JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	コンテクストモデルを用いた住民意識と環境問題の関係の抽出
Author(s)	武田，雄一
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/377
Rights	
Description	Supervisor:中森 義輝，知識科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修　士　論　文

コンテクストモデルを用いた住民意識と環境問題の関係の抽出

指導教官　　中森義輝　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識システム基礎学専攻

050055　武田 雄一

審査委員：　中森　義輝　教授（主査）
Gu　Jifa　　教授
本多　卓也　教授
吉田　武稔　助教授

2002 年 3 月

Copyright　　2002 by Yuichi Takeda

目　次

第１章　はじめに　1
1．1　研究背景と目的・・・1
1．2　本論文の構成・・2

第２章　環境政策と環境指標　3
2．1　環境政策の概観・・・3
2．1．1　「環の国」を目指す日本の環境への取組・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
2．1．2　石川県における最近の環境問題に対する取組・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
2．2　環境指標について・・8
2．2．1　環境指標とは・・8
2．2．2　住民意識に基づく環境指標について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
2．3　コンテクストを指標に用いる有効性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１０

第３章　本研究で用いたアンケートデータについて　１１
3．1　石川県加賀地方を対象とした住民意識調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１１
3．2　石川県小松市・鶴来町を対象とした住民意識調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１３
3．2．1　調査の概要・・・１３
3．2．2　調査の結果・・・１５

第４章　コンテクストモデルについて　１８
4．1　コンテクストモデル・・・１８
4．2　コンテクストモデルに基づくメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・１９
4．3　本研究にて用いるコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１

4．3．1　評価パターンと総合評価の関係を抽出するコンテクストモデル・２１
4．3．2　メンバシップ関数の同定を付与したコンテクストモデル・・・・・・・２３
4．3．3　コンテクストモデルを用いた評価内容の予測・・・・・・・・・・・・・・・・・２４
4．3．4　2 つのコンテクストモデルを用いた予測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２５

第５章　コンテクストの作成法　２６
5．1　クラスタ分析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２６
5．2　空間クラスタリング・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２８

第６章　住民意識を用いたコンテクストモデル　３０
6．1　住民の評価パターンの抽出について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３０
6．2　2000 年のアンケート結果を用いたコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・３１
6．2．1　コンテクストごとの評価パターンの違い・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３４
6．2．2　コンテクストごとの住民意識とＢＯＤ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３６
6．2．3　まとめ・・・４０
6．3　2001 年のアンケート結果を用いたコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・４２
6．3．1　コンテクストごとの評価パターンの違い・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４３
6．3．2　コンテクストごとの住民意識とＢＯＤ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４５
6．3．3　ＢＯＤ値のない地点でのＢＯＤ値の予測・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４７
6．3．4　水辺空間の快適性への評価を付与したＢＯＤ値の予測・・・・・・・・・５０
6．3．5　まとめ・・５５
6．4　結果のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５７

第７章　おわりに　５８

謝辞

参考文献

付録：水辺環境についてのアンケート　６１
１．　アンケート質問表
２．　別紙Ａ
３．　回答用紙

図　目　次

3.4　小松市の評価者の属性・・・１７
3.5　鶴来町の評価者の属性・・・１７
4.1　表 4.1 に基づく評価 “ bad ” におけるメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・２１
5.1　非空間データのみの分布・・２９
5.2　空間データを付与した分布・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９
5.3　空間クラスタリングの結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２９
6.1　クラスタリング結果・・・３３
6.2　クラスタ 1 における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３８
6.3　クラスタ 2 における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３８
6.4　クラスタ 3 における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３９
6.5　クラスタ 4 における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３９
6.6　小松市における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４６
6.7　鶴来町における水質評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４６
6.8　図 6.6 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４８
6.9　図 6.7 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４８
6.10 小松市における快適性評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５１
6.11 鶴来町における快適性評価のメンバシップ関数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５１
6.12 図 6.10 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・５２
6.13 図 6.11 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・５２
6.14 図 6.6 と図 6.10 のモデルによるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５４
6.15 図 6.7 と図 6.11 のモデルによるＢＯＤ値の予測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５４

表　目　次

3.1　調査対象と回収数・・・１２
3.2　配布数と回収率・・１５
3.3　有効回答の内訳・・１５
4.1　$\langle D, C, A_C(D), P_C \rangle$の例・・１９
4.2　モデル（4．6）の例・・・２２
4.3　例：C={金沢市,小松市}, a=”bad”の場合の X_{ca} ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２４
4.4　例：表 4.3 より得られるコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・２４
5.1　空間データベースの例・・２８
6.1　クラスタリング結果・・・３２
6.2　評価パターンvとコンテクストごとの水質評価$v(c)$・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・３５
6.3　同じ評価パターンにおけるコンテクスト間の水質評価の違い・・・・・・・・・・・・・４０
6.4　水質評価に関するコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４０
6.5　評価パターンvとコンテクストごとの水質評価$v(c)$・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・４４
6.6　水質評価とＢＯＤ値の関係に基づき式（4．9）より得た
メンバシップ関数のパラメータ・・・・・・・・・・・・・４７
6.7　図 6.10、図 6.11 と式（4．9）より得たメンバシップ関数のパラメータ・・・５０
6.8　2 つの評価と式（4．10）より得たメンバシップ関数のパラメータ・・・・・・・５３
6.9　同じ評価パターンにおけるコンテクスト間の水質評価の違い・・・・・・・・・・・・・５５
6.10 水質評価に関するコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５５
6.11 水辺空間の快適性に関するコンテクストモデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・５６

第　1　章
はじめに

1．1 研究背景と目的

石川県の河川における水質を示すＢＯＤ値は国の環境基準をほぼ満足している[1]。手取川に代表される河川の多くは自然豊かであり、生き物も多く生息している。したがって、石川県の河川、とくに水質に関する問題はないと考えるのが妥当である。しかし、住民は環境基準をはるかに下回る河川に、厳しい評価を下す。国による環境基準を満たす河川であっても、住民の意識では満足を得ていないのである。一般的に環境基準を指標とし、施策が立てられる。よって、行政の基準を満たせば、住民意識を満たさなくとも、そのままで維持されてしまうのである。このような問題を解決するためには、行政基準と住民の意識の対応付けを図る必要がある。しかし、住民意識を扱う上でばらつきの大きさが大きな問題となる。実際、多くの研究で、住民意識を取り込んだ指標の作成が行われている。

一方、人間のあいまい評価はコンテクストによるというコンテクストモデルが存在する[2]。例えば、日本人とアメリカ人による身長への主観的評価を考える。日本人とアメリカ人では“背の高い”という評価と、実際の評価対象の背丈との違いが存在する。これは、日本人の平均身長とアメリカ人の平均身長が異なるためである。このコンテクスト（例でいう日本人とアメリカ人）に依存した評価の違いを扱うことのできるモデルがコンテクストモデルである。しかし、実際問題に適用する上での問題がいくつか存在する。

本研究では、以上の背景のもと、住民意識を環境政策により反映させるため、コンテクストモデルを用いた住民による環境評価モデルの構築と、そのためのコンテクス

トモデルの改良、アンケート調査を行う。

1．2 本論文の構成

本研究では、環境政策に住民意識がより反映されるよう、コンテクストモデルを用いた住民による環境評価モデルの構築を目指す。尚、ここでは水辺環境について行う。理由は、研究対象とする石川県の水質（ＢＯＤ値）が、地域によって明確に異なるためである。

次章において、環境政策における住民意識の必要性を知るため、環境政策の概要を述べる。また、住民意識を用いた環境指標について述べ、コンテクストを用いる必要性を述べる。

第 3 章では、コンテクストモデルを用いた住民による環境評価モデルの構築に用いるアンケートデータについて述べる。また、本研究で行ったアンケート調査についても述べる。

第 4 章では、コンテクストモデルについて述べる。また、本研究用に改良したモデルについても述べる。

コンテクストモデル構築には前処理としてコンテクストの作成を行わなければならない。そこで、第 5 章ではコンテクストの作成法について述べる。

第 6 章では、コンテクストモデルの作成に用いた手法を説明しながら、第 3 章で述べたアンケートデータを用いた住民の水質評価に基づくコンテクストモデルを構築する。具体的には、コンテクストに依存した住民意識の違いの抽出、住民意識と科学的測定値の関係と予測モデルの構築、予測モデルを用いた科学的測定値の予測を行う。

最終章では、本研究のまとめを述べる。

第　2　章

環境政策と環境指標

本研究で得られる結果が、住民意識をより反映した環境政策の一助となることを目指す。そこで、本章では、環境政策と環境指標について述べる。

2．1　環境政策の概観

現在、限られた資源を有効に活用し、結果、環境における諸問題を解決しようとする循環型社会への移行が推進されている。世界に先駆け、Japan model として注目を浴びている「家電リサイクル法」、「グリーン購入法」等、循環型社会実現へ向けた政策も実施されている。研究対象とする石川県においても、ドイツの環境首都といわれるフライブルグ市を参考に「県民エコステーション」を設置するなど、環境にやさしい県政がおこなわれている。ここでは、日本の環境への取組の理念と、石川県の環境政策の近況を述べる。

尚、章 2．1．1 においては平成 13 年版環境白書[3]を、章 2．2．1 においては平成 12 年度版石川県環境白書[1]、石川県環境基本計画[4]を参照または引用している。

2．1．1　「環の国」を目指す日本の環境への取組

「持続可能な社会」の実現には、循環を基調とした社会経済システムや社会基盤が形成されなければならない。また、環境との深い関係にある人間の活動は、多様な生態系の維持、人と自然との豊かなふれあいの確保、人と自然との微妙な関係の考慮等により、生態系から享受している様々な恵みが減少しないように行う必要があるとさ

れている。このような背景から、「新環境計画」が作成された。そこでは、持続可能な社会を実現するため、以下の４つの目標が掲げられている。

「循環」－ 環境への負荷を軽減する循環を基調とする社会経済システムの実現

「共生」－ 自然と人間との共生の確保

「参加」－ あらゆる主体の環境保全に関する行動への主体的な参加の実現

「国際的取組」－ 率先した取組による国際社会への貢献

以上を踏まえた環境政策実現には、社会経済活動の経済的側面、社会的側面、環境的側面を統合的に捉えることが前提となっている。このように、従来の貨幣価値のみを考慮した社会経済システムに含まれていなかった生態系の維持の必要性が考慮されている。

このような環境政策の指針として４つの考え方が示されている。

・ 汚染者負担の原則
　汚染等による環境利用コストを価格に織り込む
・ 環境効率性
　１単位当たりの生産やサービスの提供から生じる環境負荷の低減
・ 予防的な方策
　科学的知見の蓄積が不十分であることを理由に対策を延期せず科学的知見の充実に努めながら必要に応じて予防的な方策を講じる
・ 環境リスク
　科学的知見に基づき環境への影響等を予測し、対策の必要性や緊急性を評価して不確実性を伴う環境問題に対処する

現在、環境問題には、有害物質による土壌や地下水の汚染、難分解性有害物質の処理問題、地球温暖化問題やオゾン層の破壊問題などが挙げられる。環境政策は、このような「負の遺産」を将来の世代へ可能な限り残さないために、状況の把握、原因の追求と抑制が重要である。このような環境政策を進める上での留意事項が次のように示されている。

持続可能な社会を構築していくためには、住民、事業者などの意識や行動が目指すべき方向に沿ったものである必要がある。また、各主体の行動に環境配慮が付与されていくことが不可欠である。一方で、このような環境配慮を意識した行動の実現には、これを容易にする社会環境が整っていることも必要である。

例えば、国土の利用については、国土の開発整備や土地利用に関する各種計画と環境保全に関する計画との相互の連携を図ること、また、地域づくりなどにおいても、住民の参画の下、地域の持つ環境資源や環境情報を活かしながら、環境配慮の織り込みを進めていくことが必要とされている。また、環境政策を進めていくためには、環境問題の構造変化に適切に対応して、あらゆる政策手段をベスト・ミックス（最適な組合せ）の観点から政策パッケージを形成することにより、相乗的な効果を発揮させることが重要であるとしている。

環境政策の展開にあたっては、社会を構成するあらゆる主体が「参加」の考え方を下に、政策決定への参画と自主的な環境保全行動の促進を基本に据えることが重要である。また、各種の政策手段によってこれを促進することが必要である。あらゆる主体が環境に対する自らの責任を自覚するとともに、環境保全に参加する意義を理解し、それぞれの立場に応じた衡平な役割分担の下で、自主的積極的に環境負荷を可能な限り低減していくことを目指し、そのような取組がおこないやすくなる社会環境の整備を目指している。

以上の考えから、地域から国際レベルで、様々な枠組みでおこなわれている。最後に、今後の環境政策の重点分野とされている１１項目を示す。

＜環境問題に関して＞

・ 地球温暖化対策の推進

京都議定書の締結に必要な国内制度への取組。規制的手法や経済的手法、自主的取組等あらゆる政策手法を組み合せた対策の推進。

・ 物質循環の確保と循環型社会の形成に向けた取組

循環型社会の構築のため、基本的枠組みとなる循環型社会形成推進基本計画の方向性を提示する。

・ 環境への負荷の少ない交通に向けた対策

交通からの環境負荷を低減するため、都市構造、事業活動や生活様式も含めた総合的対策を推進し、このために地域レベルの総合的計画の策定等をすすめる。

・ 環境保全上健全な水環境の確保に向けた取組

人の生活や自然の営みの中で、自然の水循環の持つ恩恵を享受することを図る。このため、流域を単位とした環境保全上健全な水循環計画の作成とその枠組みについての基本的な考え方を提示する。

・ 化学物質対策の推進
化学物質による環境リスクを管理するための基本的な考え方を提示。
・ 生物多様性の保全のための取組
生物多様性の保全とその持続可能な利用を図ることを自然環境保全施策の中心的課題に位置付け、そのための基本的な考え方と施策の方向性を提示。

＜政策手段に関して＞

・ 環境教育・環境学習の推進
環境教育・環境学習を環境政策全体に係る主要な政策手段として位置付け、各政策分野において活用する。
・ 社会経済の環境配慮のための仕組みの構築に向けた取組
規制的手法、経済的手法、自主的取組などの各政策手法を用いる際の考え方を整理。それらの最適な組合せの形成（政策のベスト・ミックスによる政策パッケージ）を推進。
・ 環境投資の推進
あらゆる投資への環境配慮の織り込み。環境上の「負の遺産」の解消や省エネルギー、省資源を含む環境分野の投資を社会資本投資の重点分野として位置付け、ＩＴの活用と森林の維持、保全及び整備を特に重視。

＜あらゆる段階の取組に関して＞

・ 地域づくりにおける取組の推進
持続可能な社会への転換を地域レベルから進め、循環と共生の考え方を地域づくりに織り込むため、共通の視点となる考え方や取組の方向性、推進の仕組みなどを提示。
・ 国際的寄与・参加の推進
国際的な取組にイニシアティブを発揮。特に、アジア太平洋地域を重視。このため、国際協力を推進し、そのための戦略と基盤作りの強化を図る。

2．1．2　石川県における最近の環境問題に対する取組

石川県は北陸地方の中部に位置し、名峰白山、白山を源流とする手取川、海の幸が豊富な日本海、そして加賀海岸や能登半島など、豊かな自然に恵まれている。

石川県においても、循環型社会実現へ向けた環境配慮型社会への移行を目指している。そこで、県民総ぐるみで資源循環型社会を目指すために「いしかわグリーンプラン（環境にやさしい石川創造計画）」を平成 12 年 3 月に制定した。計画の要旨は以下のとおりである。尚、括弧内の表現は、県が住民の理解を容易にするための表現である。

① 廃棄物の減量化及びリサイクルの推進（ごみの少ない石川の実現）
　ゴミの量削減と適正な分別処理、使い捨て製品の購入自粛、有害物質の適正処理等を進める。

② 省資源・省エネルギー（二酸化炭素排出量の少ない石川の実現）
　アイドリングストップ、省エネ型機器を重視、自然エネルギーの利用推進などにより、省資源・省エネルギーを図る。

③ グリーン購入（環境にやさしい産業が多い石川の実現）
　リサイクル製品等の環境負荷の少ない製品をより購入する。

④ 建築物のグリーン化（自然エネルギーの利用が盛んな）
　自然エネルギーの利用、環境配慮、緑化の推進等がこれにあたる。

⑤ 環境教育・学習（ボランティア精神に満ちた石川の実現）
　環境を維持するために活動の支援と、活動しやすい場の提供。

現在、県は以上の項目に関する行動の支援、イベント等による推進を行っている。

2．2　環境指標について

本章では、施策の実施状況等を評価する基準となる環境指標について述べる。
また、本研究と関連する住民意識を付与した環境指標についても述べる。

2．2．1　環境指標とは

環境指標とは環境に関するある主の状態を可能な限り定量的に評価するための物差し[5]である。よって、ものさしから判断する基準に関してまで指標に含まれていない点には注意を要する。

環境指標は社会指標から由来する。ＯＥＣＤの都市環境指標開発委員会(1979)による両者の違いは、社会指標が“人間と人間の関係”を対象とするのに対し、環境指標は“人間と環境との関係”を対象としている点である。しかし、どちらも互いに関係が深く、明確な境界は定められていないが、環境に関しては環境指標の方がより詳細であることは明白である。

社会指標のほかに、環境指標と関連が深いものとして生物指標が挙げられる。生物指標は、対象に存在する動植物が環境に対する固有の指標性を持つとして研究されている指標である。生物指標は、科学的測定による指標にくらべ、精度等の厳密性は劣るが、一般的に身近で理解しやすい。また、一般人の観察が可能であり、住民の情報を利用することができる。そのため、現在、住民が関係する環境問題活動においてよく用いられる指標である。しかし、科学的手法によるものに比べ信頼性が低いため、生物指標が単独で政策に反映されることは少ない。科学的測定と対応付けることができた生物指標は、政策に生かされる。

環境指標の利用目的として、施策の支援、環境の監視、環境教育・住民参加の支援が挙げられる。施策の支援とは、環境保全にかかわる計画や施策の作成に際して、非常に有効な資料となる。また、計画の実施過程においての効果計測においても有効である。施策に関する以外においても、大気汚染や水質等の監視にも指針を与える。さ

らに、環境保全に向けた住民への意識の啓発を支援するものとなる。

2．2．2　住民意識に基づく環境指標について

環境指標の利用目的と住民には深い関係がある。そのため、指標に住民意識が反映され、住民にとって理解しやすいものであることが望ましい。そこで住民意識を重視した環境指標作りを目指す研究が多くされている。住民意識に基づく環境指標の作成については文献[6]に述べられている。

住民意識に基づく環境指標の作成手順は４つに大別される。第一に、指標作成の方針を決定する。次に、住民意識調査を実施し、環境情報システムの整備を行い、最後に、指標の作成と算定を行う。

手順ごとに詳しく述べると、まず指標作成の方針決定では、環境指標に対する行政のニーズを把握し、指標作成の基本方針を定める。続いて環境指標の基本構造を決定し、評価対象地域及び評価空間単位の決定の後、詳細な分析を行う代表メッシュ（サンプルメッシュ）を選定する。

住民意識調査の実施では、まず住民意識の調査方針を決定する。次に代表メッシュから住民を無作為に抽出し、アンケートを実施する。結果を代表メッシュごとに集計し、環境項目間の重みを統計的に決定する。

環境情報システムの整備では、環境指標の基本構造に基づいて各種の環境データの収集方針を決定する。代表メッシュが決定されると、それに関する環境データをも収集・加工し、環境情報システムの整備方針を決定していく。最終的に、全メッシュについての環境データの整備を目指す。

以上の作業に基づき、指標の作成と算定では、はじめに住民意識と環境状態の関係を統計的に明確にし、個別指標構造の決定（尺度化)、総合指標構造の決定（総合化）を行う。尚、一般的に環境データ（X_{ij}）、個別指標（V_i）、総合指標（V_o）の関係式が以下のように示されている。

$$V_i = f_i(X_{i1}, X_{i2}, \cdots, X_{in}) \qquad (2.1)$$

$$V_o = \sum_{i=1}^{m} W_i V_i \qquad (2.2)$$

最後に、環境データを用い、全地域を対象にして環境指標を算定し、住民意識に基づく環境指標が完成する。

2. 3　コンテクストを指標に用いる有効性

ここまで、環境政策と環境政策の作成の材料となる環境指標について述べた。環境政策が目的とする環境の維持には、住民の環境保全に関する行動への主体的な参加が求められている。また、住民の行動に環境への配慮が織り込まれるためには、環境への認識を高める必要がある。そのためには、住民が現在の状況を把握することが必要である。石川県の政策方針における“環境教育・学習”は、その点から有効であるといえる。しかし、住民の知識（環境政策に有効な情報）を政策に生かすためには、住民意識を環境指標に結びつける手法が必要となる。また、得られた指標は、次の環境配慮行動への知識となるため、住民にとって理解しやすいものとなる必要がある。

そこで本研究では、住民意識を指標に用いる上での分析法として第 4 章で述べるコンテクストモデルを用いた手法を提案する。住民意識のばらつきがコンテクスト（本研究では住環境を意味する）に依存するとして、コンテクストに依存した住民意識モデルを構築する。また、同様な住民同士をまとめることで、あいまいな住民意識から環境への明確な評価を抽出する。結果として、住民意識と環境問題の関係が抽出できれば政策決定者にとって有益であり、人間と環境との関係を深めることができる。

尚、環境問題においてコンテクストモデルを用いた研究は本研究が最初であり、関連する研究として、地域ごとの瀬戸大橋への住民意識の違いを見出した研究[14]、石川県の環境問題に対する住民意識の研究[7]が挙げられる。それぞれの研究と本研究の違いは、研究[14]では、地域における住民意識の違いを見出すのみでそれによる環境基準の予測までにはいたっていない点が挙げられる。また、研究[7]とは関連が深いため、詳細な違いについては文章中で述べる。

第　3　章
本研究で用いたアンケートデータについて

本研究は、中森研究室で石川県を対象に行った 2 つのアンケート調査の結果を用いる。本章ではそのアンケートについて述べる。

3．1　石川県加賀地方を対象とした住民意識調査

2000 年 12 月、中森研究室により、環境問題に関する住民の意識調査を行った。この調査結果は住民意識予測の研究[7]にて用いられており、そこで調査について詳細に述べられている。そのため、ここでは概要のみを述べる。

・ 実施期間
　2000 年 12 月 1 日～14 日
・ 調査対象：
　石川県の主要な河川や都市の多くが存在する加賀地方の市町村（市町村名については表 3.1 を参照）を対象とし、評価者として電話帳から 3000 人を無作為抽出した。
・ 形式
　郵送形式
・ 調査内容
　環境問題に関する住民の意識を問う。環境問題の内容は、水質、大気、廃棄物、環境製品、石川県内の環境問題と環境政策に関するものである。尚、本研究では、水質に関する回答のみを用いた。

・ 調査票の配布数と返却数

対象市町村における配布数と返却数について、次の表 3.1 に示す。

表 3.1 調査対象と回収数

市町村名	送付数	回収数	回収率（%）	有効回答数
金沢市	1669	595	35.7	503
松任市	181	65	35.9	53
根上町	19	4	21.1	3
寺井町	17	3	17.6	3
川北町	12	8	66.7	6
美川町	20	8	40.0	8
野々市町	86	30	34.9	29
小松市	280	111	39.6	88
加賀市	159	45	28.3	38
山中町	47	21	44.7	15
辰口町	36	16	44.4	13
鶴来町	53	30	56.6	25
津幡町	191	60	31.4	52
高松町	29	13	44.8	10
河内村	13	6	46.2	5
鳥越村	29	12	41.4	11
宇ノ気町	42	9	21.4	5
七塚町	16	5	31.3	4
内灘町	82	26	31.7	22
吉野谷村	7	2	28.6	1
尾口村	9	5	55.6	4
白峰村	3	2	66.7	2
郵便番号なし	0	5	―	0
総数	3000	1081	36.0	900

3．2　石川県小松市・鶴来町を対象とした住民意識調査

3．2．1　調査の概要

本調査は、コンテクストの違いを得るために、2001 年 10 月～11 月に中森研究室で行ったものである。

本研究ではコンテクスト（ここでは評価者の住む場所を意味する）が異なると、総合評価が変化するモデルの構築を目指している。ここでの総合評価は、水質の評価である。そこで、科学的測定値であるＢＯＤ値が高い（水が汚い）地域とＢＯＤ値が低い（水がきれい）地域の住民を用いることによってモデル構築を目指す。そこで、ＢＯＤ値が高い地域として小松市を、ＢＯＤ値が低い地域として鶴来町を対象とした。また、２０００年のアンケートでは、予備実験での対象者のほとんどが近くの水辺を評価しているため、明確な評価対象を評価者に回答してもらっていない。その結果、確実なＢＯＤ値との対応づけができていない。そこで、本調査では評価者に評価対象を明確に問い、住民意識と科学的測定値を明確に対応付ける。

アンケート調査の概要を以下に述べる。

・ **対象地域：**小松市の市街地と鶴来町の市街地

本調査は、コンテクストモデル構築に利用するものであり、コンテクストを水のきれいな地域と水のよごれた地域としている。よって、前川流域等のＢＯＤ値の高い地点が多く存在する小松市の住民と、手取川上流域のＢＯＤ値の低い測定地点が多く存在する鶴来町の住民を対象とした。尚、鶴来町は、2000 年アンケート調査の回収率が高かったことも選択理由の一つである。

・ **アンケート内容**

水質に関する質問と、評価者の属性を問う質問の２つである。以上の評価内容を①

ＢＯＤ値の測定地点、②その他の地点についてそれぞれ回答を行ってもらう。これは、①のデータから住民意識とＢＯＤ値の関係を抽出し、その関係と②のデータを用いてＢＯＤ値のない地点におけるＢＯＤ値予測を行うためである。尚、アンケートは本論文の付録としている。

・ 配布方法と配布数

小松市、鶴来町合せて 500 軒に配布した。配布方法は、あらかじめ決められた地域に、決められた軒数分を無作為に配布した。尚、配布の際には、アンケートに関する一切の説明を行っていない。返却の際は、同封の封筒に回答用紙を入れ、投函してもらうこととした。以下、配布数の内訳を示す。

＜小松市＞

小松市には、以下に示す地域に（）内に示す数を配布し、合計 300 通のアンケートを配布した。尚、前年のアンケート返却率から、100 通程度の返却を見込んだ。

＜手取川と梯川にはさまれた地域＞

[小松市高堂町・荒屋町・長田町・松梨町・島田町・梯町等の国道 8 号線高堂交差点～県道 169～明峰駅～梯川まで]（90）

＜梯川と前川にはさまれた地域＞

[小松駅周辺]（90）

＜前川と木場潟にはさまれた地域＞

[小松市今江町]（70）

＜前川の下流付近＞

[小松市鶴ヶ島町の小松空港付近]（50）

＜鶴来町＞

次に、鶴来町において配布した 200 通の内訳について述べる。返却予想数として 2000 年のアンケート結果から、100 通ほどを見込んだ。

＜鶴来町南部＞150

＜鶴来町北部＞50

鶴来町を流れる手取川は南部に位置し、北部には大きな河川が存在しないため、このような配布数となった。

3. 2. 2　調査の結果

ここでは、アンケートの結果について述べる。まず、返却数は表 3.2 のとおりである。

表 3.2 配布数と回収率

市町村名	配布数	回収数	回収率（%）
小松市	300	72	24.0
鶴来町	200	77	38.5
その他	―	3	―
総計	500	152	30.4

有効回答数は以下の表 3.3 のようになった。

表 3.3 有効回答の内訳

有効回答数	小松市	鶴来町
①②とも回答	19	28
①のみ回答	17	15
②のみ回答	25	19
①を２つ回答	4	0
②を２つ回答	3	15
総計	68	77

尚、①は、ＢＯＤ値の測定地点が存在する水辺の評価であり、②は、測定地点の無い水辺の評価である。次に、それぞれの市町での①、②の選択例を示す。

・小松市民（[]内の数字は回答数）

①: 前川御幸橋[12]／梯川鶴ヶ島橋[10]／前川浮柳新橋[9]／梯川能美大橋[4]

②: 今江町[7]／前川向本折大橋[5]／梯川小松大橋[5]／梯川梯大橋[4]

・鶴来町民

①: 手取川白山合口堰堤[16]／手取川辰口橋[12]

②: 手取川天狗橋[32]／手取川十八河原[14]／手取川和佐谷橋[8]

尚、②において、ほとんど同じ場所と考えられる地名は、一方に含めることとした。また、本研究では、“今江町”を対象とするデータは、今江町に多くの橋が存在し、評価者がどの橋に対して評価を行ったかが不明であるため、第6章のＢＯＤ値の予測においては用いていない。

次に評価者の属性について述べる。アンケートにおける評価者の属性に関するし質問項目は以下のとおりである。

[質問項目]

＜3＞（1）地域のゴミ分別に関する意識は高い

（2）大気はきれいである

（3）車は生活の必需品である

（4）山林がある

（5）田畑がある

（6）交通量の多い道路がある

（7）街中である

回答はすべて、1．そう思わない、2．あまりそう思わない、3．どちらとも言えない、4．ややそう思う、5．そう思う、の5段階である。

＜4＞（1）性別　　1．男性　2．女性

（2）年齢：1．20~29歳　2．30~39歳　3．40~49歳　4．50~59歳 5．60歳以上

（3）現在のところに何年住んでいるか

1．1年未満　2．1年以上~5年未満　3．5年以上~10年未満　4．10年以上~20年未満　5．20年以上

（4）どんなお住まいか

1．持ち家（一戸建て）　2．持ち家（マンション）　3．民間の賃貸住宅　4．公営・公団・公社の賃貸住宅

以上の質問の結果を図3.4、図3.5に示す。図3.4、図3.5を比較すると“山林があるか”という質問のみが鶴来町と小松市で大きく異なっている。これにより、小松市の評価者は鶴来町の評価者に比べ、山林がなく、田畑が少ない所に住んでいるといえる。

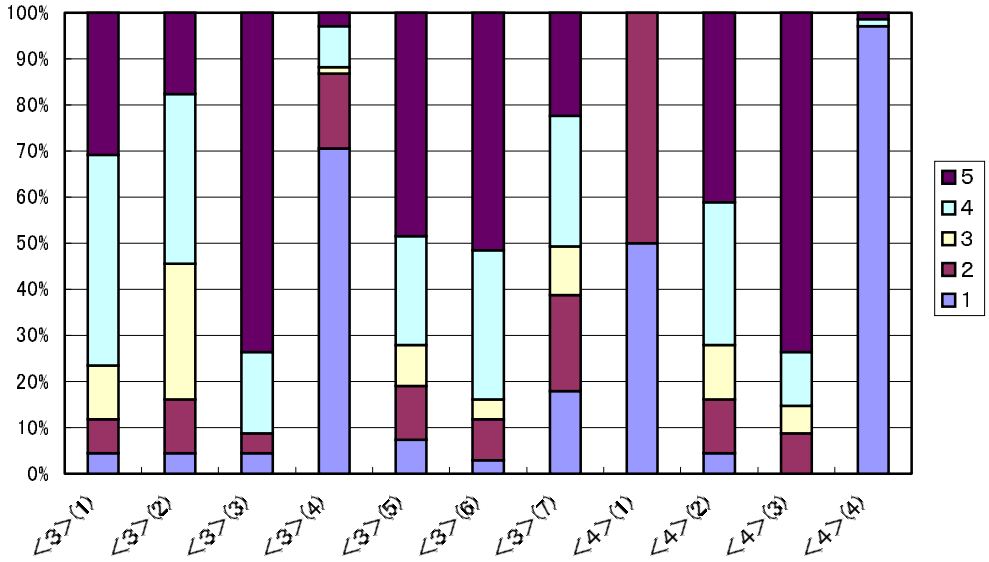


図 3.4　小松市の評価者の属性

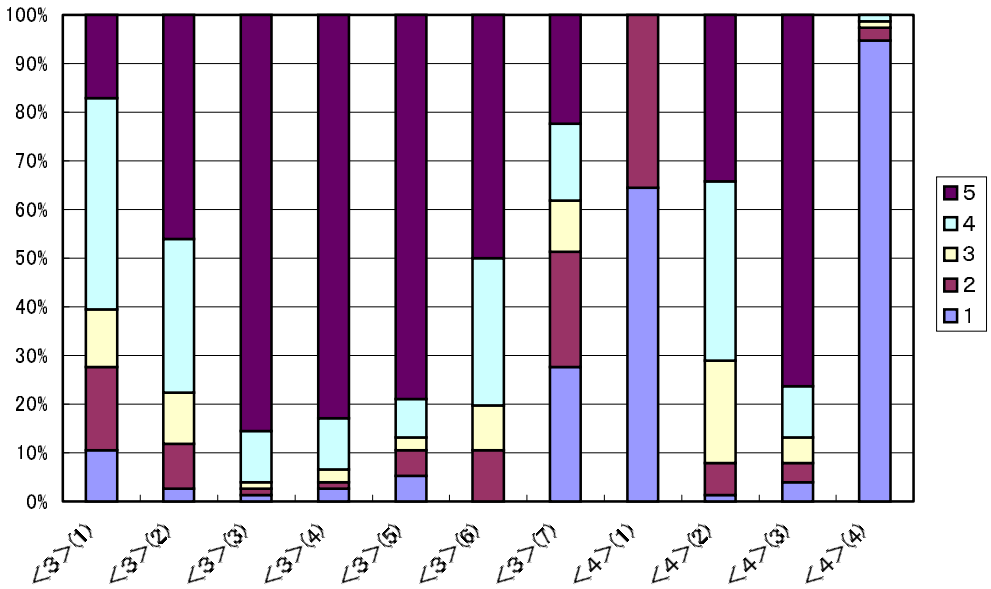


図 3.5　鶴来町の評価者の属性

第　4　章

コンテクストモデルについて

ここでは、既存のコンテクストモデル（章 4．1 と章 4．2）[2]と本研究用に改良したコンテクストモデルについて述べる。

4．1　コンテクストモデル

コンテクストモデルは以下のように定義できる。

$$\langle D, C, A_C(D) \rangle \qquad (4．1)$$

D…空ではない論議領界であり評価対象が持つ範囲である。

C…有限なコンテクストの集合である。

$A_C(D) = \{a \mid a : C \to 2^D\}$…コンテクストごとの領域 D に対する言語表現の集合である（例えば、領域が“背丈”ならば｛低い、ふつう、高い｝等で示される）。また、値は区間ファジィ数で与えられる。

$a(c)$：$(c \in C)$…言語表現 a のあるコンテクストにおいてもつ区間ファジィ数である。ある言語表現 a_1，$a_2 \in A_C(D)$ で $(\forall c \in C)(a_1(c) \subseteq a_2(c))$ のとき、a_1 は a_2 よりも具体的であるという（表 4.1 でいうと評価“very bad”は評価“bad”よりも具体的である）。

可測空間 $(C, 2^C)$ において確率分布 P_C が存在するならば、a は P_C に依存した言語表現と呼ばれる。この場合のコンテクストモデルは、$\langle D, C, A_C(D), P_C \rangle$ で表される。

例として表 4.1 を示す。表 4.1 は水質評価に関するものであり、ここでの D は評価対象がもつＢＯＤ値の範囲、C は石川県の市、a は対象に対する評価内容（言語表現）、$a(c)$ はコンテクスト c における a の D に対する区間ファジィ数、P_c はコンテクスト c の人口が全人口の割合であるかを示している。

表 4.1　$\langle D, C, A_C(D), P_C \rangle$ の例

対象の領域 D	コンテクスト c	言語項 a	区間ファジィ数 $a(c)$	人口（%） P_c
[0.5 , 6.3]（mg/l: BOD値）	金沢市 kanazawa	very bad	[3.0 , 6.3]	0.2
		bad	[2.4 , 6.3]	
		so so	[1.8 , 2.4]	
		good	[0.5 , 1.8]	
		very good	[0.5 , 1.2]	
	小松市 komatsu	very bad	[5.1 , 6.3]	0.8
		bad	[4.0 , 6.3]	
		so so	[2.8 , 4.0]	
		good	[0.5 , 2.8]	
		very good	[0.5 , 1.7]	

尚、コンテクストの要素が一つである場合、すなわち $C = \{c\}$ のとき、C はフォーマルコンテクストと呼ばれる。

4.2　コンテクストモデルに基づくメンバシップ関数

ここではコンテクストモデルからメンバシップ関数を求めるモデルについて説明する。コンテクストモデルからメンバシップ関数を求めるモデルは以下のように表される。

$$\mathcal{C} = \langle D, C, A_C(D) \rangle \qquad (4.\ 2)$$

尚、D は対象領域、C はコンテクストの有限集合、$A_C(D)$ は対象領域 D に関係する言語表現の集合である。尚、$A_C(D)$ に関する定義はモデル（4．1）と同じである。

コンテクストモデルは、C に依存する確率分布 P_C を用いて以下のように示すことができる。

$$\mathcal{C} = \langle D, C, A_C(D), P_C \rangle \tag{4. 3}$$

このコンテクストモデルに基づき、メンバシップ関数を得るために以下のような式を用いる。

$$\mu_A(x) = \sum_{c \in C} P_c \mu_{a(c)}(x) \tag{4. 4}$$

尚、$\mu_{a(c)}$は、式（4．5）により求められる。

$$\mu_{a(c)}(x) \begin{cases} 1, x \in a(c) \\ 0, x \notin a(c) \end{cases} \tag{4. 5}$$

例として、表 4.1 におけるコンテクストモデルを用いる。a＝“ bad ”とし、ＢＯＤ値が 4.5 のとき、評価“ bad ”のときのコンテクストモデルによるメンバシップ値は以下のように求められる。

評価”bad”: $C \to 2^D$

$c_{kanazawa} \mapsto [2.4,6.3]$：評価“ bad ”のときの金沢市がとる区間ファジィ数

$c_{komatsu} \mapsto [4.0,6.3]$

$$\mu_A(x) = \sum_{c \in C} P_c \mu_{a(c)}(x) = \mu_{"bad"(kanazawa)}(x) + \mu_{"bad"(komatsu)}(x)$$

$x = 3.5 \in [2.4,6.3] \therefore \mu_{a(c)} = 1$ ： $\mu_{"bad"(kanazawa)}(3.5) = 1 \times 0.2 = 0.2$

$x = 3.5 \notin [4.0,6.3] \therefore \mu_{a(c)} = 0$ ： $\mu_{"bad"(komatsu)}(3.5) = 0 \times 0.8 = 0$

$\therefore \mu_A(3.5) = \mu_{"bad"(kanazawa)}(x) + \mu_{"bad"(komatsu)}(x) = 0.2$

同様に、xを対象領域Dに対して行うとメンバシップの分布は図 4.1 のようになる。この結果は、コンテクストごとの評価の違いを考慮した分布を示している。

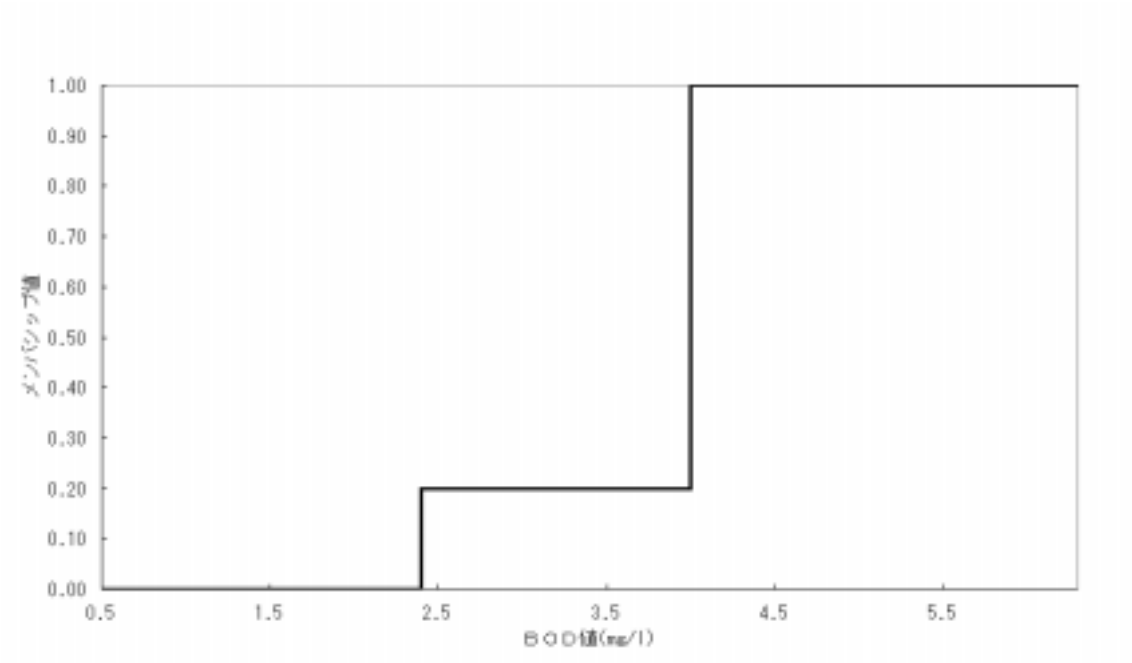


図 4.1　表 4.1 に基づく評価 ” bad ” におけるメンバシップ関数

4．3　本研究にて用いるコンテクストモデル

ここでは、第 3 章のアンケートデータを考慮し構築したコンテクストモデルを示す。章 4.3.1 にて既存のコンテクストモデルの応用例を示す。また、既存のコンテクストモデルの欠点を補うモデルを章 4.3.2 で示し、その応用を章 4.3.3 で示す。

4．3．1　評価パターンと総合評価の関係を抽出するコンテクストモデル

本研究では、住民意識と河川の科学測定値であるＢＯＤ値との対応付けを行う。そのため、モデルを構築する前にコンテクスト間の評価の違いを知ることは重要である。そこで、コンテクスト間の評価パターンと評価対象への総合評価（直接評価）内容との関係の違いを見る。しかし、既存のコンテクストモデルの対象 D は連続的な数である

ため、以下のような対象Dが離散的であるコンテクストモデルを定義する。

$$\langle D, C, V_C(D) \rangle \qquad (4.\ 6)$$

$D = \{d_1, d_2, \cdots, d_m\}$ ―評価対象への総合評価内容

$C = \{c_1, c_2, \cdots, c_n\}$―コンテクストの集合

$A = \{A_1, A_2, \cdots, A_l\}$ ―評価対象への部分評価項目

$D_k = \{d_1^k, d_2^k, \cdots, d_{mk}^k\}, k = 1, \cdots, l$ ―評価対象への部分評価内容

$V = \bigcup_{k=1}^{l} D_k$ ―対象への部分評価パターンの集合

$V_C(D)$ ―コンテクストごとのDに対する部分評価パターンの集合

$v(c)$ （$v \in V$ ）―cにおける評価パターンvのときの総合評価内容

例として、表 4.2 を示す。尚、表 4.2 では水質評価={very bad,bad,so so,good,very good}、C={金沢市,小松市}、$A = \{A_1, A_2\}$、A_1 = “ play:水遊びをする場所としてよいか ”、D_1 = {very bad,bad,so so,good,very good}、A_2 = “ fish:魚が住む環境としてよいか ”、D_2 = {very bad,bad,so so,good,very good} とする。

表 4.2　モデル（4. 6）の例

D	c	v	$v(c)$
{very bad, bad, so so, good, very good}	金沢市 kanazawa	{play:bad ,fish:bad}	so so
		{play:good ,fish:good}	good
		…	…
	小松市 komatsu	{play:bad ,fish:bad}	bad
		{play:good ,fish:good}	so so
		…	…

表 4.2 にて色づけした部分のように、モデル（4. 6）によって部分評価パターン（前件部）が同じで総合評価（後件部）がコンテクストごとに異なる結果が得られる。以上により、コンテクスト間の評価の違いを知ることができる。

4．3．2　メンバシップ関数の同定を付与したコンテクストモデル

人間が行う評価の境はあいまいである。よって、区間ファジィ数でクリスプに区切るよりもメンバシップ関数により評価を示すほうが望ましい。よって、メンバシップ関数を用いたコンテクストモデルを示す。また、これまでに示した既存のコンテクストモデルには 2 つの問題がある。それは、コンテクストの作成法と言語表現のファジィ数への同定法が付与されていない点である。コンテクストの作成についてはクラスタ分析を用いる（説明は第５章にて）。そこで、メンバシップ関数の同定法を付与したコンテクストモデルを以下のように定義する。尚、用いる式はファジィモデリング[8]に基づいている。

$$\langle D, C, A_C(D) \rangle \tag{4．7}$$

$D = [d_{\min}, d_{\max}]$－評価対象の領域

$C = \{c_1, c_2, \cdots, c_n\}$－コンテクストの集合

$A_C(D) = \{a \mid a : C \to 2^D\}$－$C$ における D のすべてのあいまい特徴の集合

$a(c)$ ：$(c \in C)$…言語表現 a のコンテクスト c においてもつメンバシップ関数 $u_{a(c)}(x)$

＜メンバシップ関数同定のための定義＞

$X_{ca} = \{x_{ca1}, x_{ca2}, \cdots, x_{cam}\}$－コンテクスト c による言語評価 a のときの対象の値 x の集合（$x \in D$）である。例として表 4.3 を示す。

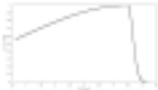
X_{ca} における第 1、第 2、第 3 四分位点をそれぞれ q_{ca1}、q_{ca2}、q_{ca3} とする（等しいときにはとても小さな揺らぎを与えた）。これらをメンバシップ関数の変曲点、中央点とし、メンバシップ関数 $u_{a(c)}(x_i)$ を式(4．8)により定義する。これにより、言語表現と評価対象を関連付ける。結果の例として、表 4.4 を示す。

$$u_{a(c)}(x_i) = \begin{cases} \exp\left\{-\dfrac{(x_i - q_{ca2})^2}{2(q_{ca1} - q_{ca2})^2}\right\}, x_i < q_{ca2} \\ \exp\left\{-\dfrac{(x_i - q_{ca2})^2}{2(q_{ca3} - q_{ca2})^2}\right\}, x_i \geq q_{ca2} \end{cases} \tag{4．8}$$

表 4.3　例：C={金沢市,小松市}, a=”bad”の場合の X_{ca}

c	a	X_{ca}
金沢市	bad	2.5
金沢市	bad	2.6
…	…	…
小松市	bad	4.3
小松市	bad	4.8

表 4.4　例：表 4.3 より得られるコンテクストモデル

c	a	$a(c)$
金沢市 kanazawa	…	…
	Bad	
	…	…
小松市 komatsu	…	…
	Bad	
	…	…

4．3．3　コンテクストモデルを用いた評価内容の予測

2001 年のアンケート調査では、評価者は 2 つの対象について評価している。一つはＢＯＤ値の測定値地点であり、もう一つはＢＯＤ値が測定されていないところである。前者を対象とするアンケート結果は、コンテクストモデル（4．7）を構築するときに用いるデータである。ここでは、後者のアンケート結果と前者のアンケート結果から得られたコンテクストモデルを用いてＢＯＤ値を予測する方法を示す。

モデル（4．7）の構築時に式（4．8）で得た 3 つの四分位点を $q_i^{a_j}$ ($i=1,2,3$:第 i 四分位点、$a_{j=1,\cdots,m}$:評価対象への総合評価内容)、予測する対象へ a_j と評価した人数を g_j

とし、あらたな変曲点または中央点としてq_iを以下のように求める。

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} g_j q_i^{a_j}}{\sum_{j=1}^{m} g_j} \qquad (4.\ 9)$$

式（4．9）から得られたq_iとx（$x \in D$）を式（4．8）に代入しメンバシップ関数を得る。

4．3．4　2つのコンテクストモデルを用いた予測

2001 年のアンケート調査において、評価者に評価対象の快適性についてたずねている。この評価も水質への直接的評価とし、“水質に対する評価”のコンテクストモデルと“水辺の快適性評価”のコンテクストモデルを組み合せた予測を行う。以下のように示す。尚、モデルとはモデル（4．7）を示し、この定義は同じDをもつコンテクスト同士で成立する。

まず、水質評価を用いたモデルの構築時に得られた 3 つの四分位点を$q_i^{a_j}$（$i = 1,2,3$：第i四分位点、$a_{j=1,\cdots,m}$:評価対象への水質評価内容)、予測する対象へa_jと評価した人数をg_jとする。また、快適性評価を用いたモデル構築の際に得られた 3 つの四分位点を$q_i^{b_k}$（$i = 1,2,3$:第i四分位点、$b_{k=1,\cdots,n}$:評価対象への快適性評価内容)、予測する対象へb_kと評価した人数をh_kとする。以上の定義に基づき、あらたな変曲点または中央点としてq_iを以下のように求める。

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} g_j q_i^{a_j} + \sum_{k=1}^{n} h_k q_i^{b_k}}{\sum_{j=1}^{m} g_j + \sum_{k=1}^{n} h_k} \qquad (4.\ 10)$$

式（4．10）から得られたq_iとx（$x \in D$）を式（4．8）に代入しメンバシップ関数を得る。

第　5　章
コンテクストの作成法

それぞれのアンケート結果におけるコンテクストの定義、作成に用いた手法について述べる

5．1　クラスタ分析

同じ特徴をもつ市町村で成り立つ地域をいくつか得るため、クラスタ分析手法を用いる。

クラスタ分析とは、外的基準なしに異なる対象の集まりから算出された類似度に基づいて似たものを集め、いくつかの均質もののクラスタに分類する手法のことをいう。これは、階層型と非階層型の２つの種類に大別できる。距離の最も近いクラスタ同士を統合していき、クラスタ数を減らしていく階層型と、あらかじめクラスタ数を定め、クラスタの中心を計算し、それを基準に対象がどこに含まれるかをクラスタリングする非階層型に分けられる。本研究では、ウォード法[9]を用いた結果をコンテクストモデル作成に用いたため、ウォード法について述べる。

ウォード法は、距離の近いクラスタから順番に統合する。統合するたびに、他のクラスタとの距離を計算し、再び統合を行う。そして、ある程度の距離にクラスタが分かれれば終了する。ここで類似度となるのはクラスタ内平方和である。クラスタ p に属する j 番目の対象の第 i 変数における値を x_{ipj} とするとクラスタ p 内の平方和は式（5．1）により得られる。

$$S_p = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n_p} (x_{ipj} - \bar{x}_{ip\cdot})^2 \qquad (5.1)$$

尚、第i変数のクラスタpにおける平均値$\bar{x}_{ip\cdot}$は以下の式から得られる。

$$\bar{x}_{ip\cdot} = \frac{1}{n_p}\sum_{j=1}^{n_p} x_{ipj} \tag{5．2}$$

全体のクラスタ数をKとすると、全体のクラスタ内平方和Sは

$$S = \sum_{p=1}^{K} S_p \tag{5．3}$$

となる。ここでクラスタpとクラスタqを統合し、あらたなクラスタtができたとき、これらの各クラスタ内平方和には

$$S_t = S_p + S_q + \Delta S_{pq} \tag{5．4}$$

$$\Delta S_{pq} = \frac{n_p n_q}{n_p + n_q}\sum_{i=1}^{m}(\bar{x}_{ip\cdot} - \bar{x}_{iq\cdot})^2 \tag{5．5}$$

のような関係式が成り立つ。また、続いてクラスタtとクラスタrを統合したときのΔS_{tr}は

$$\begin{aligned}\Delta S_{tr} &= \frac{n_t n_r}{n_t + n_r}\sum_{i=1}^{m}(\bar{x}_{it\cdot} - \bar{x}_{ir\cdot})^2 \\ &= \frac{1}{n_t + n_r}[(n_p + n_r)\Delta S_{pr} + (n_q + n_r)\Delta S_{qr} - n_r \Delta S_{pq}]\end{aligned} \tag{5．6}$$

となり、クラスタp、qを統合してできたクラスタtと他のクラスタとの類似度は

$$S_{tr} = \frac{n_p + n_r}{n_t + n_r}S_{pr} + \frac{n_q + n_r}{n_t + n_r}S_{qr} - \frac{n_r}{n_t + n_r}S_{pq} \tag{5．7}$$

で示される。なお、$n_t = n_p + n_q$である。

ウォード法では、クラスタ内平方和Sの変化が最小になるように、各段階で可能なクラスタの組み合せのうちでΔS_{pq}がもっとも小さい変化となるクラスタの組を統合する。距離の初期値は対象間のユークリッド平方距離の1/2とし、クラスタが統合されるたびに、上記の式に従って距離を更新する。

5. 2　空間クラスタリング

ここでは空間クラスタリングについて述べる。しかし、この手法は本研究では用いていない。当初、この手法は 2001 年のアンケート結果に用いる予定であった。アンケートの質問の中にも 2000 年のアンケートにはなかった空間情報を得るための項目が付与されている。しかし、結果のデータ数が少なく、事前にＢＯＤ値の高低で地域を分割しているために、本研究において空間クラスタリングを用いていない。しかし、コンテクストモデル構築において重要な手法として考えられるため、述べておく。

同じ特徴をもつ環境同士の住民をクラスタリングするために詳細なデータを必要とする。しかし、行政によるデータのみでは最小範囲が市町村という大まかなデータであり、対象をよく表しているとはいえない。例えば、金沢市は都会な町並みが存在する地域もあれば、海岸、スキー場も存在し、行政による金沢市の平均的なデータでは、それぞれに住む住環境を同等に扱うことになる。このような欠点を持つ行政データを補うものとしてあげられるのが空間データ[10]である。

空間データとは、領域を占有するオブジェクトのデータであり座標・地域・緯度・周囲・距離・位相・方角などの情報をもつ。それに対し、非空間データとは、空間オブジェクトに関する他のデータであり、例として震度、人口などの統計データがあげられる。尚、建築や土木の分野において、空間データとはここでいう空間データと非空間データの両方を示す。しかし、空間データマイニングの分野では、既存の非空間データを扱うマイニング手法との違いを明確にするため、このような定義を用いている。空間データベースの例を表 5.1 に示す。

表 5.1　空間データベースの例

家ID	空間データ		非空間データ		
	位置情報	位相関係	年齢	質問1	・・・
1	x1,y1	Close_to(river)∩Inside(Mt.)	26	3	
2	x2,y2	Close_to(station)	35	2	
3	x3,y3	Close_to(river)∩Close_to(sea)	54	3	
・・・					

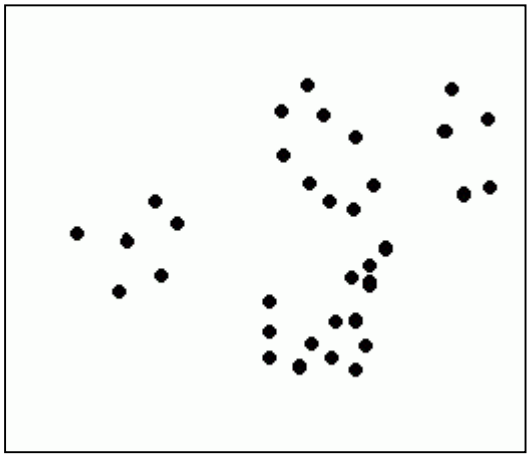


図 5.1 非空間データのみの分布

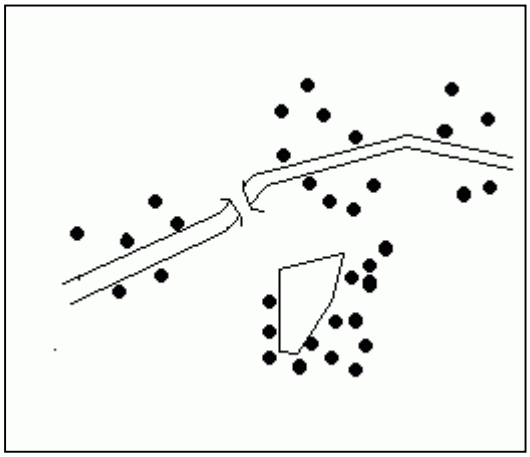


図 5.2　空間データを付与した分布

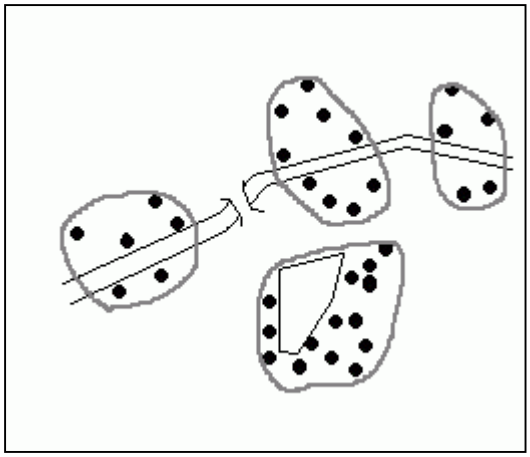


図 5.3　空間クラスタリングの結果

次に、空間データマイニングの分野における空間データを用いたクラスタリング手法である、空間クラスタリングについて述べる。

空間クラスタリングは、より地域情報を踏まえたクラスタリング手法として注目されている。

例えば、図 5.1 のような非空間データが得られたとする。既存のクラスタリング手法はこのようなデータを扱う。既存の手法の結果であれば、中央付近のクラスタがどのように得られるかが問題となる。

そこで、図 5.2 内の線で示される空間データを付与する。そして、このデータから導き出される空間クラスタリングの結果は図 5.3 のようになる。

空間データを付与した結果は、最もらしい結果である。しかし、既存の手法では、空間データが付与されていないため、このような結果を得るのは困難である。よって、この手法により、同様な住民意識をもつもの同士をクラスタリングできるといえる。

第　6　章

住民意識を用いたコンテクストモデル

それぞれのアンケート結果に基づきコンテクストモデルを作成し、住民意識と水質評価の関係を抽出する。

6．1　住民の評価パターンの抽出について

本研究ではモデル（4．6）を構築するために、データから相関ルールを抽出するアプリオリアルゴリズム[11]を用い、住民の評価パターンを抽出している。ここでは、アプリオリアルゴリズムと本研究におけるアンケート結果から相関ルール（住民の評価パターン）を抽出するために定義し直した部分について述べる。

相関ルール（association rule）は、$X \Rightarrow Y$ で表すことができ、属性値 X から Y が連想あるいは予想されることを意味している。アイテムの集合を $I = \{i_1, i_2, ..., i_m\}$、対象とするデータ（データベースの分野ではトランザクションデータベースと呼ぶ）を $D = \{d_1, d_2, ..., d_n\}$、$d_j \subseteq I$ とし、各要素 d_j をアイテム集合（itemset）と呼ぶ。また、支持度 $\mathrm{support}(X)$ は D 中に X が含まれる割合を示し、確信度 $\mathrm{confidence}(X \Rightarrow Y)$ は D 中の X が存在する d_j のうち、同時に Y が存在するかどうかを割合で示すものである。$\mathrm{confidence}(X \Rightarrow Y)$ は、$\mathrm{support}(X \cup Y)/\mathrm{support}(X)$ で得られる。相関ルール抽出には、事前に最小支持度(minimum support)、最小確信度(minimum confidence)を設定し、より有用なルールの抽出を行う。

相関ルールの抽出するアルゴリズムで現在最も広く用いられているのがアプリオリである。k 個のアイテムの組合せを k ―itemset、長さ k の最小支持度を超えるアイテム集合をラージアイテム集合 L_k、長さ k の候補アイテム集合を C_k とすると、$k \geq 2$ のときの処理は以下のようになる。

①長さ$k-1$のアイテム集合L_{k-1}から、長さkの候補アイテム集合C_kを作成する

②トランザクションデータベースをもとに支持度を作成する

③最小支持度を超える支持度をもつものを長さkのアイテム集合L_kとする

以上の処理を繰り返し、$L_k = \phi$ときに終了する。

本研究では、コンテクストごとの総合評価への評価構造を知るため、アンケートデータから評価対象に対する部分評価と総合評価の相関ルールを抽出する。そこで、以下のように定義する。

部分評価項目を$A=\{A^1, A^2, ..., A^m\}$、部分評価iにおける評価内容を$A^i=\{A_1^i, A_2^i, ..., A_o^i\}$、総合評価内容を$E=\{E_1, E_2, ..., E_l\}$とする。アンケートデータは、$D=\{d_1, d_2, ..., d_n\}$、$d_j=\{A_{j1}^1, A_{j2}^2, ..., A_{jm}^m, E_{j0}\}$、$A_{ji}^i \in A^i$、$E_{j0} \in E$、で示すことができる。支持度$\mathrm{support}(X)$は、$D$の中で部分評価のみで成り立つ$X$が存在する割合とし、確信度は$D$内で$X$が存在する$d_j$の中で総合評価が$E_g$（$E_g \in E$）である割合とする。尚、確信度は$\mathrm{support}(X \cup E_g)/\mathrm{support}(X)$から得られる。

相関ルールの抽出においては、ラージアイテム集合を部分評価の集合とする点以外は、アプリオリアルゴリズムと同様の処理を行った。

以上により、アンケート結果からコンテクストにおける最小支持度を満たす部分評価パターンとそのときの総合評価が確信度とともに抽出される。

6. 2　2000 年のアンケート結果を用いたコンテクストモデル

ここでは、2000 年のアンケート調査の結果を用いてコンテクストモデルを構築する。

まず、コンテクストを作成する。これは、アンケート対象の市町村が 22 もあり、また同様な住環境をもつ市町村も存在する。そこで、同じ住環境同士の住民は同様な主観的評価を行うとし、コンテクストとして同じ特徴をもつ市町村で成り立つ地域に分割する。よって、行政による統計データを用いたクラスタリングを行い、結果として得られたクラスタをコンテクストとする。用いたクラスタリング手法（ウォード法）

については第 5 章で述べたが、クラスタを得るまでの詳細な流れについては文献[12]に譲る。

用いたデータは 1997 年の石川県市町村別データ[13]から得られた互いの相関係数が低い 13 属性（下水道普及率、一人一日あたりの可燃ゴミ、原野面積率、工場密度、山林面積率、一人一日あたりの資源ゴミ、一人あたりの自動車保有台数、人口密度、水洗化率、第一次人口密度、田面積率、道路実延長、畑面積率）であり、ウォード法から得られた結果を表 6.1、図 6.1 に示す。

表 6.1　クラスタリング結果

クラスタに含まれる市町村 （下線付き太字はアンケートの対象）		クラスタの特徴
クラスタ 1	**金沢市**	石川県のみならず、北陸を代表する都市
クラスタ 2	**根上町**,**寺井町**,**美川町**,**松任市**,**川北町**,**野々市町**	山林や畑が少なく人口密度の高い、一般的に都会といわれる属性をもつ
クラスタ 3	**山中町**,七尾市,羽咋市,**加賀市**,**小松市**,**辰口町**,**津幡町**,**鶴来町**,**高松町**	金沢市の周りに位置する石川県における中堅都市群
クラスタ 4	**宇ノ気町**,鹿西町,鹿島町,中島町,**鳥越村**,鳥屋町,田鶴浜町,能登島町,**河内村**	都会的ではないがクラスタ 6 やクラスタ 7 ほど発展が遅れていないわけではない地域
クラスタ 5	**七塚町**,**内灘町**	金沢市の北に位置し日本海に面する町
クラスタ 6	**白峰村**,**吉野谷村**,**尾口村**	白山麓の都会ではない地域
クラスタ 7	志賀町,穴水町,珠洲市,門前町,富来町,能都町,輪島市,内浦町,志雄町,押水町,柳田村	能登半島の都会ではない地域

表 6.1 の結果とアンケートの結果より、6 つのコンテクストが得られた。しかし、クラスタ 5 とクラスタ 6 は、コンテクストモデル構築においてデータ数の不足、評価の偏りが問題となった。よって、2000 年アンケート結果からのコンテクストをクラスタ 1、クラスタ 2、クラスタ 3、クラスタ 4 の 4 つとする。

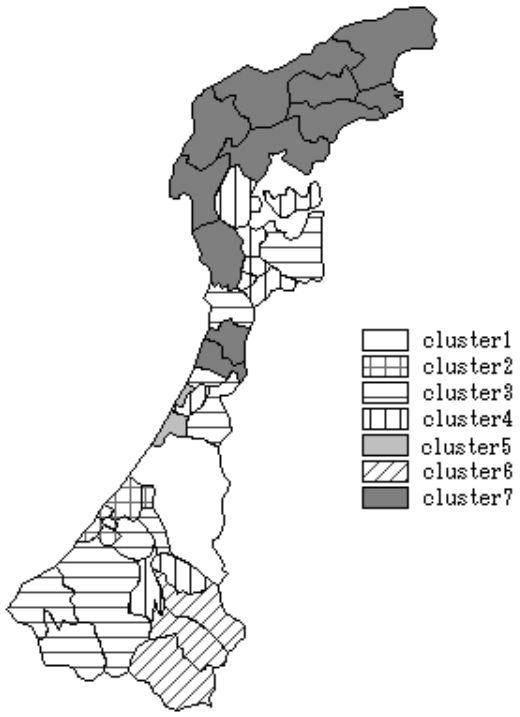


図 6.1　クラスタリング結果

次にコンテクストモデル作成に用いるアンケート項目の内容を以下のように示す。尚、部分評価を河川の水質への間接的評価とし、総合評価を水質への直接的な評価とする。

・部分評価に関する質問内容と評価内容

[1]　鳥や魚等の生き物をみかける

[2]　水遊びができる

[3]　釣れた魚が食べられる

[4]　水が茶色い

[5]　水辺でキャンプ等ができる

[6]　近隣の流域に汚濁の原因がある

[7]　ヨシや水草等の植物をみかける

評価はすべて 5 段階であり、評価内容は以下のとおりである。

1.そう思わない　2.あまりそう思わない　3.どちらとも言えない　4.ややそう思う　5.そう思う

・総合評価に関する質問と評価内容

身近な水辺空間の現在の水質はどうですか？

1.汚れている　2.やや汚れている　3.ふつう　4.ややきれい　5.きれいである

以下、このアンケートの結果を用いてコンテクストモデルの構築を行う。

6．2．1　コンテクストごとの評価パターンの違い

ここでは、2000 年のアンケート結果におけるコンテクスト間の水質への評価（総合評価）の違いを見る。そこで、章 6．1 の手法を用いて部分評価パターンを抽出し、モデル（4．6）を構築し、クラスタ間の部分評価パターンと総合評価の関係の違いを見出す。

まず、支持度 5%以上の部分評価パターンをそれぞれのコンテクストごとに抽出する。その結果を、データベースの結合演算にて結合した。得られた結果は膨大であり、$v(c)$ はすべての v において同様な評価のばらつきを見せたため、一部を表 6.2 に示す。尚、表 6.2 はある部分評価パターン v における $v(c)$ として、コンテクストごとの支持度（表 6.2 の support）と水質評価ごとの確信度（表 6.2 の評価[1-5]/確信度）を示している。

表 6.2 のように得られた結果から、部分評価パターンとコンテクスト間の総合評価の違いが以下のように読み取れる。

- クラスタ 3 は他のコンテクストに比べて最も厳しい評価をする（少々の汚れにも反応する）
- クラスタ 4 は最も甘い評価を行う（少々の汚れにも寛容である）
- クラスタ 1 はクラスタ 4 ほどではないが甘い評価を行う
- クラスタ 2 はクラスタ 3 より甘くクラスタ 2 よりも厳しい評価を行う

以上の結果とクラスタの内容とを比較すると、発展が特に進んだ地域と発展が特に遅れた地域では総合評価を“きれいである”と答える場合が多い。逆に、石川県における中堅都市においては、水質に対して厳しい評価を行っていることが理解できる。

以上より、部分的評価パターンが同じである水辺に対し、コンテクストの違いによって水質への主観的評価が異なるといえる。

表 6.2 評価パターン v とコンテクストごとの水質評価 $v(c)$

(1:汚れている、2:やや汚れている、3:ふつう、4:ややきれい、5:きれいである)

v	$v(c)$ （**網かけ太字**は確信度が最大を意味する）			
	クラスタ 1	クラスタ 2	クラスタ 3	クラスタ 4
[3]:5 [5]:5	support:10.5% ----->5 /15.1% **4 /41.5%** 3 /30.2% 2 /11.3% 1 /1.89%	support:27.5% ----->5 /3.57% **4 /35.7%** **3 /35.7%** 2 /25%	support:18.7% ----->5 /20% 4 /22.2% 3 /20% **2 /33.3%** 1 /4.44%	support:52.4% ----->**5 /36.4%** 4 /27.3% 3 /18.2% 2 /18.2%
[2]:5 [3]:5	support:14.7% ----->5 /10.8% **4 /36.5%** 3 /25.7% 2 /23% 1 /4.05%	support:26.5% ----->5 /7.41% 4 /22.2% **3 /37%** 2 /33.3%	support:17.4% ----->5 /19% 4 /21.4% 3 /23.8% **2 /26.2%** 1 /9.52%	support:47.6% ----->5 /30% 4 /20% 3 /30% 2 /20%
[1]:5 [5]:5 [7]:5	support:6.2% ----->5 /22.6% **4 /41.9%** 3 /25.8% 2 /3.23% 1 /6.45%	support:5.9% ----->5 /16.7% **4 /33.3%** 3 /16.7% **2 /33.3%**	support:10.4% ----->5 /24% 4 /16% 3 /12% **2 /44%** 1 /4%	support:33.3% ----->5 /28.6% **4 /42.9%** 3 /14.3% 1 /14.3%
[2]:5 [3]:5 [7]:5	support:9.2% ----->5 /13% **4 /43.5%** 3 /23.9% 2 /15.2% 1 /4.35%	support:5.9% ----->5 /16.7% **4 /33.3%** **3 /33.3%** 2 /16.7%	support:9.2% ----->5 /22.7% 4 /9.09% 3 /22.7% **2 /36.4%** 1 /9.09%	support:38.1% ----->**5 /37.5%** 4 /25% 3 /25% 2 /12.5%
[2]:5 [5]:5 [7]:5	support:6.6% ----->5 /15.2% **4 /48.5%** 3 /21.2% 2 /12.1% 1 /3.03%	support:5.9% ----->5 /16.7% **4 /33.3%** 3 /16.7% **2 /33.3%**	support:11.2% ----->5 /18.5% 4 /11.1% 3 /14.8% **2 /44.4%** 1 /11.1%	support:28.6% ----->**5 /33.3%** **4 /33.3%** 3 /16.7% 2 /16.7%
[1]:5 [2]:5 [3]:5 [5]:5	support:5.2% ----->5 /23.1% **4 /34.6%** **3 /34.6%** 2 /3.85% 1 /3.85%	support:9.8% ----->5 /10% 4 /20% 3 /30% **2 /40%**	support:11.7% ----->5 /25% 4 /14.3% 3 /25% **2 /32.1%** 1 /3.57%	support:28.6% ----->**5 /33.3%** **4 /33.3%** 3 /16.7% 2 /16.7%

6．2．2　コンテクストごとの住民意識とＢＯＤ

水質汚染の程度を表す指標としてＢＯＤ（生物化学的酸素要求量：Biochemical Oxygen Demand[mg/l]）がよく用いられる。ＢＯＤは、水中の汚物を無害な程度までに化学分解する細菌がそのために要する酸素の量であり、この量が多いほど河川は汚れている。2000 年のアンケートにおける住民意識と科学的測定値のＢＯＤ値との関係をコンテクストモデルにより抽出する。

本アンケートにおいては、住民に身近な水辺に関して評価を聞いている。そのため、明確な評価対象を知ることができない。しかし、2000 年のアンケートの事前調査において、多くの住民が距離的に近い場所を対象としている点から、同調査を用いた研究においてＧＩＳを用い、クラスタ１ではＢＯＤ値測定地点から 1km 以内の住民、その他のクラスタでは 2km 以内の住民を抽出し、住民評価とＢＯＤ値（1998 年度の値）を関連付けている[7]。本研究も、このデータにより、住民意識と科学的測定値の関係を抽出する。

アンケート結果、モデル（4．7)、式（4．8）より、総合評価（水質評価）ごとのＢＯＤ値に対するメンバシップ関数を求めた。クラスタごとの結果を図 6.2、図 6.3、図 6.4、図 6.5 に示す。

図 6.2 より、金沢市（クラスタ 1）の水質評価はＢＯＤ値とうまく対応づいているといえる。また、ＢＯＤ値が 1.57mg/l 以上の地点では“汚れている”という評価をする可能性が高いことがわかった。

図 6.3 では、“汚れている”、“やや汚れている”の評価の分布が狭くなっているが、これは評価対象のＢＯＤ値に幅が無かったためである。また、“ふつう”と“ややきれい”が重なっているのは評価と関連付けられたＢＯＤ値が同じであるためである。評価とＢＯＤ値の関係は 1.44mg/l 以下であれば“きれいである”、ＢＯＤ値 2.0mg/l 以上であれば“汚れている”または“やや汚れている”、それ以外は“ふつう”または“ややきれい”と評価する可能性が高いといえる。

図 6.4 では、ＢＯＤ値が 1.53mg/l 以上である評価対象へは“汚れている”と評価するといえる。評価分布が重なり合っているが、ＢＯＤ値が大きいと“汚れている”

という評価になる可能性が高まるため、ＢＯＤ値と住民意識の対応付けがよくなされているといえる。

図 6.5 より、クラスタ 4 の住民は“ 汚れている ”という評価をＢＯＤ値の低い地点で行っていることがわかる。これは、他のクラスタにはない特徴といえる。その他は、ＢＯＤ値と評価がうまく対応しているといえる。

全体的に、ＢＯＤ値と評価内容がうまく対応しているため、それぞれのコンテクストにおける水質評価とＢＯＤ値の関係が示せたといえる。

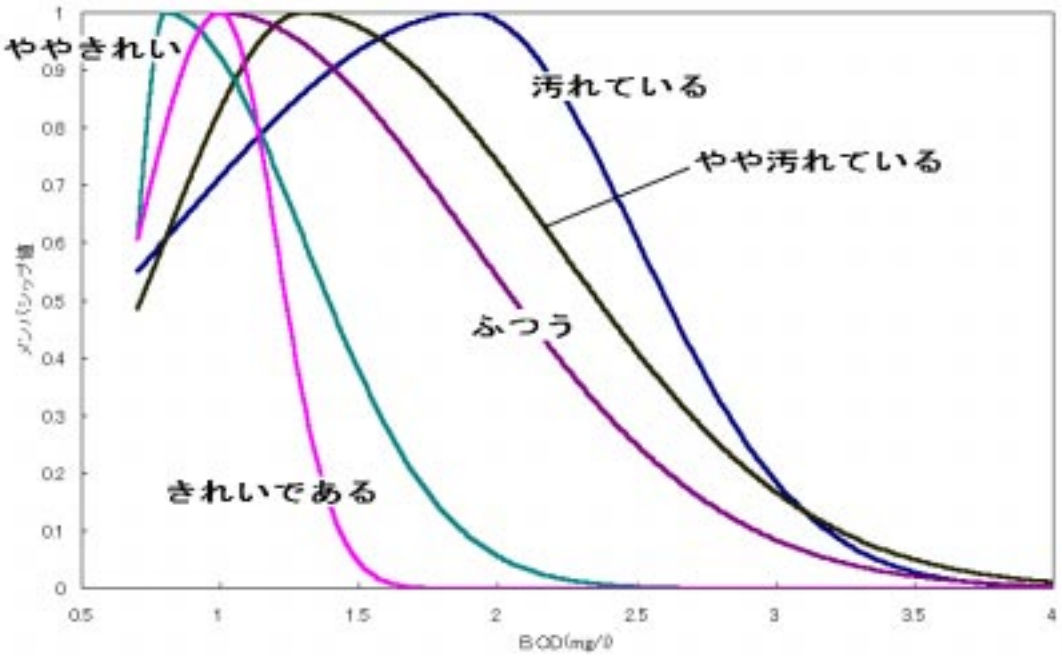


図 6.2　クラスタ 1 における水質評価のメンバシップ関数

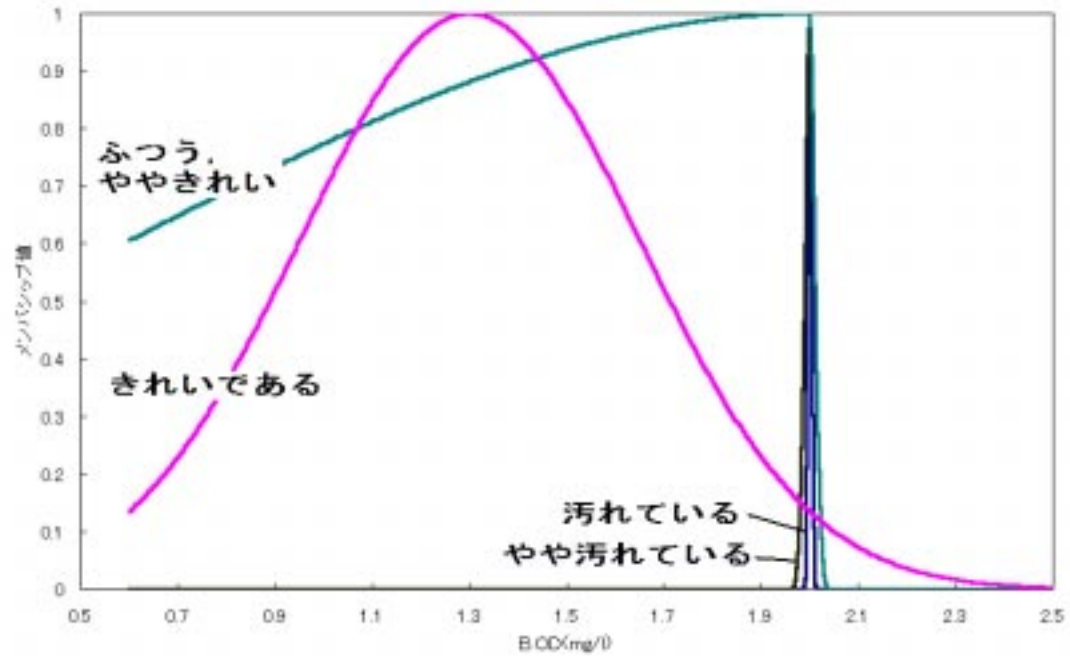


図 6.3　クラスタ 2 における水質評価のメンバシップ関数

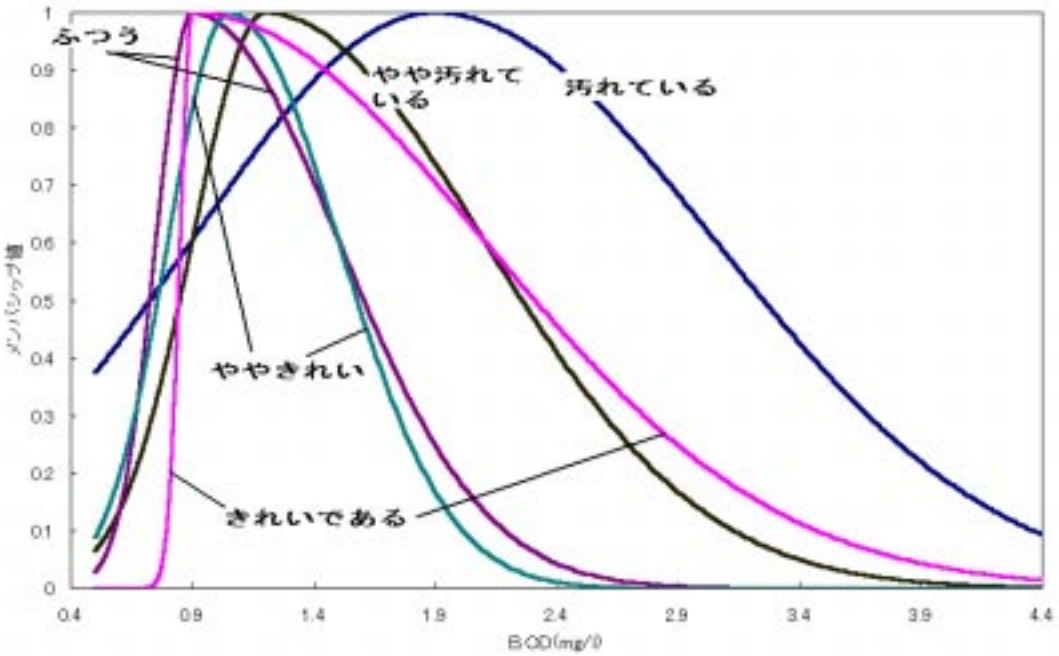


図 6.4　クラスタ 3 における水質評価のメンバシップ関数

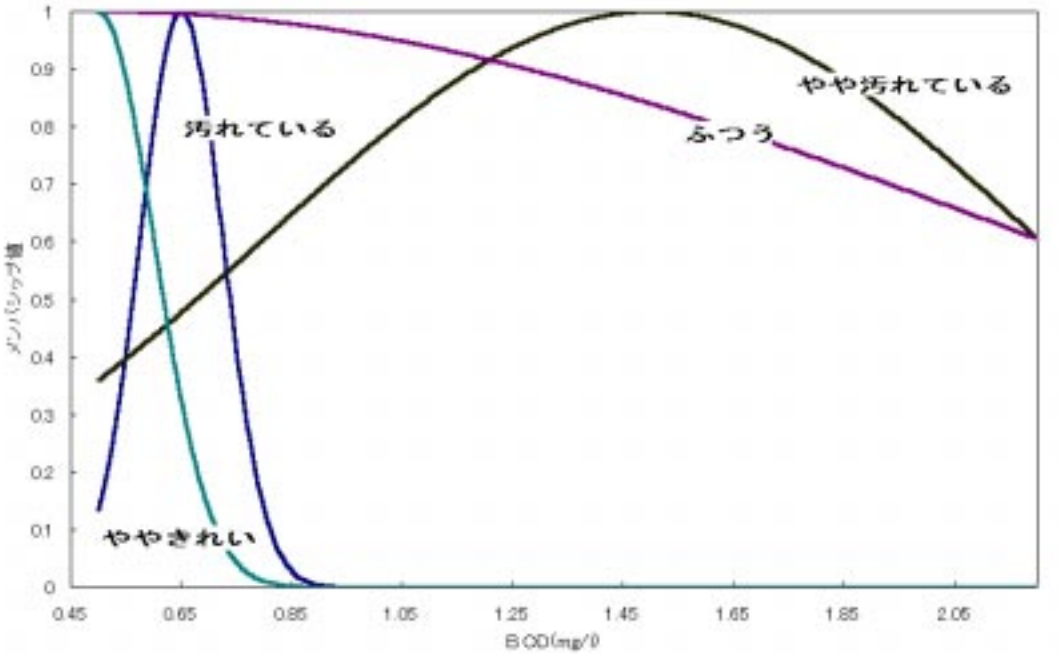


図 6.5　クラスタ 4 における水質評価のメンバシップ関数

6．2．3　まとめ

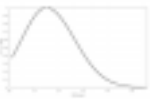
ここではまとめとして、2000 年アンケートを用いて得られたコンテクストモデルを表 6.3、表 6.4 に示す。尚、表 6.3 は章 6．2．1 を、表 6.4 は章 6．2．2 をまとめたものである。

表 6.3　同じ評価パターンにおけるコンテクスト間の水質評価の違い

D	コンテクスト c	評価パターン v	他のコンテクストとの比較
水質に対する評価	クラスタ 1	[3]:5- [5]:5 ・・・	甘い評価
	クラスタ 2	[3]:5- [5]:5 ・・・	厳しい評価
	クラスタ 3	[3]:5- [5]:5 ・・・	最も厳しい評価
	クラスタ 4	[3]:5- [5]:5 ・・・	最も甘い評価

表 6.4　水質評価に関するコンテクストモデル

属性の領域 D	コンテクスト c	言語項 a	メンバシップ関数 $a(c)$
[0.5 , 6.3] (mg/l: ＢＯＤ値)	クラスタ 1	汚れている	
		やや汚れている	
		ふつう	
		ややきれい	

		きれいである	
	クラスタ 2	汚れている	
		やや汚れている	
		ふつう	
		ややきれい	
		きれいである	
	クラスタ 3	汚れている	
		やや汚れている	
		ふつう	
		ややきれい	
		きれいである	
	クラスタ 4	汚れている	
		やや汚れている	
		ふつう	
		ややきれい	
		きれいである	—

6．3　2001 年のアンケート結果を用いたコンテクストモデル

ここでは、2001 年のアンケートを用いてコンテクストモデルを構築する。このアンケート調査では、事前にコンテクストをＢＯＤ値の高い（水が汚い）小松市の中心部と、ＢＯＤ値の低い（水がきれい）鶴来町の中心部に設定している。そのため、章 6．2 のように、コンテクストモデル作成前になんらかの手法によりコンテクストを得るというような処理は行わない。よってコンテクスト＝{小松市、鶴来町}である。

コンテクストモデル作成に用いるアンケート内容は以下のとおりである。

・　評価対象

①石川県におけるＢＯＤ測定地点の存在する水辺空間

②ＢＯＤ測定地点の存在しない水辺空間

尚、アンケートからパターンを抽出する場合は①と②を、水質評価とＢＯＤ値の関係を示すコンテクストモデルを構築する場合は①を、コンテクストモデルからＢＯＤ値を予測する際には②のデータを用いた。

・　部分評価（水質への間接的評価）の質問内容と評価内容

[1]　鳥や魚などの生き物を見かける

[2]　ヨシや水草などの植物をみかける

[3]　水遊びができる

[4]　水辺でバーベキューやキャンプができる

[5]　護岸整備がよくなされている

[6]　水が澄んでいる

[7]　水の流れる音がよく聞こえる

[8]　水の流れが急である

[9]　山林がある

[10]　田畑がある

[11]　交通量の多い道路がある

[12]　街中である

[13]　汚染の原因がある

評価はすべて5段階であり、評価内容は以下のとおりである。

1.そう思わない　2.あまりそう思わない　3.どちらとも言えない　4.ややそう思う　5.そう思う

・　総合評価（水質等）に関する質問と評価内容

[水質について]

現在の水質はどうですか

1.非常に悪い　2.悪い　3.ふつう　4.良い　5.非常に良い

[水辺空間の快適性について]

現在はどうですか

1.非常に悪い　2.悪い　3.ふつう　4.良い　5.非常に良い

尚、章6．3．4を除く章では、住民による総合評価とは水質に関する評価を示す。以下、このアンケートの結果を用いてコンテクストモデルの構築を行う。

6．3．1　コンテクストごとの評価パターンの違い

2001年のアンケート結果を用い、コンテクスト間の水質への評価の違いを見出す。

モデル（4．6）を作成するため、章6．2．1と同様に支持度5%以上の部分評価パターンをコンテクストごとに抽出した。得られた結果は膨大であり、$v(c)$はすべてのvにおいて同様な評価のばらつきを示したため、一部を表6.5に示す。尚、表6.5はある部分評価パターンvにおける$v(c)$として、コンテクストごとの支持度（表6.5のsupport）と水質評価ごとの確信度（表6.5の評価[1-5]/確信度）を示している。

表6.5においても、同じ部分評価パターンにおいてコンテクストごとに水質への評価が異なった。小松市においては科学測定値の面から見ても非常に汚い河川を評価しているので、“悪い”という評価が多いのは妥当である。しかし、科学測定値においてきれいな地点を評価している鶴来町民は、小松市民の評価よりはよいものの、絶賛はしていないことがわかる。厳しい目で評価しているようである。これに関しては次のＢＯＤ値の関係を見出すときにも述べる。

表 6.5　評価パターン v とコンテクストごとの水質評価 $v(c)$
（1:非常に悪い、2:悪い、3:ふつう、4:良い、5:非常に良い）

v	$v(c)$ （**網かけ太字**は確信度が最大を意味する）	
	小松市	鶴来町
[5]:4 [8]:2 [12]:1	support:6.4% ----->> 4 /16.7% 3 /33.3% **2 /50%**	support:5.8% ----->> 4 /28.6% **3 /71.4%**
[6]:2 [7]:2 [11]:5	support:6.4% ----->> 3 /33.3% **2 /66.7%**	support:5% ----->> **3 /83.3%** 2 /16.7%
[7]:2 [11]:5 [13]:5	support:6.4% ----->> **2 /66.7%** 1 /33.3%	support:5.8% ----->> **3 /71.4%** 2 /14.3% 1 /14.3%
[1]:5 [2]:5 [13]:2	support:5.3% ----->> **3 /60%** 2 /40%	support:5% ----->> 4 /33.3% **3 /50%** 2 /16.7%
[1]:5 [6]:1 [12]:1	support:5.3% ----->> 2 /20% **1 /80%**	support:5% ----->> 4 /16.7% **3 /50%** 2 /33.3%

ＢＯＤ値が高い地域と低い地域に分けたこのコンテクストモデルにおいても、2000年のアンケートと同様に総合評価の違いを得ることができた。次に、コンテクストごとの住民による評価とＢＯＤ値の関係について述べる。

6．3．2　コンテクストごとの住民意識とＢＯＤ

2001 年のアンケート結果から住民意識とＢＯＤ値の関係を得る。本データは、2000 年のアンケートとは異なり、評価者は評価対象を明確に示している。よって、2000 年のアンケートデータに行ったようなデータ加工（評価とＢＯＤ値との関連付け）は何も行っていない。モデル（4．7)、式（4．8）から得られたコンテクストごとの結果を図 6.6、図 6.7 に示す。尚、ＢＯＤ値として 1999 年度の年平均のデータを用いた。

図 6.6 では、住民とＢＯＤ値の対応がよくなされている。水質を悪く評価する分布と良い評価をする分布がはっきりと分かれている。ＢＯＤ値が 4.5mg/l 以上であると“水質が非常に悪い”と評価する可能性が高くなる。このモデルの問題として、対象となったＢＯＤ値の差が激しいため、悪いの評価の幅が広がりすぎている点が挙げられる。

図 6.7 は、対象とする測定地点のＢＯＤ値の差が低いため、評価間のＢＯＤ値の差が小さくなっている。しかし、“非常に悪い”や“悪い”がＢＯＤ値の低いところに位置することは重要である。これは、対象として最もＢＯＤ値の低い測定地点を評価した人の中で、その周辺に住む人の評価のほとんど（10 人中 8 人）が悪い評価であったためである。章 6．3．1 において鶴来町民の評価は厳しいと述べたが、このモデルにおいても同様であり、非常にコンテクストに依存した結果と言える。尚、このような評価になった原因として、アンケートに添えられたコメント等から、近年手取川上流にできたダムによる水量の変化が挙げられる。

次の章 6．3．3 にてこの結果をもとに、ＢＯＤ値の予測を実際に行い、このコンテクストモデルの妥当性を見る。

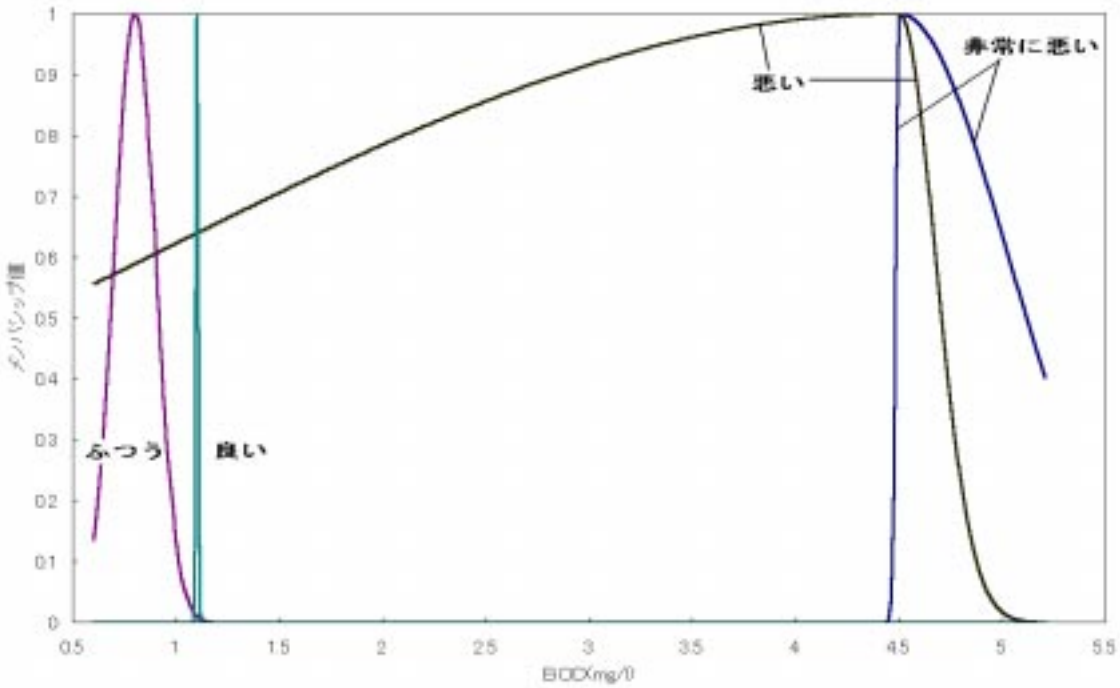


図 6.6　小松市における水質評価のメンバシップ関数

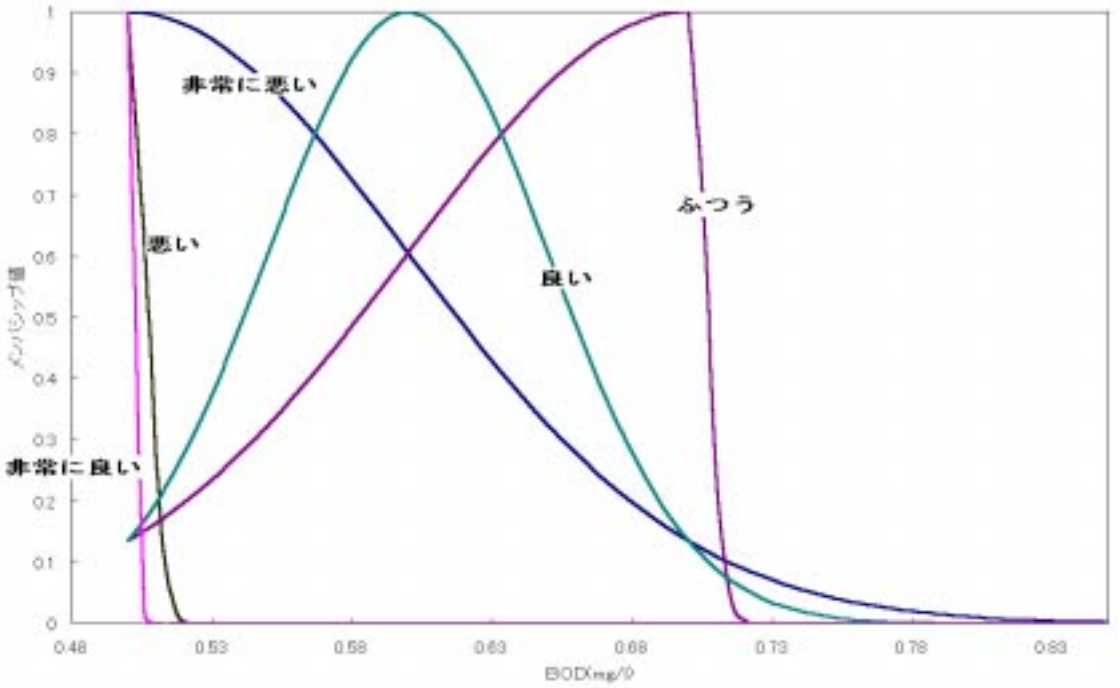


図 6.7　鶴来町における水質評価のメンバシップ関数

6．3．3　ＢＯＤ値のない地点でのＢＯＤ値の予測

2001 年のアンケートでは、評価者は 2 つの評価対象について評価している。一つは、ＢＯＤ測定地点であり、もう一つはＢＯＤが測定されていないところである。ここでは、後者の評価データと前者のデータから作成した図 6.6、図 6.7 のＢＯＤ値と住民評価との関係モデルから、ＢＯＤ値の予測を行う。

ＢＯＤ値を住民意識から予測する必要性としてＢＯＤ測定地点の不足が挙げられている[7]。そのため、ＢＯＤ値の予測が困難な地点に対して予測を行うべきである。しかし、本研究においては得られたコンテクストモデル（図 6.6、図 6.7）の妥当性を見るため、ＢＯＤ値が推測しやすい地点に対してＢＯＤ値の予測を行う。

予測には式（4．9）を用いた。結果、得られたメンバシップ関数のパラメータを表 6.6 に、メンバシップ関数を図 6.8 と図 6.9 に示す。

表 6.6　水質評価とＢＯＤ値の関係に基づき式（4．9）より得たメンバシップ関数のパラメータ

コンテクスト	評価対象	評価者数	q_1	q_2	q_3	結果
小松市	小松大橋	5	1.54	3.02	3.24	図 6.8
小松市	向本折橋	5	1.62	4.50	4.75	図 6.8
鶴来町	天狗橋	30	0.57	0.64	0.66	図 6.9
鶴来町	十八河原	14	0.55	0.61	0.62	図 6.9
鶴来町	和佐谷	7	0.56	0.61	0.63	図 6.9

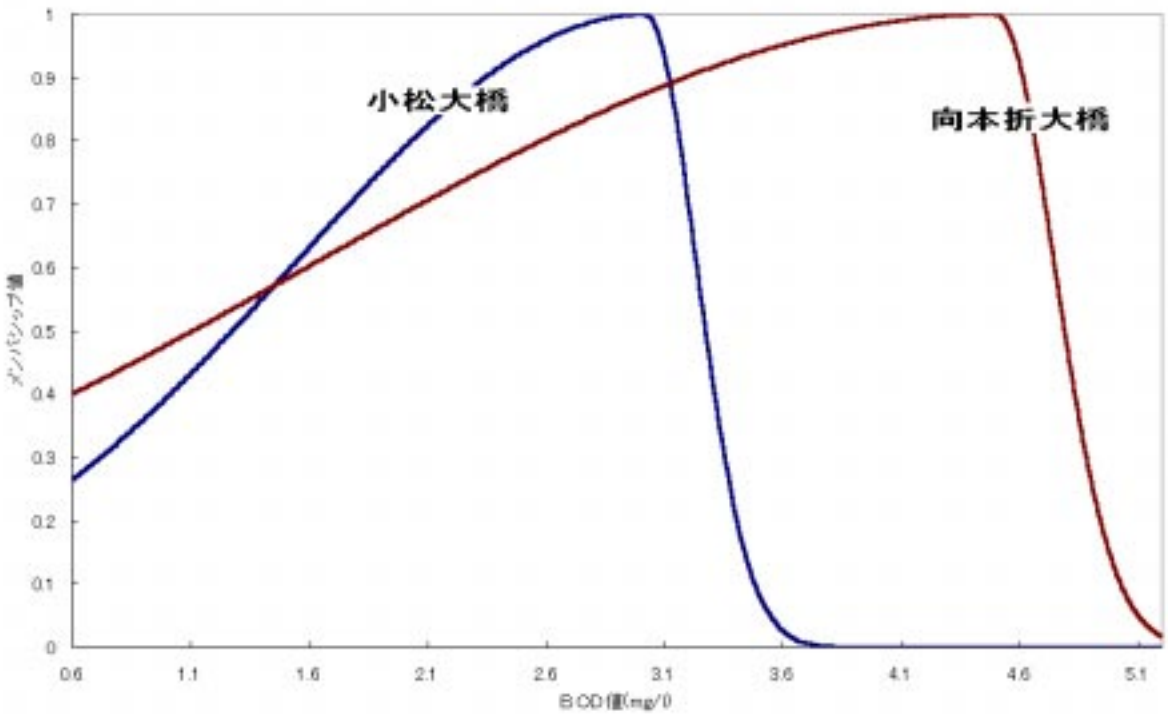


図 6.8　図 6.6 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果

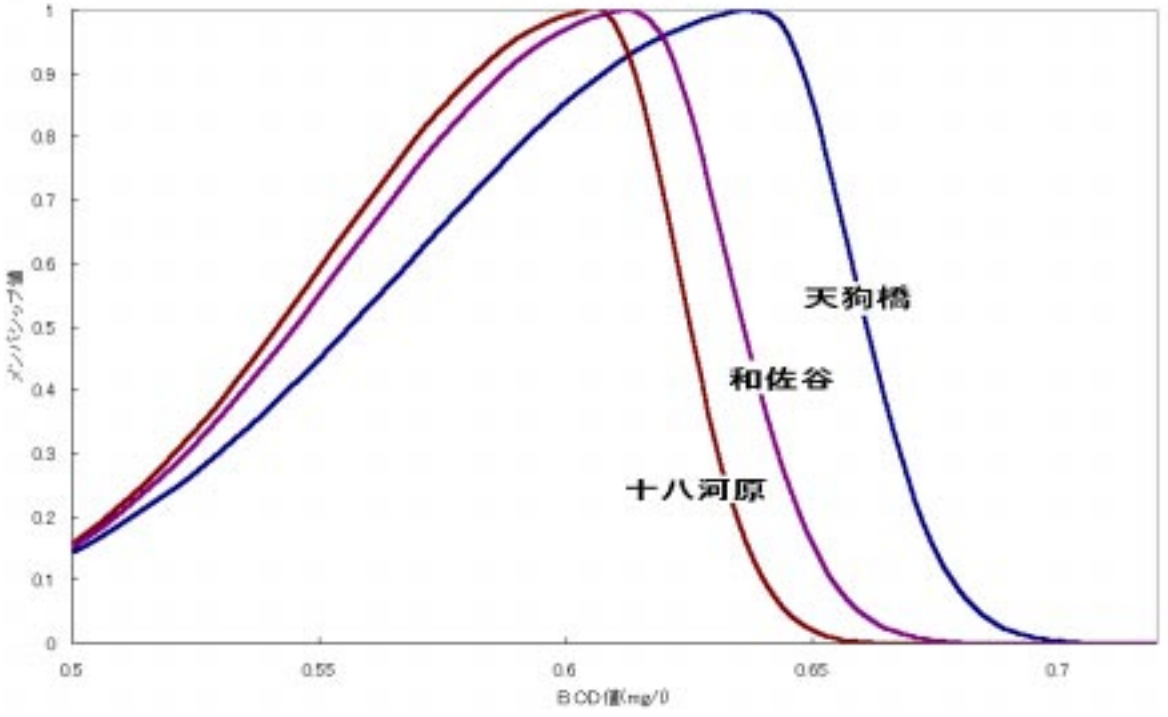


図 6.9　図 6.7 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果

まず、図 6.8 における予測結果について述べる。小松大橋は梯川にあり、ＢＯＤ測定地点である鶴ヶ島橋と能美大橋の間に位置する。梯川のＢＯＤ値は最大 2.0mg/l であり、最小は 0.7mg/l である。これを踏まえて結果をみると、ＢＯＤ値を実際よりも高く予測している印象を受ける。一方、前川の向本折大橋は、ＢＯＤ測定地点の浮柳新橋と御幸橋の間に位置し、ＢＯＤ値の最大値は 5.2mg/l、最小値は 4.5mg/l である。よって、ＢＯＤ値が低くなる可能性を高くしている点は不自然であるが、うまく予測しているといえる。このような結果となったのは、梯川のＢＯＤ値の低さと前川のＢＯＤ値の高さの中間のＢＯＤ値を持つ評価がなく、良い評価と悪い評価をつなぐ分布が存在しないためである。また、それぞれ評価者が５名しかいない点も原因として考えられる。

図 6.9 における予測地点は 3 ヶ所とも手取川に存在する。手取川はＢＯＤ値の最大値は 0.7mg/l、最小値は 0.5mg/l の非常にきれいな川である。その点から、図 6.9 の結果は、非常に正確に予測できているといえる。しかし、鶴来町の評価には、高いＢＯＤ値をもつ観測地点に対する評価が含まれていないため、そのような地点の予測には不向きであると思われる。

以上、章 6．3．2 で得られたコンテクストモデルからＢＯＤ値の予測を行った。結果、若干問題点は残るとはいえ正確な予測を行うことができたといえる。

実際にＢＯＤ値の予測を行い、見出された問題点は以下のとおりである。

・ コンテクストモデル作成時の対象以外のＢＯＤ値をもつ未測定の地点に対する評価は困難である（鶴来の結果を参照）
・ ある 2 つのメンバシップの分布が離れていると、その 2 つの評価が使われる予測は中間の分布となりやすく正確さが落ちる場合がある（小松大橋の結果を参照）

1 つ目の問題点はデータ自体の問題であり、今後の研究における注意点といえる。2 つ目の問題点は、評価属性を増やすことで改善されると考えられる。そこで、2001 年のアンケートにおけるもう一つの総合評価“水辺空間の快適性”を用い、より正確な予測を目指す。

6．3．4　水辺空間の快適性への評価を付与したＢＯＤ値の予測

ここでは、住民の“水辺空間の快適性評価”と“水質評価”の 2 つのコンテクストモデルを用いたＢＯＤ値の予測を行う。これにより、予測精度の向上を目指す。

まず、コンテクストごとの水辺空間の快適性評価を用いたメンバシップ関数を得た（図 6.10、図 6.11）。

図 6.10 は図 6.6 と比べ、“悪い”“非常に悪い”の評価の分布が離れている。反対に、“ふつう”と“良い”の評価が重なっている。また、図 6.6 ではＢＯＤ値が 1.5mg/l から 3.5mg/l の当たりでは評価“悪い”のみが分布していたが、このモデルでは“ふつう”の評価の分布もあり、うまく補完しているといえる。

図 6.11 において、良い評価はＢＯＤ値の小さいところへかたまっている。また、図 6.7 と同様に、悪い評価もＢＯＤ値の小さいところに位置している。

図 6.10、図 6.11 の両方とも水質評価を用いたモデルと似ており、“快適性”評価においてもＢＯＤ値と評価がうまく対応しているといえる。

次に、快適性評価のみに基づくＢＯＤ値の予測を行う。式（4．9）を用いて予測した結果を、表 6.7、図 6.12、図 6.13 に示す。

表 6.7　図 6.10、図 6.11 と式（4．9）より得たメンバシップ関数のパラメータ

コンテクスト	評価対象	人数	q_1	q_2	q_3	結果
小松市	小松大橋	5	0.84	1.62	4.23	図 6.10
小松市	向本折橋	5	0.87	1.62	3.13	図 6.10
鶴来町	天狗橋	30	0.5	0.57	0.69	図 6.11
鶴来町	十八河原	14	0.5	0.54	0.7	図 6.11
鶴来町	和佐谷	7	0.5	0.59	0.7	図 6.11

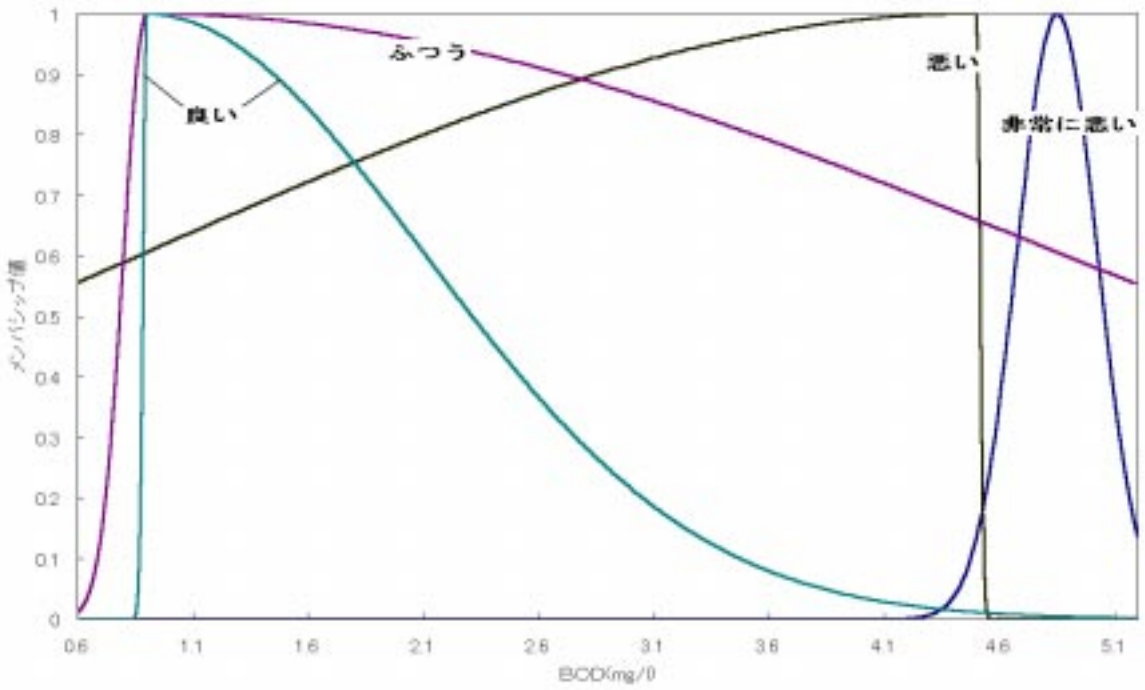


図 6.10　小松市における快適性評価のメンバシップ関数

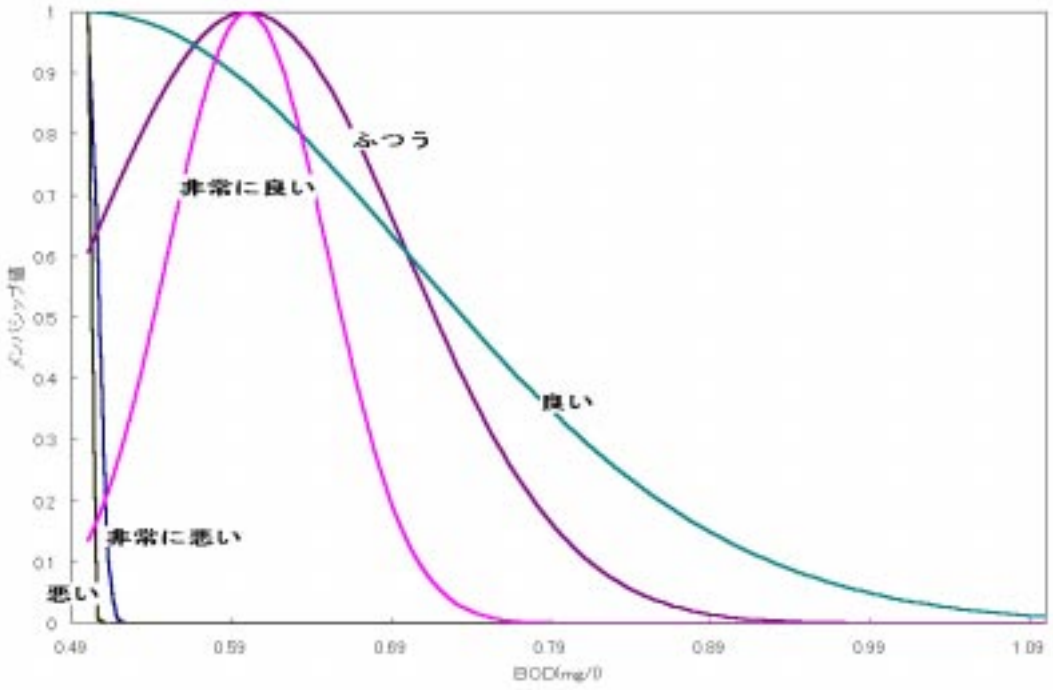


図 6.11　鶴来町における快適性評価のメンバシップ関数

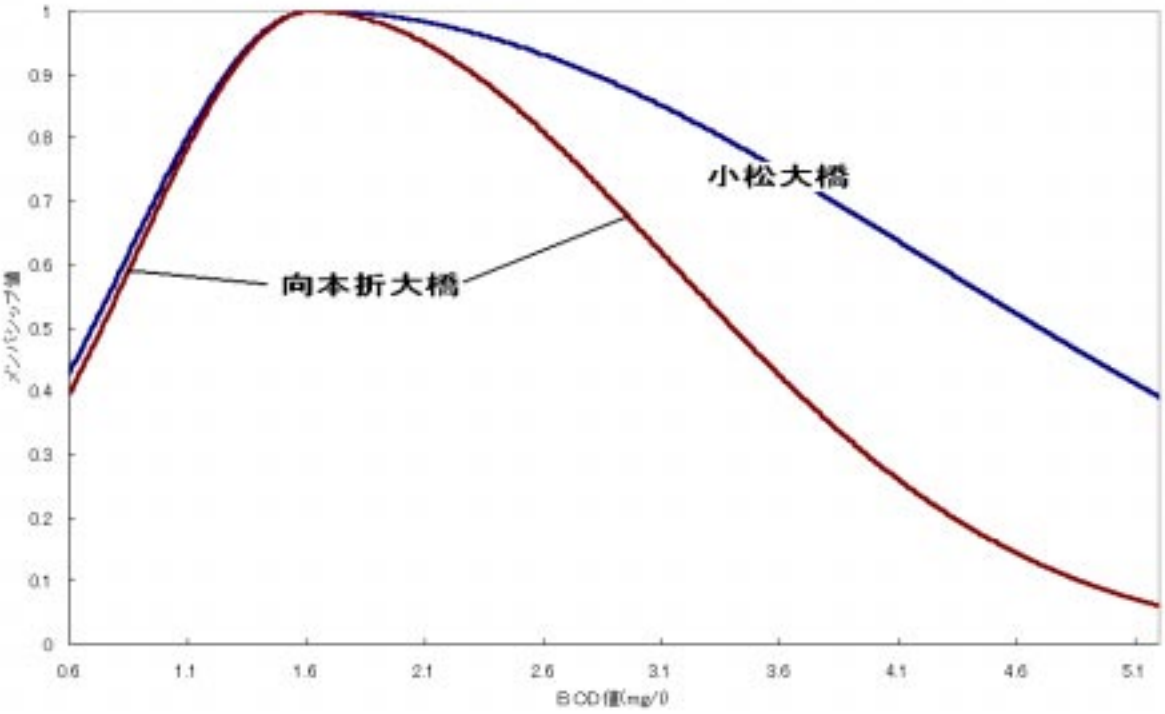


図 6.12　図 6.10 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果

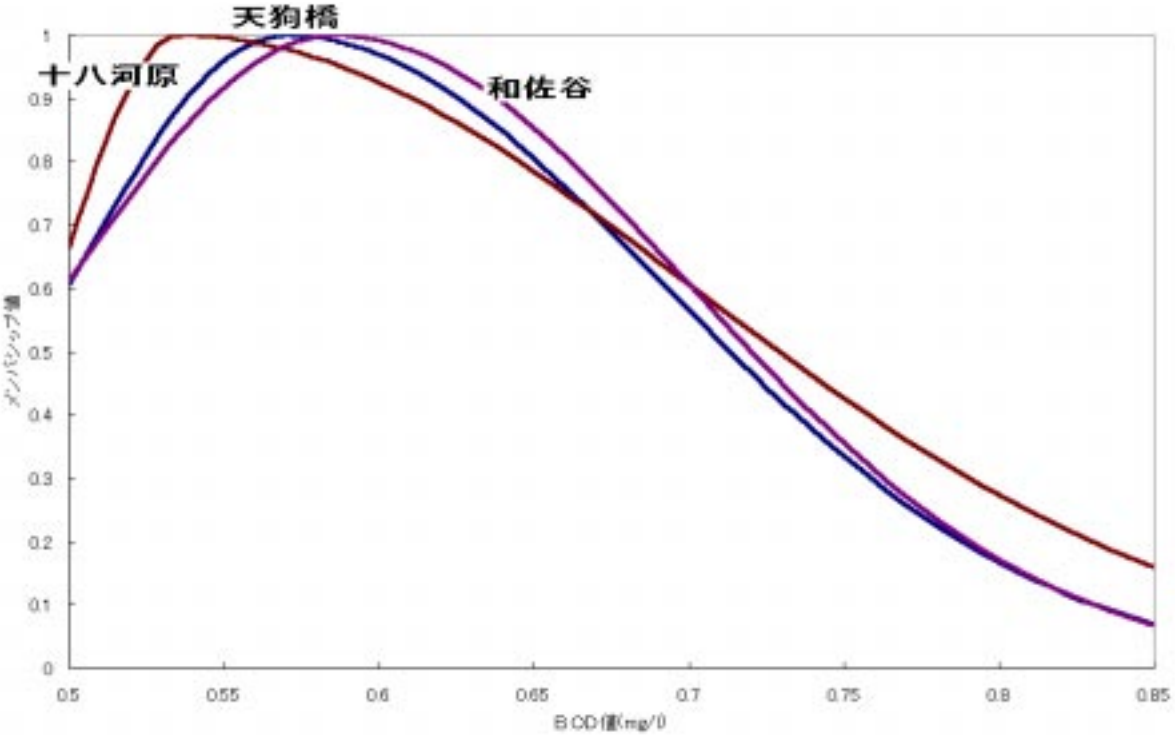


図 6.13　図 6.11 のメンバシップ関数によるＢＯＤ値の予測結果

図 6.12 において、まず小松大橋は図 6.8 の予測よりもＢＯＤ値が小さいため、より妥当な予測である。しかし、向本折大橋は、景観がプラスに働いたのか低めの予想を行っており、図 6.8 のものよりも予測がうまくいっていないといえる。

図 6.13 では、図 6.9 の予測結果に比べ全体的にＢＯＤ値が小さい。3 ヶ所の分布がより重なり合っているが、3 ヶ所とも実際の水辺の景観が同様であるため、妥当な結果であるといえる。

最後に、“ 水質に対する評価 ” と “ 水辺の快適性評価 ” を組み合せた予測を行う。予測のために式（4．10）を用いる。結果、得られたメンバシップ関数のパラメータを表 6.8 に、メンバシップ関数を図 6.14、図 6.15 に示す。

表 6.8　2 つの評価と式（4．10）より得たメンバシップ関数のパラメータ

コンテクスト	評価対象	人数	q_1	q_2	q_3	結果
小松市	小松大橋	5	1.19	2.32	3.73	図 6.14
小松市	向本折橋	5	1.24	3.06	3.94	図 6.14
鶴来町	天狗橋	30	0.53	0.61	0.67	図 6.15
鶴来町	十八河原	14	0.52	0.57	0.66	図 6.15
鶴来町	和佐谷	7	0.53	0.6	0.67	図 6.15

図 6.14 では、小松大橋と向本折大橋との位置関係は快適性評価のみのとき（図 6.12）よりもよい結果が得られた。しかし、向本折大橋のＢＯＤ値に小ささを感じるため、小松市民の住民意識を用いる場合には、水質評価、快適性評価、そして 2 つの評価を用いたモデルの 3 つをうまく組み合せて判断することが必要である。

図 6.15 の予測結果は、ＢＯＤ値、分布の形、分布の位置関係等、すべて妥当である。よって、鶴来町民の住民意識を用いる場合には、2 つの評価を用いたモデルが特に有用である。

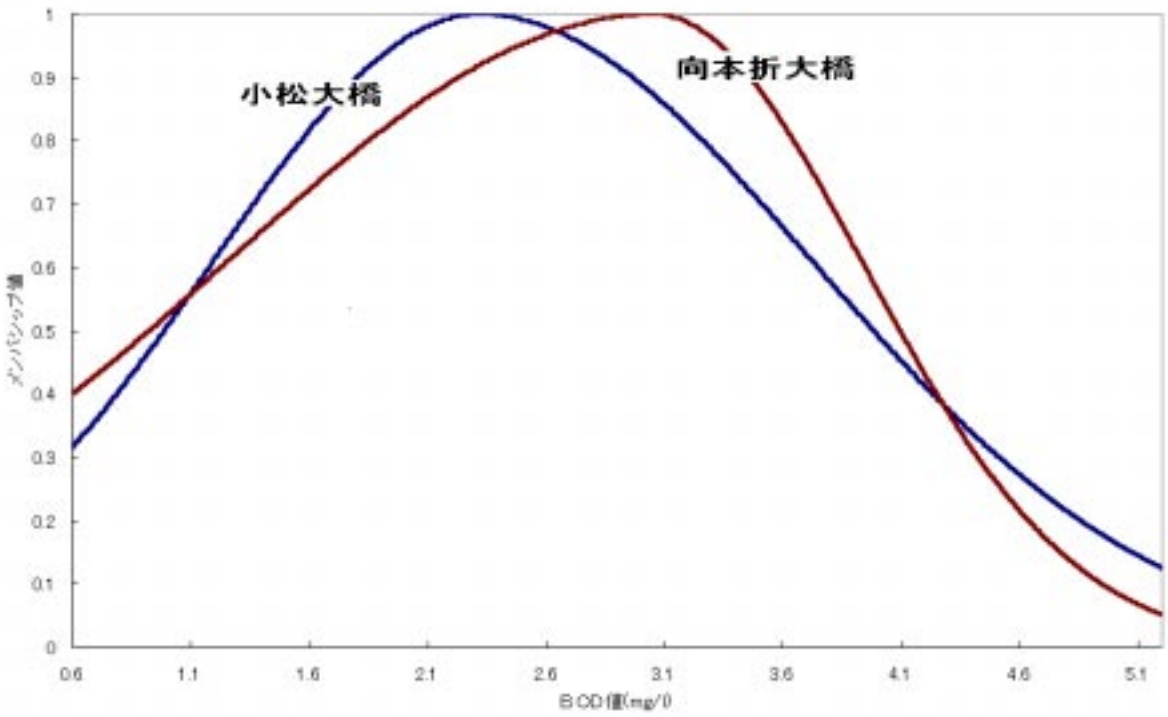


図 6.14　図 6.6 と図 6.10 のモデルによるＢＯＤ値の予測結果

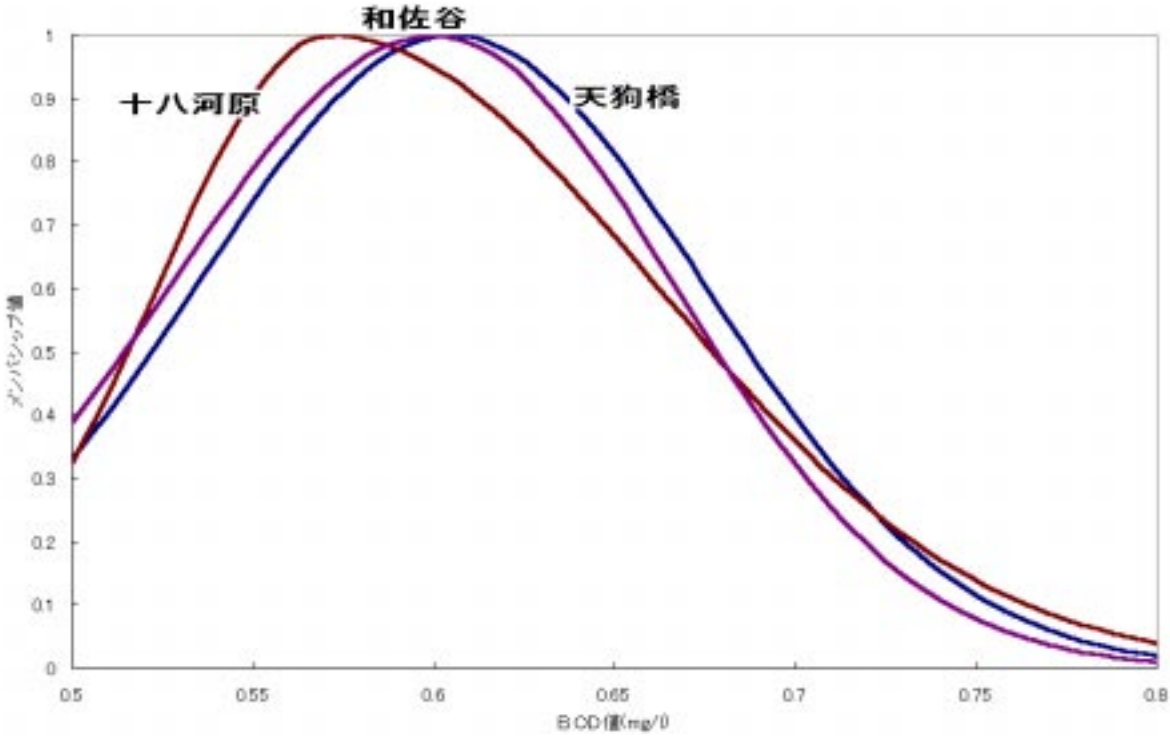


図 6.15　図 6.7 と図 6.11 のモデルによるＢＯＤ値の予測結果

6．3．5　まとめ

ここではまとめとして、2001 年のアンケート調査の結果から得られたコンテクストモデルを表 6.9、表 6.10、表 6.11 に示す。尚、表 6.9 は章 6．3．1 を、表 6.10 は章 6．3．2 を、表 6.11 は章 6．3．4 の快適性評価のモデルをまとめたものである。

表 6.9　同じ評価パターンにおけるコンテクスト間の水質評価の違い

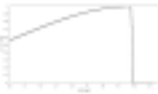
D	コンテクスト c	評価パターン v	他のコンテクストとの比較
水質に対する評価	小松市	[3]:5- [5]:5	厳しい評価
		・・・	
	鶴来町	[3]:5- [5]:5	甘い評価
		・・・	

表 6.10　水質評価に関するコンテクストモデル

対象の領域 D	コンテクスト c	言語項 a	メンバシップ関数 $a(c)$
[0.5 , 6.3] (mg/l: ＢＯＤ値)	小松市	非常に悪い	
		悪い	
		ふつう	
		良い	
		非常に良い	—
		非常に悪い	

	鶴来町	悪い	
		ふつう	
		良い	
		非常に良い	

表 6.11　水辺空間の快適性に関するコンテクストモデル

対象の領域 D	コンテクスト c	言語項 a	メンバシップ関数 $a(c)$
[0.5 , 6.3] (mg/l: ＢＯＤ値)	小松市	非常に悪い	
		悪い	
		ふつう	
		良い	
		非常に良い	—
	鶴来町	非常に悪い	
		悪い	
		ふつう	
		良い	
		非常に良い	

6．4　結果のまとめ

章6．2、章6．3においてアンケート結果からコンテクストモデルを構築した。それぞれについては、文章中、あるいはまとめで示したが、ここでは全体のまとめを箇条書きで述べる。

[コンテクストモデルについて]

- 評価対象、評価の数によっては、メンバシップ関数の分布では対象領域をすべて含めることができない場合がある（鶴来町の結果参照）。
- モデル（4．6）に基づくコンテクストモデルは、コンテクストの数が多いほうが違いを理解しやすい（表6.5の小松市と鶴来町の比較を客観的に見ると鶴来町の評価が厳しいとは気がつかないため）。

[住民意識について]

- クラスタ4（宇ノ気町、鳥越村、河内村）、鶴来町の住民は、ＢＯＤ値の低い地点の水質に対して厳しい評価を行う。
- クラスタ4と鶴来町以外の住民の水質への評価は、ＢＯＤ値との対応付けがよくなされたといえる。

以上より、いくつかの注意点はあるが、コンテクストモデルを用いて住民意識と環境問題の関係を抽出することは可能であり、本研究で得られた結果はＢＯＤ値予測が可能であった点から有用であるといえる。

第　7　章
おわりに

本研究では、住民意識を環境政策により反映させるため、コンテクストモデルを用いた住民による環境評価モデルの構築と、そのためのコンテクストモデルの改良、アンケート調査を行った。結果、コンテクストに依存した地域間の水質評価の違い、住民による水質評価と科学的測定値に基づく水質（ＢＯＤ値）の関係が得られた。また、その関係を用いて実際にＢＯＤ値の予測を行い、その結果から評価モデルの有用性を示すことができた。

今後の課題として、よりよいコンテクストの分割法の構築、より評価者のコンテクストを引き出す手法の開発、ＢＯＤ値のみにとらわれない総合的な水質評価モデルの構築が挙げられる。

謝 辞

本研究において、大変多くの方々のご指導ご協力をいただきました。ここで感謝の気持ちを述べたいと思います。

入学以前からお世話になった指導教官である中森義輝教授には、研究における適切な助言等をいただき、心より感謝しております。

言葉の壁を感じながらも、最後まで快く議論していただきました研究生の Huynh さんにも深く感謝致します。

領家先生、河野さんをはじめとするゼミでお世話になった方々には多くの助言をいただき深く感謝しております。アンケート調査の作成、配布においても貴重な時間を割いていただいた複雑系解析論講座の方々に感謝申し上げます。

また、封書にて励ましをいただきました方々をはじめ、アンケートに答えていただいた方々、そして本研究のきっかけとなった鶴来町民の方々に、この場を借りて篤く御礼申し上げます。

その他、お世話になったすべての方々に感謝致します。ありがとうございました。

参 考 文 献

[1] 平成 12 年度版 石川県環境白書，石川県環境安全部，2001.

[2] V.N.Huynh & Y. Nakamori,Fuzzy concept formation based on Context model, in: N. Baba et al. (Eds.), Knowledge-Based Intelligent Information Engineering Systems & Allied Technologies (IOS Press),p. 687-691,2001.

[3] 環境省編，平成 13 年版 環境白書，ぎょうせい，2001.

[4] 石川県環境基本計画，石川県環境安全部環境政策課，1997.

[5] 国立公害研究所研究報告第 74 号，国立公害研究所，1984.

[6] 国立公害研究所研究報告第 88 号，国立公害研究所，1986.

[7] 釈迦戸美由規，住民意識を用いた地域環境の分析と予測,北陸先端科学技術大学院大学修士論文，2001.

[8] 中森義輝，ファジィモデリング，オーム社，1994.

[9] J. H. Ward, Jr., "Hierarchical grouping to optimize an objective function",J. Amsr. Statist. Assoc., vol. 58, p. 236-244, 1963.

[10] Ester M., Kriegel H.-P., Sander J, Knowledge Discovery in Spatial Databases, invited paper at 23rd German Conf. on Artificial Intelligence (KI '99), Bonn, Germany,1999.

[11] 喜連川優，データマイニングにおける相関ルール抽出技法，人工知能学会 Vol.12,No.4, p.513-520，1997.

[12] 武田雄一・領家美奈・中森義輝，環境属性による地域のクラスタリング，第 11 回ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集，p. 110-113，2001.

[13] 石川県企画開発部統計情報課，石川県市町村勢要覧 平成 9 年，石川県企画開発部統計情報課，1999.

[14] 国立公害研究所研究報告第 142 号，国立公害研究所，1999.