

学位論文題名

Repeated Allocation and Comparing Support in the AHP

(AHP における繰返し割当てと比較支援に関する研究)

学位論文内容の要旨

合理的な意思決定における困難さの原因は考慮すべき要因に含まれる様々な不確実性にある。そこで、「意思決定における不確実性の減少」を目的に、意思決定の科学的・定量的分析が必要とされている。意思決定における不確実性には、(1) 調査データから直接的に解明されるもの、(2) 多変量解析や数量化理論等のデータ分析によって推定できるもの、(3) 理論モデルやシミュレーションなどによる分析で予測できるもの、(4) 意思決定者の主観的な判断に委ねられるもの、という 4 つのレベルがある。(3) までについては、これまで OR の分野において様々な手法が研究されており、体系化されている。ところが、現実の問題においては (4) に関する不確実性を含む意思決定問題が頻繁に生じており、このレベルの問題に関する分析手法の確立が望まれている。Analytic Hierarchy Process (AHP) は (4) に関する不確実性を含む問題を、一対比較により代替案間の評価を行うことによって主観的な価値判断を定量化することで扱えるようにした意思決定分析手法である。現実には (4) に関する不確実性を含む問題は様々なものがあるにもかかわらず、これまで AHP では解として代替案の相対的な重要度を一回だけ決定することに限定されている。

本学位論文では AHP における適用範囲の拡張を目指し、二つの拡張手法を構築する。すなわち、意思決定が一度だけではなく、代替案を繰返し割当てする状況を想定し、代替案選択の継続性における AHP の拡張手法を確立する。また、最良代替案を求めたい場合や代替案の順序のみを求めたい場合など、必ずしも代替案の重要度が必要ではない場合を想定し、問題設定に応じた一対比較の効率性における AHP の拡張手法を確立する。さらに、二つの拡張手法の現実問題への応用として、前者は患者・病床のマッチング問題へ、後者は最良な商品選択問題へ応用することで有効性を検証する。

結果、代替案選択の継続性における AHP の拡張において、一回の意思決定を 1 ステップとし複数のステップを通した代替案選択を、各ステップ内の状況のみで後のステップのことも考慮しヒューリスティックに行うことが可能となった。また、問題設定に応じた一対比較の効率性における AHP の拡張において、一対比較が解を求めるために十分であると判定した時点で停止できる手法が示された。さらに、より少ない一対比較で最良代替案を求められる比較順の推薦が可能となった。以上より、AHP における適用範囲の拡張が示され、意思決定における不確実性について、(4) に関する不確実性を含む意思決定問題の分析可能な範囲の拡張が示された。

各章の内容を以下に要約する

第 1 章では、AHP における意思決定分析の概要について述べ、さらに代替案の最終重要度の一般解を算出した。

第 2 章では、代替案を繰返し割当てする状況を想定し、代替案選択の継続性における AHP の拡張手法を確立した。すなわち、一回の意思決定を 1 ステップとし、全ステップで選択した代替案の重要度の和を最大とする問題としてモデル化を行い、各ステップ内の状況のみでヒューリスティックに代替案を選択する手法を提案した。さらに、ある項目について各ステップ内の状況だけで見ると重要度

が同列一位となる複数の代替案について、そのステップにおいて必要な性能から見た代替案の性能の過剰さ加減を定量化し、代替案の重要度に反映させる手法として適正度の導入を提案した。適正度導入の効果検証の為、全 10 ステップにおいて継続的に代替案選択をした場合の、適正度導入の有無における代替案の最終重要度の和を比較した。結果、適正度を導入した方がより最終重要度が大きくなる傾向があることが確認された。また、代替案の性能の分散が大きい方が適正度を導入した際の効果が大きいことが明らかとなった。

第 3 章では、必ずしも代替案の重要度が必要ではない意思決定を想定し、問題設定に応じた一対比較の効率性における AHP の拡張手法を確立した。具体的には、様々な意思決定問題の中から最良代替案を求めたい場合に着目し、未比較な部分を含む不完全な一対比較において現段階で最良代替案を求められるかを判定する関数を作成した。この関数を用いて、意思決定者が一対比較をする度に現在の一対比較で十分であるか判定し、効率的に解を求める手法を確立した。さらに、一対比較の順序によって最良代替案が求まるまでの一対比較数に差があることを明らかにし、より少ない一対比較で最良代替案を求められる比較順の推薦方法を提案した。比較順の推薦の有無における最良代替案が求まるまでの比較数を比較した結果、推薦順に比較した方がさらに一対比較数が減少することが確認された。

第 4 章では、第 2 章で述べた代替案選択の継続性における AHP の拡張手法を、完全二部グラフにおける最適マッチングと組み合わせ、患者と病床のマッチングシステムである札幌市医師会「入退院サポートシステム」へ適用した。結果、提案手法を用いることにより、患者への病床の割当ては、短期的、つまり同時期に登録された患者に関しては最適割り当てとなり、かつ、より長期的に見ても現在の状況だけでヒューリスティックに割当てを求めることが可能となった。

第 5 章では、第 3 章で述べた一対比較の効率性における AHP の拡張手法を、最良の製品選択問題へ適用することにより、より効率的に消費者個人にとって最良な製品を求めることが可能な方法を提案した。具体的には、AHP における比較支援法を用いた一番良い製品購入のモデル化を行い、実際に最良なテレビの選択へ適用した。結果、必要な一対比較のみで効率的に最良な代替案を求めることが可能となった。

第 6 章では、本学位論文の結論について述べている。

学位論文審査の要旨

| | | | |
|----|-----|----|----|
| 主査 | 教授 | 鈴木 | 恵二 |
| 副査 | 教授 | 古川 | 正志 |
| 副査 | 教授 | 栗原 | 正仁 |
| 副査 | 教授 | 小野 | 哲雄 |
| 副査 | 准教授 | 川村 | 秀憲 |

学位論文題名

Repeated Allocation and Comparing Support in the AHP

(AHP における繰返し割当てと比較支援に関する研究)

近年、意思決定支援の分野は、環境問題などに代表されるようにその必要性が高まっており、合理的な意思決定における困難さの原因は考慮すべき要因に含まれる様々な不確実性にある。そこで、「意思決定における不確実性の減少」を目的に、意思決定の科学的・定量的分析が必要とされている。意思決定における不確実性には、(1) 調査データから直接的に解明されるもの、(2) 多変量解析や数量化理論等のデータ分析によって推定できるもの、(3) 理論モデルやシミュレーションなどによる分析で予測できるもの、(4) 意思決定者の主観的な判断に委ねられるもの、という4つのレベルがある。(3) までについては、これまで OR の分野において様々な手法が研究されており、体系化されている。ところが、現実の問題においては(4)に関する不確実性を含む意思決定問題が頻繁に生じており、このレベルの問題に関する分析手法の確立が望まれている。Analytic Hierarchy Process (AHP) は(4)に関する不確実性を含む問題を、一対比較により代替案間の評価を行うことにより主観的な価値判断を定量化することで扱えるようにした意思決定分析手法である。現実には(4)に関する不確実性を含む問題は様々なものがあるにもかかわらず、これまで AHP では解として代替案の相対的な重要度を一回だけ決定することに限定されている。

本学位論文は AHP における適用範囲の拡張を目指し、代替案選択の継続性と効率性を加味した二つの拡張手法の構築を目的とした研究成果について述べている。これらの内容につき、各章で以下のように述べている。

第1章では、AHP における意思決定分析の概要について述べ、さらに代替案の最終重要度の一般解を算出している。

第2章では、代替案を繰返し割当てる状況を想定し、代替案選択の継続性における AHP の拡張手法を確立している。すなわち、一回の意思決定を1ステップとし、全ステップで選択した代替案の重要度の和を最大とする問題としてモデル化を行い、各ステップ内の状況のみでヒューリスティックに代替案を選択する手法を提案している。さらに、ある項目について各ステップ内の状況だけで見ると重要度が同列一位となる複数の代替案について、そのステップにおいて必要な性能から見た代替案の性能の過剰さ加減を定量化し、代替案の重要度に反映させる手法として適正度の導入を提案している。適正度導入の効果検証実験により、代替案を繰返し割当てる場合に、適正度を導入した方がより選択した代替案の最終重要度が大きくなる傾向があることを示している。

第3章では、必ずしも代替案の重要度が必要ではない意思決定を想定し、問題設定に応じた一対比較の効率性における AHP の拡張手法を確立している。すなわち、様々な意思決定問題の中から最良代替案を求めたい場合に着目し、未比較な部分を含む不完全な一対比較において現段階で最良代替案を求められるかを判定する関数を作成している。この関数を用いて、意思決定者が一対比較をする度に現在の一対比較で十分であるか判定し、効率的に解を求める手法を確立している。さらに、一対比較の順序によって最良代替案が求まるまでの一対比較数に差があることを明らかにし、より少ない一対比較で最良代替案を求められる比較順の推薦方法を提案している。比較順の推薦の効果検証により、推薦順に一対比較をした方がさらに一対比較数が減少することを示している。

第4章では、第2章で述べた代替案選択の継続性における AHP の拡張手法を、完全二部グラフにおける最適マッチングと組み合わせ、患者と病床のマッチングシステムである札幌市医師会「入退院サポートシステム」へ適用している。従来の手法との比較検証の結果、提案手法を用いることにより、患者への病床の割当ては、短期的、つまり同時期に登録された患者に関しては最適割り当てとなり、かつ、より長期的に見ても現在の状況だけでヒューリスティックに割当てを求めることが可能であることを示している。

第5章では、第3章で述べた一対比較の効率性における AHP の拡張手法を、最良の製品選択問題へ適用することにより、より効率的に消費者個人にとって最良な製品を求めることが可能な方法を提案している。AHP における比較支援法を用いた一番良い製品購入のモデル化を行い、実際に最良なテレビの選択へ適用している。結果、必要な一対比較のみで効率的に最良な代替案を求めることが可能であることを示している。

第6章では、本学位論文の結論について述べている。

これを要するに、著者は AHP の拡張手法として、継続的な代替案の選択方法と効率的な一対比較の支援に対する新知見を得たものであり、意思決定支援及び複雑系工学の進歩に寄与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(情報科学)の学位を授与される資格があるものと認める。