

曖昧性を有する情報に基づく合意形成のための 情報統合に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は曖昧性を持つ複数の情報に基づいて合意形成を行うにあたり、必要となる情報統合に関する基礎的な研究および応用について記述したものである。その特長を列記すると第一に、確率変数で表される複数の情報をまとめる方法として線形情報統合法と名づけた情報集約法の提案、この方法の基本的特性に関する理論的研究、およびこの方法の応用的として顧客指向の製品価格評価額分析を行った。第二に、ファジィ数で表される情報を対象とした情報活用・情報統合を行うためには見通しのよい、分かりやすい演算方法が必要なことを述べ、そうした要請に応える新しい演算方法の提案を行った。さらにこの演算方法を活用して、AHP法の代替案重要度をファジィ数として導くファジィ AHP 法およびグループファジィ AHP 法の提案を行った。本論文の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的および研究の内容と構成についてまとめた。ここでは一つの評価対象やシステムについて複数の関与者が存在するという状況で、ある評価値を得るためには、確率変数で表された情報やファジィ数で表された情報を高度に演算処理する方法が必要なことを指摘し、本研究ではそのための基礎的な研究を行うことを述べた。

第2章では、曖昧な情報を取り扱うための方法論・技法の一つとして線形情報統合法と名づけた方法を提案する。この方法は一つの評価対象に対して複数の評価者から得た曖昧性を含む情報を統合し、まとまった情報を得ることを目的とする統計的計算法である。はじめに線形情報統合法の考えおよび計算法を述べ、この方法の基本的な特性、この方法を適用するとき注意を要する特異な状況下でどのように対処すべきかを述べた。続いて統合対象の確率変数間の分散共分散行列の"平方根"を定義し、この行列から導かれる2種のベクトル、すなわち分散ベクトルと情報ベクトルを定義し、これらのベクトルに関する線形代数的な特性を論じることにより、線形情報統合の幾何学的特性を明らかにした。

第3章では、互いに独立で異なる範囲に分布する複数の一様確率変数の和および積で定義される確率変数の確率密度関数および累積分布関数の式を導出した。一様確率

変数は曖昧性を持つ情報の確率モデルとして適用されることが多いことから、本章で導く分布式は新たな応用可能性を開くものである。ここで導かれた結果は、線形情報統合法の実際問題への適用において活用されるとともに、後に述べるファジィ数演算のメンバーシップ関数の計算にも適用される。

第4章においては、線形情報統合法の応用として製品の顧客評価額に関する分析を行った。一つは家庭の吊り戸棚に関する主婦のアンケートデータを基にした顧客評価額の代表値算出法に対する適用である。他の一つは、タイプおよびサイズの異なる6種のテレビセットの売価評価額について学生のアンケート調査データ分析である。吊り戸棚およびテレビセットに関するアンケートデータは、顧客が望ましいと思う価格評価額に関して、下限値と上限値という2値データとして抽出されたものである。これらのデータを基に代表値の算出や、顧客の評価額の分布の構成を行うにあたり、顧客の個人的情報と全体的情報を考慮し、タイプの異なる製品に関する評価情報を相互に活用した顧客評価法を提案した。

第5章では、ファジィ数の四則演算について境界値確率変数法という新しい演算方法を提案した。ここで提案された方法は、数の基本的な特性である順序関係を考慮したものであること、演算は左右に導入された確率変数の代数演算によって行われることから演算の意味合いが明瞭であること、演算によってファジィ数のメンバーシップ関数の単峰性が保持されていること、和と積の演算に関して交換則、結合則、分配則が成り立っていることなど複雑な演算を行う上での望ましい特性を有している。

第6章では、最初に AHP によるグループ意思決定の基本的な特性について、シミュレーション技法と多変量解析法を用いて解析した。次に評価基準の一对比較値や評価基準ごとの代替案間の一对比較値がファジィ数で与えられた場合、代替案の重要度をファジィ値として算出する AHP 法（ここではそれをファジィ AHP 法と名づける）を提案した。また、ファジィ AHP 法をグループ意思決定に適用したグループ・ファジィ AHP 法を構築した。ここで提案するグループ・ファジィ AHP 法は、代替案重要度をファジィ数で得ることにより、他の参加者との間で妥協する余地を残し合い、互いに調整し合う可能性を追求できるような AHP 法と考えることができる。

第7章では、本研究で得られた結論および今後の課題をまとめた。はじめに、線形情報統合法の基本特性および実際問題への適用について、次に一様確率変数の和と積の分布関数導出とその応用について、続いてファジィ数演算の特性および AHP 法への適用を中心にこのファジィ数演算の適用についてまとめた。最後に、本研究において開発・提案してきた線形情報統合法、ファジィ数演算法、グループ・ファジィ AHP 法の適用上の課題についてまとめた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 藤 馨 一

副 査 教 授 加 賀 屋 誠 一

副 査 教 授 森 吉 昭 博

副 査 教 授 藤 田 睦 博

学 位 論 文 題 名

曖昧性を有する情報に基づく合意形成のための 情報統合に関する研究

本論文は曖昧性を持つ複数の情報に基づいて合意形成を行うにあたり、必要となる情報統合に関する基礎的な研究および応用について記述したものである。その特長を列記すると、第一に確率変数で表される複数の情報をまとめるために線形情報統合法と名づけた情報集約法を提案し、この方法の基本的特性に関する理論的研究およびその応用として顧客指向の製品価格評価額分析を行った。第二に、ファジィ数で表される情報を対象とした情報活用、情報統合を行うためには分かりやすい演算方法が必要なことを述べ、こうした要請に応える新しい演算方法の提案を行った。さらにこの演算方法を活用して、AHP 法の代替案重要度をファジィ数として導くファジィ AHP 法、およびグループファジィ AHP 法を構築した。本論文の概要は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的および研究の内容と構成についてまとめた。ここでは一つの評価対象やシステムについて複数の関与者が存在するという状況で、ある評価値を得るためには確率変数で表された情報やファジィ数で表された情報を高度に演算処理する方法が必要なことを指摘し、そのための基礎的な研究を行った。

第2章では、曖昧な情報を取り扱うため線形情報統合法と名づけた新しい方法を提案した。この方法は一つの評価対象に対して複数の評価者から得た曖昧性を含む情を含む情報を統合し、まとめた情報を得ることを目的とする統計的計算法である。はじめに線形情報統合法の考えおよび計算法を述べ、この方法の基本的な特性、この方法を適用するときに注意を要する特異な状況下でどのように対処すべきかを述べた。続いて統合対象の確率変数間の分散共分散行列の“平方根”を定義し、この行列から導かれる2種のベクトル、すなわち分散ベクトルと情報ベクトルを定義し、これらのベクトルに

関する線形代数的な特性を論じることにより、線形情報統合の幾何学的特性を明らかにした。

第3章では、互いに独立で異なる範囲に分布する複数の一様確率変数の和および積で定義される確率変数の確率密度関数や累積分布関数の式を導出した。ここで導かれた結果は、線形情報統合法の実際問題への適用において活用され後に述べるファジィ数演算のメンバーシップ関数の計算にも適用した。

第4章においては、線形情報統合法の応用として製品の顧客評価額に関する分析を行った。事例として家庭の吊り戸棚およびテレビセットを取り上げ、主婦を対象に行ったアンケートデータを基に顧客評価額の代表値を算出した。これらのデータを基に代表値の算出や、顧客評価額の分布構成を示し、顧客の個人的情報と全体的情報を考慮し、タイプの異なる製品に関する顧客評価法を提案した。

第5章では、ファジィ数の四則演算について境界値確率変数法という新しい演算方法を提案した。ここで提案された方法は、数の基本的な特性である順序関係を考慮したものであり、演算は左右に導入された確率変数の代数演算によって行うことができる。このため演算によってファジィ数のメンバーシップ関数の単峰性が保持されていること、和と積の演算に関して交換則、結合則、分配則が成り立っていることなど、複雑な演算を行う上での望ましい特性を有していることを明らかにした。

第6章では、代替案の重要度をファジィ値として算出する AHP 法（ここではそれをファジィ AHP 法と名づける）を提案し、さらにファジィ AHP 法をグループ意思決定に適用したグループ・ファジィ AHP 法を構築した。ここで提案するグループ・ファジィ AHP 法は、代替案重要度をファジィ数で得ることにより、他の参加者との間で妥協する余地を残し合い、互いに調整し合う可能性を追求できるような AHP 法と考えることができる。

第7章では、本研究で得られた結論および今後の課題をまとめた。すなわち、線形情報統合法の基本特性および実際問題への適用について総括し、次に一様確率変数の和と積の分布関数導出とその応用、さらにファジィ数演算の特性および AHP 法への適用についてまとめた。

これを要するに、著者は、曖昧性を有する情報の基礎理論を構築し、その活用を図るためにグループ・ファジィ AHP モデルを新たに提案し、合意形成のための活用方策を示したものであり、土木計画学、計画数理学、交通工学、水文統計学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。