影響についてのダイナミックスについての考察

ⅴ）われわれを取り囲む世界に関する出来事、原理、質問や理解の総合化を通じた図示。

以上のことを考慮してシナリオ・ライティング法の手順作成のプロセスを示す。

第１ステップ：シナリオの利用者について説明

第２ステップ：問題に関する世界の条件や将来についての仮定や条件を設定、および現状の規定。

第３ステップ：将来のイメージ作り。

第４ステップ：問題の論理的な枠組の構築。

第５ステップ：データの収集。

第６ステップ：問題条件にあった時間スケールの設定。

第７ステップ：シナリオの作成。

そこで、シナリオ・ライティング法の地域・水環境システムへの適用の可能性について検討を加えるとともに、Tisza River流域の例題をシナリオ・ライティング法によって定式化し、環境評価構造を同定しよう。

シナリオ・ライティング法により例題を分析するまえに、Hungarian National Water Authority によって設定された目標を再整理すると次のとおりである。※

a）水需要→水需要を満たす。

b）洪水防御→５０年確率洪水。

c）排水と廃水処理→高度利用、再利用の導入

d）資源利用→社会的、自然的資源の利用

e）環境影響→諸開発事業が環境へ及ぼす影響を最小にする。

f）計画の柔軟性→不確実な現象と対応できること。

このような、諸条件を基本としながら、前述のシナリオ・ライティング法のプロセスに従って分析する。

※　５－２－４ですでに述べた。

第1ステップ：シナリオを必要としている主体は水資源計画の計画担当者とする。ただし、計画担当者は、水資源計画を規定する社会的、政治的諸条件を考慮する立場にあるものとする。

第2ステップ[1]：対象地域は、非常に平坦な地形でまわりを山に囲まれ、その面積は、30,000㎢である。その地域の高さは、海抜80mから600mの範囲にある。この地域の主要な河川であるTisza川は、12個の支川を有し、それらのほとんどは、Hungary の外から源を発しており、全流域の面積は130,000㎢であり、5つの国（U.S.S.R, ROMANIA, YOUGOSLAVIA, CZECHOSLOVAKIA, HUNGARY）によって分割されている。流域内の気候は、大陸気候に属し、流域内の年平均雨量は500㎜／year であり、乾燥比は1.0より大きい。流域内で成長する人口に対する生活の望ましい標準を保証するために必要な社会的ー経済的な開発は水力発電とダム操作計画を含んだTisza River の流況調整により可能となる。

主要な産業は農業であるが、工業活動はここ30年間で大きく前進した。

これらの活動に対して、水の供給は徐々に開発される水資源システムによって可能となっている。これらの事業は前世紀より行なわれているが、今世紀の主要な事業は、農業開発の目的のために水供給能力をさらに開発し、工業用水、家庭用水、舟運、川岸のリクレーションの需要増に対しても水を供給することを目標として、計画の実現が目指されている状況である。

現時点では、1975年から55年後を計画年として、水資源計画が前述の目標に従って計画されており、具体的には表5.2.3に示した5つのシステムが策定中である。

---

1) Ralph L. Keeney ; Eric F. Wood, Laszlo David, Kornel Csontos
Evaluating Tisza River Basin Development Plans Using Multiattribute Utility Theory, IIASA CP—76—3, 1976. 3

第3ステップ：例題における計画期間は５５年間という長期のため、将来イメージの内容は具体的には描きだせない。

そこで、このような超長期の水資源開発計画の将来像を予見する方法として、次に示すようなより大きい行動選択のルールを決める。[1)]

a　ゼ ロ 成 長（O_1）

b　適 正 成 長（O_2）

c　加速度的成長（O_3）

第4ステップ：第１ステップより第３ステップのプロセスを参照しながらも問題設定は例題と同様とする。

第5ステップ：データの収集は、表 5. 2. 4 に示した範囲内とし、問題分析の必要性に応じて、データを加工するものとする。

第6ステップ：例題においては、時間的スケールとして５５年後（AD1975～2030）が設定されている。本研究では、この期限を参考に、中間の２５年後（AD１９７５～２０００）、５５年後（AD１９７５～２０３０）の２とおりとする。

第7ステップ：第３ステップで示した、３つの行動（態度）を基本にいくつかのおおまかなシナリオのアウトラインを描こう。

1.　シナリオ（O_1）：安定化社会

このシナリオは、成長の結果得られるものよりも、失なうものを大とする状況下の発想である。およそ農耕社会が定着し、資本主義経済体制以前の封建社会までは、徐々の開発は若干みられたが、自然の条件を適合しながら、生産、生活活動を営んできていた。そして今日、多くの資本主義国家でみられるように、従来の高度経済成長の維持が困難となり、いわば、減速経済、からいまや、安定経済に移っているのである。このような状況をみるならば、シナリオ１の将来の目標は、その開発目標を現状維持におくことになる。そし

1）E.VLACHOS AND D.W.HENDORICHS ：前掲

て、水資源計画の目標は、大規模な工業生産や、大規模都市経営のための供給に向かうのでなく、小規模単位の居住区や工場の維持のために必要な需要には供給する。

政府をはじめ、計画担当者の努力目標として、資源の節約を強調する。

2. シナリオ（O_2）：適正規模成長

ここでは、例題における開発目標を一応適正かつ期待すべき成長と仮に認めて、そこに含まれる構想が例題と同一視できるとして、その内容については省略する。

3. シナリオ（O_3）：加速経済的成長

このシナリオは、シナリオO_1とは反対で、計画の基本は急速な成長にあり、その目的のためには、あらゆる計画を手段化してしまう。すなわち、我が国の高度成長期にみられたように、今日の多くのダム建設や河川改修にみられるような、あらゆる種類の水需要に満足できるように施設をつくりだすという方式である。

これは、経済要素の評価が中心となり、環境要素、および計画の柔軟性という点では充分な配慮がなく、短期的な目標を達成することを最大の目標としている。

以上、シナリオの概略を示した。このシナリオの詳細・検討は次項以降で行なう。

5－3－2　環境評価における時間スケールの最適性

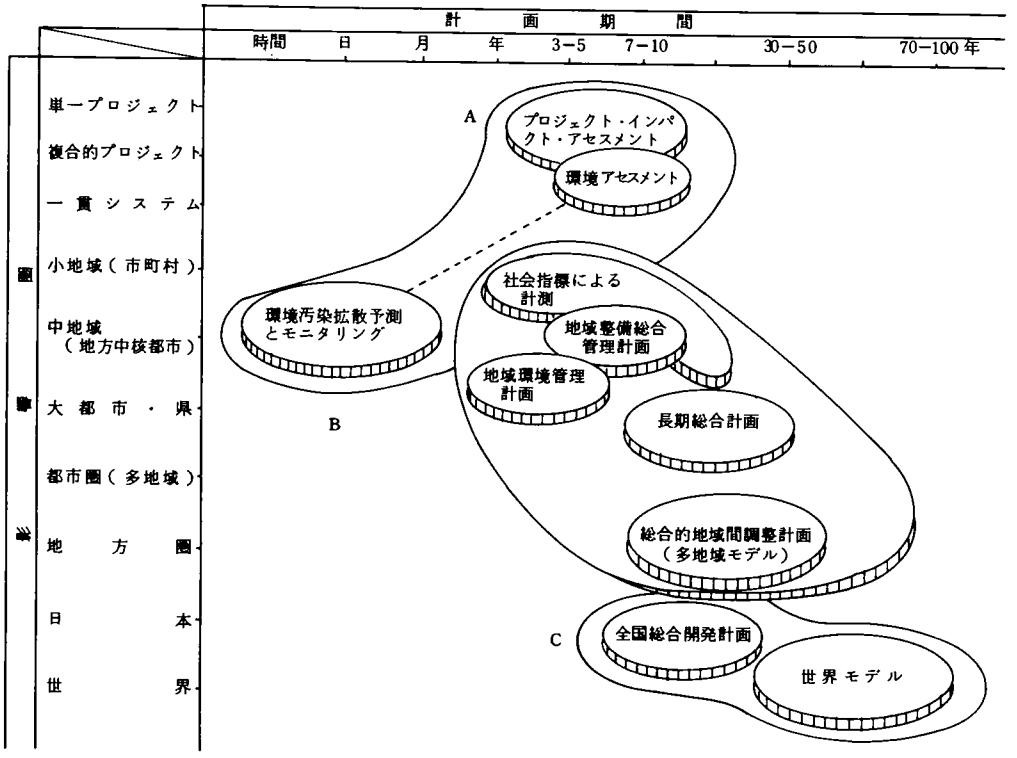
シナリオ・ライティング法を用いて、環境評価を行なう場合、評価属性構造の最適な規模、すなわち、評価における時間的スケールが問題となる。

計画問題、計画評価問題をはじめ、未来を予測する行為を現時点に立って、制約された情報と費用のもとで効果的に意志決定を行なうためには、対象の時間的な広がりが自から限定されてくるであろう。

図5.3.1は、計画複合体の相互関係と時空間的コミットメントの範囲を示したものである。

図5.3.1は、我が国の行政体における実施例を中心に、各計画複合体の座標位

図5.3.1　計画複合体の相互関係と時空間的コミットメントの範囲



※　椹木義一監修、西川偉一、松崎功保編著
近畿ＩＲＤＰ（総合地域開発計画）、ＩＢＭパートナーシップ・プログラム・プロジェクト総合報告
図2.1より転載　1978, 12.

置が設定されたものであり、必らずしも理論的検討による結論を示しているわけではないが、過去の事実に即しているという点で、一応の経験的な説得性を有しているといえよう。

Tisza River 流域の水資源計画モデルの座標位置は、図5.3.1では、総合的地域間調整計画にあり、影響圏は地方圏、計画期間は30～50年となり、Hungarian National Water Authority の問題設定は妥当と推定できる。

5−3−3　評価時間の最適性と情報の価値

本研究では、効用理論を用いて環境評価を行なうことを目的としている。この

ことは、言い換えれば、評価構造の設定において、選択された属性に関する情報がどの程度の信頼性を有するかを判定することといえよう。

そこで、属性に関する情報の信頼性を次のように分類する。

まず、評価の時間的な広がりに伴なって、判断時点における情報の質に変化が生じない属性をそれぞれX_{T1}とする。

つぎに、評価の時間的広がりに伴なって、判断時点における情報の質に変化が生じ、かつ、その変化の方向が予測できるものをそれぞれX_{T2}とする。

また、時間的広がりに伴なって情報の質に変化が生じる属性のうち、前述した、未来を創造していく立場から、その事象に対し何らかの対応を行なうことにより、その変化を管理できるものと、できないものとの2種類に分類し、属性をそれぞれX_{T2C}、X_{T2NC}とした。

最後に、時間的広がりに応じて、情報の質が変化し、しかもその変化が全く予測のつかない属性をX_{T3}とする。

以上の属性を時間的な広がりの組み合わせを考慮して、それぞれの内容を表5.3.2に示した。

次に、これらの属性の情報価値が時間的空間的広がりに応じて、図5.3.2に示すように変化するものと設定して、評価における時間的なスケールの最適性を次のように導出する。

まず、現時点において、ある年（ti 年後）の諸計画を評価する場合、それぞれの属性の情報としての効用をUI(ti)とする。

評価属性構造に含まれている属性を前述の属性特質(j)に分類する。それぞれのX_{Tj}の数をN_kとする。

すると、ある評価属性、構造における各属性の情報の効用は、式（5.3.1）に示すとおりである。

$$U = UI_j(t_i) \quad \cdots\cdots (5.3.1)$$

i：評価時間（年）

j：属性特質　X_{T1}、X_{T2C}、X_{T2NC}、X_3

次に、これらの属性の情報に対する効用に多重属性効用関数法を適用し全体の

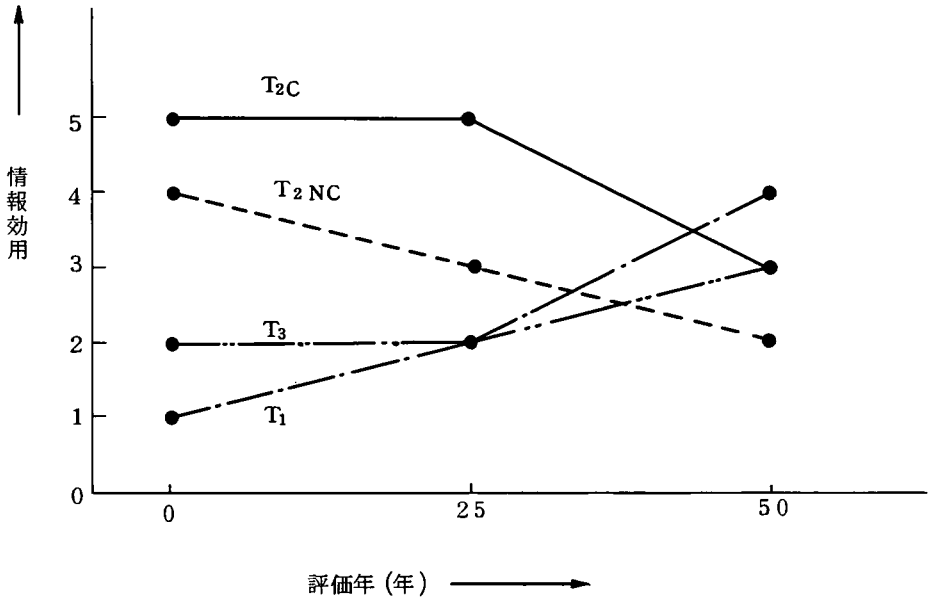
表 5.3.2　時間スケールと属性特質

属性特質＼時間スケール		短　　期	長　期（50年）
X_{T1}（変化なし）		◦気　候　◦地　形 ◦言　語　◦文　化	◦気　候　◦地　形 ◦言　語　◦文　化
X_{T2}（予測可能）	X_{T2C}（制御可能）	◦災　害　◦経済体制 ◦教育水準　◦資本蓄積 ◦地域開発効果　◦水　質 ◦河川流量　◦建設コスト ◦土地利用　◦水供給量 ◦レクレーション　◦開発可能性	◦人　口 ◦教育水準 ◦地域開発効果 ◦地域開発効果 ◦洪　水 ◦社会的インパクト
	X_{T2NC}（制御不可能）	◦災　害（台　風） ◦人　口 ◦洪　水	◦戦　争 ◦環境インパクト
X_{T3}（予測不可）		◦戦　争	◦災　害　◦戦　争 ◦国際関係 ◦歴史的事件 ◦科学的発見

効用を求める。ただし、表5.3.2に示したように、評価属性として適正な属性数は、評価時間が広がりを持つに従って、減少することが予測されるため、評価精度は必然的におちるであろう。

評価にあたって直接的に関与しない属性を採用した場合と評価に直接的に関与する属性のみの場合の情報の効用を比較して、その大小により設定された評価時間における属性規模の最適性を決定する。

図 5.3.2　属性特質と情報の効用



以上の考えに従って、例題の属性規模の最適性について検証する。ただし、簡単にするため、属性間の重みづけは同じであり、かつ加法型の効用関数形とする。属性の特質は表5.3.3に示すとおりである。

例題における情報の効用についての相対的価値Vは、式5.3.2に示すとおりである。

$$V = \Sigma UI_j(ti)/\Sigma UI_j(ti)max \cdots\cdots 5.3.2$$

$$= 33/12 \times 5 = 0.55$$

つぎに、長期的評価に適すると思われる属性のみの相対的評価値V′は、式5.3.3に示すとおりである。

$$V' = \Sigma UI'_j(ti)/\Sigma UI'_j(ti)max \cdots\cdots 5.3.3$$

$$= 12/25 = 0.48$$

よって、V＞V′となり、例題における属性の規模の決定は、設定される範囲内では一応妥当といえよう。

表5.3.3　例題の属性特質について

属性※	属性特質	有効性		情報効用
		短期	長期	
X_1	X_{T2C}	○	×	3
X_2	X_{T2C}	○	○	3
X_3	X_{T2C}	○	×	3
X_4	X_{T2C}	○	×	3
X_5	X_{T2C}	○	×	3
X_6	X_{T2NC}	○	○	2
X_7	X_{T2C}	○	○	2
X_8	$X_{T2C,T3}$	○	×	3
X_9	X_{T2NC}	○	○	2
X_{10}	X_{T3}	×	×	3
X_{11}	X_{T2C}	○	○	3
X_{12}	X_{T3}	×	×	3

※　属性内容は表5.2.4を参照

5－4　効用関数法における可測性、独立性に関する考察

5－4－1　効用の可測性について

効用理論の創始者たちは、いずれも、例外なく、効用の存在を受け入れ、効用の可測性の大問題に果敢に挑んでいった。I. Fisherは、さまざまな財の限界効用が互いに他の数量から独立な場合について、効用関数の可測性の問題を満足のいく形で解決した。

その後、W. E. Johnson，Slutzky E.によって、可測的効用概念は経済学から理論的に排除された。このような理論とは別に、効用理論を厚生経済学的な分析をしたいと願望する経済学者の多くは、可測性の棄却を嫌ったのである。[1)]

効用、価値などの社会科学上の概念における可測性、定量化は、一般には承認されがたい性質を有する。しかし、社会科学における定量化の原理は自然科学における原理と多くの点で類似していると考えられる。Jan. Drewnowski は次の5点にわたって定量化の意味を明確にしている。[2)]

(1)　定量化不可能な社会現象が存在することは事実である。これを無理に定量化することは無意味である。

(2)　ある社会現象が定量化可能なものとして認められる時には、普通それはいくつかの方法で測定される。

(3)　ある現象が多くの測定可能な側面をもつ場合でも、このことは、必ずしも、それが全体として定量化可能であることを意味するものではない。

(4)　ある現象の定量化可能な側面がすべて測定されるときには、その現象に関する情報は得られるが、それが現象のすべてではない。

(5)　社会現象は、多くの事実から成る複合物である。すなわち、個々の事実の概念上の統合から生まれる産物である。それゆえ、定量化が何ら試みられない限り、その統合は主として直観的作用である。それを遂行するための明快な規則を確立することはできないが、ひとたび定量化が試みられ、社会現象の多様な

---

1)　George J.Stigler：1950，前出

2)　Jan Drewnowski：On Measuring and Planning the Quality of Life
「福祉の測定と計画」，阪本靖郎　訳，日本評論社，1977

側面が数値のタームで提示されると社会現象の統合的な定量化は可能となる。

この種の統合により、社会現象を抽象的にみることは、一つの思考作用と考えられる。

厳密な意味における効用可測性の議論は今後ますます精緻化されるであろうが、社会現象をはじめ、地域・水環境システム等における諸問題には、価値観の異なる多くの人々が関与し、かつ何らかの対策が求められているのである。

そのためには、多くの人々によって評価結果が認められるためには、重要と思われる要素を抽出し、それらについて、仮に価値（効用）をつけて結果を明示的に示しだせる方法でなければならない。多くの社会現象は、単なる物の集まりだけでなく、多くの複合概念（社会影響、計画の柔軟性等）によっても構成されており、それらを含んで問題全体を評価するためには、効用という代替的な評価要素を用いることにより、大きく飛躍すると思われる。

たとえば、河川開発事業による環境影響を把握する方式として、次の２つが考えられる。１つは、個々の環境要素についての変化状態を記述的に述べることである。他の１つは、環境影響の変化を何かの指標におきかえていう場合である。環境の質を厳密に考えるならば、前者の評価方式を採用すべきであろう。個々の環境要素が、どれだけ変化し、その変化の程度を評価者は許容しうるかどうかを吟味する。この方式では、個別の現象には、不可欠であるが、計画段階における代替案の比較検討等においては、実際的には、比較できない結果へと導いていく。

そこで、代替案を比較検討できるためには、同一単位測定不可能で非金銭的な要素でも統一的に評価できる方法が求められる。その１つが効用概念である。従来、財に対する満足度の指標として考えられてきた概念であるが、対象が財から環境要素へと評価対象が変化した。そのときには、財という評価された値をとりのぞいて、環境要素に対する直接的な満足度を取り扱うことになる。水の清明度、におい、などをいくらかの費用をかけて環境改良をすることに対する満足度ではなく、環境そのものの変化が財という概念を通さなくても人に直接的に評価されるし、また環境要素はそのような性質のものであると考えられる。

そこで、本研究における、効用の可測性の考え方の基本は、問題を総合的に評

価する限りにおいて、有意義と思われる属性について代理的に効用は可測できるものとする。

例題においては、総合的に水資源計画システムを評価するため、１２個の属性が選定されている。そのため、半分の６個が複合的な概念となり、尺度として、主観的尺度が用いられて評価が行なわれている。

そこで、たとえば、地域開発という総合的な概念を効用を用いて、測定する方法を検討し、効用の可測性の例証とする。

ダム建設にともなう地域開発への影響内容を次の４つとする。

a：ダム建設にともなう地域自然環境の変化。

b：地元産業活動への影響。

c：行政活動への影響。

d：ダムの安全性および地域開発事業の影響。

以上のダム建設にともなう影響の程度をBest Level からWorst Level までの段階における状況を想定し、表5.4.1に示した。

表5.4.1　ダム建設による地域開発への影響の評価

影響内容 / 評価レベル	a．ダム建設による地域自然環境の変化	b．地元産業活動への影響	c．行政活動への影響	d．ダムの安全性及び地域開発事業への影響
1. 最良	∘河川水位がより安定し、増加した ∘水質が非常によくなった ∘土砂くずれがなくなった ∘住民が非常に健康になった		∘既存河川については水利権が、現在かつ将来にわたっても確保されている	∘ダムにより絶対安全になった ∘大規模な住宅開発化が促進された
2. 良	∘河川水位がより安定した ∘水質がよくなった ∘土砂くずれが減少した ∘住民がより健康になった	∘木材業等の地元産業の安全性が確保された ∘商業が発展した ∘農業が振興した ∘観光業が発展した	∘既存河川については水利権がふえた	∘ダムにより安全性が増大した ∘住宅開発が活発になった
3. 普通	∘河川水位は変化しなかった ∘水質は変化しなかった ∘土砂くずれは変化しなかった ∘住民の健康状態は変化しなかった	∘地元産業は変化しなかった ∘商業は変化しなかった ∘農業は変化しなかった ∘観光業は変化しなかった	∘既存河川の既得水利権は確保された	∘ダムにより安全性は変化しなかった ∘住宅開発のテンポは従来と変わらない
4. 悪	∘河川水位が低下した ∘水質が悪化した ∘土砂くずれが少し多くなった ∘住民の健康が悪化した	∘地元産業の収入が減少した ∘商業収入が減少した ∘農産物が減少した（農地減少，水位低下） ∘観光資源が減少した	∘既存河川において給水施設に支障をきたすようになった	∘ダムにより安全性が低下した ∘住宅開発のテンポがにぶってきた
5. 最悪	∘河川水位が大きく低下し、河川機能が維持できなくなった ∘水質が長期的に悪化した ∘土砂くずれが激増した ∘病人がでた	∘地元産業が成立しにくくなった ∘商業が成立しにくくなった ∘農業が経営できなくなった ∘観光業が成立しにくくなった	∘既存河川では取水できなくなった	∘ダムにより危険地域となった ∘住宅開発が行なわれなくなった

各項目における内容、評価の水準については粗密の差がでているため、評価目的に従った重みづけが必要とされるが、ここでは地域開発への影響が、それぞれ同程度の重みをもつものとした。

表5.4.1をもとに、各項目間の組み合わせによりダム機能のうち、洪水制御、および用水供給に関する主観的尺度を作成した。（表5.4.2参照）

表5.4.2では、Worst Levelを10、Best Levelを1と設定し、その間の値の間隔は等間隔とした。

このように、設計すれば地域開発という複合概念を分析的に把握し、再統合することによって評価尺度が相対的ではあるが人為的に作成できることを示した。

表5.4.2　ダム建設による地域開発への影響の主観的尺度

レベル	洪水制御	用水供給
1	a_1 b_1 d_1	c_1 d_1 a_1
2	a_1 b_2 d_2	c_1 d_1 a_2
3	a_1 b_2 d_2	c_1 d_2 a_2
4	a_2 b_2 d_2	c_2 d_2 a_2
5	a_2 b_3 d_3	c_2 d_2 a_3
6	a_2 b_3 d_3	c_2 d_3 a_3
7	a_3 b_3 d_3	c_3 d_3 a_3
8	a_3 b_4 d_4	c_3 d_3 a_4
9	a_3 b_4 d_4	c_3 d_4 a_4
10	a_4 b_4 d_4	c_4 d_4 a_4

5－4－2　属性間の独立性の検討

多重属性効用関数法が成立するための独立性の仮定（選好独立、効用独立）は操作的である。意志決定者が属性間の選好関係を主観的に決定することにより、全体的な効用水準が明示的に導きだされる。これらの仮定は、R.L.Keeneyによって、数学的に証明されているが、現実的な問題へ適用する場合、この独立性の仮定の成立が最大の課題となる。そこで本項では、例題の属性は、R.L.Keeneyにより一応独立性が検証していると仮定して、例題を中心に独立性の問題を検討

する。

例題においては、１２個の属性が選定され、全属性がすべて、Worst Level に設定されている状態で、まず最も選好されるべき属性を選ぶために次の質問がなされた。“ if only one could be raised to its best level , which one would be preferred （もし、これらの属性の中で１つだけ best level にしたいとするならば、どれを選好しますか。）”。

その結果、属性X_2 が最も重要な属性として選好された。

次に、同様の手続きにより、属性間の選好関係が決定され、式（ 5.4.1 ）に示す結果となった。

$$X_2 > X_6 > X_3 = X_{10} > X_8 > X_1 > X_5$$
$$= X_9 > X_4 = X_7 > X_{11} = X_{12} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.4.1)$$

式（ 5.4.1 ）における選好順序が決定されるためには、属性間に選好の独立性が存在しなければならない。さらに属性間に効用の独立性が存在するという仮定にもとづいて、属性間における、無差別点が探索され、その結果k_2よりk_{12}までの値が求められた。これらの各属性のスケーリング・コンスタントをもとに乗法型の効用関数形が導きだされた。この全体の効用関数形に各システムの属性値が代入され、表 5.2.5 に示したような各水資源システムの効用水準が計算されたのである。

しかしながら、例題における問題点として、意志決定の各段階において、意志決定者の主観的判断が大きな役割を有している点を指摘できる。

すなわち、本手法は、各段階における判断基準が意志決定者の主観的判断により規定されるため、効用水準の導出が操作的であることが１つの特徴である。しかし、主観的な判断の根拠を明示することにより、その判断の妥当性がより一層高まるのである。いくら客観的な判断を求めようとしても、たとえば属性間の選好順序、換言すれば、属性間のウェイトは人間の意志決定に大きく依存しており、これを完全に客観的な手続きにより、導きだす方法は存在しないであろう。

すなわち、属性間のウェイトを主観的にせよ、いかに合目的的な態度で決定するかが、明示的な方法論の確立の第１歩となろう。属性間のウェイトを決定する態

度としては、大まかに次の3通りが考えられる。[1)]

まず第1の態度は、次のような状況のもとで発生する。意志決定者が明確な政策をなしたり、明示的な社会目的が存在し、将来への望ましい開発の戦略が明記されている場合において、社会的目的間の優先順位が述べられた場合である。この場合は、選好順序がはじめから、かなり意図的に設定されているため意志決定者は属性間の選好順序を決定し易い状況にある。この場合は、多重属性効用関数法における独立性は存在し易い状況にある。

このようなウェイトのつけられる問題に対しては、代替案の比較などの問題に対しては、本手法を適用することが有効であると思われる。

第2の態度は次のような状況のもとで発生する。すなわち、ウェイトの体系が顕在化されなく、かつ、社会的目的への方向づけがなされない場合である。この場合においては、ウェイト決定のために必要な社会的目的を抽出し、妥当性をもった態度でウェイトを決めなければならない。本研究の対象である地域・水環境システムのように多くの目的や側面を有する現象において、属性間のウェイトを決める場合は、一面的な判断をするような態度をとるべきではない。

最後の態度は、前2者と違い、意志決定者が属性間のウェイトを恣意的、かつ便宜的に決める態度である。

この場合は、明らかに統合計算上のためにウェイトが作為的に決められるのであるから、結論が操作的になることは否めない。このような場合には、できれば、指標や構成要素の間で等しいウェイトをつけるなどの、簡単なウェイトづけを行なって全属性を統合する方が望ましい。

そこで、これらの3つの態度から、実行される属性間のウェイトづけを例題に適用してみよう。第1の態度においては、ウェイトが政策的背景をもって決定されるため、多重属性効用関数法の計算において必要とされる独立性が保証されている可能性が高いと思われる。前述の例題におけるウェイトの体系はこれに属するであろう。第2の態度は、後で検討することにして、第3の態度を検討しよう。

---

1) Jan Drewnowski：前出

この場合は、全属性のウェイトは等しいと仮定し、属性間の選好順序はないものとする。全体の効用を導出する方法としては全属性の効用関数形を評点法等により導出して、それに各属性の効用水準を求め、それらの値を単純平均する。

最後に、第２の態度による決定では、ウェイトの体系では、問題の特性に留意してできるだけ主観的な判断を除去する方法が求められる。このような方法について検討を加え、全体の効用を次に示すプロセスに従って算出しよう。

第1ステップ：例題における１２個の属性の選好順序を決定する。ここでは、便宜的に、その選好順序を例題と同じと仮定する。

$$X_2 > X_6 > X_3 = X_{10} > X_8 > X_1 > X_5 = X_9 > X_4 = X_7 > X_{11} = X_{12}$$

第2ステップ：各属性におけるウェイトの和が 1.0 になるように、各属性にふりわける。（表 5.4.3 参照）

表 5.4.3　属性のウェイト

属性 ＼ ウェイト	X_2	X_6	$X_3 = X_{10}$	X_8	X_1	$X_5 = X_9$	$X_4 = X_7$	$X_{11} = X_{12}$
ki	0.147	0.121	0.115	0.100	0.091	0.080	0.055	0.0205

$$\sum_{i=1}^{12} ki = 1.00$$

第3ステップ：表 5.4.3 の値について Churchman–Ackoff コンシステンシィ・テストを行なう。[1)2)]

Churchman−Ackoff コンシステンシィ・テストの手続きを例題により紹介しよう。

まず、１人の意志決定者が４つの属性の重みづけを決定する。

---

1) C.WEST CHURCHMAN AND RUSSELL L.ACKOFF "AN APPROXIMATE MEASURE OF VALUE"

2) EFRAIN TURBAN AND MORTON L. METERSKY UTILITY THEORY APPLIED TO MULTIVARIABLE SYSTEM EFFECTIVENESS EVALUATION Management Science Vol. 17 №12 August 1971

(1) 4つの属性を重要さの程度によって次のように選好した。

$O_1 > O_2 > O_3 > O_4$

(2) 仮に、O_1 の値 V_1 を 1.00 として、次のように値をつける。

O_1 ($V_1 = 1.00$), O_2 ($V_2 = 0.80$), O_3 ($V_3 = 0.50$),

O_4 ($V_4 = 0.30$)

(3) (O_1) と ($O_2 + O_3 + O_4$) とを比較し意志決定者はどちらを選ぶかを判断する。もし、意志決定者が O_1 を選好するとすれば

(O_1) > ($O_2 + O_3 + O_4$) となり

($V_1 = 1.00$) と ($V_2 + V_3 + V_4 = 0.8 + 0.5 + 0.3 = 1.6$)

との大小関係が反対になるので、調整を行なう。

たとえば、

$V_1 = 1.00$, $V_2 = 0.40$, $V_3 = 0.25$, $V_4 = 0.15$

と調整すれば、選好な関係が保たれる。

(4) 次に (O_2) と ($O_3 + O_4$) とを比較して、意志決定者はどちらを選ぶかを判断する。もし、意志決定者が ($O_3 + O_4$) を選好したならば、もう一度調整が必要となる。

たとえば、

$V_1 = 1.00$, $V_2 = 0.40$, $V_3 = 0.30$, $V_4 = 0.20$

このようになれば、意志決定者のいずれの段階の選好にも適合するといえる。

(5) 以上のステップで評価は終ったので、便利なために、値を次のように標準化する。

$V_1' = 1.00 / 1.90 = 0.53$

$V_2' = 0.40 / 1.90 = 0.21$

$V_3' = 0.30 / 1.90 = 0.16$

$V_4' = 0.20 / 1.90 = 0.10$

計 1.00

第4ステップ：つぎに属性間の選好の独立性についての検証を行なう。選好独立の条件については前述のとおりである。すなわち、全属性のうち2個の属性間の選好間係がその他の属性の水準に依存しないことを検討するためには、全属性相互間の依存度を調べることが必要である。そこで、図5.4.1に示す属性マトリックスを作成し、属性間の相互関係を検討する。簡便的には、主観的判断でもよいが、属性のデータ数が多い場合は、数量化法Ⅱ類による検討方法が有効と思われる。すなわち、ある属性Xi を外的基準とみなし、その他の属性Xi－ を変数とみなし、それらの偏相関係数を求め、その値の小さいものを一応Xi とは独立とみなす方法である。検討の結果、X……を選好独立とする。

図5.4.1　属性マトリックス

外的基準＼変数	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}
X_1			○		○		○					○
X_2			○		○		○	○			○	○
X_3	○	○			○			○	○	○	○	○
X_4			○					○	○	○	○	○
X_5	○	○				○	○	○		○	○	○
X_6					○			○	○	○	○	○
X_7	○	○			○			○	○	○	○	○
X_8		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○
X_9			○	○		○	○	○		○	○	○
X_{10}			○	○	○	○	○	○	○		○	○
X_{11}		○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
X_{12}	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	

○：相互関係あり

第5ステップ：つぎに、属性間の効用独立についての検証を行なう。効用独立の条件はある属性Xi の確実同値とその５０－５０ロッタリーの値がその他の属性Xi－ に依存しないことであるから、先に検討した選好独立より、成立条件が一層厳しくなる。そこで図5.4.1より、選好独立が認められた属性（Ｘｉ……）の中より、属性相互間の相関係数Rijを計算

し、Rij≦0の場合のみ効用の独立が存在するものとする。以上のステップにより、単一属性の効用関数が導出される。

第6ステップ：単一属性を統合するために、属性間のスケーリング・コンスタントを決めなければならない。この場合は、互いに独立している属性であるため、属性間におけるインディファレンス・ポイントを決定するためには、意志決定者の属性に対する価値観が反映される。この決定方法については、次節において述べる。

5－5　利益集団間における効用関数の統合基準

5－5－1　利益集団における人間関係論

属性間のウェイト、および選好順序の決定の多くは、意志決定者の過去の経験や願望によってなされる。また、多重属性効用関数の導出の条件である選好独立の検定においても同様な傾向が存在した。これらの問題点を解消する方法を前節において、より客観的な独立性の検証法について提唱した。

しかしながら、より客観的にウェイトづけが決定された段階においても、互いに独立性を検証された属性の統合をどのような価値や基準にもとづいて実行するかという問題は依然として残っている。

R．L．Keeney はこの問題、すなわち無差別点の決定については、人間と人間の対話型による方法を採用している。[1] 筆者は、人間－機械による対話型システム方法を検証した。[2] しかし、これらは、試行錯誤による方法の延長線上にあるとともに、さきの問題点を客観的に克服しておらないため、説得性のある方法とは言い難いと思われる。そこで、この点に改良を加える方法としてはより客観的な無差別点を探索する方法を開発するか、いわゆる試行錯誤的に決定された結論が客観的に認められる基準に照らし合わせて妥当であるかを判定する、という2つが存在する。筆者は後者の方法を採用し、統合基準の設定を試みる。

属性間の統合基準をより客観的に設定する前に、統合を行なうために必要な判断がどのような状況で行なわれるかを考察しよう。

人間が互いに独立で、しかも、同一単位でない属性間の定量的関係を判断するためには、一般的に代理的な価値関数が用いられる場合がおおい。効用もその機能を有すると考えられる。しかし、多重属性効用関数法における属性間の定量的関係の導出、すなわち、無差別点の探索は、それぞれ異なる単位の比較が直接

---

1) Ralph L.Keeney : The Art of Assessing Multiattribute Utility Functions
Organizational Behavior and Human Performance Vol. 19 pp 267~310 1977

2) Fumiko Seo , Kenichi Nakagami and Masatoshi Sakawa
Interactive Utility Analysis for the Water Resources Program in the Yodo River Basin
" Water Supply and Management" Vol.2 5/6 1977

的に行なわれている。この場合は、単純な機械的判断はできず、意志決定者がそれぞれの背景や動機をもって判断を下し、 主観的に両属性の関係が定量化されているのである。ところが、この段階における判断の基礎となる要因は、意志決定者の行動決定における動機づけと思われる。この社会的動機づけの体系化は、従来より産業心理学ないし社会心理学の分野において検証され、経営学の分野においてこれに意志決定を結びつけて人間関係論の理論的構成へとの発展がみられる。

すなわち、人間行動は次の3つのパターンに分類できると規定し、この行動パターンの基礎に動機をおいている。[1)] ※

（i）欲求充足が行動への動機づけとなる。

「人間はもともと種々の欲求をもっている。それには意識されているものもあり、また無意識のうちに抱かれているものもある。そして、これら欲求を充足しようとして、環境に向かって行動を起こす。それゆえ、欲求の充足が行動の動機、すなわち心理的エネルギーとなる。」 これは、意志決定者自己の欲求（願望）、に従って、属性間の定量的関係を自己の願望のみに従ってつけて、それらの統合を行なう場合である。このような判断方式は、いわゆる独裁者型の意志決定となる。

（ii）社会的状況に客観的に応じて適正に判断し、最適行動をすることが行動の動機となる。

「行動は、その人をとりかこむ種々の条件、すなわち個人的および社会的情況に規定されて、一定の型を示す。たとえば過去の経歴や現在の社会的地位とそれに期待されている役割などから、行動にはそれぞれに特有の型が形成される。ものの見方や感じ方、評価の仕方などを含む態度は、潜在的な一定の心理的傾向であって、それと社会的情況とがからみあって、行動は一つの型を示すようになる。」これは、意志決定者の判断の動機が、社会的、歴史的状況を考慮し、かつ属性に含まれる背景を十分に熟知して適正に行動することがあるため、総合的な判断にもとづいて属性間の統合が行なわれる。たとえば、経済的欲求だけで合理的に行

1）田杉　競：人間関係　ダイヤモンド社　昭和53年

※「　」内の論文は、文献1）よりの引用

動するものと考えられた「経済人」の判断ではなく、総合的な判断にもとづいて行動する「総合人」といえよう。この種のタイプの判断方式は多重属性効用関数法における種々の判断の際に最も適しているといえよう。この方式による判断の合理性についての基準の検討については、次項で考察する。

(iii) 社会状況に主観的に迎合して、意志決定者の所属する社会に認められたいという欲求が行動の動機となる。

「行動が起こされても、容易に欲求が充足されるとは限らず、むしろ多くの場合には、外界の情況にはたらきかけるとき種々の障害を見出す。」

「もし、適応行動によって欲求が充足されるならば、満足を感じ、ひいては積極的な行動、たとえば勤労意欲の向上、能率増大のごとき行動をもたらす。逆に知覚が容易でなければ、そこに欲求とか体験とか態度とかの主観的条件の支配することが多くなり、また障害に直面すれば、欲求不満(frustration)、すなわち欲求の満足されぬ状態から、種々の歪曲された行動が起こりやすい。」

これは、意志決定者の判断動機が、不安定であり、一貫性を欠く場合が多いため、本手法のように、多くの判断プロセスを有する場合には、このタイプの意志決定者は判断者として不適である。

以上の人間行動のパターンを意志決定の範疇で整理すると次のようになる。

(1) Xグループの特性:(絶対的信念型人間グループ)

このグループにおける個人は、個人の主張や見解が激しい欲求にもとづく場合が多かったり、また、属性について深い知識や体験をもっており、安易に他者の話し合いで妥協点を見い出すことはなく、かつ決して合意しない。

(2) Yグループの特性:(合理的組織型人間グループ)

このグループにおける個人は、自己および集団の意志決定に対し積極的な態度を示し、また問題を構造的、理論的に考えたりすることを避けたりはしない。また、決定したことに対して責任をもった行動をとり、自主性の満足や、自己実現の測定をたくみにできるとともに、実行力をもっている。また、問題解決のため、組織力を十分に活用できる能力をもっている。

それゆえ、集団的に目的を達成する場合にも、その目的、目標の性質のいか

ん（長期的、抽象的）に関わらず、属性内および属性間の定量的判断を達成しやすい。

(3) Ｚグループの特性：（分散的消極型人間グループ）

このグループにおける個人は、自己の意志決定に対し消極的な反応を示すことを特徴とする。

問題を構造的に把握したり、独自の評価価値体系を整えたりすることを避け、また決定したことに最後まで責任をとることはしない。

よって、集団的に目的を達成する場合には、その目的・目標がより具体的、短期的に理解される対象物に限りがちである。

以上、属性間の統合における判断のタイプを整理検討した。

この結果、多重属性効用関数においては、Ｙグループの判断の動機を有する意志決定者の存在が求められる。このことは換言すれば、意志決定者がＸ、Ｚグループに所属するタイプならば、本手法は、評価方法としての有効性を有してないといえる。そこでＹグループにより、判断が行なわれたと仮定して、この判断が客観的に正当と保証されるための条件を次項で検討する。

５－５－２　統合基準の設定

統合基準設定のための、次の方法を考える。

まず前節で述べたChurchman－Ackoffコンシステンシィ・テストにより求められた各属性のウェイトをそれぞれkiとする。

次に、多重属性効用関数法により求められた各属性のスケーリング・コンスタントをそれぞれki′とする。

そこで簡単な例題により統合基準を説明する。

第１ステップ

問題が４つの属性より構成されていると仮定する。４つの属性のウェイトを簡単に求める。これらの値について一応、Churchman － Ackoff コンシステンシィテスト を行ない、テストにパスしたものとする。

k_1: 0.45, k_2: 0.31, k_3: 0.17, k_4: 0.07

$$\sum_{i=1}^{4} ki = 1.0$$

第2ステップ

多重量性効用関数法により、属性間のインディファレンスポイントが求められ、それぞれのスケーリング・コンスタント k′ が次のように求められたと仮定する。

k'_1: 0.5, k'_2: 0.4, k'_3: 0.2, k'_4: 0.1

$$\sum_{i=1}^{4} k'i = 1.2 > 1.0$$

第3ステップ

第2ステップにおいて求められたスケーリング・コンスタントの総和は1.0より大きいため、全体の和が1.0になるように換算する。換算された各属性のスケーリング・コンスタント k''_i の値は次のとおりである。

k''_1: 0.417, k''_2: 0.333, k''_3: 0.167, k''_4: 0.083

$$\sum_{i=1}^{4} k''_i = 1.0$$

第4ステップ

第1ステップにおける各属性の ki と第3ステップにおける k″i の大きさのスケーリング・コンスタントの順序が同じであるかを検討する。本例題の場合では順序に違いがない。もし順序が違う場合は、もう一度第2ステップからやりなおす。

第5ステップ

第1ステップにおいて、決定された各属性のウェイトの大小関係と第3ステップにおけるそれとが矛盾しないことは、次のことを意味する。

すなわち、ki における伸率をそれぞれ（α、β、γ、δ）とした場合、k''_i が式（5.4.1）の条件にあることである。

$$1.0 \geqq k''_1 = k_1(1+\alpha) \geqq k_1(1-\alpha) = k''_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.4.1.a)$$

$$k_1 \geqq k_1(1-\alpha) = k''_1 \geqq k''_2 = k_2(1+\beta) \geqq k_2 \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.1.b)$$

$$k_2 \geqq k_2(1-\beta) = k''_2 \geqq k''_3 = k_3(1+\gamma) \geqq k_3 \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.1.c)$$

$$k_3 \geqq k_3(1-\gamma) = k''_3 \geqq k''_4 = k_4(1+\delta) \geqq k_4 \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.1.d)$$

$$k_4 \geqq k_4(1-\delta) = k''_4 \geqq 0 \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.1.e)$$

式5.4.1より、次の3式が誘導される。

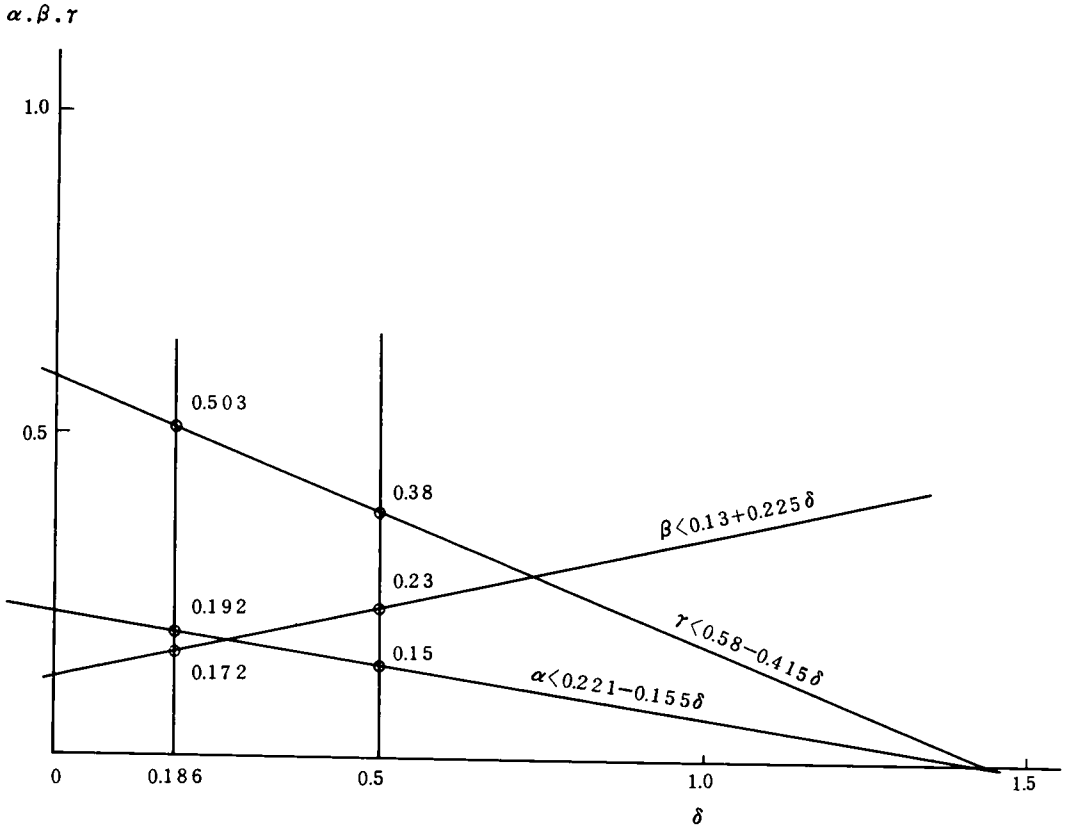
$$k_1 - k_2 > k_1\alpha + k_2\beta \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.2)$$

$$k_2 - k_3 > k_2\beta + k_3\gamma \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.3)$$

$$k_3 - k_4 > k_3\gamma + k_4\delta \quad \cdots\cdots\cdots (5.4.4)$$

ここで、δはx_4の属性の伸率であるから、δの値を変化させた場合のα、β、γが成立する範囲を求める。α、β、γの範囲は、式5.4.5、5.4.6、5.4.7となり例題における値は、図5.5.1に示すとおりである。

図5.5.1　　統合基準検定図



$$0 \leqq \gamma < \{ (k_3 - k_4) - k_4 \delta \} / k_3 \quad \cdots\cdots (5.4.5.a)$$

$$0 \leqq \gamma < \{ (0.17 - 0.07) - 0.07 \delta \} / 0.17 \quad \cdots\cdots (5.4.5.b)$$

$$0 \leqq \gamma \leqq 0.588 - 0.411 \delta \quad \cdots\cdots (5.4.5.c)$$

$$0 \leqq \beta < \{ (k_2 - k_3) - k_3 \gamma \} / k_2 \quad \cdots\cdots (5.4.6.a)$$

$$0 \leqq \beta < \{ (0.31 - 0.17) - 0.17 \gamma \} / 0.31 \quad \cdots\cdots (5.4.6.b)$$

$$0 \leqq \beta < 0.452 - 0.548 \gamma \quad \cdots\cdots (5.4.6.c)$$

$$0 < \beta < 0.130 + 0.225 \delta \quad \cdots\cdots (5.4.6.d)$$

$$0 \leqq \alpha < \{ (k_1 - k_2) - k_2 \beta \} / k_1 \quad \cdots\cdots (5.4.7.a)$$

$$0 \leqq \alpha < \{ (0.45 - 0.31) - 0.31 \beta \} / 0.45 \quad \cdots\cdots (5.4.7.b)$$

$$0 \leqq \alpha < 0.311 - 0.689 \beta \quad \cdots\cdots (5.4.7.c)$$

$$0 \leqq \alpha \leqq 0.221 - 0.155 \delta \quad \cdots\cdots (5.4.7.d)$$

第6ステップ

ki と k″i との差を di とし、di を ki で除した値 Di を求める。この Di が図 5.5.1 に示した領域内に入っておれば、全体の属性を総合的にみあわせて、直観的に決めた値〔Churchman－Ackoff コンシステンシィ・テストによるもの〕と多重属性効用関数法により求めたスケーリング・コンスタントの値を、意味があると判断する。この基準をもって属性間における定量的判断の妥当性が存在する根拠とする。

例題においては、式 5.4.8 に示す結果となり、判断は正しいものとした。

$$D_1 = |0.45 - 0.417| / 0.45 \quad \cdots\cdots (5.4.8.a)$$
$$= 0.073 < 0.192$$

$$D_2 = |0.31 - 0.333| / 0.31 \quad \cdots\cdots (5.4.8.b)$$
$$= 0.074 < 0.172$$

$$D_3 = |0.17 - 0.16| / 0.17 \quad \cdots\cdots (5.4.8.c)$$
$$= 0.0500 < 0.503$$

$$D_4 = |0.07 - 0.083| / 0.07 \quad \cdots\cdots (5.4.8.d)$$
$$= 0.186$$

以上のステップの基準を属性間の統合基準とする。

5－5－3　例題の評価結果の検討

Tisza River流域における水資源開発システム・プランを例題として多重属性効用関数法の手法的問題点を検討した。本項ではこれらの検討結果にもとづいて、例題の評価結果を検討する。

水資源開発システム・プランの評価結果導出にあたり、表5.5.1に示すプロセスに従った。

①，現在からA．D．2030年のシナリオを構想するにあたって、経済成長の程度を指標としてとらえ、(I)低成長、環境重視、(II)適正成長、環境と経済との調和、(III) 高成長、経済重視の3種類に類別した。それぞれのタイプにおけるシナリオの内容は、5－3－1に既述したとおりとする。

②，各タイプにおける属性の効用水準及び属性の性質（主観的尺度かどうか）については、次のとおりとした。

効用水準については、3タイプとも、例題と同じ値を用いるものとする。

システム評価にあたり、考慮すべき属性としては、(I)、(II)では例題と同一の12個とし、(III)のみ、主観的尺度を用いている属性（X_3，X_5，X_8，X_9，X_{10}，X_{11}，X_{12}）は排除する。

③，効用の可測性においては、②のプロセスにおいて選択された全属性は可測されるものとする。

④，属性間の独立性に関しては、次のとおりとする。

（I）では、低成長型タイプのため、属性相互間の関連性がより大きく認識されるため、選好独立、効用独立も存在しないものとする。

表5.5.1　各意志決定プロセスにおける判断タイプ別の評価特性

意志決定のプロセス ＼ 判断タイプ	属性の性質	効用の可測性	属性間の独立性		統合基準
			選好独立	効用独立	
(I) 低成長 (シナリオO_1) 環境重視	例題同じ (X_1 ～ X_{12}) Worst Level Best Level は例題と同じ	全属性すべて可測できる	全属性、独立性なし	全属性、独立性なし	統合せずに、全属性の効用水準は例題の各属性の単純平均とした。
(II) 適正成長 (シナリオO_2) 環境と経済との調和	例題と同じ (X_1 ～ X_{12}) Worst Level Best Level は例題と同じ	全属性すべて可側できる。	全属性、独立性あり 属性間の選好順序は例題どおり	全属性、独立性あり	統合する。 属性間のインデファレンス・ポイントは例題どおり
(III) 高成長 (シナリオO_3) 経済重視	例題のうち (X_1、X_2、X_4、X_6、X_7) 主観的尺度の属性は排除 Worst Level Best Level は例題と同じ	例題における主観的尺度は可測性なしとみなす。	選択された属性間のうち独立とみなしたのは、X_1、X_2、X_4、X_6である。 選好順序は次のとおりとする。 $X_1 > X_2 > X_4 > X_6$	X_1、X_2、X_4、X_6は独立性あり	統合する。 属性間のインデファレンス・ポイントは注I参照。

(II) では、例題と同じシナリオを描くものとしているため、例題と同様に全属性において選好独立、効用独立が存在しているものとする。

(III) ではX_1，X_2，X_4，X_6のみ選好独立、効用独立が存在するものとみな

した。

⑤，属性間の統合については、(II)，(III)では多重属性効用関数法の統合方式を用いる。(I)においては、全属性の統合は行なわないで、全属性の効用水準は、各属性の効用水準の単純平均とする。

以上のプロセスに従って、Tisza River 流域における水資源開発システム・プランの効用水準を表5.5.2に示すように求めた。

表5.5.2　各システムの効用水準

水資源開発システム / 効用水準		システム1	システム2	システム3	システム4	システム5
		多目的運河貯水池システム	ポンプ式貯水池システム	平地貯水池システム	山間貯水池システム	地下水貯留システム
$U(X_1)$		0.489	0.894	0.435	0.637	0.409
$U(X_2)$		0.960	0.783	0.251	0.251	0.251
$U(X_3)$		0.936	0.815	0.379	0.936	0.638
$U(X_4)$		0.610	0.399	0.224	0.302	0.224
$U(X_5)$		0.672	0.445	0.263	0.117	0.117
$U(X_6)$		0.307	0.638	0.150	0.638	1.00
$U(X_7)$		0.200	0.400	0.400	0.800	0.600
$U(X_8)$		0.914	0.914	0.791	0.615	0.615
$U(X_9)$		0.924	0.695	0.270	0.695	0.500
$U(X_{10})$		0.914	0.791	0.615	0.362	0.615
$U(X_{11})$		0.914	0.771	0.615	0.362	0.615
$U(X_{12})$		0.800	0.800	0.200	0.400	0.200
各モデルにおける全体の効用水準	U_I	0.72	0.697	0.383	0.510	0.407
	U_{II}	0.832	0.831	0.503	0.648	0.521
	U_{III}	0.630	0.762	0.325	0.678	0.528

評価結果より次の4点が指摘できる。

① U_IとU_{II}は共通の12属性より導出されたため、同じ選好順序となっている。ただし、U_{II}の方がU_Iに比較して全般的に効用水準が高い理由としては、U_Iが全属性の単純平均で求められたのに対し、U_{II}では、全属性の特性を考慮して重みづけを行ない、かつ乗法型効用関数法により求めたためであろう。このように、システム・プランの選好順序はU_IとU_{II}が一致するため、効用水準の考察はU_{II}に限定する。

② U_{II}における各システム・プランに対する効用水準は、高い順にシステム1, システム2, システム4, システム5, システム3という順序になっており、これは、単純に求めた各システムの効用水準に規定されている。一方各属性別の特徴をみると、次の点が指摘できる。

i) スケーリング・コンスタントが大きい値としては、次の6個がある。

k_2(0.243)>k_6(0.200)>k_3(0.189)=k_{10}(0.189)>k_8(0.165)

ii) スケーリング・コンスタントが最大の、X_2(水不足)では、システム1の効用水準が0.960, システム2の効用水準が0.783, その他のシステムではすべて0.251と小さいことが、システム1,2と他のシステムの差異を生みだしている。

iii) X_6(洪水防御)では、システム2, 4がともに0.638と他のシステムより大きい。このため、システム4がシステム3, 5より総合的効用水準が高くなっている。

iv) X_3(水質)、X_{10}(国際関係)、X_8(社会的影響)、においては効用水準はシステム1がそれぞれ0.936, 0.914, 0.914と0.90以上と高く、システム2では0.815, 0.791, 0.914とシステム1よりは低いが高い値を示している。システム4では、U(X_3)は0.936と高いが、U(X_{10})、U(X_8)が0.362, 0.615と全システムの中で最も低い値を示している。

以上の背景で、システム・プラン1, システム・プラン2が高い効用水準になっている。

③ U_{III}においては、U_I, U_{II}の結果と異なり、システム2, システム4, シ

ステム1, システム5, システム1の順に効用水準が高い。

U_{III} の導出過程は、(注Ⅰ)に述べるとおりであるが、ここでは、シナリオ(高成長、経済重視)に準拠して、X_1(コスト)のスケーリング・コンスタントを 0.455 と最大にした。次に水資源開発による効果に関する属性(X_2,(水不足), $k_2=0.291$, X_4(エネルギー), $k_4=0.174$, X_6(洪水防御), $k_6=0.130$) のスケーリング・コンスタントを小さくした。

その結果、$U(X_1)$(コスト)において、全システムの中で最大の効用水準を有するシステム2が、全体の効用水準でも 0.762 と最も大きくなった。また、システム4では、$U(X_1)$が 0.637と大きいため、他の属性の効用水準が低いにもかかわらず、全体の効用水準が 0.678 と大きい値を示している。システム1は、$U(X_1)$が0.489と比較的小さい値を示しているが、$U(X_2)$,$U(X_4)$が全システムの中で最も大きいため、全体の効用水準が 0.630 と高い値となっている。

④ 種々のシナリオを描くことによって、例題で選好された結果(システム1,が 0.832 と第1位)のみならず、システム2, システム4も経済成長の変化によっては、効用水準が上昇することが想定されるため、3種のシステム・プランについて、時間変化を考慮して、再度精密な評価を行なう必要があろうと思われる。

(注Ⅰ)

属性x_1、x_2、x_4、x_6における選好独立および効用独立は成立しているものとする。

次に、5－5－2で示した統合基準を適用する。

第1ステップ

属性間の選好順度は次のとおりとする。

$$x_1 > x_2 > x_4 > x_6$$

そこで、5－4－2において述べたChurchman Ackoff コンシステンシィ・テストを行なう。

$k_1 = 0.46$ （２）

$k_2 = 0.28$ （３）

$k_4 = 0.16$ （４）

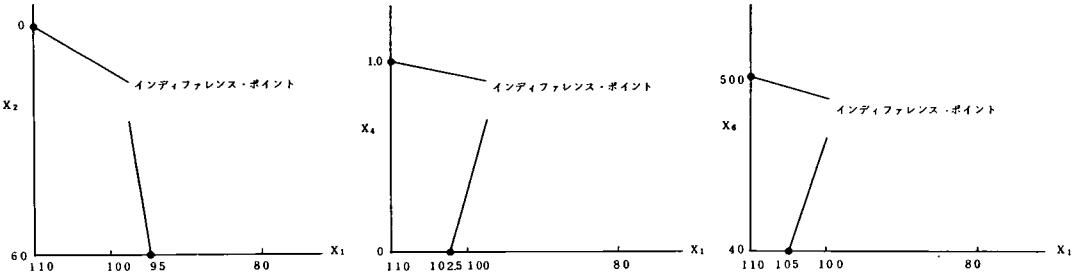
$k_6 = 0.10$ （５）

この結果、各属性の重みづけは、整合性があるとみなすことができる。

第２ステップ

属性間のインディファレンス・ポイントをみつけ、スケーリング・コンスタントを図5.5.Ｉ－Ａに示すように求めた。

図5.5.Ｉ－Ａ　インデイフアレンス・ポイント



属性 x_1 とその他の属性の関係は次のとおりとする。

$k_2 = k_1 U_1 (x_{12})$ （２）

$k_4 = k_1 U_1 (x_{14})$ （３）

$k_6 = k_1 U_1 (x_{16})$ （４）

よって、

$(x_1=95、x_2=60)\sim(x_2=10、x_2=0)$

$k_2=k_1U_1(95)=0.640k_1$ （９）

$(x_1=102.5、x_4=0)\sim(x_1=110、x_4=1.0)$

$k_4=k_1U_1(102.5)=0.383k_1$ （１０）

$(x_1=105、x_6=40)\sim(x_1=110、x_6=500)$

$k_6=k_1U_1(105)=0.285k_1$ （１１）

つぎに、（$x_2=0$、$x_6=40$）は（$x_2=60$、$x_6=40$）と確立0.7で無差別とする。

よって、

$$k_2 = 0.7(k_2 + k_6 + k\,k_2 + k_6) \qquad (12)$$

さらにすべての属性をBest Level におくと、式（13）が成立する。

$$1 + k = \prod_{i=1}^{4}(1 + kki) \qquad (13)$$

式（9）より式（13）まで解くことにより、各属性のスケーリングコンスタントを求めることができる。その結果は次の値となる。

$$k_1' = 0.455 \qquad (14)$$

$$k_2' = 0.291 \qquad (15)$$

$$k_4' = 0.174 \qquad (16)$$

$$k_6' = 0.130 \qquad (17)$$

$$k = -0.129 \qquad (18)$$

$$\sum_{i=1}^{4} k = 1.05 > 1.0$$

第3ステップ

$\sum_{i=1}^{4} k_i' = 1.0$ になるように k_i' の値を換算すると次のようになる。

$$k_1'' = 0.433 \qquad (19)$$

$$k_2'' = 0.277 \qquad (20)$$

$$k_4'' = 0.166 \qquad (21)$$

$$k_6'' = 0.124 \qquad (22)$$

$$\sum_{i=1}^{4} k_i'' = 1.00 \qquad (23)$$

第4ステップ

$$k_1 > k_2 > k_4 > k_6 \qquad (24)$$

$$k''_1 > k''_2 > k''_4 > k''_6 \qquad (25)$$

であるため、選好順度は整合性があると検証された。

第5ステップ

$$0 \leqq \gamma < \{(k_4 - k_6) - k_6\delta\} / k_6$$

$$0 \leqq \gamma < \{(0.16 - 0.10) - 0.10\delta\} / 0.16$$

$$0 \leqq \gamma < 0.375 - 0.625\delta \qquad (26)$$

$$0 \leqq \beta < \{(k_2 - k_4) - k_4\gamma\} / k_2$$

$$0 \leqq \beta < \{(0.28 - 0.16) - 0.16\gamma\} / 0.28$$

$$0 \leqq \beta < 0.429 - 0.571\gamma$$

$$0 \leqq \beta < 0.215 + 0.357\delta \qquad (27)$$

$$0 \leqq \alpha < \{(k_1 - k_2) - k_2\beta\} / k_1$$

$$0 \leqq \alpha < \{(0.46 - 0.28) - 0.28\beta\} / 0.46$$

$$0 \leqq \alpha < 0.391 - 0.609\beta$$

$$0 \leqq \alpha < 0.260 - 0.217\delta \qquad (28)$$

ここで、$\delta = 0.25$とすると、各スケーリング・コンスタントの伸率の範囲は次のとおりとなる。

$$0 \leqq \alpha < 0.206 \qquad (29)$$

$$0 \leqq \beta \leqq 0.304 \qquad (30)$$

$$0 \leqq \gamma \leqq 0.219 \qquad (31)$$

第6ステップ

$$D_1 = |0.46 - 0.433| / 0.46$$

$$= 0.0587 < 0.206 \qquad (32)$$

$$D_2 = |0.28 - 0.277| / 0.28$$

$$= 0.0107 < 0.304 \qquad (33)$$

$$D_4 = |0.16 - 0.166| / 0.16$$

$$= 0.0375 < 0.219 \qquad (34)$$

$$D_6 = |0.10 - 0.124| / 0.10$$

$$= 0.24 < 0.25 \qquad (35)$$

となり各属性のスケーリング・コンスタントの値は式（14）～式（17）のように決められた。

よって、Ⅲ型の効用関数型は次のとおりである。

$$U(X_1, X_2, X_4, X_6) = \frac{1}{-0.229}\left[\left\{1-0.0587U_1(x_1)\right\}\left\{1-0.0375U_2(x_2)\right\}\left\{1-0.0224U_4(x_4)\right\}\left\{1-0.0168U_6(x_6)\right\}-1\right] \quad (36)$$

5—6 まとめ

本章では、第3章、第4章において、適用した多重属性効用関数法の手法的問題点をR.L.Keeney らによって研究されたTisza River流域の水資源開発計画を例題として、検討した。

検討結果を整理すると、図5.6.1に示すとおりとなる。

この図より、手法の改良点として次の5点が指摘できる。

i）問題構造を明確にするためシナリオ・ライティング法が導入され、意志決定者の判断特徴が把握しやすいようにした。

シナリオ・ライティング法の手順、作成のプロセスを次の7つのステップとした。

第1ステップ：シナリオの利用者についての説明

第2ステップ：問題に関する世界の条件や将来についての仮定や条件を設定、およおよび現状の規定。

第3ステップ：将来のイメージ作り。

第4ステップ：問題の論理的な枠組の構築。

第5ステップ：データの収集。

第6ステップ：問題条件にあった時間スケールの設定。

第7ステップ：シナリオの作成。

なお、この手順に従ってTisza River流域の例題のシナリオを次のように作成した。

1. シナリオ（O_1）：安定化社会

このシナリオは、成長の結果、得られるものよりも、失なうものを大とする状況下の発想である。およそ農耕社会が定着し、資本主義経済体制以前の封建社会までは、徐々の開発は若干みられたが、自然の条件を適合しながら生産、生活活動を営んできていた。そして今日、多くの資本主義国家でみられるように、従来の高度経済成長の維持が困難となり、いわば、減速経済、からいまや、安定経済に移っているのである。このような状況をみるならば

シナリオ1の将来の目標は、その開発目標を現状維持におくことになる。そして、水資源計画の目標は、大規模な工業生産や、大規模都市経営のための供給に向かうのではなく、小規模単位の居住区や工場の維持のために必要な需要には供給する。

政府をはじめ、計画担当者の努力目標として、資源の節約を強調する。

2. シナリオ（O_2）：適正規模成長

ここでは、例題における開発目標を一応適正かつ期待すべき成長と仮に認めて、そこに含まれる構想がシナリオO_2 と同一視できるとして、その内容については省略する。

3. シナリオ（O_3）：加速経済的成長

このシナリオは、シナリオ O_1 とは反対で、計画の基本は急速な成長にあり、その目的のためには、あらゆる計画を手段化してしまう。すなわち、我が国の高度経済成長期にみられたように、今日の多くのダム建設や河川改修にみられるような、あらゆる種類の水需要に満足できるように施設をつくりだすという方式である。

これは、経済要素の評価が中心となり、環境要素、および計画の柔軟性という点では充分な配慮がなく、短期的な目標を達成することを最大の目標としている。

ii）属性選択においては、客観的尺度、主観的尺度ともに効用は測定可能であるという立場をとり、地域開発という複合概念の測定という例証によって測定の可能性を示した。

すなわち、ダム建設にともなう地域開発への影響内容を次の4つとする。

a：ダム建設にともなう地域自然環境の変化。

b：地元産業活動への影響。

c：行政活動への影響。

d：ダムの安全性および地域開発事業の影響。

各項目間の組みあわせにより、ダム機能のうち洪水制御、および用水供給に関する主観的尺度を作成した。

このように設計すれば、地域開発という複合概念を分析的に把握し、再統合することによって評価尺度が相対的ではあるが人為的に作成できることを示した。

ⅲ）選好独立の検証基準として、相互関係マトリックスおよび数量化法Ⅱ類による方法を提唱し、客観的基準を設定した。

すなわち、ある属性 Xi を外的基準とみなし、その他の属性 Xi－ を変数とみなし、それらの偏相関係数を求め、その値の小さいものを一応 Xi とは独立とみなす方法である。検討の結果、X.…… を選好独立とする。

ⅳ）効用独立の検証基準として、相関係数法による判定方法を提唱した。すなわち、選好の独立性が認められた属性（Xi－)の中より、属性相互間の相関係数 Rij を計算し、Rij≦O の場合のみ効用の独立が存在するものとした。

ⅴ）属性の統合における考え方として人間関係論を考察し、また統合基準の方法を提唱した。

すなわち、Churchman － Ackoff コンシステンシィ・テストにより求められた各属性のウェイトをそれぞれ Ki とする。

次に、多重属性効用関数法により求められた各属性のスケーリング・コンスタントをそれぞれKi′ とし、最終的に Ki″を求める。

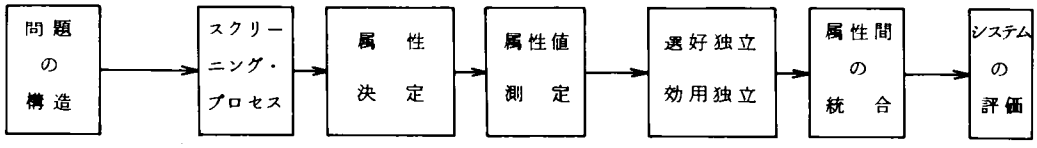
両者の関係を、それぞれ伸率（α，β，γ，δ）でおきかえ、δ の値を変化させた場合の α，β，γ が成立する範囲を求めた。（図 5.5.1 参照）

Ki と Ki″ との差を di とし、di を Ki で除した値 Di を求める。このDi が図 5.5.1 に示した領域内に入っておれば、全体の属性を総合的にみあわせて直観的に決めた値〔Churchman － Ackoff コンシステンシィ・テストによるもの〕と多重属性効用関数法により求めたスケーリング・コンスタントの値を意味があると判断する。この基準をもって属性間における定量的判断の妥当性が存在する根拠とする。

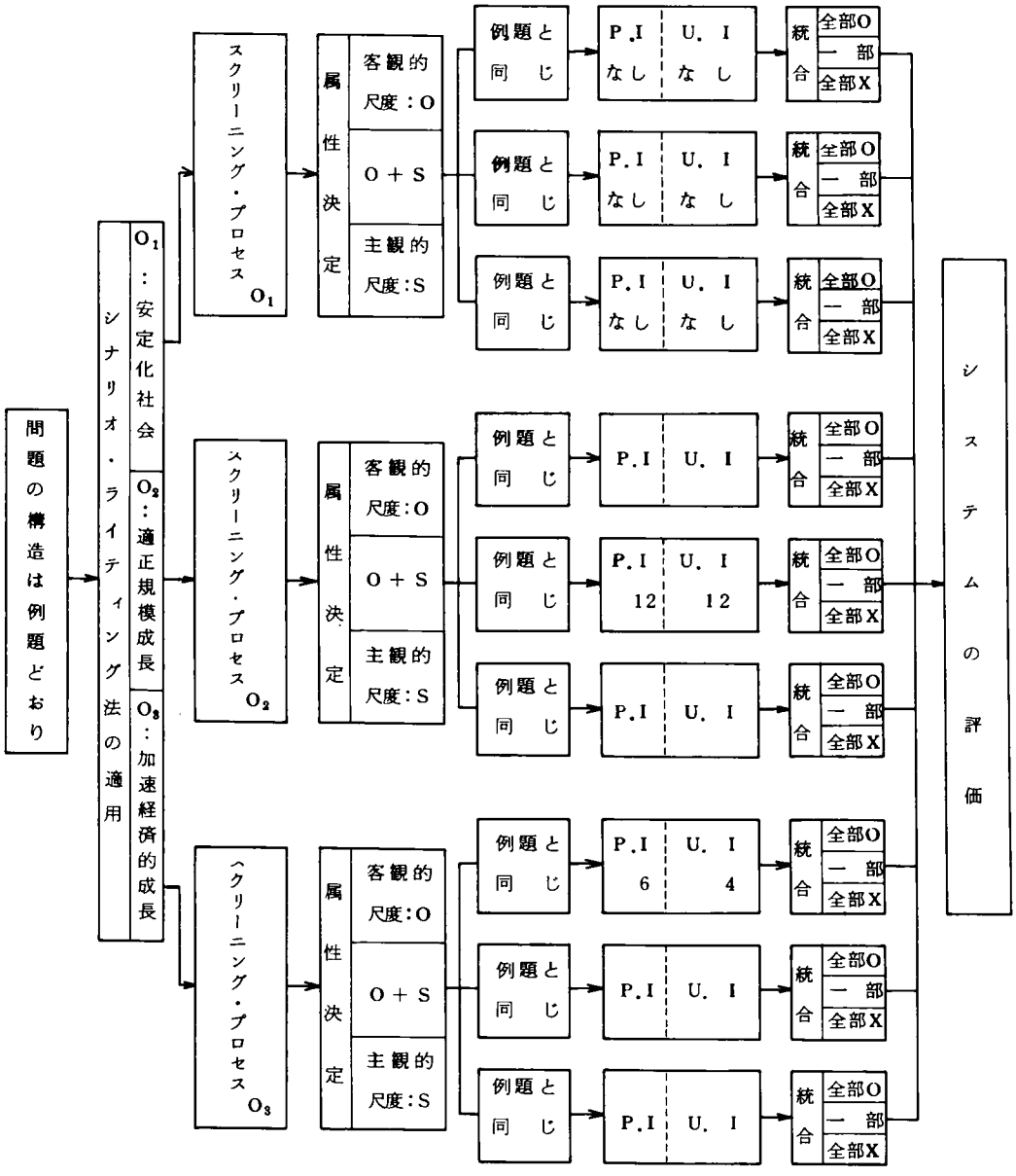
以上の考察・検討結果にもとづいて、MUF法の改良を行ない、改良内容を例題に適用した。その結果、本章で改良した方法は、適用可能性が高いのみならず、より総合的な評価が可能であることが実証できた。

図5.6.1　多重属性効用関数法の改良点

A）　MUF法の基本プロセス



B）　改良型MUF法による例題の検証



第6章　効用理論による溜池の廃止・転用問題の解明

6－1　は　じ　め　に

従来の地域計画事業では、水環境の重要性はほとんど認識されず、水関連施設は単なる付属的な取り扱いを受けることが多かった。

その理由としては、都市計画の目的が建物・橋梁・道路等の最適配置および土地の合理的、効率的利用を通じて都市の発展と秩序ある整備をめざしていたことに帰するであろう。

わが国の都市の多くは、前提条件として水の便の良いところが選定されており、基本的な水問題はそこにはなく、わずかに、水利施設を作って都市に水を供給するか、水害からいかに都市を守るか、といった技術的課題が残されるのみであった。

近年、都市の水汚染が社会的にクローズ・アップされる中で、言わば都市生態論的に水問題が考察されることはあっても、都市計画の中では、厳然として水に対する姿勢は変化しないのである。

ところで、最近の都市計画研究の一つの傾向として、計画における人間的側面が重視されてきた。これは、『現在の計画が必らずしも成功していないのは、あまりにも計画を過信しすぎたため、肝心の人間の心を忘れたからだ』[1] という反省にもあらわれている。

都市計画の目標が、施設配置を中心とする技術的・経済的な側面から、都市に住む人々の精神的満足度、言い換えれば都市の魅力（アメニティ）という社会的、心理的な側面へと転換しつつある。

さらに、都市計画技法の課題としても、計画目標の最適化をめざす段階から計画プロセスの評価の段階へと、新しい展開を示しつつある。

この展開を最も具体化しやすい対象の一つとして、生活環境の根本要素でありながらも都市計画では付属的なものであった水環境に見出すことができる。

1）David W Ewing 著：上田惇生、加賀屋裕 訳「計画の人間的側面」
ダイヤモンド社，1974

新しい都市づくりにとって都市－人間系を蘇生させる契機になりうると思われるものに、人間と水との係わりの対応において種々の工夫が重ねられてきた実績と、この人間の歴史的文化遺産である水環境の諸機能（利水機能、治水機能、親水機能および地域社会形成機能）の復権がある。

しかし、都市計画における水環境の把握ならびに評価方法については研究の蓄積が少なも、十分に確立されているとは言えない。

本章では、全国有数の溜池地帯の１つである東播地域（兵庫県加古川市、稲美町）を研究対象地域として選定し、当地域において水環境を形成する重要な要素である溜池の動態ならびに、それらの変貌に対する住民の意識の分析を基本に、とくに、溜池の廃止・転用を含む利用形態についての意志決定問題へ、前章で検討した改良型の多重属性効用関数法を適用してその有効性を検証し、東播地域の地域・水環境システムのあり方を展望する。

6－2　溜池の廃止・転用における意志決定問題

旧来の溜池の利用形態は農業を中心としながらも、結果的に多様な機能を地域の中に定着させてきたといえよう。そして、これらを支える力は、住民の合意に基づいた溜池のきめ細かな管理・運用体系であった。こうして地域内での溜池の利用形態には、一種の環境保全的な思想が慣習化し、制度化されていたのである。

しかるに、都市化の進行とあいまって、農業自身が溜池システムから遠ざかるにつれ、溜池を介してつくりあげられた水の技術と溜池との交流のなかで育まれた水の文化・思想との相互関係が希薄になり、地域内で維持されていた水を軸とした社会構造がついに変化をきたし、とくに、農業用水以外の機能は正当に評価されないまま、崩壊の道を歩んだのである。

溜池の現状を具体的にみる中で、溜池の隆盛と衰退のパターンは、経済効率を第一義とした現在社会の中で行なわれている多くの都市現象のひとつであることがあらためて認識された。しかし、溜池にはそれとは別に、長い歴史を通じて地域の住民と深く密着してきたことや、過密都市から溜池地域へ新しく転入してきた市民の多くが、溜池に水環境の中心的役割を期待していることなどがあり、そのこと自体が今後の溜池の評価に、ひいては溜池の廃止・転用問題に微妙にからまってくるであろう。

さらには、溜池の潰廃にともなう行政的問題は、あまりにも現行法の中でしばられており、溜池の存在についての原理的な考察など入りこむ余地がないということがこの種の問題を論じる場合、非常に困難な点となっている。

このような状況に置かれている溜池にとって、溜池の水質汚濁化や広域的水管理が生じてきた。この主要な原因としては、水質的には新しく転入してきた市民により排出された汚濁負荷の増大、水量的には農業の合理化にともなって農業用水の適正なる運用をはかると称した水管理方式への移行があげられる。これらの問題に対して、例えば、水質に関しては下水道の施設、水量に関してはダム建設やコンピューターの導入による広域水管理方式が第一義的に考えられており、また実行されつつある。

具体的には、東播地域における水資源確保のため、東播用水事業、加古川工業用水道２期事業、加古川流域下水道事業等が実施されており、水管理方式も従来の小規模単位から一変しつつある状況である。

水利運営の規格化傾向とあいまって、地域住民の溜池への関心が時代とともに変化し減少傾向にあるとはいえ、溜池の将来利用として水を生かした公園を最も多く希望しており、また都市計画づくりに積極的に参加していこうという立場を示している。このことは、対象地域の住民の地域・水環境に対する考え方は、画一的な広域水管理システム の水思想とは相いれない可能性が存在しうるといえよう。このことは換言すれば 従来より、溜池の廃止手続が簡単な申請方式により処理されていたこと自体が 再検討される時期に入っているといえよう。

すなわち、溜池の所有権（廃止 処分権も含む）の問題の社会的意味の再検討の課題となろう。

そのため、溜池を中心とした水環境に対する住民意識は複雑である。その複雑さは、溜池、農地の廃止・転用を推進する経済法則に対して、地域環境を総合的に評価する方法論の不足と、現実に立脚した説得性をもつた政策の提案ができないことに原因を求めることができる。

とくに、当地域は、急速な都市化にともない、水環境そのものについて評価や要求レベルが根本的に違う人々が転入した地域でもあり、同質の評価や見解が容易に達成できない状況にある。

溜池の所有権の有無、また新転入者の場合、転入前の生活の場が都市域であるか農村であるかによって将来計画への態度もちがっている。

このような、環境変化に対する住民の受け取り方を背景としながら、溜池の廃止・転用に至る論理のプロセス、廃止・転用の意志決定問題の枠組について検討する。

溜池廃止にいたる論理のプロセスは簡単には、次のようなものである。[1)]

① 人口の都市集中により農地の宅地化がスプロールをともなって進化している。

---

1) 科学技術庁資源調査会：
水利による地域総合開発に関する調査報告 ―紀の川と河内、和泉の地域特性を生かして―
科学技術庁資源調査会、第６０号、昭和４６年１０月２６日

② スプロール防止のために都市計画事業とくに土地区画整理の事業が先行する。

③ 土地区画整理事業は一般に減歩が生じ易い。

④ 溜池に代る用水源が確保されれば、溜池を廃止して、その跡地が保留地と公共用地に充当できる。

⑤ 個人所有地に減歩率を引き下げ土地区画整理事業を実行し易くする。よって、都市計画事業も実行し易くなる。

しかしながら、このような溜池廃止の論理構成は、溜池の機能のうち、とくに用水機能を特化してとらえ、代替の水源を得られるならば問題を生じないという安易な考え方を基礎においている。実際上はダム建設の社会的影響の複雑さにみられるように、単純な経済法則にはのらない問題が存在する。

佐藤俊朗は稲美町の溜池廃止の現状をふまえ次のような見解を述べている。[1)]
「廃止処分する側からは、溜池の機能上、水田面積の転用による減少、老朽化による維持管理費の増加、水源転用等々による大義名分は理由づけされているが、これまで長期にわたって地域での必要不可欠の条件として築造利用されてきたものが、処理されるにはなおその理由・根拠が薄弱である。しかも廃止転売された溜池の土地利用については、産業廃棄物の処理場となっているものもあり、地域の環境保全上、防災上からも問題は多い。」

以上のことを考え、溜池の廃止・転用における意志決定問題を考える視点を次の３つとする。

i）総合評価：評価要素として、物理的、経済的、政治的要素を考慮する。

ii）都市計画レベルのアセスメント：一事業の影響評価を行なうにあたって、都市計画レベルの影響も考慮する。

iii）溜池所有権の評価[2)]：溜池の所有権を単に経済的な範囲に限定せず、溜池生活圏における人々（溜池の所有権を有しない人々も含む）の所有概念も検討する。

1）佐藤俊朗：水田地帯の土地改良、長期金融，1973年
2）尾上久雄：「下からの経済性」、世界，1976年　5月

現実は、以上の３点の見解とは全く別に、経済的かつ合法的に溜池廃止・転用が進行している。しかも、その行為のおよぼす結果は現在の環境を大きく変えるとともに、またその結果は不可逆的なものであり、この事態を考えるならば、溜池の廃止・転用についての問題を総合的に評価し、その意志決定方式を合理的に実行できる方式を確立していくことが重要であると思われる。

6－3　溜池の廃止転用問題の解明における多重属性効用分析※

6－3－1　はじめに

本節では、地域・水環境システムの具体例として東播地方の溜池密集地域における環境問題をとりあげ、とくに溜池の廃止・転用が地域住民に及ぼす諸影響を効用理論にもとずいて総合的に評価することを目的とする。

従来より地域・水環境システムの重要な施設として存在しつづけた溜池の住宅、工場、都市施設等への転用は、単に自然環境の変化のみならず、地域社会を形成する諸プロセスまでの変質をも意味するのである。

当地域で生活・生産活動を営んでいる人々は、この変化を受動的に評価しながら、かつ現環境を享受しつづけている。

ところが、溜池の廃止・転用の手続きは、前節で述べたように、溜池所有者による簡単な申請手続により容易に認可される制度になっている。

本来の許認可業務の役割は、行政区域内の市民の行動がたとえ現行法上認められた行為であるとしても、それが、純粋に個人的なものとして限定されるような行為以外の公共的性格を有する事業に対して、市民全体の福祉を願った行政の理念にてらしあわせて妥当するかどうかを判定することにあると思われる。

すなわち、溜池所有権者にとって、溜池の廃止・転用の行為が彼らの経済性の法則に従った行為であろうとも、この行為があきらかに地域社会に大きな影響を与え、かつ溜池を生かした将来の都市計画づくりに参画したいという意志が確認

※　本節の内容は次の文献を基本としている。

文献１…末石冨太郎、仲上健一、久次富雄、盛岡通「都市計画における水環境の把握と評価についての考察－溜池地域を例として」『日本都市計画学会論文集10号』1975年

文献２…久次富雄、仲上健一、盛岡通、末石冨太郎「ため池の文化遺産と今日的課題」『環境文化No.20』，1976年

文献３…Kenich Nakagami, Hidekiyo Itakura and Hisashi Takamatsu「"A Quantitative Investigation of in the Toban Area of Japan"」『Paper for Kinki IRD Project Status Report and Workshop Vienna June』1978年

文献４…Kenich Nakagami, Hidekiyo Itakura and Hisashi Takamatsu「"Inhabitants' Evaluation on Water Environments Associated With Man-Made-Lakes"」『Proceeding International Conference on Cybernetics and Society, Tokyo, 1978』

される現状においては、もはや溜池の廃止にともなう行政決定のプロセスを再度みなおす必要性が生じていると解釈できる。

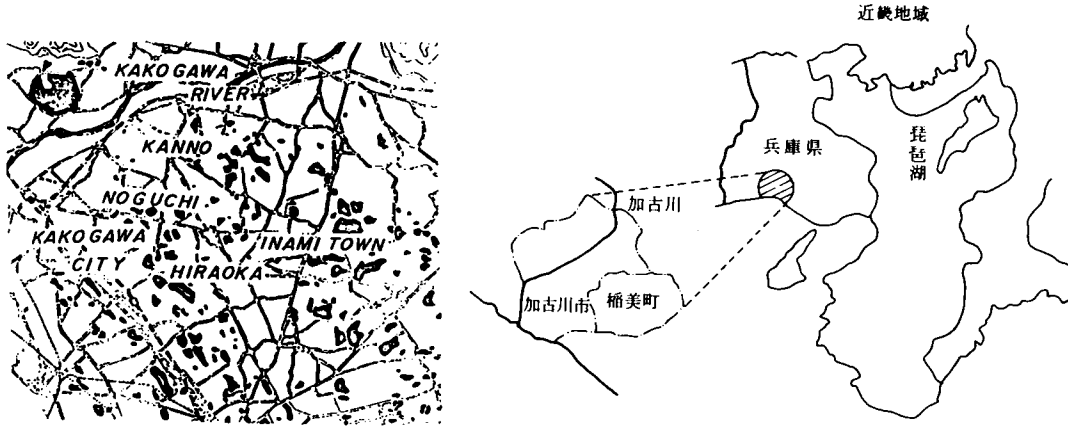
6－3－2　対象地域の概要と水環境の諸問題※

わが国における溜池の密集地帯としては、奈良盆地、河内平野、瀬戸内海沿岸等が著名である。その歴史は古く、近畿地方を中心に上古より大化の改新時代までに、顕著なものだけにしても数十ケ所が築造されている。[1)]

これらの地域はいずれも、寡雨地域という気象条件、自然流下による集水が困難であるという地形条件、比較的古くから人が住みつき水田可耕地が大きいという社会的条件において共通している。

対象地域である加古川下流左岸一帯（加古川市、稲美町）丘陵部では、図6.3.1に示すように多数の溜池が密集している。農地面積に対する溜池水面積の比率は２３％（１９５８年）であり、その密度、数量ともに顕著である。

図6.3.1　対　象　地　域　図



特に加古川市域には１８５面の溜池（受益面積0.5ha以上）があり、その総受益面積は、2,146ha で、市内全耕地面積の６５.５％を占めている。（１９６９年）

1）牧隆泰：農業水利構造学 PP27～45　昭和１６年３月

2）長谷川慶明：郷土史物語　かこのうまや教信シリーズ①　昭和９年１月

水利の不便な東播地域では古くから溜池が築造され、平安期に既に“駅が池”の記録が見られる。[2] 現存する溜池の多くは、江戸期に姫路藩の産業奨励施策によって築造された。

しかし、当時の土木、揚水技術の水準では溜池の築造に多くの制約が生じるため、水田化が十分行なわれず、多くの畑作地が残った。

明治・大正期に入り、西欧の近代的な土木・揚水技術が導入されるとともに、築堤技術が向上し、遠方からの導水、高所への揚水が可能となり、新しい型の溜池の築造が各所において行なわれた。しかし、水田面積に比較して、供給される灌漑用水量が不足がちな水利状態は一掃されたわけでなく、全水田面積の約３割しか耕作できない年も多く、反当り収量も極めて低かった。

当地域の地域振興の経過を概観する。

純農村・漁村地帯であった対象地区に１８９６年N毛織が進出して以来、臨海部を中心に工業立地化が行なわれ、現在この地域一帯は播磨工業地帯を形成している。しかも、１９６４年に工業整備特別地域整備促進法によって、地域指定されたことも相まって、急速に工業開発・都市化が進行した。加古川市の人口推移をみると、１９５５年の87,500人が、1965年・101,800人、1975年・164,400人と急激に増加している。

このような環境変化に伴って、後背地である農村地区においても、耕地、溜池が廃止・転用される事例が増加した。これは、産業構造の変化に呼応した、兼業農家の増大（専業農家１０％）、農家１戸当たりの耕地面積の減少（1ha／戸→0.6～0.7 ha／戸）等の反映であろう。

耕地、溜池の減少、それに伴う宅地、工場の出現は、従来の水文生態系および農業水利権構造にも大きな変化を与えた。さらに、溜池転用跡地に造成された住宅、工場等から出る排水の流入による残存溜池水の水質悪化、農業用水の水質悪化による農作物被害が引きおこされている。環境悪化現象は単に水系だけにとどまらない。従来、耕地、緑地、溜池等の構成の中へ住宅団地、工場等が出現したため、自然・景観が著るしく損なわれている。

これらの現象は、溜池の廃止・転用に伴う地域・水環境システムへの影響が

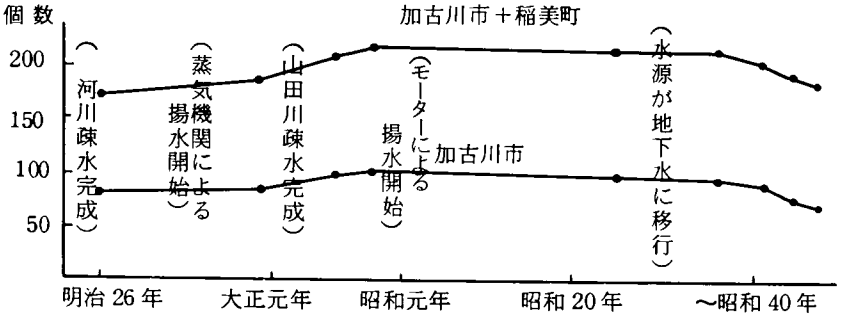
部分的な変化を引きおこす段階から、包括的な地域環境問題として把握される段階になったことを意味する。

溜池の諸特徴は上記のようであるが、明治以降の溜池数は図6.3.2に示すような変遷を経ている。

すなわち、明治初期より昭和初期まで、国家の食料増産政策とも相まって用水供給能力拡大のため、着実にその数をふやしていった。

その後、約35年間は溜池数には大きな変化がみられなかったが、昭和30年代からの高度経済成長による農耕地の減少、溜池水源を地下水等へ転換したこによる灌漑用水供給能力の安定化等が要因となり急速に減少している。

図6.3.2　溜池数の変遷



次に最近の溜池廃止に関する特徴をまとめると次の通りである。

① 高密度に開発されつつある地域に存在する溜池は管理することが困難なために廃止されやすい傾向にある。そして、部分的に廃止・転用されている溜池は全面的に廃止される可能性が強い。

② 溜池の廃止に関連して、地域の環境は大きく変化する。とくに、対象地域においては昭和36年のK重工の工場進出、東加古川駅の開設、および加古川工業団地の整備等が特徴的な事例である。溜池の跡地転用による住宅開発は一般に小規模であり、環境整備は不充分である。開発主体は、私鉄資本系、中小開発業者、公共団体に加えて進出大企業である。

③ 溜池の廃止・転用に伴って、社会的環境が変化した。特に、この地域に

おける、環境変化に対して、旧来の住民と新住民との意識に大きな差が生じている。

以上のような現状のもとで、住民は溜池の廃止・転用に伴って多くの問題に直面している。とりわけ、水環境の変化に対する意識の課題としては、次の2つが重要である。

① 溜池密集地帯に住む人々は、溜池の廃止・転用に伴う地域環境の変化をどのように評価するのか。

② 溜池の有する諸機能の価値をどのように評価するのか。

この2つの課題を解明することは、水環境の構成要素としての溜池の役割をより総合的に位置づけることを可能にするとともに、溜池の廃止・転用に対する意志決定の基本的枠組を構築することにつながるであろう。

6－3－3 環境変化に対する住民意識の実態

前項で明らかにしたように水環境変化に対する住民意識を把握することは、溜池の廃止・転用問題を検討するうえで最も重要な課題である。本項では質問紙調査法により、住民意識の実態を把握する。

(1) 質問紙調査法の目的

質問紙調査法は社会科分野における社会調査法の一種として発達してきた手法である。その意義および歴史的背景については井垣[1]、盛岡[2]等の著書に述べられているのでここでは繰り返さないが、本研究において行なった質問紙調査法の背景と目的について述べる。

本研究を始めるにあたって、研究の段階として次の4段階を設定した。

第1段階：問題意識の発見と形成

第2段階：問題意識の深化

第3段階：問題意識の定量化と解析

---

1) 井垣章二 ： 社会調査入門，バネルバァ書房，1978

2) 盛岡 通 ： 廃棄物の流動を指標とした環境計画に関する基礎的研究，京都大学学位論文，1974年8月

第4段階：問題意識の政策化

もちろん、第1段階に到るまでは有形無形の序走期間があることはいうまでもない。

ところで、溜池の廃止・転用に伴う地域・水環境システムの変化は、環境問題と行政問題という2側面を有していると理解できる。

すなわち、第1段階で行なった文献調査、現地踏査、面接調査等により明らかにしたように、溜池の廃止・転用という現象が次の課題を提起している。

① 環境問題としての課題

歴史的水環境が破壊され、今後どのような地域環境を創造していくかという課題。

② 行政問題としての課題

溜池の廃止および跡地利用については、権利者以外の住民はその決定に除外されている。①の課題を行政決定していく課題。

これらの課題に答えるためには、溜池の総合的機能を多面的に把えながらも、地域・水環境に対する住民の意識を数量的に把握することが重要な課題である。これにより、環境に対する認識を探化させるという第2段階の課題を達成させるとともに、行政需要、住民需要の数量的把握が行政の決定機構を合理化するとともに行政決定への市民参加を推しすすめることがより強められるであろう。

以上のような問題意識に従って住民の意識調査を数量的に把握するために質問紙調査法を行なった。

(2) 溜池の総合的機能

地域・水環境システムの要素である溜池の廃止・転用が地域に及ぼす影響を考える上で、溜池の総合的機能を検討することが重要であることを強調した。

溜池は農業水利上、必須の施設として、およそ日本に農耕がはじまった時代より築造されてきた。溜池の機能は言うまでもなくその本来的な農業用水確保にあるが、洪水の緩和や貯留・浄化による汚濁防除、あるいは集落に近いところでは防火用水、貯留の役割などもあり、溜池は地域生活維持のための施設として認識されていた。さらに、機能を生産的視点より生活的視点へと拡大すれば、魚類、鳥

類や藻類を育てる場として溜池を見ることができる。そこで、また、おとな、こどもの地域内の身近で総合的なレクリエーションの場としての機能も生まれてくる。また、本源的には、集水の困難な立地条件のもとで地域住民の人力で共同で築造され、地域共同体の共有の財産として維持管理されてきた施設であるから、溜池は言わば、地域社会の発展の歴史をもつくりあげる機能を有するものと解釈できる。

しかしながら、農業の衰退とともに、溜池の存続問題にまで時代の波は容赦なく押し寄せてきた。

最近まで水を満面にたたえていた溜池が潰廃され、さらにはその跡に住宅・工場が急速に建てられたり、たとえ溜池が残されていても、もはや単なる水溜まりにすぎなくなったり、ごみ捨て場に変じている例も多い。このような状況は、溜池を単なる遊閑無価値空間とみなし、効率的な土地利用という単純な視点のみから把えることを助長している。その結果、溜池に託されていたはずの治水機能、親水機能が住民から喪失し、ついには溜池の存在を不要視、危険視、罪悪視するといった意識まで引き起こしている。しかし、半自然人工物として長い間地域に存在し続けてきた溜池の代替物を容易に見い出すことは困難である、と言わねばならない。

以上の考えを整理して、溜池の各機能について、それぞれ劣化因子、水質要求、代替因子を検討し、表 6.3.1 に示した。

検討の結果、開発の複合効果による影響のため、ほとんどの機能に劣化因子が存在していることが判る。しかも、その構造は脆弱であり、拡大する可能性が高いと思われる。

次に、各機能における水質要求は、厳密な水質基準が存在しているわけではないが、外観上、保健衛生上の制約条件が決められている。

開発行為に伴って諸機能が失われた場合に、何らかの代替物が必要とされる。この代替物を検討した結果、人工的な諸施設をつくるか、他地域において代替的な施設を見い出すことでしか解決できないであろう。すなわち溜池の諸機能を失うことは、当地域にとって大きな損失であろう。

表6.3.1　溜池の総合的機能

		劣化因子	水質要求	代替因子
利水機能	農業用水	∘水質の悪化 ∘耕地の減少 ∘維持コストが高くなる ∘農家の減少	∘農業被害が発生しないこと	∘ダム築造、疎水築造 ∘地下水を水源とする ∘河川水を水源とする ∘農業方式の転換
	生活用水	∘水質の悪化 ∘水路の廃止・変更	∘洗濯等が可能なこと	∘地下水を水源とする ∘水路をつくる
治水機能	洪水調節用	∘堤防の老朽 ∘水路の廃止・変更		∘河川の拡張 ∘植林等流出率の低下をはかる ∘下水道の拡幅 ∘堤体の整備
親水機能	景観	∘水質の悪化 ∘水位の低下 ∘廃棄物の蓄積 ∘雑植物の過剰繁茂 ∘不調和建造物	∘透明感を抱かせる	∘庭園・公園 ∘水をとり入れた人工施設
	自然	∘人為的排水の流入 ∘堤防の改修（コンクリート化等） ∘人工的水位の変化 ∘網入れ等魚類の移動	∘人為的排水に影響されない	∘動植物園、森林公園 ∘庭園・公園 ∘ハイキング・登山
	公園	∘水質の悪化 ∘水位の変動 ∘危険性の増大	∘透明感 ∘保健衛生上安全	∘庭園・公園 ∘厚生施設
	レクリエーション	∘水質の悪化 ∘水位の変動 ∘危険性の増大 ∘漁業権の独占	∘透明感 ∘保健衛生上安全	∘旅行（海水浴、釣り、ピクニック等） ∘プール、釣り堀
	雑用水	∘水質の悪化 ∘上水道の普及 ∘（水利用方式の画一化） ∘衛生思想の普及	∘保健衛生上安全 ∘快適性	∘上水道の設置 ∘井戸 ∘河川水の利用
地域社会形成機能	築造	∘溜池の必要性が低下		∘治山 ∘河川改修 ∘道路建設
	維持管理	∘溜池の役割の低下 ∘労働力不足	∘快適性	
	伝統行事	∘溜池への親近感の低下	∘快適性	∘水に関する祭

(3)　質問紙調査法の実施について

溜池の廃止は前述したように、対象地区の住民に種々の影響を及ぼした。これらの影響をより明確に認識するために次の２つの設問を設定した。

i）溜池の機能とは何か。

溜池の機能については、６－２－３(2)で述べたが質問紙調査を行なうにあたって次の３つの範疇に区分した。

a）農業用水：農業に必要な用水を供給する機能

b）洪水調節：溜池の貯留能力を利用して豪雨時に地域を洪水より守る機能

c）リクリェーションのための空間：住民に水環境空間を提供し、種々のリクリェーションの目的を達成させるための親水機能

以上の溜池の機能について住民がどのように考え、感じているかを調査した。

ii）溜池についての住民の評価

前述したように、溜池が廃止されたことにより地域・水環境に対する住民の評価は著るしく変化した。

とくにこの地域に転入してきた大量の新転入者の環境に対する意識は、旧住民のそれとは大きく異なる。溜池の住民評価の変化は水質汚染等の物理的な問題のみならず、地域・水環境の一般的傾向についてもみられる。この変化を分析するにあたって、これらの変化がどのように認識され、感じられ、考慮されているかという問題に区別して検討を行なう。

このような範疇に従って、地域・水環境問題を次のように定式化した。

a）対象地域に住んでいる住民は彼らの地域環境についてどれくらい満足しているか。

b）溜池の諸機能についてどのように感じ、それらの機能についてどの程度満足しているか。

c）溜池と日常生活とのかかわりの変化をどのように感じているか。

d）溜池が廃止・転用されていく現象をどのように考えているか。

e）溜池の利用を将来どのようにしたいと思っているのか。

f）当地域においてまちづくりの参加についてどのような意識をもっているか。

以上の目的を解明するため、付録6－1表Ｉ－1に示すような質問紙調査票を地域住民に配布した。その配布先は加古川市（野口町、神野町、平岡町）、稲美町であり、回答率は、２８.３％（５１０／1,８１１）であった。回答者の構成は表 6.3.2 に示すとおりである。

表6.3.2　回答者の構成

回答者の属性		農業水利関係者		一般地域住民		計
		加古川市	稲美町	加古川市	稲美町	
年令	−40	2	0	89	23	114
	41−55	7	5	111	60	183
	56−	11	9	54	22	96
性	男	34	16	260	118	428
	女	0	0	65	15	80
職業	農業	16	11	48	51	126
	非農業	14	4	269	80	367
家	持家	31	16	260	132	439
	借家	2	0	57	0	59

(4)　解析手法

質問紙調査の諸結果の解析においては、種々の手法が有効である。たとえば、度数分布分析などは最も簡単かつ代表的なものである。それは、各項目についての住民の評価に関するいくつかの情報を我々に与える。

しかしながら、各項目間に存在する評価パターンの情報を得るためには、度数分析手法では限界性を有する。

各項目間の評価構造を表わす方法として、本節では数量化法を採用した。

数量化法は林知己夫[1)]により開発され種々のクラスを有する手法である。

本手法は基本的には、通常の回帰分析、判別分析、クラスター分析の概念に基づいたものであり、各類のほとんどは、カテゴリーの中に質的に与えられたデータの直接の分析である。

本節で用いる方法は、数量化法Ⅱ類と数量化法Ⅲ類である。

数量化法Ⅱ類の手続は、1つの外的基準と説明変数とを選択して実行される。

1）林　知己夫　：　数量化の方法　東洋経済新報社　1974. 8

それから説明変数の中における線型関数を決定することにより、外的基準に対する最良の反応を区別する。最良の区別関数からひきだした重要な情報の部分は、外的基準と各説明変数との間における偏相関係数（ＰＣＣ）である。

ＰＣＣの各値は他の項目を除外した間接的な関係の中で外的基準に対する各項目の直接的関係の強さをあらわす。

次に、数量化法Ⅲ類の目的は、属性のグループとそれらの属性に反応するサンプルのグループとの集合を表わすことである。

この類では、カテゴリー・スコアと呼ばれる多次元の値を属性の各カテゴリーに与え、サンプル・スコアーと呼ばれる多次元値を各サンプルに与える。

これらの値は、スコアーが反応パターンに反映するように決定される。

すなわち、すべてのサンプルにより同様に反応するカテゴリーは最も近いカテゴリーであるべきであり、すべてのカテゴリーに同様に反応するサンプルは最も近いスコアーをもつべきであると設定されている。

カテゴリー・スコアーをプロットすることは、属性におけるカテゴリーの目に見える集合を示してくれる。

これらの２つの方法は本調査データの分析には、意味のある手法であると思われる。

(5) 単純集計による解析結果

質問紙調査票の集計結果は、付録６－２図Ⅱ－1に示す通りである。

回答結果の特徴を把握するために、５つの集団（①全回答者、②行政区域別、③農業水利関係者、④職業別、⑤居住歴別）について、それぞれ快適性、関心度接触度（現在、過去）および溜池埋めたての５項目についての回答を整理した。（表6.3.3参照）

これらの結果より、溜池地帯で生活を営む地域住民の環境に対する評価の特徴を整理すると次の通りである。

① 溜池地域での生活を快適と感じる人は全回答者の３５.６％であり、不快と感じる人の１２.６％に比較して約３倍程度多い。その傾向は、行政区域的には、開発の進んでいる加古川市では快適と答える人が２７.２％、不快と答える人が

表6.3.3 質問紙調査集計結果

集団名＼項目		快適性 Q3		関心度 Q4		接触度（現在）Q9		接触度（過去）Q11		埋立について Q16		計画参加 Q24	
		快 1,2	不快 4,5	有 1,2	無 4,5	有 1,2	無 4,5	有 1,2	無 4,5	賛成 1,2	反対 4,5	参加 1,2	不参加 4,5
全回答者		178 (35.6)	63 (12.6)	329 (65.9)	63 (12.5)	295 (58.5)	147 (29.2)	329 (68.0)	123 (25.4)	314 (62.4)	96 (19.1)	314 (62.2)	3 (0.6)
加古川市		87 (27.2)	53 (16.6)	177 (55.0)	26 (8.1)	130 (40.2)	143 (44.3)	159 (52.0)	117 (38.2)	203 (63.0)	59 (15.8)	197 (60.8)	1 (0.3)
稲美町		63 (48.1)	3 (2.3)	106 (80.9)	3 (2.3)	118 (90.1)	3 (2.3)	120 (93.8)	6 (4.7)	80 (61.1)	32 (24.4)	82 (62.6)	1 (0.8)
農業水利関係者		28 (57.1)	6 (12.2)	46 (93.9)	0 (0.0)	47 (94.0)	1 (2.0)	50 (100.0)	0 (0.0)	31 (62.0)	13 (26.0)	35 (70.0)	1 (2.0)
職業	農業	75 (50.0)	8 (5.3)	126 (84.6)	6 (4.0)	133 (88.1)	7 (4.6)	138 (92.6)	5 (3.4)	78 (51.7)	38 (25.2)	94 (62.7)	2 (1.3)
	非農業	97 (29.4)	51 (15.5)	189 (56.7)	54 (16.2)	151 (45.3)	133 (39.9)	176 (55.7)	114 (36.1)	223 (67.2)	53 (16.0)	206 (61.5)	1 (0.3)
居住歴	～1955年	142 (42.4)	22 (6.6)	268 (79.8)	15 (4.5)	269 (79.8)	36 (10.7)	292 (77.7)	23 (6.1)	202 (59.9)	74 (22.0)	216 (64.1)	2 (0.6)
	1955年～	37 (22.6)	40 (24.4)	62 (37.6)	47 (28.5)	27 (16.3)	109 (65.7)	36 (24.5)	100 (68.0)	108 (66.3)	22 (13.5)	98 (59.4)	1 (0.6)

（　）内の数値は各集団別の構成比（%）

１６.６％であり、あまり差がみられない。しかし、従来からの溜池地帯としての風土が残っている稲美町では、４８.１％が快適と感じ、不快と感じる人はわずか2.３％と少ない。農業水利関係者は、５７.１％が快適と感じている。職業別および居住歴別ではそれぞれ、農業従事者および１９５５年より居住している人が、それ以外の人より際立って快適と感じている。

② 溜池への関心度の特性は、①で述べた快適性に対する回答とほぼ同じような傾向を示している。しかし、その関心を有する人の割合は、快適性における場合よりも約２倍の大きさを示している。当然のことながら、農業水利関係者は９３.９％と極めて高い値を示しているが、居住歴の短い、新転入者は３７.６％と低い値である。

③ 溜池の接触の有無に関しては、２０年前の６８.０％から、現在では５８.５％へ減少している。

その減少傾向は加古川市において顕著であり、５２.６％から４０.２％へと半数以上の人が接触しない状況となっている。一方、稲美町では接触の割合は現在過去とも９０％という高い値を示している。新転入者は他の集団と全く違って、１６.３％と極めて低く、６５.７％の人が接触していない。

④ 溜池の埋立に関する見解としては、全回答者の６２.４％が賛成の見解を示している。この傾向は、表6.2.3に示す全集団とも同じである。逆に、反対の見解は、農業従事者、農業水利関係者がそれぞれ２５.２％、２６.０％と他の集団より若干高く、現在急激に進行している溜池の廃止・転用について積極的な反対は見られない。

以上の結果でも明らかなように、溜池の廃止と都市化現象が同時進行するなかで、住民の水環境に対する意識は大きく変化している。

その評価のちがいは、地域的にも、また職業、居住歴においても、溜池の接触を通じて生じる溜池への関心度、および関心をもって溜池と対するために発生してくるであろう快適性などが形成されている傾向を暗に物語っている。

これらの思考プロセスの総括として、現在目の前で進行している溜池の廃止・転用に対する見解ができあがるものと思われる。それは、溜池が農業の中枢的施設

であると同時に自然的要素を内包している事実をインプリシットには認識しながらも、溜池の廃止、他目的への転用による直接的効果のみが追求される時代的趨勢に抗しきれない状況を示している。

(6) 数量化法Ⅱ類による解析結果

ⓐ 溜池地帯で生活することの快適性

当地域における住民にとって、これらの地域へ影響を及ぼしている溜池は非常に重要な地域環境の要素である。本調査の重要な目的の１つは、それらの価値を明確にするために溜池に関する環境問題を認識し調査を行なう。

当地域の住民の人々への質問紙調査の結果よりわかるように、快適性を直接的に示すＱ３について、約３５.６％の人が快適と答え、約１２.６％の人が不快と答えている。

この現象がどのような要素より形成されているかをより数量的に見るために、数量化法Ⅱ類を用いて質問紙調査結果を分析する。

分析にあたり、外的基準としてＱ３、説明変数としてＱ６、Ｑ９、Ｑ１３ａ、ｂからｃ、Ｑ１８そしてＱ１９を選択した。

解析結果は図6.3.3に示す通りである。

図6.3.3　快適性の要因（数量化法Ⅱ類）

Q6.　現在の水質（0.192）

Q9.　溜池との関係（現在）（0.328）

Q13.　溜池から利点

a）空　間（0.157）

b）自然景観（0.232）

c）草　花（0.133）

Q18.　溜池周辺における子供の遊び（0.085）

Q19.　溜池周辺のリクリェーション（0.274）

その相関比は0.５５４と大きく、上記の変数を外的基準および説明変数として選択したことの妥当性は十分にある。

次に、偏相関係数（ＰＣＣ）の値の特徴について検討する。

Ｑ９に対する値が0.３２８で全説明変数の中で最も高く、またＱ１９、Ｑ13b Ｑ６がそれぞれ0.２７４、0.２３２そして0.１９２と高い値を示している。

これは、溜池地帯で生活していることの快適感は、溜池のリクリェーション機能よりも、むしろ溜池と住民間の接触性に深く依存しているためであろう。

このことは、人々が溜池より快適な印象を得るためには、彼らが溜池との接触を深めることが肝要である。このような解釈に従えば、Ｑ１８とＱ１９との差異は、回答者の現実体験を表わしているものとして理解できる。また快適性と溜池の水質との関係は一般的には大きいように思われがちだが、解析結果によるとそんなに大きいものではない。

以上のことより、溜池地帯で住むことの快適性については次のことがいえる。

溜池は、長い年月をかけて、人々の生活の中に溶けこんで存在しており、それは、地元の人々にとっては、半自然の人工施設と考えられている。このため、単に、溜池の主機能だけでなく、種々の機能が求められて、溜池と住民の接触は増大した。その結果として、溜池への住民の関心は増大し、そのことは、溜池の有する顕在的、潜在的機能を評価することを可能ならしめるとともに、それらの機能を十分にふれることで快適な印象が形成されていることがわかる。

ⓑ　溜池の機能

溜池の機能は6.2.3 (2)で述べたように大別して４つ考えられるが、本項ではそれらを整理して[b－1]農業用水機能、[b－2]洪水調節機能、[b－3]リクリェーション機能の３つに限定して検討を加える。

溜池の機能についての回答の結果は次の通りである。

回答者の９１％が、溜池の機能（溜池の利用内容）を農業用水と答え、１０％弱の人がそれぞれ、洪水調節機能、リクリェーション機能と答えた。

このことは、住民の溜池に対する意識が非常に単純であることを意味している。このことをより明確に解明するために各機能についてそれぞれ外的基準を設定し検討した。

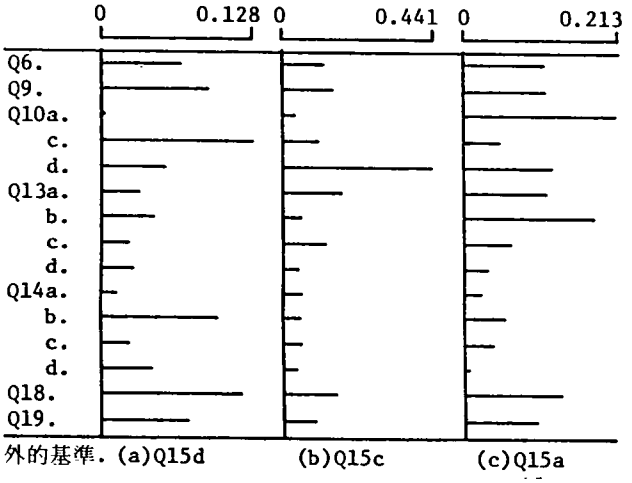
[b－1]　農業用水機能

まず、外的基準としてＱ１５ｄを設定し、説明変数としてＱ６、９、１０ａ，

ｃ，ｄ、１３ａからｄ、１４ａからｄ、１８と１９を選択した。

その解析結果は図6.3.4に示す通りである。

図6.3.4　溜池の機能（数量化法Ⅱ類）



ＰＣＣの値をみると、Ｑ６、９、１０ｃ、１４ｂ、１８と１９が高い値を示している。溜池の利点および不利点に関する項目Ｑ１３、Ｑ１４のほとんどは、小さい値を示している。溜池の機能およびその利用が、農業用水と認識される主な理由としては、溜池との接触形態が１０ｃで示されるように、直接的に農業用水として利用されている項目が大きく寄与している。

水質（Ｑ１６，１４ｂ）とリクリェーション（Ｑ１８，１９）はともに重要な因子と考えられており、それらはそれぞれ農業生産や生活環境の質に関連している。

ｂ－２　洪水調節機能

Ｑ１５ｃが外的基準として、また説明変数はｂ－１で選択されたものと同じである。結果は図6.3.4に示す通りである。

Ｑ１０ｄのＰＣＣは0.４４１と著るしく高く、他の変数の値は比較的小さい。このことは、溜池の機能を洪水調節用と考えると答える人は、溜池の洪水調節の機能の経験も通じて関心をもっている。

ｂ－３　リクリェーション機能

Ｑ１５ａが外的基準として、また説明変数はｂ－１で 選択されたものと同じである。解析結果は図6.3.4に示す通りである。

ＰＣＣの値の特徴としては、Ｑ10ａが全変数の中で最も高く0.２１３であり、他の変数の値はＱ１４ａからｄを除いては、Ｑ１０ａよりは小さいがほぼ同じような値である。

リクリエーション機能もまた同様に、Ｑ１８と１９に示されるように、溜池との実際の関係を通じて認識されている。さらに人々は、彼らの日常生活において、溜池の利点として、Ｑ１３ａ、１３ｂの方がＱ１３ｃ、１３ｄより大きいと考えている。また、水質もリクリェーション機能に影響している。

ⓒ　溜池についての住民の関心の変化

溜池についての住民の関心は時代とともに変化し、そして将来においても変化するであろう。

これを検討するため、Ｑ９から１２、２０そして２４を説明変数として選んだ。データの関係上、ⓒについては外的基準と説明変数を作成した。

これらの項目についての反応は表6.3.4ａ、ｂにまとめられた。この表にもと

表6.3.4.ａ　外的基準に対する反応パターンの類型化

反応パターン	関心度（過去）	関心度（現在）	都市計画への参加態度
i	a. 大変ある b. かなりある	a. 大変ある b. かなりある	a. 積極的に参加する
ii	c. 少しある	c. 少しある	b. できるかぎり参加する c. 必要に応じて参加する
iii	d. ほとんどない e. 全くない	d. ほとんどない e. 全くない	d. 全く参加しない e. 決めてない

表6.3.4.ｂ　要素に対する反応パターンのカテゴリー

変　数	反　応	過　去	現　在	将　来
農　業	i. 反応あり ii. 反応なし	c.	c.	b.
リクリェーション	i. 反応あり ii. 反応なし	a.	a.	a.
汚水の捨て場	i. 反応あり ii. 反応なし	b.	b.	c.

づいて、５つのカテゴリーで外的基準を、３つのカテゴリーで説明変数を作成しそれぞれの結果を6.3.4のｃ、ｄに示した。

表6.3.4.ｃ　外的基準の５つのカテゴリー

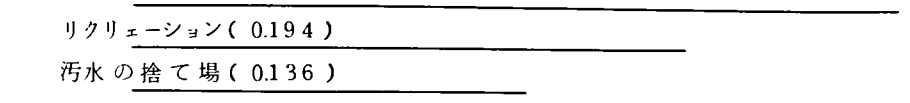
カテゴリー（反応変化の大きさ）	Qs（11、9、24）における反応パターン
大（正）	(iii、ii、i)、(iii、i、i)、(iii、iii、i)
小（正）	(iii、iii、ii)、(iii、ii、ii)、(ii、i、i)、(ii、ii、i)
変化なし	(i、i、i)、(ii、ii、ii)、(iii、iii、iii)
小（負）	(i、i、ii)、(i、ii、ii)、(ii、ii、iii)、(ii、iii、iii)
大（負）	(i、ii、iii)、(i、ii、iii)、(i、i、iii)

表6.3.4.ｄ　各要素における３つのカテゴリー

カテゴリー（反応変化の大きさ）	Qs（12、10、20）における反応パターン
正	(ii、i、i)、(ii、ii、i)
変化なし	(i、i、i)、(ii、ii、ii)
負	(i、ii、ii)、(i、i、ii)

これらのカテゴリーの考えは、過去、現在、将来を通じてすべての変数に対する回答の変化の大きさに従った回答パターンを識別している。質問紙調査における各回答が表6.3.4ｃ、ｄにおけるこれらのパターンに従って区分された後に、数量化法Ⅱ類をこれらの値に適用した。その結果は図6.3.5に示す通りである。

図6.3.5　溜池についての住民の関心の変遷（数量化法Ⅱ類）



農業用水に対するＰＣＣが0.２６７で最も大きく、汚水の捨て場に対する値は0.１３６と最も小さい。

溜池の関心についての変化における農業用水機能の変化の寄与はこれらの中で最も大きい。

これは、現実に当地域において農業における大きな変化があったことに起因し

ている。

ⓓ　溜池の廃止

溜池の廃止についての問題をより明確にするために、外的基準として、Q16、説明変数としてQ3、4、6、9と19を選択した。

計算結果は図6.3.6に示す通りである。

PCCの値の特徴としては、Q3が0.296と高く、他の変数の値は小さい。これは、溜池の廃止についての意見は、この溜池地帯に住む人々が、この地域で

図6.3.6　溜池の廃止（数量化法Ⅱ類）

Q3.　溜池がある地域で生活することの快適性（0.296）

Q4.　溜池への関心（0.086）

Q6.　溜池の水質（現在）（0.077）

Q9.　溜池との関係（現在）（0.042）

Q19.　溜池周辺でのリクリェーション（0.054）

住むことを快適と思うかどうかにかかっている。

ⓔ　溜池の将来利用について

われわれは質問紙調査の中で、溜池の将来利用に結びつく要素を発見する重要な質問として、次の2つの質問を行なった。1つは、Q20の回答者の将来利用の予測に関するものであり、2つはQ21の回答者の将来利用の希望に関するものである。

Q20、Q21がそれぞれ外的基準として設定され、両分析における説明変数としてQ3、4、5aからe、6、9、15aからeが選択された。

e−1　溜池の将来利用についての回答者の予測

図6.3.7aが計算結果である。Q3と9のPCCの値が著るしく大きい。溜池の将来利用についての予測は、溜池について関心がそれとの接触からくる快適性に強く関係している。

e−2　溜池の将来利用についての回答者の希望

図6.2.7bが計算結果である。この結果はe−1と類似しており、Q3のPCCが0.251と特に大きい。これは、溜池の将来利用についての考えが、そこで

図6.3.7 (a) 溜池の将来利用 (予測) (数量化法 Ⅱ類)

Q3. 溜池がある地域で生活することの快適性 (0.212)

Q4. 溜池への関心 (0.133)

Q5. 溜池のイメージ

a) 水遊びの場所 (0.050)

b) 汚水のすて場 (0.031)

c) 農業用水 (0.065)

d) 水害防止 (0.000)

e) 防火用水 (0.008)

Q6. 溜池の水質 (現在) (0.085)

Q9. 溜池との関係 (現在) (0.228)

Q15. 溜池の用途

a) リクリェーション (0.029)

b) 汚水のすて場 (0.010)

c) 洪水調節 (0.140)

d) 農業用水 (0.003)

e) 防火用水 (0.011)

図6.3.7 (b) 溜池の将来利用 (希望) (数量化法 Ⅱ類)

Q3. 溜池がある地域で生活することの快適性 (0.251)

Q4. 溜池への関心 (0.033)

Q5. 溜池のイメージ

a) 水遊びの場所 (0.039)

b) 汚水のすて場 (0.052)

c) 農業用水 (0.002)

d) 水害防止 (0.080)

e) 防火用水 (0.042)

Q6. 溜池の水質 (現在) (0.069)

Q9. 溜池との関係 (現在) (0.137)

Q15. 溜池の用途

a) リクリェーション (0.054)

b) 汚水のすて場 (0.079)

c) 洪水調節 (0.019)

d) 農業用水 (0.080)

e) 防火用水 (0.037)

生活することの快適性に基づいていることを示している。

ⓕ　都市計画への住民参加

溜池の計画は、最終的にはこの地域における都市計画づくりの参加の問題として見直すことができる。この住民参加の見解がどのような要素とかかわりあって形成されているかを明らかにする。

外的基準として、Ｑ２４を選び、説明変数として、Ｑ３、４、６、１６、２1aからｅ、１、２、３ａからｅそして２つの付属的な項目（職業、水利関係者）を選んだ。計算結果は図6.3.8に示す通りである。

図6.3.8　都市計画への参加意識（数量化法Ⅱ類）

Q3.　溜池がある地域で生活することの快適性（0.123）

Q4.　溜池への関心（0.068）

Q6.　溜池の水質（0.078）

Q16.　溜池廃止への見解（0.225）

Q2.1　溜池の将来利用についての希望

a）水を生かした公園（0.031）

b）現在のまま保存（0.032）

c）下水放流　（0.047）

d）ゴミすて場（0.014）

e）埋めたてる（0.031）

Q23.　溜池の汚染の解決方法

a）国や県、市にまかせる（0.067）

b）町内会、自治会で行なう（0.005）

c）住民運動（0.058）

d）水利組合（0.021）

e）個人の自覚（0.009）

職　業（0.065）

水利組合（0.019）

Ｑ３と１６におけるＰＣＣの値はそれぞれ0.１２３と0.２２５であり大きい。これは、溜池の廃止に関する住民の意見は都市計画への参加に対する考え方と深く関連していることである。

そこでＱ１６とＱ２４とのクロス・テーブルを形成しこの関係を調べてみた。（表6.3.5参照）

表6.3.5　Q16とQ24とのクロス・テーブル

Q24 ＼ Q16		溜池廃止についての見解				
		賛成	不必要なもののみ	少しなら賛成	できるだけ埋めたてない方がよい	反対
町づくりへの参加	積極的に	3	65	19	12	17
	できるだけ	9	109	32	20	8
	必要に応じて	3	104	35	20	8
	協力しない	0	0	0	0	2
	わからない	0	3	2	1	1

その結果、溜池の廃止に反対している人は都市計画への参加を強く望んでいることが判明した。

(7)　数量化法Ⅲ類による解析結果

本研究対象地域の各行政地域、ならびにそれぞれ特徴を有する溜池の個々の性質を把握するため、数量化法Ⅲ類を適用した。

まず、対象地域を神野町（Ａ１）、野口町（Ａ２）、平岡町（Ａ３）、稲美町（Ａ４）の４つに分割した。一方、溜池は、表6.3.6に示すように１０個の溜池を質問紙調査による溜池名の回答数の多い順から選択した。ただし、Ｌ１１としたのは、溜池名が記名されているもので、回答数が１０以下の溜池の集合である。

表6.3.6　対象溜池の概要

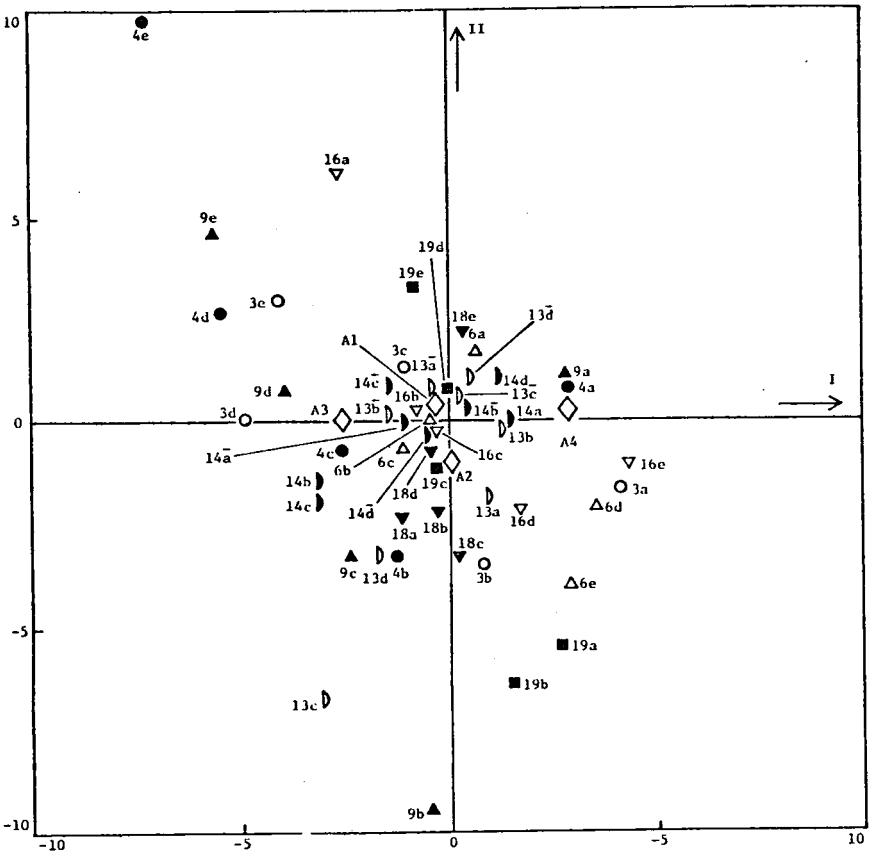
溜池名 ＼ 項目		所在地	管理者	受益面積 ha	水面積 ha	堤高 m	堤長 m	貯水量 m³
L 1	駅ケ池	野口町野口字駅ケ池19	駅ケ池水利組合	25.00	8.30	3.0	250	81,600
L 2	皿池	神野町福留字荒田 301	石守土地改良区	17.00	9.30	4.9	450	126,400
L 3	寺田池	平岡町新在家字ドンドン 2502−1	新在家水利組合	120.00	24.00	8.3	487.5	523,000
L 4	潰目池	平岡町山の上字潰目684−1	潰目池土地改良区	161.00	17.00	3.6	330	170,000
L 5	加古大池	稲美町加古上新田	加古土地改良区	22.00	49.44	6.3	302	1,539,000
L 6	三ツ池	平岡町一色797〜1字三池	三ツ池水利組合	40.00	8.70	5.0	1,100	103,400
L 7	峠池	野口町良野字大野 954の1	良野水利組合	30.00	2.60	1.0	230	38,100
L 8	今池	野口町北野字北沢 1110	北野水利組合	7.30	5.20	5.0	338	13,728
L 9	万才池	神野町福留	石守土地改良区	37.00	7.20	8.5	900	126,258
L 10	芦の池	野口町古大内	古大内水利組合	20.00	5.20	3.2	1,200	72,200

解析にあたり、質問項目の中でQ3、4、6、9、13aからd、14aからd16、18、19が選択されて計算された。計算結果は、図6.3.9(a)、図6.3.9(b)に示す通りである。

図6.3.9(a)より次のことが指摘できる。

4つのサブ地域は、I軸に従ってA1・A2、A3、A4の3つに区分できる。そこで、質問項目のQs3、4、6、9、16、18と19の位置について検討

図6.3.9(a) 地域と環境要素(数量化法Ⅲ類)



する。当地域で住むことに良い印象を持つことを示す項目であるQ3a、4a、6e9a、16e、18aと19aは、ほとんど左下に位置している。

一方、あまり良くないことを示す項目は左上に集まって位置している。以上のような配置の中で、A4は図の右側に位置しており、A1とA2は原点近くに、

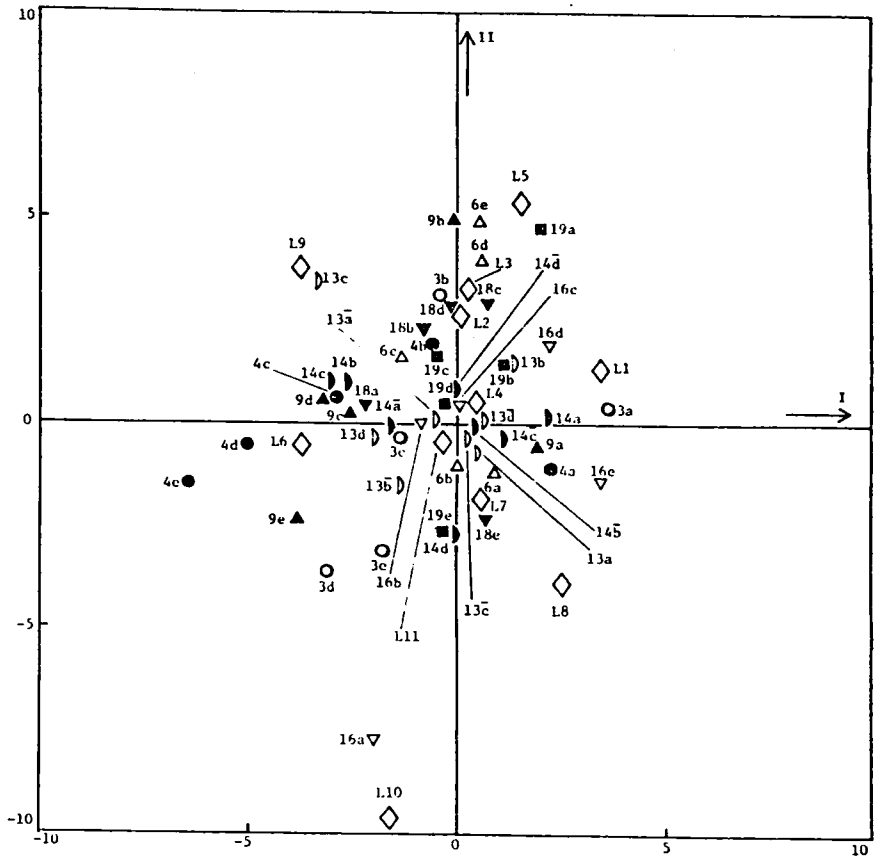
Ａ３は左側に位置している。このことより、Ａ４は居住環境が良く、Ａ３は悪い。また、Ａ１とＡ２は中程度であることがわかる。

次に、図6.3.9(b)より次のことが指摘できる。

Ｌ１、Ｌ５、Ｌ９は良い：人々はＬ１の付近に住むことを快適と感じている。というのはＬ１はＱ３ａに近いところにあるからである。

同様に、Ｌ５は清い水で満たされており（Ｑ６ｅ)、人々はしばしば、溜池をリ

図6.3.9(b)　溜池と環境要素（数量化法Ⅲ類）



クリエーションの場として使っている。（１９ａ）

Ｌ６とＬ１０はあまり良い状況ではない。

Ｌ６のまわりの人々は、溜池に興味も関心も持っていない。一方、さらに、Ｌ１０のまわりの人々は、溜池は廃止されるべきだと思っている。

6－3－4　評　価　構　造

溜池の廃止・転用に関する意志決定問題を検討するためには、次の２つの側面を考慮しなければならない。すなわち、溜池の環境要素に関する評価と、溜池を中心とする当地区での都市計画づくりの課題の策定である。

前者の問題は、地域住民が溜池の諸機能をどのように評価し、また溜池の存在をどのように感じるかという、いわば感性的な範疇のものである。これは、溜池の廃止・転用における内的、直接的な分析といえよう。

他方、後者の課題は、溜池を中心とした地域・水環境を形成する、地域の将来の都市計画づくり、いわば、現在および将来にわたっての溜池の利用を今後どのようにするかを検討することである。これは、単に環境という範囲を超えて溜池の廃止・転用問題の社会的、背景的な要因をどのように評価するのかという課題になり得るものである。

以上の問題意識にもとづき、溜池の廃止・転用における意志決定プロセスに作用する要素として次の３つを設定した。

① 溜池の所有についての経済的要素

② 溜池地帯の地域・水環境要素

③ 都市計画づくり要素

次に、溜池の廃止・転用の意志決定に何らかの影響を有する利益集団として、次の４つを設定する。

① 地元住民Ａ：溜池所有権者

地元住民Ｂ：居住者で溜池に関して法律権利なし

（溜池地域に居住している住民。大半の住民は所有権を有していない。溜池地帯の地域・水環境については関心をもっており、町づくりへの参加も希望している。

② 所有権者（地域外居住者）：溜池所有権者で地元に居住していない。

（溜池の所有権を有する人。居住地が溜池の所在地と異なり、当地域の環境については積極的な関心をもっていない。）

③ 開発業者：溜池の跡地を購入して、営利目的で開発する者

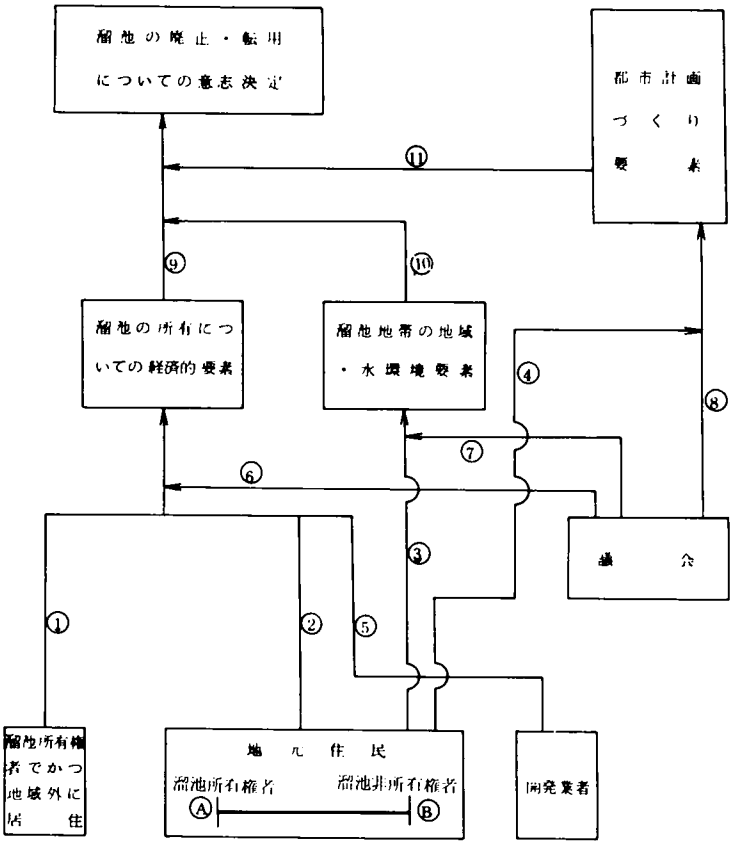
（溜池の廃止・転用事業に参加する開発業者。開発事業を通じて利潤を得る。溜池の廃止・転用については賛成。トータルな地域の環境について興味をもっていない。）

④　議　　会：対象地域の政治の検討の場

（全行政区域の地域住民の意見をまとめる。目的は多目的で、その考察範囲は時空的に広いものとする。さらに、溜池の廃止・転用について条例を設定して、利用規準をつくることができる。

以上の要素、および利益集団の関係を図 6. 3. 1 0. に示した。

図6.3.10　溜池の廃止・転用についての意志決定モデル



①～⑪の内容は表 6.3.7 参照

6－3－5　評　価　属　性

溜池の廃止・転用についての意志決定を行なうにあたって、図6.3.10に示した種々の要素の目標とすべき評価の方向性は表6.3.7に示すとおりである。

表6.3.7　評価基準の方向性

		溜池の廃止・転用における意志決定の方向性
①		溜池転用跡地ができる限り高値で売却されること。
②	Ⓐ	溜池転用跡地ができる限り高値で売却されること。 溜池の維持管理費ができる限り低廉であること。
	Ⓑ	――――――
③	Ⓐ	農業用水としての機能が満たされること。 地元住民の生活環境の快適性が満たされること。
	Ⓑ	地元住民の生活環境の快適性が満たされること。
④	Ⓐ	溜池の将来利用に対する希望が満たされること。 住民の都市計画への参加の意志が反映されること。
	Ⓑ	――――――
⑤		溜池跡地の買売業務より、利潤がより多くあげられること。
⑥		溜池の廃止・転用に伴なう諸行為が経済的合理性および公平性を保てるようにすること。
⑦		溜池を廃止・転用のプロセスに全市民的な見解が反映されること。
⑧		溜池を利用した都市計画づくりが行なわれること。
⑨		溜池の廃止・転用について、経済合理性が反映されること。
⑩		溜池が地域・水環境要素として重要であることが認識されること。
⑪		都市計画づくりの中で溜池が重要な役割を有していることが認識されること。

つぎに、これらの各要素における属性の内容および効用水準を規定する状況として、次の２つのシナリオを想定する。

O_1：経済効率優先の時代

溜池廃止の論理が優先する時代が優先する時代

O_2：地域・水環境保全優先の時代

溜池の総合的機能が認識され、溜池地帯の地域・水環境の要素として溜

池が都市計画づくりにおいて、内生化される時代

それぞれのシナリオにおける評価属性は、表 6.3.8 に示すとおりである。

表6.3.8　溜池の廃止・転用の意志決定問題における評価属性

	Consideration	属性	尺度
①	収入	地価	X_1 ＝溜池転用跡地の価格／溜池周辺住宅地価格
②Ⓐ	収入	地価	X_2 ＝溜池転用跡地の価格／溜池周辺住宅地価格
	費用	費用便益比	X_3 ＝溜池用水による便益／溜池による用水供給の為の費用
③Ⓐ	農水機能	廃止・転用の見解	X_4 ＝アンケートのQ 16
	快適性	快適度	X_5 ＝アンケートのQ 3
		水質	X_6 ＝アンケートのQ 6
③Ⓑ	快適性	快適度	X_7 ＝アンケートのQ 3
		接触度	X_8 ＝アンケートのQ 9
④	将来利用	将来利用内容	X_9 ＝アンケートのQ 21
	住民参加	参加の意志	X_{10}＝アンケートのQ 24
⑤	利潤	利潤率	X_{11}＝溜池跡地売却価格／溜池跡地購入価格
⑥	経済合理性	経済合理性	X_{12}＝主観的尺度
⑦	住民参加	住民参加	X_{13}＝主観的尺度
⑧	溜池重視	溜池重視	X_{14}＝主観的尺度

6－3－6　効用関数の導出

表 6.3.8に示した属性にもとづいて、溜池の廃止・転用に関する意志決定モデルに改良型の多重属性効用関数法を適用する。

意志決定モデルの階層構造図は図 6.3.11 に示すとおりである。

シナリオO_1 、シナリオO_2 における属性の諸値は現地調査およびアンケート結果等を参考にして、表 6.3.9 に示すものとした。

また、シナリオO_1 における効用関数およびインディファレンス・ポイントは付録 6－3図Ⅲ－1、Ⅲ－2、シナリオO_2 におけるそれは付録 6－3図Ⅲ－1、図Ⅲ－2に示すとおりである。

それぞれのシナリオにおける属性の統合方式としては次のように行なった。

図6.3.11　溜池の廃止・転用の意志決定評価構造

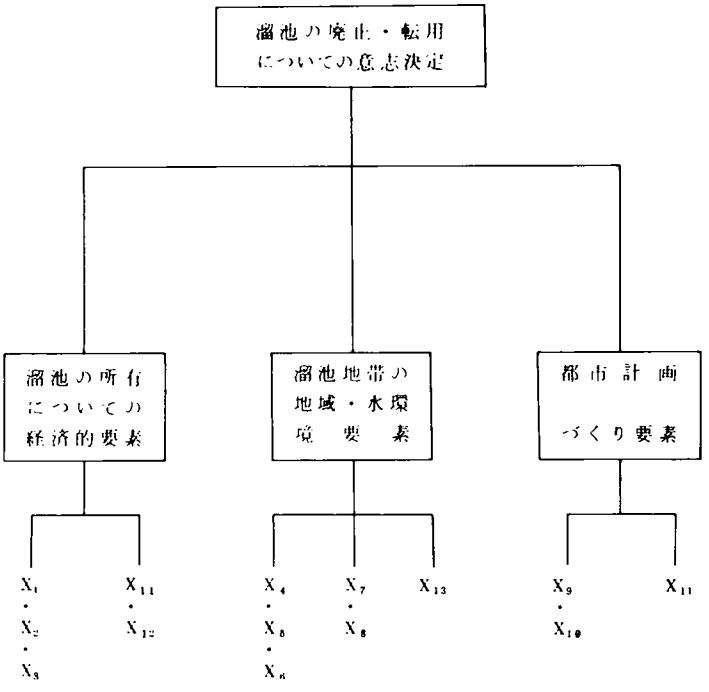


表6.3.9　属性値およびスケーリング・コンスタント

属性値		シナリオ O_1				シナリオ O_2			
		X_{iW}	X_{i50}	X_{iB}	スケーリングコンスタント	X_{iW}	X_{i50}	X_{iB}	スケーリングコンスタント
X_1	0.8	—	—	—	—	0.1	0.5	1.0	0.2
X_2	0.8	0.1	0.6	1.0	0.8	0.1	0.4	1.0	0.2
X_3	0.9	0.8	1.0	1.5	0.576	0.7	1.0	1.4	0.2
X_{11}	2.8	1.0	3.0	5.0	0.40	1.0	2.0	5.0	0.2
X_{12}	7.0	—	—	—	—	1.0	6.0	10.0	0.2
X_4	2.39	1.0	3.5	5.0	0.194	1.0	2.0	5.0	0.17
X_5	2.03	—	—	—	—	5.0	3.0	1.0	0.17
X_6	1.83	—	—	—	—	1.0	2.0	5.0	0.17
X_7	2.28	—	—	—	—	5.0	3.5	1.0	0.17
X_8	2.50	5.0	3.0	1.0	0.806	5.0	3.5	1.0	0.17
X_{13}	8.0	—	—	—	—	1.0	4.0	10.0	0.17
X_9	5.5	1.0	5.0	10	0.394	1.0	4.5	10.0	0.33
X_{10}	1.53	5.0	2.5	1.0	0.606	5.0	3.0	1.0	0.33
X_{14}	6.0	—	—	—	—	1.0	4.5	10.0	0.33

シナリオO_1

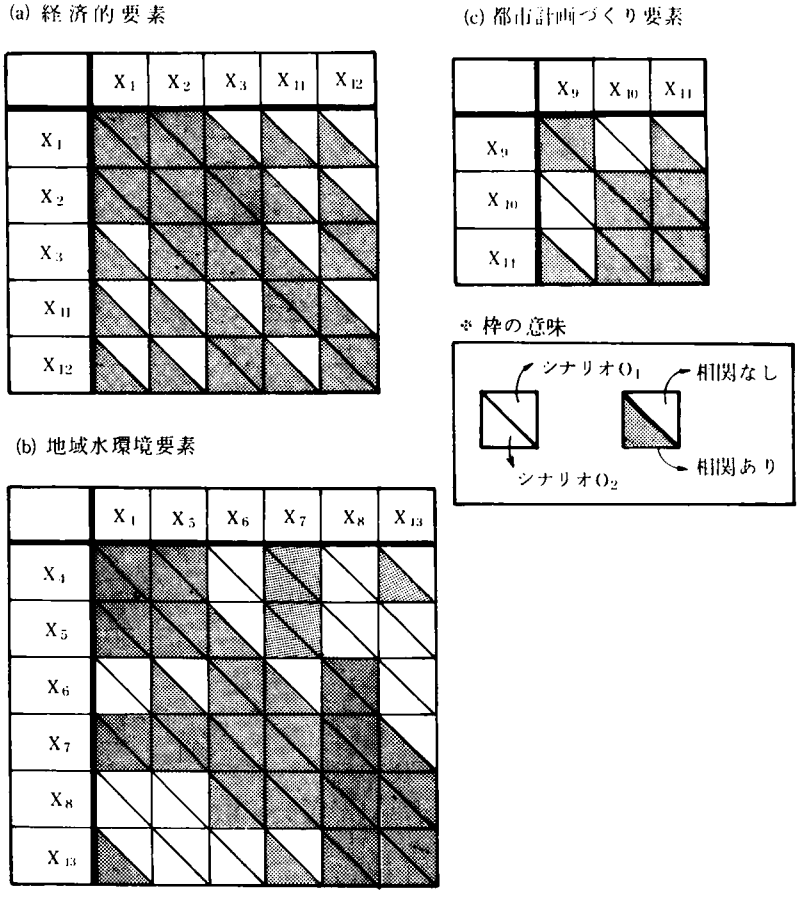
設定した１４個のうち、第１レベルにおいてそれぞれの属性間において独立性を有するもののみを選択して全体の効用関数を求める。選択された属性は表6.3.9に示すとおりである。

これらの属性により、多重属性効用関数を導出する。これらの結果は表6.3.10に示すとおりである。

シナリオO_2

本シナリオでは、図6.3.12においても明らかなように、各属性間は相互依存関係を有しているという立場をとった。そのため、統合された全体の効用関数は各属性の単純平均値とする。

図6.3.12　属性マトリックス※



6－3－7　評価結果の分析

溜池の廃止・転用における意志決定問題に改良型の多重属性効用関数法を適用し、表6.3.10に示す評価結果を得た。

表6.3.10　効　用　水　準

効用水準	シナリオ O_1			シナリオ O_2		
属性	属　性	第1レベル	全　体	属　性	第1レベル	全　体
X_1	－	0.72	0.68	0.81	0.66	0.70
X_2	0.73			0.86		
X_3	0.26			0.32		
X_{11}	0.46			0.72		
X_{12}	－			0.60		
X_4	0.25	0.55		0.65	0.71	
X_5	－			0.75		
X_6	－			0.43		
X_7	－			0.77		
X_8	0.62			0.74		
X_{13}	－			0.90		
X_9	0.53	0.68		0.62	0.72	
X_{10}	0.78			0.88		
X_{14}	－			0.68		

その特徴はつぎのとおりである。

i）シナリオO_1（経済効率優先の時代）では、溜池の所有についての経済的要素に対する効用水準が0.72と3要素の中では最も高い。逆に、溜池地帯の地域・水環境要素に対する効用水準は0.55と最も低い。属性レベルの効用水準をみると、X_9（将来利用内容）、X_2（地価）がそれぞれ0.78、0.73と高いのに対し、X_3（費用便益比）、X_4（廃止・転用の見解）が0.26、0.25と低い値を示している。

ii）シナリオO_2（地域・水環境保全優先の時代）では、シナリオO_1と異なった評価結果を得た。すなわち、都市計画づくり要素、溜池地帯の地域・水環境要素に対する効用水準が、それぞれ0.72、0.71と高く、一方、溜池の所有につ

いての経済的要素に対する効用水準が0.66と最も低い。属性水準の効用水準をみると、シナリオO_1に比較して全体に上昇している。とくに、X_{13}(住民参加)X_{10}(住民参加の意志)のそれが、それぞれ0.90、0.88と高いのに対し、X_3(費用便益比)のそれが0.32と全体の中で最も低い値を示している。

iii) シナリオO_1とシナリオO_2との効用水準を比較すると次のような特徴がある。

① 全体の効用水準ではシナリオO_2の方が0.70とシナリオO_1の0.68に比べて若干高い。

② シナリオO_1では、経済的要素に対する効用水準が最も高いのに対し、シナリオO_2では、都市計画づくり、環境要素に対する効用水準が高い。要素についてのシナリオ間の比較では経済的要素に対する効用水準をみると、シナリオO_1の0.72からシナリオO_2の0.66と若干減少しているのに対し、環境要素に対する効用水準では、シナリオO_1の0.55からシナリオO_2の0.71と大幅に増大している。

6－4　ま　と　め

本章では、地域・水環境システムの対象例として、東播地域の溜池密集地帯を選定し、当地域の今日的課題である溜池の廃止・転用にかかわる諸問題の分析を行なった。

近年、各地域で見られる溜池の廃止・転用の論理構成は、溜池の機能のうち、とくに用水機能を特化してとらえ、代替の水源を得られるならば問題を生じないという安易な考え方を基礎においている。実際上はダム建設の社会的影響の複雑さにみられるように、単純な経済法則にはのらない問題が存在する。

そこで、本分析においては、溜池の廃止・転用が及ぼす結果は不可逆的なものであり、この事態を考えるならば、問題を総合的に評価し、その意志決定方式を合理的に実行できる方式を確立していくことが重要であるという問題意識のもとに実態を調査し、実態に即した意志決定モデルを作成した。

住民の意識変化を数量的に把握するために質問紙調査を行なった。

回答結果より次の4点が指摘できた。

① 溜池地域での生活を快適と感じる人は全回答者の35.6％であり、不快と感じる人の12.6％に比較して約3倍程度多い。開発の進んでいる加古川市では快適と答える人が27.2％、不快と答える人が16.6％であり、あまり差がみられない。一方、従来からの溜池地帯としての風土が残っている稲美町では、48.1％が快適と感じ、不快と感じる人はわずか2.3％と少ない。また、農業水利関係者は、57.1％が快適と感じている。職業別および居住歴別ではそれぞれ、農業従事者および1955（昭和30）年より居住している人が、それ以外の人より際立って快適と感じている。

② 溜池への関心度の特性は、①で述べた快適性に対する回答とほぼ同じような傾向を示している。しかし、関心を有する人の割合は、快適性における場合のそれよりも約2倍の大きさを示している。当然のことながら、農業水利関係者は93.9％と極めて高い値を示しているが、居住歴の短い、新転入者は37.6％と低い値である。

③　溜池の接触の有無に関しては、20年前の68.0％から、現在では58.5％へ減少している。その減少傾向は加古川市において顕著であり、52.6％から40.2％へと半数以上の人が接触しない状況となっている。一方、稲美町では接触の割合は、現在・過去とも90％という高い値を示している。新転入者は他の集団と全く違って、16.3％と極めて低い値の接触者の率しかなく、65.7％の人は接触していないのである。

④　溜池の廃止・転用に関する見解としては、全回答者の62.4％が賛成の見解を示している。この傾向は、表6.3.3に示す全集団とも同じである。逆に、反対の見解は、農業従事者、農業水利関係者がそれぞれ25.2％、26.0％と他の集団より若干高く、現在急激に進行している溜池の廃止・転用について積極的な反対は見られない。

以上の結果でも明らかなように、溜池の廃止と都市化現象が同時進行するなかで、住民の水環境に対する意識は大きく変化している。

それは、溜池が農業の中枢的施設であると同時に自然的要素を内包して事実をインプリシットには認識しながらも、溜池の廃止、他目的への転用による直接的効果のみが追求される時代的趨勢に抗しきれない状況を示しているのである。

これらの調査分析の結果を基礎に、溜池の廃止・転用に関する意志決定モデルを作成し、第5章で検討した改良型の多重属性効用関数法を適用した。

溜池廃止・転用意志決定モデル作成にあたっては、次の3つの要素を設定した。

①　溜池の所有についての経済的要素

②　溜池地帯の地域・水環境要素

③　都市計画づくり要素

次に、溜池の廃止・転用の意志決定に何らかの影響を有する利益集団として、次の4つを設定した。

①　地元住民A：溜池所有権者

　　地元住民B：居住者で溜池に関して法律権利なし。

②　溜池所有権者（地域外居住者）：溜池所有権を有している。地元に居住していない。

③　開発業者：溜池の跡地を購入して、営利目的で開発する者。

④　議会：対象地域の政治の検討の場。

以上の設定のもとに、次の２つのシナリオを想定した。

シナリオO_1：　経済効率優先の時代

シナリオO_2：　地域・水環境保全優先の時代

なお、評価属性選定においては、質問紙調査の結果を基本に溜池の所有、溜池の環境評価、ならびに将来利用等に関する属性を中心とした。ところで、溜池の機能としては、他に、治水機能、消防水利機能等があるが、これらの機能は、X_{14}の溜池重視という属性に包含させて考慮した。

以上の前提のもとに分析を行なった。評価結果をまとめるとつぎのとおりである。

i）シナリオO_1（経済効率優先の時代）では、溜池の所有についての経済的要素に対する効用水準が0.72と、3要素の中では最も高い。逆に、溜池地帯の地域・水環境要素に対する効用水準は0.55と最も低い。属性レベルの効用水準をみると、X_9（将来利用内容），X_2（地価）がそれぞれ0.78，0.73と高いのに対し、X_3（費用便益比），X_4（廃止・転用の見解）が0.26，0.25と低い値を示している。

ii）シナリオO_2（地域・水環境保全の優先の時代）では、シナリオO_1と異なった評価結果を得た。すなわち、都市計画づくり要素、溜池地帯の地域・水環境要素に対する効用水準が、それぞれ0.72，0.71と高く、一方、溜池の所有についての経済的要素に対する効用水準が0.66と最も低い。属性水準の効用水準をみると、シナリオO_1に比較して全体に上昇している。とくに、X_{13}（住民参加），X_{10}（参加の意志）のそれが、それぞれ0.90，0.88と高いのに対し、X_3（費用便益比）のそれが0.32と全体の中で最も低い値を示している。

iii）シナリオO_1とシナリオO_2との効用水準を比較すると次のような特徴がある。

①　全体の効用水準ではO_2の方が0.70とO_1の0.68に比べて若干高い。

②　O_1では、経済的要素に対する効用水準が最も高いのに対し、O_2では、

都市計画づくり、環境要素に対する効用水準が高い。要素についてのシナリオ間の比較では経済的要素に対する効用水準をみるとO_1の 0.72からO_2の 0.66 と若干減少しているのに対し、環境要素に対する効用水準では、O_1の 0.55 からO_2の 0.71 と大幅に増大している。

iv) 以上の特徴をまとめると、従来の多重属性効用関数法でみられたように、独立性を有する属性のみ（本例ではシナリオO_1）で、評価しうる属性範囲による評価は、属性間の独立性の存在が認められない場合の統合方式を導入することによって、評価範囲を拡張したといえる。また、それぞれのシナリオの結論は単純ではあるが、経済効率優先の時代には経済要素に対する効用水準が高く、環境保全優先の時代には都市計画づくりにおいて環境要素に対する効用水準が高くなるという結論を得た。

ところで、このような結論を現実社会の政策へと関与させる方法としては、次のことが考えられる。

たとえば、地方自治体の首長選挙の公約などにおいて、単なる溜池保存、廃止というスローガンの提示のかわりに、それにいたる政策過程において、どのような意志決定がなされるかを解明する手段になりうる。また、Jeremy Bentham が、快楽と苦痛の量の測定に準拠して、民法・刑法体系の構築を試みたように、種々のシナリオに沿った政策手段を検討もするなかで、地方自治体の長期的見通しに沿った溜池に関する条例づくりの基本的材料となりうる。

すなわち、本手法は、条例策定における評価基準になるとともに、条例に対する見解の相違を合理的に合意形成する手段ともなりうると考えられる。

近年、奈良県、松原市等において、溜池の保全、ならびに、溜池跡地に運動場等の公的利用などが実施され、地域環境と合致した溜池の廃止・転用政策が考えられているが、これらの施策がより合意を得るためにも、政策に対する市民の満足度を考慮した方式が必要であろう。

本手法は、そのための１つの方途として有効性を発揮すると思われる。

付録６－１　　表Ｉ－１　質　問　紙　調　査　票

回　答　欄　（１）

No.

〔家族構成欄〕

	年　令 年令順に記入して下さい	性　別 男・女	職　業 （例１）を参考にして番号で記入して下さい	家の所有 （例２）を参考にして番号で記入して下さい
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

世帯主

住　所

氏　名

（例１）1. 専門的技術的職業従事者
2. 管理的職業従事者
3. 事務従事者
4. 販売従事者
5. 農林・漁業従事者
6. 採鉱・採石作業者
7. 運輸・通信従事者
8. 技能工・生産工程作業者および単純労働者
9. 保安職業従事者
10. サービス職業従事者
11. 分類不能の職業

（例２）1. 持地持家
2. 借地持家
3. 公営住宅（公団、県営、市営住宅およびアパート）
4. 社　宅
5. 民間借家
6. 民間アパート
7. 間　借

注．アンケートに答えられた方は番号に○印、
世帯主は番号に△印を記入して下さい。

アンケート項目（以下の質問には概当する記号に○印をつけて下さい。）

Q. 1. いつごろからここへ住んでいますか。

a 昭和20年より以前から

b 昭和21年から30年

c 〃 31年から40年

d 〃 41年から45年

e 〃 46年から現在

Q. 2. Q. 1.でc、d、eに回答された方のみ答えて下さい。以前住んでいた所はどこですか？

a 同じ町内

b 同じ市内

c 兵庫県内

d 近畿地方

e それ以外

Q. 3. ため池がある地域で生活されることをどう思いますか？

a 快適である

b やや快適である

c 普通である

d やや不快である

e 不快である

Q. 4. あなたはため池に関心を持っていますか？

a 非常に関心を持っている

b 少し関心を持っている

c 普通である

d あまり関心がない

e 全く関心がない

Q. 5. あなたはため池ということばから何を連想されますか？

a 水遊びの場所

b 汚水のすて場

c 農業用水として

d 水害防止として

e 防火用水として

※Q. 6.以下の質問については、あなたがすぐ連想されます近くのため池について回答して下さい。

なお、そのため池の名前を記入して下さい。

溜池名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

Q. 6. 現在のため池の水質についてどう思われますか？

a 非常にきたない

b きたない

c 普　通

d ややきれい

e きれい

Q. 7. 昔と現在と比較してため池の水質はどうですか？

a 今も昔もきたない

b だんだんきたなくなってきた

c 今も昔もきたないし、特にきれいとも思わない

d 今も昔もきれい

e だんだんきれいになってきた。

Q. 8. ため池が汚れだしたのはいつ頃からだと思われますか？

a 20年前

b 15年前

c 10年前

d　4～5年前

e　2、3年前

Q.9. 現在、日常生活において、ため池とかかわりはありますか？

a　ため池とのかかわりは非常に大きく、ため池なしにはすまされない

b　おおいにある（レクリェーション）

c　やや、かかわりがある

d　あまりない

e　全くない

Q.10. それは具体的にどのようなものですか？

a　水遊びの場所

b　汚水のすて場

c　農業用水として

d　水害防止として

e　防火用水として

Q.11. 約20年前は日常生活において、ため池とかかわりがありましたか？

a　ため池とのかかわりは非常に大きく、ため池なしにはすまされなかった

b　おおいにある（レクリェーション）

c　やや、かかわりがある

d　あまりなかった

e　全くなかった

Q.12. 20年前の生活をふりかえってみられたとき、ため池とのかかわりはどんなものでしたか？

a　水遊びの場所

b　汚水のすて場

c　農業用水として

d　水害防止として

e　防火用水として

Q.13. ため池があることで日常生活上どのような利点がありますか？

a　空間の広がりを感じ、開放的な気持ちになる

b　自然的な景観があり、気分がよい

c　ため池のまわりの草花にふれることができる

d　遊び場（釣り場）がある

e　ゴミ、汚水をすてるのに都合がよい

Q.14. ため池が身近にあることでどのような点に不利なことを感じていますか？

a　工場廃水、家庭廃水がはいってきて、水がよごれる

b　病虫害等、保健衛生の問題がおこる

c　子供が落ちこんで危険だ

d　大雨の時には堤防が決壊しそうである

e　宅地などの用地として使用できない

Q.15. ため池の主な用途は何だと思いますか？

a　環境保全用、レクリェーションや景観のため

b　汚水を流し入れるもの

c　洪水調節用地

d　農業用水

e　防火用水

Q.16. ため池が埋め立てられていることをどう思いますか？

a　ため池はすべて埋め立てる方向に進んで行くべきだ

b　不必要なため池のみ埋め立てるべきだ

c　若干埋め立てても仕方がない

d　埋め立てない方がよい

e　埋め立てには反対である

Q. 17.　農地が廃止されて他の用途に使われることをどう思いますか？

a　賛成である

b　用途によっては良い

c　少しなら仕方がない

d　できるだけひかえるべきだ

e　農地転用は反対である

Q. 18.　子供達はため池やその付近で遊んでいますか？

a　いつも遊んでいる

b　週に1度位遊んでいる

c　月に1度位遊んでいる

d　年に2～3回遊んでいる

e　全く遊んでいない

Q. 19.　あなたはため池を釣り、草つみ等、レクリェーションの場として利用されますか？

a　いつも利用している

b　時々利用している

c　たまには利用している

d　あまり利用していない

e　利用しない

Q. 20.　ため池の将来の利用についてどうなると思われますか？

a　水を生かした公園

b　現在のまま保存する

c　下水放流先

d　ゴミすて場

e　埋め立てる

Q. 21.　ため池の将来の利用についてどうしたいと思いますか？

a　水を生かした公園

b　現在のまま保存する

c　下水放流先

d　ゴミすて場

e　埋め立てる

Q. 22.　ため池が汚染された原因は何だと思いますか？

a　ため池の周辺に住宅が建て込み、家庭廃水が入ったため

b　工場廃水が入ったため

c　ゴミ、廃棄物をため池に投げすてるため

d　人や車の往来がはげしくなったため

e　わからない

Q. 23.　ため池の汚染を解決してゆくには種々の方法がありますが、どれが良いと思われますか？

a　国や県、市に任せる

b　町内会、自治会がやる

c　住民運動により解決する

d　水利組合による

e　個人の自覚にまかせる

Q. 24.　あなたの地域の町づくりの意見が求められた場合　どうしますか？

a　積極的に参加する

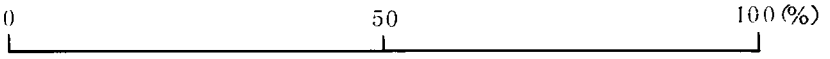
b　出来るだけ協力したい

c　内容により協力する

d　協力しない

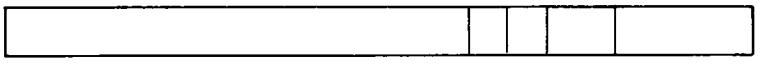
e　わからない

付録6－2　図Ⅱ－1　質問紙調査回答結果



Q1.　居　住　歴

1945以前／1946－1955／1956－1965／1966－1970／1971以後

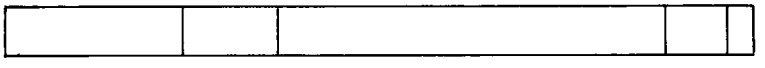


Q2.　前　住　地

同じ町内／同じ市内／兵庫県／近畿地方／その他

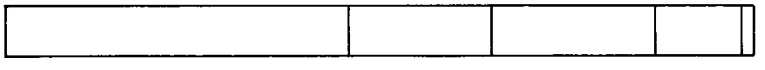
Q3.　溜池地域で生活することの快適性

快適／やや快適／普通／やや不快／不快



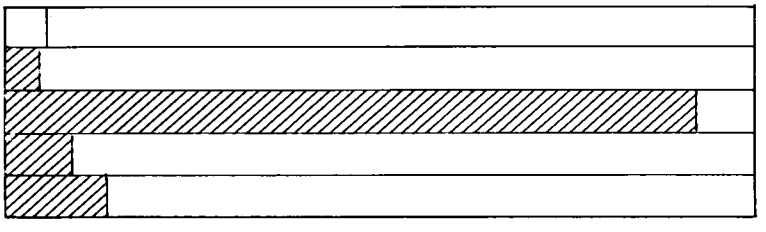
Q4.　溜池への関心

非常にある／少しある／普通／あまりない／全くない



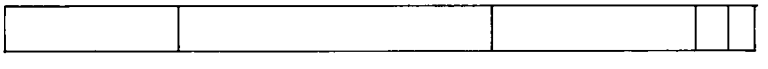
Q5.　溜池についてのイメージ

a）水遊びの場
b）汚水の捨て場
c）農業用水
d）水害防止
e）防火用水



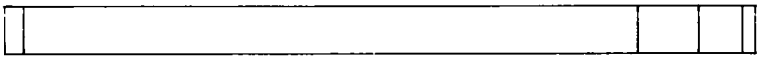
Q6.　現在の溜池の水質について

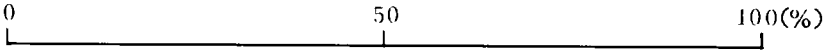
非常にきたない／きたない／ふつう／かなりきれい／きれい



Q7.　溜池の水質についての昔と現在との比較

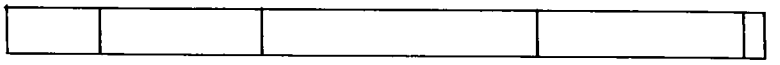
昔も今もきたない／だんだんきたなくなってきた／変化なし／今も昔もきれい／だんだんきれいになった





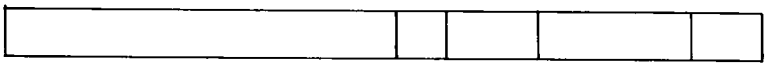
Q8.　溜池の汚染時期

20年前／15年前／10年前／4～5年前／2～3年前



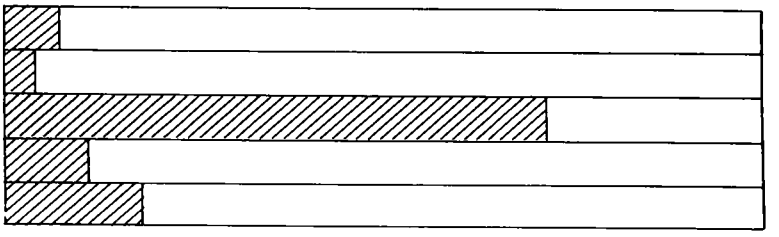
Q9.　溜池との関係（現在）

非常にある／かなりある／少しある／あまりない／全くない



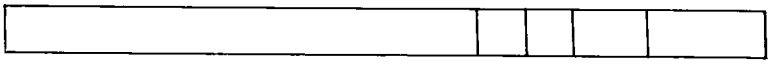
Q10. 溜池との関係の内容（現在）

a）水遊びの場
b）汚水の捨て場
c）農業用水
d）水害防止
e）防火用水



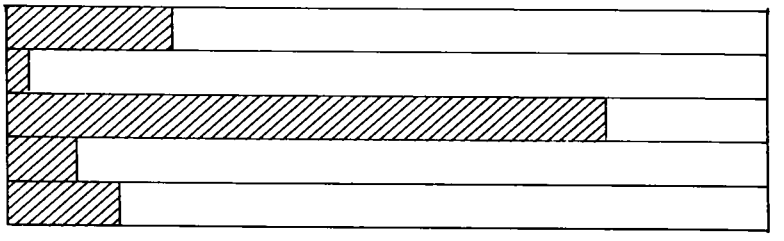
Q11. 溜池との関係（20年前）

非常にある／かなりある／少しある／あまりない／全くない



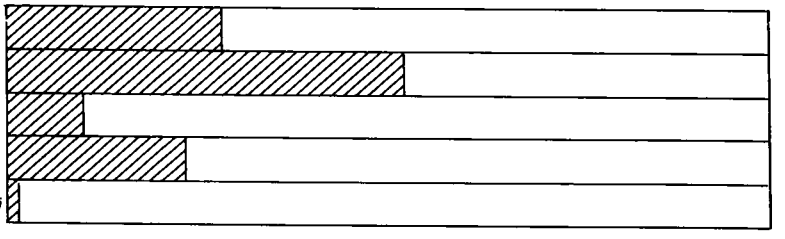
Q12. 溜池との関係の内容（20年前）

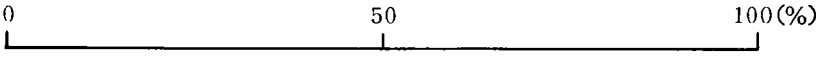
a）水遊びの場
b）汚水の捨て場
c）農業用水
d）水害防止
e）防火用水



Q13. 溜池から得る日常生活上の利点

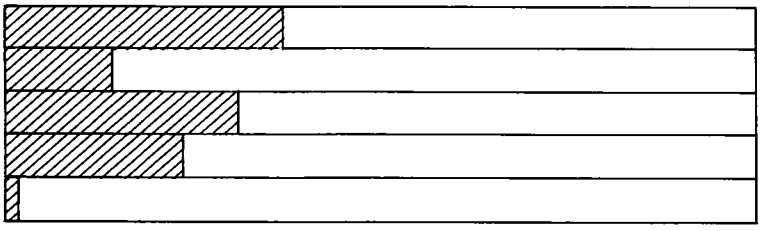
a）空間のひろがり
b）自然的な景観
c）草花
d）遊び場（つり場）
e）ゴミ、汚水の捨て場





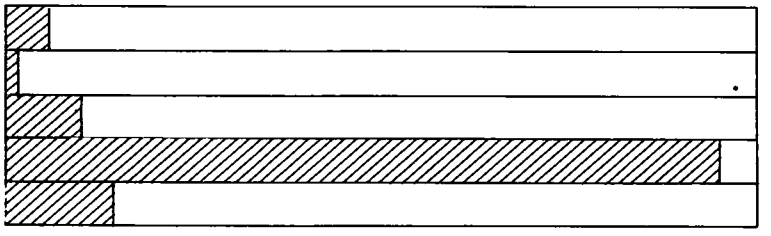
Q14. 溜池に感じる日常生活上の不利な内容

a）水質汚濁
b）非衛生
c）子供の危険
d）洪水時の堤防決壊
e）跡地利用の困難さ



Q15. 溜池の用途

a）レクリェーション
b）汚水の捨て場
c）洪水調節用地
d）農業用水
e）防火用水



Q16. 溜池廃止の見解

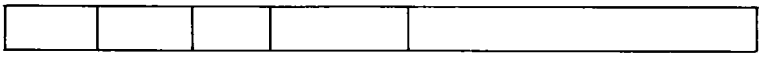
賛成／不必要なものは賛成／少しならよい／埋めたてない方がよい／反対

Q17. 農地の廃止

賛成／用途によってはよい／少しならよい／できるだけやめるべき／反対

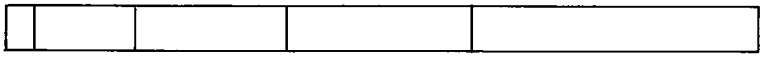
Q18. 溜池のまわりにおける子供の遊びについて

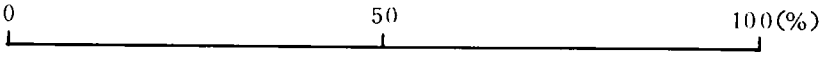
常に／週に1度／月に1度／月に2～3回／全く遊んでない



Q19. 溜池におけるリクレーションについて

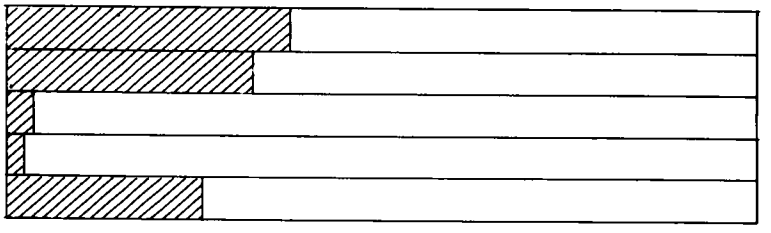
いつもする／時々する／たまにはする／あまり利用しない／利用しない





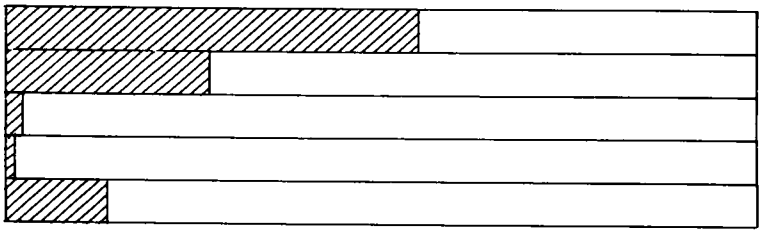
Q20. 溜池の将来利用（予想）

a）水を生かした公園
b）現　存
c）下水放流先
d）ゴミすて場
e）埋めたて



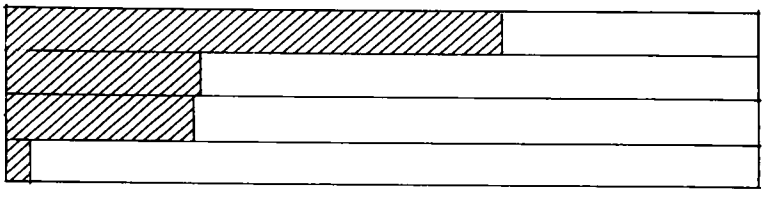
Q21. 溜池の将来利用（希望）

a）水を生かした公園
b）現　存
c）下水放流先
d）ゴミすて場
e）埋めたて



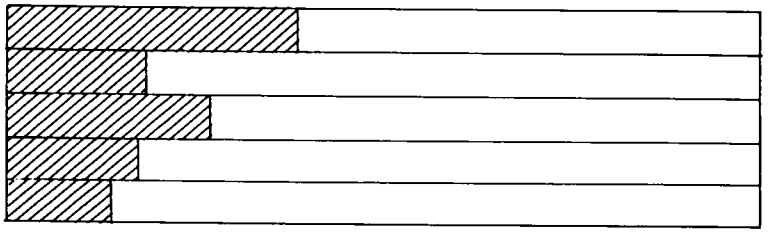
Q22. 溜池の水質汚染の原因

a）住宅の建て込み
b）工場廃水
c）ゴミ・廃棄物の投棄
d）人や車の往来



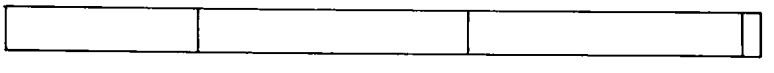
Q23. 溜池の汚染の解決方法

a）国や県、市に任する
b）町内会、自治会
c）住民運動
d）水利組合
e）個人

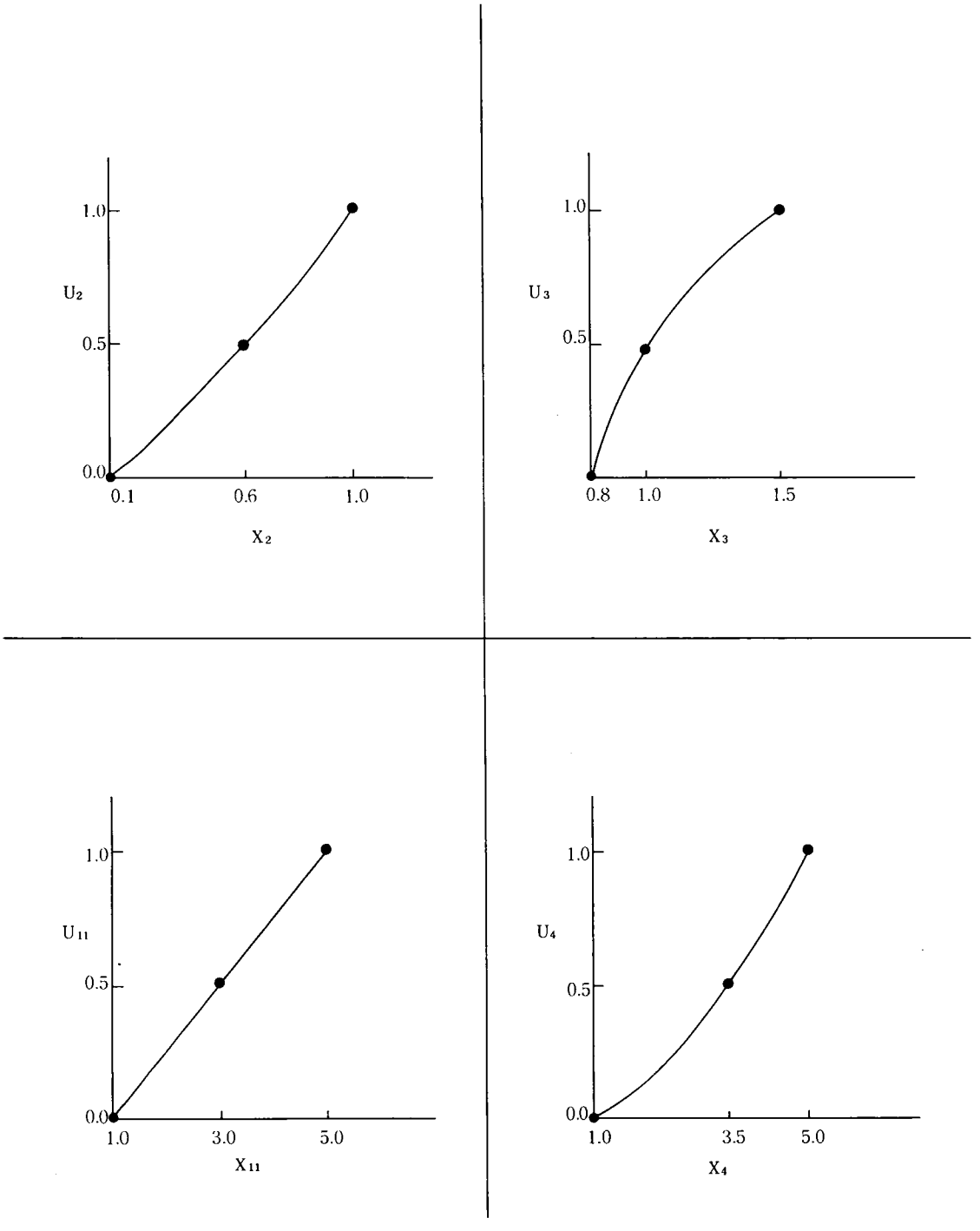


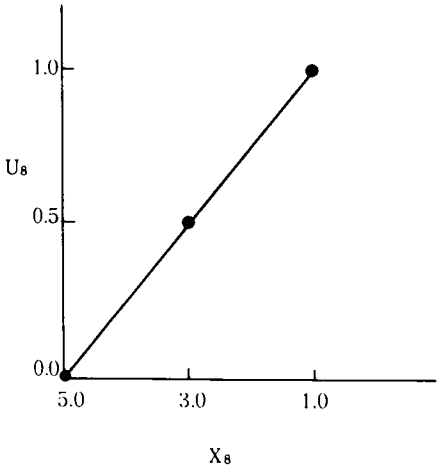
Q24. 町づくりへの参加

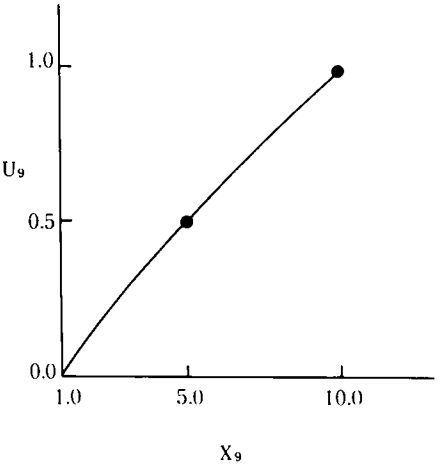
積極的に参加／出きるだけ協力／内容により協力／協力しない／わからない

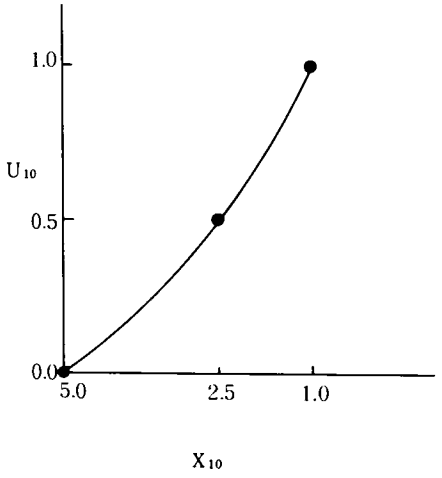


付録６－３　図Ⅲ－１ 効 用 関 数（シナリオO_1）

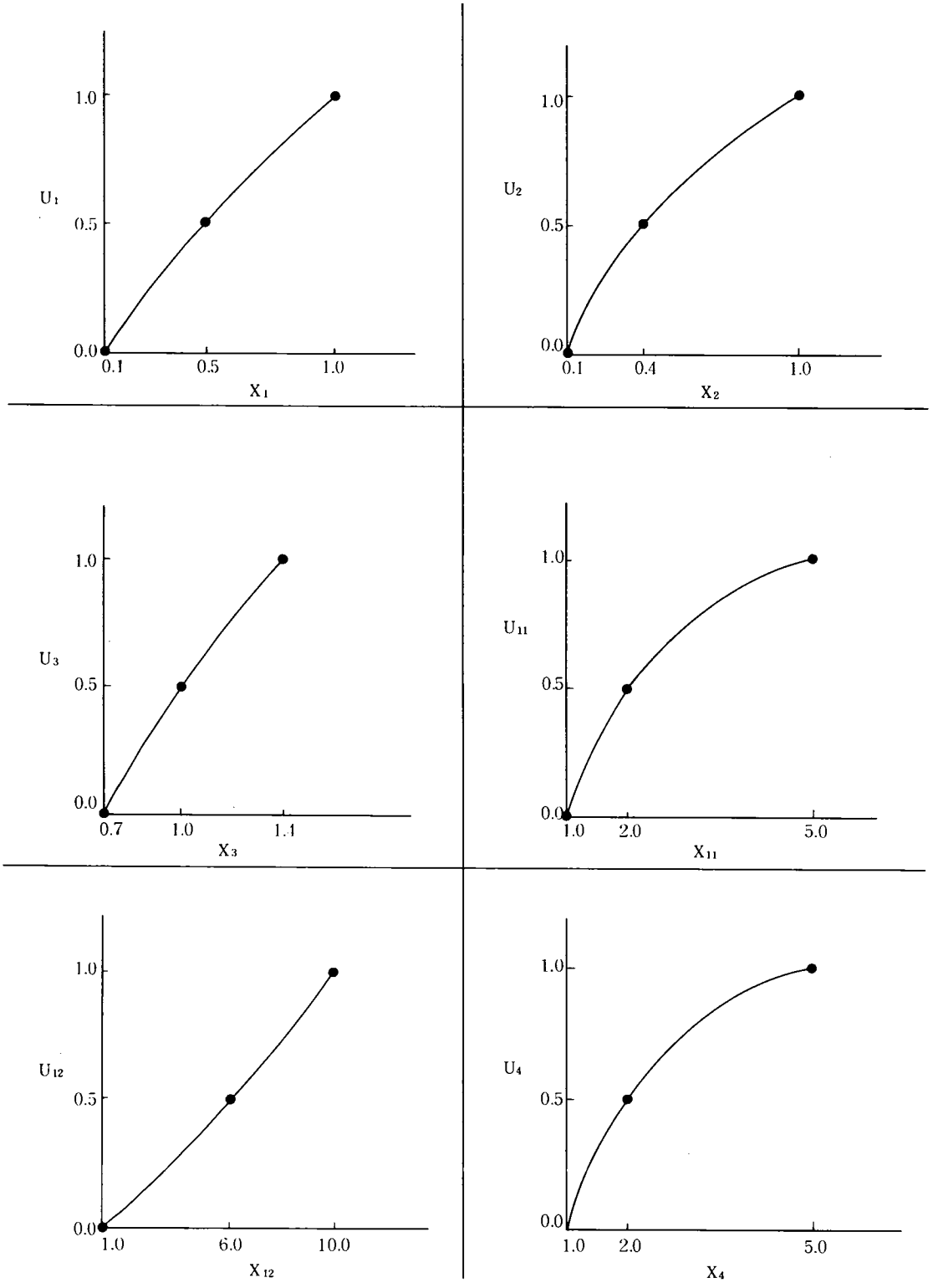


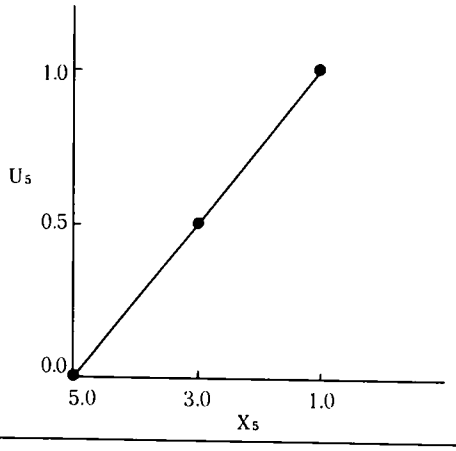

1.0
U8
0.5
0.0
5.0
3.0
1.0
X8

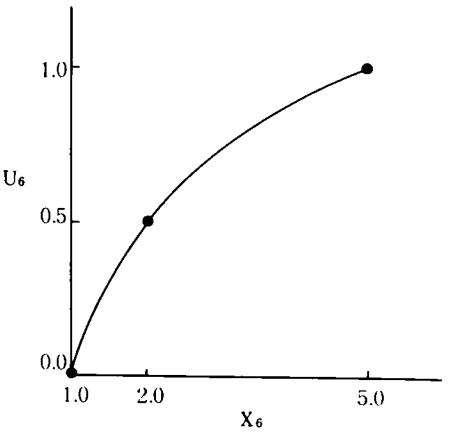

1.0
U9
0.5
0.0
1.0
5.0
10.0
X9

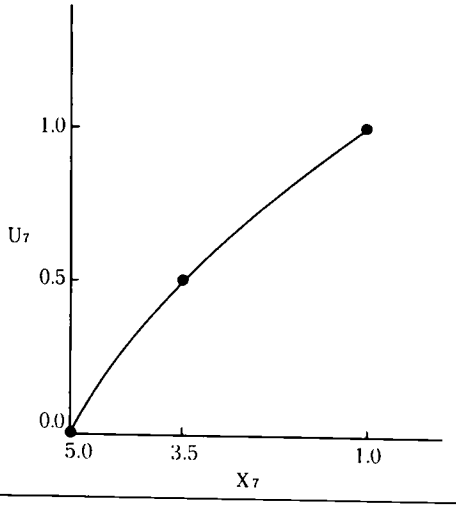

1.0
U10
0.5
0.0
5.0
2.5
1.0
X10

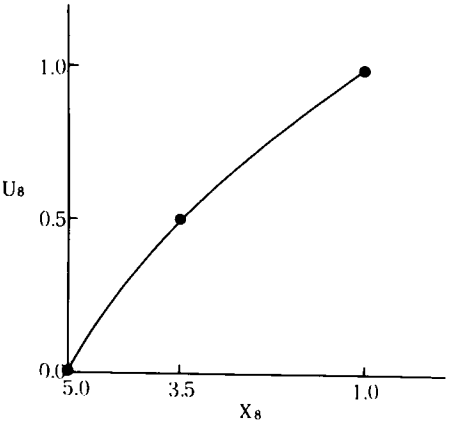
付録６－３　図Ⅲ－２ 効 用 関 数（シナリオO_2）

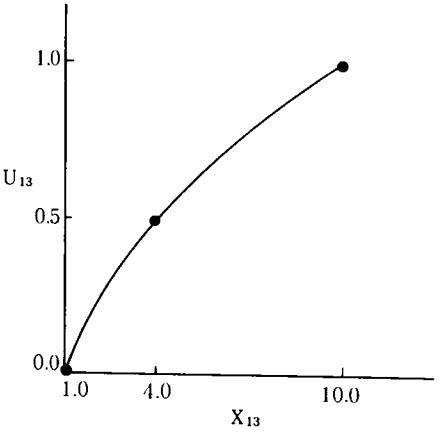


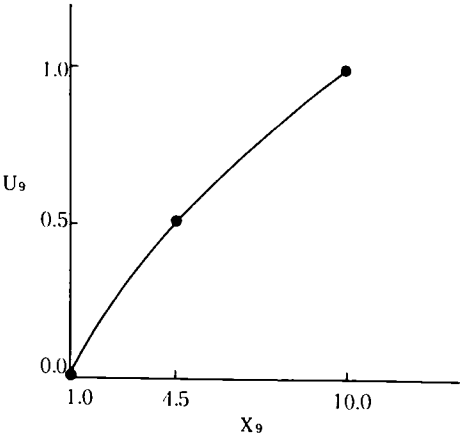

1.0
U5
0.5
0.0
5.0
3.0
1.0
X5

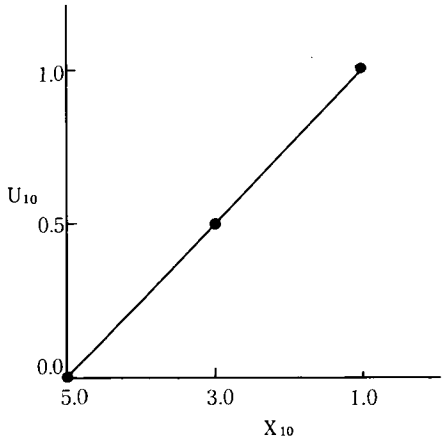

1.0
U6
0.5
0.0
1.0
2.0
5.0
X6

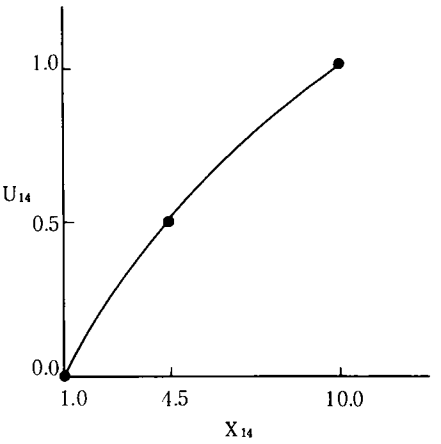

1.0
U7
0.5
0.0
5.0
3.5
1.0
X7


1.0
U8
0.5
0.0
5.0
3.5
1.0
X8

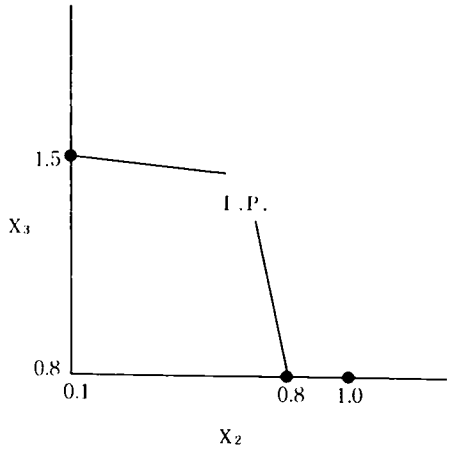

1.0
U13
0.5
0.0
1.0
4.0
10.0
X13

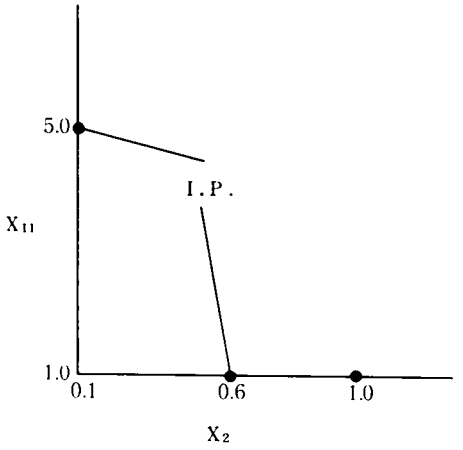

1.0
U9
0.5
0.0
1.0
4.5
10.0
X9

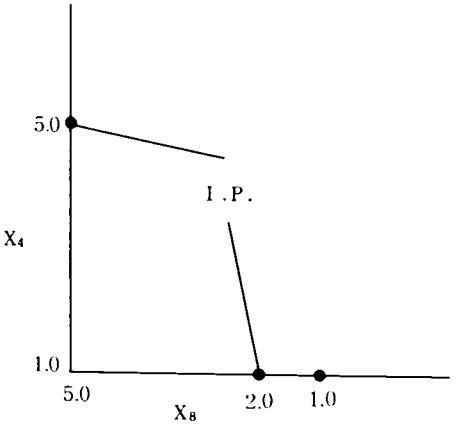

1.0
U10
0.5
0.0
5.0
3.0
1.0
X10

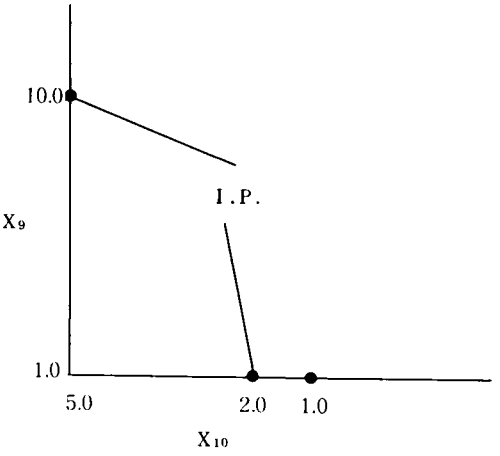

1.0
U14
0.5
0.0
1.0
4.5
10.0
X14

付録６－３　　図Ⅲ－３ インディファレンス・ポイント（Ⅰst レベル）

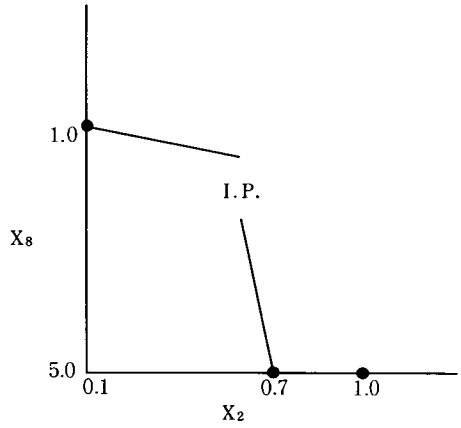


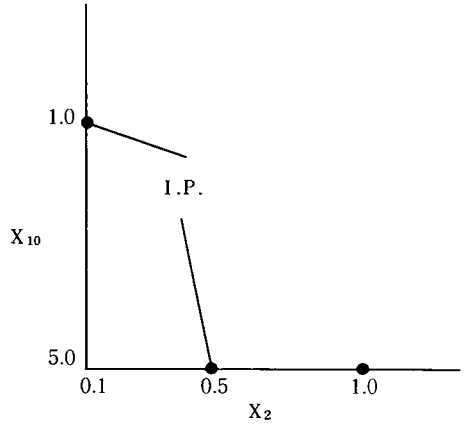






付録６－３　図Ⅲ－４ インディファレンス・ポイント（全体）





第７章　結　　論

７―１　本研究の総括

本研究で得られた結論は次のとおりである。

第２章では、地域・水環境問題の今日的特徴を述べ、本論文における研究視角として、地域・水環境問題複合体をシステム・アプローチにより構造的に解決することを提示した。

すなわち、水問題を上下流域全体の課題として総合的にとらえた場合、従来の水資源開発事業の概念が拡大されるとともに、そこには、新たな課題が発生する。

１つは、事業の評価指標の適切な選択の課題であり、１つは事業に対する合理的な意志決定プロセスの課題である。前者については、事業に関与する利益集団の多数化、及びそれに伴う目的・目標の多元化という現状のもとに、評価においては、単なる物理的・経済的指標のみならず社会的・心理的指標もとりいれるとともに、情報人口、情報量、情報時間を考慮して、情報を通じて政策決定における公平性が確立されるべきことを述べた。後者については、①政策過程及び社会プロセスの全体との関連を意識するアプローチ方式、②問題志向型のアプローチ方式、③多様な科学的方法、というHaward D.Lasswellの提起が重要であろうと考えた。さらに、水と人間生活との関係が密接なものであることを考え、計画の人間的側面の理解が意志決定プロセスには重要であることを述べた。

つぎに、環境評価の主要な手法である環境アセスメント、費用便益分析法の問題点を整理検討し、総合評価法の確立が重要であると総括した。

その結果、一般的には地域・水環境評価法は、次の３点の理由から十分に完成している段階には達していないといえる。

1. 地域・水環境評価の実践的な蓄積の乏しさ
2. 地域・水環境評価の技法が十分には開発されていないこと
3. 地域・水環境評価という考え方そのものに対し、各利益集団が拒絶的反応

を示すこと

以上のことを考慮して、現段階では地域・水環境評価の目的を、対象地域を経験的事実（資料）に基づき、合理的な方法に従って記述、表現し、意志決定者へ判材料を提供することにとどめるという結論をえた。

評価構造モデルを考える際に、評価要素として、ⅰ）利益集団、ⅱ）事業効果、ⅲ）期間、ⅳ）機能が重要であり、これらの要素を含んだ流域全体を評価する階層構造モデルが適切であると考察した。

このような、地域・水環境システムの総合評価法として、１９７４年に、R.L. Keeney 等によって開発された多重属性効用関数法（ＭＵＦ法）が有効であると総括し、その特徴と基本構造を紹介した。

第３章では、ＭＵＦ法を地域分析の手法として適用し、大阪市域における地域経済・環境評価の Ｃａｓｅ－Ｓｔｕｄｙ を行なった。

大阪市域の都市環境が高度経済成長後期においてどのように住民、産業に受けとめられていたかを定量的に評価した。

大阪市域を用途別地区、土地利用という観点からａ）工業地区、ｂ）商業地区、ｃ）居住地区の３地区に分割して地区別の評価を行った。

対象時期を１９７０年から１９７３年（Ｓ４５～４８年）と１９７４年から１９７５年（Ｓ４９～５０年）に分けた。

高度経済成長過程における石油ショックによって低成長時代へと転換したその影響が、大阪市各地区における地区別効用関数にどのような形で現われたかを分析すると同時に、上記経済事情変化の前後の一般経済状況が大阪市にどのような影響を与えたかを検討した。

以上の目的に従って、多重属性効用関数法を適用し、次のような結論を得た。

１）工業地区においては、居住者の効用水準を上げることが必要である。

具体的には、大気汚染、水質汚濁等々の環境汚染にいかに対処するかということを考えることが、きわめて重要である。また、居住者においては次の属性（地価、従業員数）の効用水準を引き上げることが重要である。

２）商業地区においては、居住者の効用水準を上げる処置が必要とされる。

特に、水質汚濁に対処するための方策を講じなければならない。同時に、所得に対する産業の効用水準が低くなっているので、産業のための所得水準を上げるために、適切な処置が取られるべきである。そのためには、大阪市の都市域の再開発を通して商業地区の経済地位を改善するための適当な方策を取ることが重要である。

3）居住地区においては、居住者と産業の効用水準を同時に引き上げることが、重要である。そのための適切な処置は、人口及び地価に対する効用水準を上げるとともに、社会・自然環境を重点とした居住環境に改良することが重要である。

これらの分析結果は、大阪市基本構想の理念とは基本的に一致していると言える。大阪市の地域分析において多重属性効用関数法を適用するにあたっては、i）属性選択における独立性の保証、ii）属性の効用水準決定における主観性の存在、などの様々な問題が残されている。しかしながら、評価結果を、今後の大阪市の将来像を考える1つの材料に資することは可能であり、また本手法の適用は有効だと考えられる。

第4章では、MUF法を水資源開発計画の評価手法として適用し、淀川流域において現在、実施または計画されている水資源開発事業の総合評価を行なった。

評価視点として、(i)地域、(ii)事業の機能、(iii)事業の種類、(iv)利益集団、(v)事業の効果、等を設定して分析した。

評価結果をまとめると次のとおりである。

ⓐ　淀川上流域における水資源開発計画事業に対する効用水準（U）は 0.952と極めて高い。これは、各々の計画が相互に関連性を持ちながら計画どおりに実行されることが望まれていることを示している。

ⓑ　水資源開発計画事業を機能別にみた場合の効用水準は、水質管理（U_{WQ}）（0.906）>用水供給（U_{WS}）（0.905）>洪水制御（U_{FC}）（0.817）という順序になっている。

ⓒ　用水供給に対する住民の効用水準（U_{WSR}）は0.906と最も高く、逆に京

都府営水道・住民（U_{WSPW}）は0.807で最も低い。他方、産業の効用水準は洪水制御（U_{FCDI}）で0.847　と高い値を示した。

ⓓ　各事業に対する評価対象時間の相異による効用水準の変化をみると、短期の効用水準が長期に比べて全般的に高い。

一般に、水資源開発計画事業には多くの目的や制約がある。とくに、財政事情による計画の制約のため、互いに矛盾しあう問題に直面することが多い。その場合には、属性間の統一的な価値に変換して、評価することによる解決が必要となるのである。このように計画を総合的に評価するためには、全体にわたって数値で示される指標がつくられるべきであろう。また一方では評価の導入過程において、問題点が多方面にわたってそれほど重要でない要素までも考慮に入れ、全体的な評価において見えなくなってしまわないように適切な属性を選択することが重要である。これらの基準に照らしあわせてみると、多重属性効用関数法は計画評価における効果的な手法といえよう。

また、評価モデルの拡張および感度分析を行ない、水資源開発計画における地域・水環境評価の意義と役割について検討した。

第5章では、第3章、第4章で行なった適用例により指摘された、MUF法の適用に際しての諸問題についての理論的課題を明確にし、次の3点にわたる検討および改良を行なった。

(i)　環境評価問題においてMUF法を適用する場合の構造同定法としては、シナリオ・ライティング法が有効性を発揮することを述べ、その導入をはかった。また、環境評価における最大の課題の1つである評価時間の最適性基準について考察し、基準設定の方法を提示した。また、地域・水環境情報の重要性をとき、具体的取り扱いについて言及した。

(ii)　効用の可測性、および独立性についての検討を行なった。とくに、可測性については、George J. Stiglerによって解題された効用概念の可測性についての思想的背景を検討し、環境問題等における効用関数の可測性原理について考察した。つぎにMUF法の計算手法が成立する条件として、選好独立、効用独立が必要十分な条件であるとされているが、現時点ではこの検証方法が不

十分であるため、ＭＵＦ法の適用結果が操作的になり、客観性を持つ評価がなされたとは断じえない。そこで、選好独立、効用独立が存在することを保証するための検証方法として、それぞれ数量化法Ⅱ類、相関係数値による方式を提唱した。

(iii) 利益集団間における統合は、ＭＵＦ法にとって最も重要な検討点である。本論文では、同一の尺度で比較不可能な属性同士の比較および統合においては意志決定者の態度が重要であるという見解をとり、人間行動および判断の動機づけを基礎とした人間関係論について考察した。

具体的には、属性のスケーリング・コンスタントの値を決定する方法がより客観性を有するための基準を検討した。

検討方法は次に示すとおりである。

すなわち、Churchman－Ackoffコンシステンシィ・テストにより求められた各属性のウェイトをそれぞれｋｉとする。

次に、多重属性効用関数法により求められた各属性のスケーリング・コンスタントをki′とし、最終的にｋｉ″を求めた。

両者の関係を、それぞれ伸率（α，β，γ，δ）でおきかえ、δの値を変化させた場合のα，β，γが成立する範囲を求めた。（図5.5.1参照）

ｋｉとｋｉ″との差をｄｉとし、ｄｉをｋｉで除した値Ｄｉを求める。このDiが図5.5.1に示した領域内に入っておれば、全体の属性を総合的にみあわせて直観的に決めた値〔Churchman－Ackoff コンシステンシィ・テストによるもの〕と多重属性効用関数法により求めたスケーリング・コンスタントの値を、意味があると判断する。この基準をもって属性間における定量的判断の妥当性が存在する根拠とする。

以上の検討内容をTisza River流域における水資源開発システム・プランに適用し、例題における評価結果を再吟味した。その結果、第５章で検討し改良した方法は、適用可能性が高いのみならず、より総合的な評価が可能であることが認められた。

第６章では、地域・水環境システムの多目的評価と意志決定問題についての理

論的・実証的研究を行なった。研究対象地域として今日の、地域・水環境問題が多面的に内在していると思われる、全国有数の溜池地帯である兵庫県東播地域を設定し、近年の地域・水環境の変化と住民意識との関係を調査した。具体的には、加古川市、稲美町の住民にヒアリングおよび質問紙調査を行ない、それらの結果を度数分布法、数量化法Ⅱ類、数量化法Ⅲ類による定量的分析を行なった。また、当地域の最大の地域問題である溜池の廃止・転用の意志決定問題について考察し、この分析に第5章で検討した改良型のＭＵＦ法を適用した。

溜池廃止・転用意志決定モデルにおいては、①溜池の所有についての経済的要素、②溜池地帯の地域・水環境要素、③都市計画づくり要素を軸に評価階層構造図を設計し、利益集団として、①地元住民、②溜池所有権者、③開発業者、④議会の4者とした。

また、シナリオとして、シナリオO_1;経済効率優先の時代、シナリオO_2； 地域・水環境保全優先の時代、を描いた。

評価属性設定においては、質問紙調査の結果を基本に、溜池の所有、環境、将来利用に関するものを軸とした。

評価結果をまとめると次のとおりである。

シナリオO_1 では、溜池を現存させる経済的価値を低く認識するとともに、溜池地帯の地域・水環境要素に対する評価が低い。そのため、溜池の廃止・転用については、賛成の見解を示している。

一方、シナリオ O_2 では、都市計画づくり要素、溜池の地域・水環境要素に対する効用水準が高く、その結果溜池の廃止・転用についてはその意義を認めないという回答を示している。

また、これらの結果をより分析することで、現実社会の政策へと関与させうるものと思われる。

以上、適用の結果、改良型ＭＵＦ法は、本研究のテーマである地域・水環境の多目的評価として十分に有効性を発揮することが実証できた。また、長期的な研究目標である地域・水環境計画の体系化における評価法として、改良型の多重属性効用関数法は有効であると推定される。

7—2　本研究の問題点と今後の課題

本研究は、地域・水環境の諸現象を統括的、構造的に評価し、これらを地域環境計画へと体系化する研究の一過程である。

そのためには、本研究の成果を基礎におきながら、さらに次に示す課題についての研究が必要とされる。

i）地域・水環境計画における、人間行動様式を類型化し、意志決定者の判断方式を体系化するために、地域・水環境問題の発生と変遷の歴史を行政および利害関係者の対応に着目して検討すること。

ii）地域問題に関する総合評価の技法として、開発されている数理的な計画手法によるアプローチを環境計画という問題に限定してその分類と体系化を行ない、多重属性効用関数法の特質を明確化すること。なお、効用理論においては、経済理論上、未解明な部分が多く存在するので、それらの理論的検討を行なう。

iii）本研究において、改良した多重属性効用関数法を、種々の現実問題へ適用し、手法の実用化をはかること。

iv）流域内の地域・水環境問題に関与する諸利益集団間の合意形成法および集団的意志決定法を検討し、効用理論を軸とした環境計画の方法論を理論的・実証的に検討すること。

以上の課題を今後の研究方向として展望するなかで、本研究の到達点および問題点を整理すると次のとおりである。

1）地域・水環境システムの評価法の構造化を試みたが、歴史的視点、問題対象の特殊性等の観点を内在化するという視点が若干欠除していると思われる。これらの諸点を改良し、よりユニバーサルな方法論の確立が必要であろう。

2）第3章、第4章における Case Study は、きわめて現実的な課題を設定しながらも、効用水準の決定等の意志決定過程では、いわゆる Wiseman－Utility 方式をとった。本手法が現実的問題においてその効力が発揮されるためには、実務家との協力による実用化の研究が今後の課題である。

3）多重属性効用関数法の適用に際して生じた諸問題の理論的解明は、プラグ

マティクな立場に立って展開した。しかし、これらの解決法がより説得性をもつためには、経済理論よりの原理的な検討が必要であろうと考えられる。

以上が、本研究の全体的な評価である。

謝　　辞

本論文は、筆者が京都大学大学院博士課程に編入学（１９７４年）してから、京都大学経済研究所在職中（１９７６年～１９７９年)の5年間にわたる研究成果をまとめたものである。

博士課程編入学より今日、論文作製に到るまで、一貫して暖かく御指導を頂きました大阪大学工学部末石冨太郎教授に深く感謝の意を表します。

筆者が地域・水環境システムの計画学的評価に関する研究を開始したのは昭和４６年９月より、昭和４７年１月にかけて山口大学土木工学科衛生工学研究室の水環境計画グループ（代表者・中西弘教授）に参加し、太田川流域（広島県）の水環境計画の検討を行なった時であった。この期間の討論を通じて、衛生工学的センスと地域・水環境問題への問題意識を形成することができた。この成果をもとに、太田川流域を対象流域として、ダム建設順序の最適化による水資源計画の検討を行ない、学部卒業論文を浦　勝助教授（現・九州工業大学助教授）の指導の下に作製することができた。この間の研究が、本論文作製にとりくむ大きな土壌となった。

問題意識のみ先行し、稚拙な筆者の研究を暖かく御指導下さった中西弘教授、浦　勝助教授に謝意を表します。

昭和４７年４月名古屋大学大学院工学研究科土木工学専攻修士課程に入学し、足立昭平教授、高木不折助教授（当時）の指導のもとに水文学を学んだ。

修士論文「長良川上流流域における水収支に関する研究」を作製する過程で、研究の厳しさ、工学的研究の意味を身をもって御指導頂いた。足立教授、高木教授に感謝の意を表します。

また、この間、研究者の道を志ざす先輩として常に暖い励まし、御助言を頂いた水野弘之氏（現・大阪市立大学),山田啓一氏（現・岐阜大学）に感謝致します。

昭和４９年４月京都大学大学院工学研究科衛生工学専攻博士課程に編入学し、地域・水環境問題の計画学的研究の先駆者である末石冨太郎教授（現・大阪大学教授）のもとで、より本格的に研究する機会を得た。

その後、今日に到るまで、末石教授の一貫した御指導の下で、研究を実施し、本論文をまとめることができた。

筆者の研究を暖かく御指導頂きました末石教授に謝意を表します。

京都大学在学中の研究の遂行にあたり、末石研究室の住友恒助教授（当時）、和田安彦助手（現・関西大学助教授）松本忠生助手には大きな御支援を頂いた。

また、京大院生時代水環境管理問題の共同研究において筆者を励まして頂いた盛岡通氏（現・大阪大学助教授）、河原長美氏（現・岡山大学講師）、河村清史氏（現・京都大学助手）、ならびに溜池、都市河川環境等の共同研究において久次富雄氏（現・京都府）若井郁次郎氏（京都大学助手）には、多大の御援助と御協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

昭和５１年４月より、昭和５４年３月に到るまで、京都大学経済研究所地域経済部門（宮崎義一教授、瀬尾芙巳子助教授）の助手として、地域・水環境システムの研究をつづける機会を得た。

宮崎教授には、経済学の基本的考え方を御教示頂くとともに、快適な研究環境を与えて頂いた。

瀬尾助教授には、効用理論に関する研究において御指導・御援助頂いた。

尾上久雄教授からは、ゼミ、ＣＢＡ研究会を通じて費用便益分析法、環境経済学の御指導を頂いた。

堀山秀一助教授（立命館大学）には、共同研究を通じて筆者の研究を全面的に推進して頂いた。

なお、環境システム工学的研究においては、椹木義一教授（現　京都大学名誉教授）、西川禕一教授（京都大学工学部）より貴重な研究の機会を与えて頂いた。経済研究所在職中には、杉本昭七教授、前田昇三助手、中谷武助手（現・神戸大学講師）より多くの異なった分野からの御指摘ならびに暖かい励ましを頂いた。京都大学経済研究所における研究活動は、筆者にとっては大きな飛躍であったと感じる。筆者の研究を御指導、御援助して頂いた上記の方々に謝意を表します。

研究の実施に際して、多くの方々に御協力を得た。とくに、第３章は、堀山秀一助教授（立命館大学）との共同研究の成果を基本としている。

第４章は、瀬尾芙巳子助教授、堀山秀一助教授、坂和正敏助手（神戸大学）との共同研究の成果を基本としている。

第６章は、末石冨太郎教授、盛岡通助教授、久次富雄氏、板倉秀清助手（京都大学）、高松久司氏（当時大学院生）との共同研究の成果を基本としている。

記して関係者各位に感謝の意を表します。

また、本論文をまとめるに際して、全体にわたり御指導を頂きました末石冨太郎教授、ならびに数多くの点を御教授頂きました、上田篤教授（大阪大学工学部）鈴木胖教授（大阪大学工学部）、内藤和夫教授（大阪大学工学部）、室田明教授（大阪大学工学部）に謝意を表します。

本論文の計算ならびに浄書に御協力頂きました舟山逸子さん（京都大学経済研究所）、坂本亜紀子さん（京都大学工学部学生）ならびに妻美津江に感謝の意を表します。

以上、直接御指導、御協力頂いた方々の他に、山口大学工学部土木工学科、名古屋大学工学部土木工学科、京都大学工学部衛生工学教室、大阪大学工学部環境工学科、京都大学経済研究所ならびに財団法人都市調査会の皆様には、研究遂行にあたっての様々な便宜、地域・水環境問題の考え方、文献の示唆等々で多大な御教示いただいた。ここに深く感謝致します。