

令和 6 年 5 月 16 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K04966

研究課題名（和文）不確実状況下における多目的非ゼロ和ゲームに対する意思決定

研究課題名（英文）Interactive Decision Making for Multiobjective Non-zero Sum Games Under Uncertainty

研究代表者

矢野 均 (Yano, Hitoshi)

名古屋市立大学・大学院人間文化研究科・名誉教授

研究者番号：00166563

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,000,000円

研究成果の概要（和文）：不確実状況下における多目的非ゼロ和ゲームを複数の手法に基づきそれぞれ定式化し、対応する均衡解概念を定義し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの立場における満足解を導出するための対話型意思決定手法を提案した。すなわち、多目的計画問題に対する3種類のスカラー化手法（制約法、重み付けチェビシェフノルム法、基準メンバシップ値に基づくミニマックス法）と対応する許容レベル値、さらに可能性・必然性測度の概念を用いて、ファジィ数やファジィランダム変数係数を含む多目的非ゼロ和ゲームに対する均衡解概念を導入して、それぞれの均衡解集合の中から満足解を導出するための対話型意思決定手法を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、利得行列がファジィ数で表される（多目的）非ゼロ和ゲームにおいて、可能性・必然性測度に基づく定式化と対応する均衡解を導出するための求解手法は全く提案されていない。本研究は、可能性測度・必然性測度に基づく均衡解を凸計画問題や線形計画問題を繰り返し解くことにより容易に導出できることを示した新規性の高い研究である。さらに、利得行列がファジィ数やファジィランダム変数係数で表される多目的非ゼロ和ゲームに対して、3種類のスカラー化手法を用いて均衡解集合の中から満足解を導出するための対話型意思決定手法を提案した。今後の不確実状況下における（多目的）非ゼロ和ゲームの研究に貢献するものと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Multiobjective non-zero sum games are formulated by using three kinds of scalarization methods (constraint method, Weighted Tchebycheff norm method, and minimax method based on reference membership values) and possibility/necessity measures, and the corresponding equilibrium solution concepts are defined. It is shown that such equilibrium solutions can be easily obtained by solving linear programming problems or convex programming problems iteratively. The corresponding interactive decision making methods are developed to obtain the satisfactory solution of the player from among such equilibrium solution set.

研究分野：多目的計画・非協力ゲーム

キーワード：非ゼロ和ゲーム 多目的計画 スカラー化手法 均衡解 可能性・必然性測度 対話型手法

1. 研究開始当初の背景：

申請者は、これまで、多目的確率計画問題や多目的ファジィランダム計画問題に対して、確率計画法の技法のひとつである機会制約法に基づく対話型意思決定手法に関する研究に取り組み、数多くの研究成果をあげてきた。また、多目的確率計画問題や多目的ファジィランダム計画問題に対する研究成果を土台として、不確実状況下における多目的多重レベル計画問題に関する意思決定手法に関する研究を精力的に行ってきた。特に、これまで研究がなされてこなかった種々の不確実性を含む2レベル単純リコース計画問題や多目的2レベル単純リコース計画問題のみならず、2レベルファジィランダム単純リコース計画問題や多目的ファジィランダム2レベル単純リコース計画問題に焦点を当て、種々のパレート均衡解の概念を導入し、これらのパレート均衡解集合の中から、上位レベル意思決定者の立場における満足解を導出するための対話型意思決定手法を提案している。一方、これまで、不確実状況下における多目的非ゼロ和ゲームに関する研究は、ほとんどなされていない。例えば、ファジィ環境における多目的非ゼロ和ゲームに対して、可能性測度や必然性測度に基づく均衡解概念に関する研究は、全く行われていない。同様に、利得行列の各要素がファジィランダム変数係数で表される場合における多目的非ゼロ和ゲームと対応する可能性測度や必然性測度に基づく均衡解概念に関する研究も行われていない。さらに、多目的非ゼロ和ゲームに対する均衡解を定義するためには、何らかのスカラー化手法を導入して各プレイヤーがスカラー化手法に依存するパラメータに対して選好判断をする必要があるが、過去においては、このような「パラメトリックな均衡解」に対する系統的な研究はあまりなされてこなかった。このような状況において、本研究では、不確実状況下における多目的非ゼロ和ゲームに対して、可能性測度や必然性測度に基づく均衡解概念を、種々のスカラー化手法に基づき「パラメトリックな均衡解概念」として定義し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの立場からの満足解を導出する意思決定手法の研究を行う。

2. 研究の目的：

戦略系ゲームでは、各プレイヤーが互いに非協力的な状況において、各自の利得関数の最大化を図る場合の均衡解を導出する。しかし、現実の意思決定状況においては、各プレイヤーがそれぞれ単一の利得の最大化を図るというよりは、各プレイヤーがそれぞれ複数の目的(利得関数ベクトル)を持ち、それらのバランスを考慮して、相手の利得関数ベクトルの選好判断を予測することにより、自身の戦略を決定すると考えられる。このような状況は、多目的非ゼロ和ゲームとして定式化できる。また、各利得関数は事前に確定していると考えられるよりは、むしろ、不確実性を含んでいると考える方が自然である。一方、従来の研究では、不確実状況下における多目的非ゼロ和ゲームに関する研究はほとんど行われていない。以上の観点から、本研究では、利得係数がファジィ変数やファジィランダム変数係数で表される多目的二人非ゼロ和ゲームを定式化し、主観的曖昧さや確率的な不確実性を考慮した均衡解集合を定義し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの立場における満足解を導出するための意思決定手法を提案する。

3. 研究の方法：

利得係数がファジィ係数で表される多目的二人非ゼロ和ゲームを定式化して、ファジィ係数に対しては可能性測度や必然性測度を採用し、多目的利得関数に対してはスカラー化手法(制約法・重み付けチェビシェフノルム法・基準メンバーシップ値によるミニマックス法)を採用することにより、「パラメトリックな均衡解概念」を定義し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの立場からの満足解を導出する意思決定手法の研究を行う。この際、スカラー化手法で用いられるパラメータに対しては、相手プレイヤーの多目的利得関数に対する選好を事前に推測する必要がある。相手プレイヤーの多目的利得関数に対する選好を事前に推測することができない場合に対応するため、一方のプレイヤーの立場から見た楽観的・悲観的均衡解についても考察する。次に、利得係数がファジィランダム変数係数で表される多目的二人非ゼロ和ゲームに対しては、ファジィランダム変数に含まれるファジィ係数に対しては可能性測度や必然性測度を採用し、多目的利得関数に対してはスカラー化手法(制約法・重み付けチェビシェフノルム法・基準メンバーシップ値によるミニマックス法)を、さらに、ファジィランダム変数に含まれる確率変数に対しては期待値モデルを採用することにより、「パラメトリックな均衡解概念」を定義し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの立場からの満足解を導出する意思決定手法の研究を行う。この際、スカラー化手法で用いられるパラメータに対しては、相手プレイヤーの多目的利得関数に対する選好を事前に推測する必要がある。相手プレイヤーの多目的利得関数に対する選好を事前に推測することができない場合に対応するため、一方のプレイヤーの立場から見た楽観的・悲観的均衡解についても考察する。

4. 研究成果：

研究成果を以下の4種類に分類して報告する。

1. 多目的ファジィ双行列ゲーム：

まず、単一目的のファジィ利得関数を持つ双行列ゲームに対しては、可能性測度に基づく均衡解概念を導入し、その数値計算アルゴリズムを開発した(ファジィ利得行列を持つ二人非ゼロ和ゲームと可能性測度に基づく均衡解概念、矢野均, 西崎一郎, 日本知能情報ファジィ学会誌 34(4) 723-727 2022年)。ファジィ利得関数ベクトルを持つ多目的双行列ゲームに対しては、可能性測度/必然性測度と基準メンバシップ値に基づくミニマックス法/重み付けチェビシェフノルム法に基づくパラメトリックな均衡解概念をそれぞれ導入し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの満足解を導出する対話型意思決定手法を提案した(Interactive Decision Making for Multiobjective Bimatrix Games with Fuzzy Payoffs Based on Possibility Measure, Hitoshi Yano, Ichiro Nishizaki, Atlantis Studies in Uncertainty Modelling, volume 3, pp.330-337, Atlantis Press 2021年; Multiobjective Bimatrix Game with Fuzzy Payoffs and Its Solution Method using Necessity Measure and Weighted Tchebycheff Norm, Hitoshi Yano, Ichiro Nishizaki, Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computational Intelligence, 159-166 2021年)。

2. 多目的ファジィランダム双行列ゲーム:

まず、単一目的のファジィランダム利得関数を持つ双行列ゲームに対しては、可能性測度と期待値モデルに基づく均衡解概念を導入し、その数値計算アルゴリズムを開発した(Fuzzy Random Bimatrix Games Based on Possibility and Necessity Measures, Hitoshi Yano, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics 25(6) 1024-1030 2021年)。ファジィランダム利得関数ベクトルを持つ多目的双行列ゲームに対しては、可能性測度/必然性測度と制約法/基準点に基づくミニマックス法および期待値モデルに基づくパラメトリックな均衡解概念をそれぞれ導入し、均衡解集合の中から一方のプレイヤーの満足解を導出する対話型意思決定手法を提案した(制約法と可能性測度に基づく多目的ファジィランダム双行列ゲーム, 矢野均, 電子情報通信学会論文誌 J106-A(3) 150-157 2023年3月; Multiobjective Fuzzy Random Bimatrix Games Based on Possibility/Necessity Measure, Hitoshi YANO, International Journal of Japan Association for Management Systems 14(1) 87-98 2022年; Interactive decision Making for Multiobjective Fuzzy Random Bimatrix Games, Hitoshi Yano, IAENG International Journal of Applied Mathematics 52(2) 353-359 2022年6月)。

3. 多目的2レベル確率計画問題(シュタツケルベルグゲーム):

各プレイヤーが単純リコースを有する利得関数ベクトルを最適化しようとする持つシュタツケルベルグゲームにおいて、基準点をパラメータとするパレード均衡解の概念を導入し、パレード均衡解の集合の中から上位レベルプレイヤーの満足解を導出する対話型意思決定手法を提案した。

4. 多目的2レベルファジィランダム計画問題(シュタツケルベルグゲーム):

各プレイヤーがファジィランダム変数係数を含む単純リコースを有する利得関数ベクトルを最適化しようとする持つシュタツケルベルグゲームにおいて、ファジィ決定と可能性測度/必然性測度と期待値モデルに基づく均衡解概念を導入し、さらに、相手プレイヤーの行動に依存して悲観的/楽観的均衡解概念をも定義し、各種均衡解の計算手法を開発した(Stackelberg Games with Fuzzy Random Variables Based on Simple Recourses, Hitoshi Yano, Unconventional Methods for Geoscience, Shale Gas and Petroleum in the 21st Century, 229-243, IOS publisher 2023年; Multiobjective Two-Level Simple Recourse Programming Problems with Discrete-Type Fuzzy Random Variables and Optimistic and Pessimistic Pareto Stackelberg Solutions, Hitoshi Yano, Proceedings of Joint 11th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems 52-57 2020年; 多目的ファジィランダム2レベル単純リコース計画問題に対する楽観型・悲観型パレートシュタツケルベルグ解と対話型意思決定, 矢野均, 日本経営システム学会論文誌 37(2) 131-143 2020年)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 矢野均; 西崎一郎	4. 巻 34
2. 論文標題 ファジィ利得行列を持つ二人非ゼロ和ゲームと可能性測度に基づく均衡解概念	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本知能情報ファジィ学会誌	6. 最初と最後の頁 723-727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3156/jsoft.34.4_toc	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano	4. 巻 14
2. 論文標題 Multiobjective Fuzzy Random Bimatrix Games Based on Possibility/Necessity Measure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Association for Management Systems	6. 最初と最後の頁 87-98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14790/ijams.14.87	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano	4. 巻 52
2. 論文標題 Interactive decision Making for Multiobjective Fuzzy Random Bimatrix Games	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IAENG International Journal of Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 353-359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 矢野均	4. 巻 J106-A
2. 論文標題 制約法と可能性測度に基づく多目的ファジーランダム双行列ゲーム	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌	6. 最初と最後の頁 150-157
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transfunj.2022JAP1020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano	4. 巻 25
2. 論文標題 Fuzzy Random Bimatrix Games Based on Possibility and Necessity Measures	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics	6. 最初と最後の頁 1024-1030
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano	4. 巻 -
2. 論文標題 Multiobjective Fuzzy Random Bimatrix Games and An Equilibrium Solution Concept	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2021	6. 最初と最後の頁 228-233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano; Ichiro Nishizaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Multiobjective Bimatrix Game with Fuzzy Payoffs and Its Solution Method using Necessity Measure and Weighted Tchebycheff Norm	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 13th International Joint Conference on Computational Intelligence	6. 最初と最後の頁 159-166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano; Ichiro Nishizaki	4. 巻 3
2. 論文標題 Interactive Decision Making for Multiobjective Bimatrix Games with Fuzzy Payoffs Based on Possibility Measure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atrantis Studies in Uncertainty Modelling	6. 最初と最後の頁 330-337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano	4. 巻 -
2. 論文標題 Multiobjective Two-Level Simple Recourse Programming Problems with Discrete-Type Fuzzy Random Variables and Optimistic and Pessimistic Pareto Stackelberg Solutions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of Joint 11th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems	6. 最初と最後の頁 52 - 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 矢野均	4. 巻 37
2. 論文標題 多目的ファジィランダム2レベル単純リコース計画問題に対する楽観型・悲観型パレートシュタッケルベルグ解と対話型意思決定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本経営システム学会論文誌	6. 最初と最後の頁 131 - 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hitoshi Yano; Ichiro Nishizaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Multiobjective two-level simple recourse programming problems with discrete random variables	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Optimization and Engineering	6. 最初と最後の頁 1 - 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11081-020-09532-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 矢野 均; 西崎 一郎	4. 巻 74
2. 論文標題 制約法と必然性測度に基づく多目的ファジィ双行列ゲーム	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本経営工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 133-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11221/jima.74.133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 矢野均
2. 発表標題 多目的ファジィランダム双行列ゲームと均衡解概念
3. 学会等名 第69回日本経営システム学会 全国研究発表大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢野均; 西崎一郎
2. 発表標題 非線形型ファジィ目標を持つ多目的二人非ゼロ和ゲーム
3. 学会等名 2021 年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ/NOLTAソサイエティ大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野均; 西崎一郎
2. 発表標題 ファジィ利得行列を持つ二人非ゼロ和ゲームと 可能性測度に基づく均衡解概念
3. 学会等名 第 37 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野均
2. 発表標題 基準メンバシップ値を用いた多目的二人非ゼロ和ゲームに対する対話型意思決定
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野均
2. 発表標題 離散型ファジィランダム変数係数を含む多目的2レベル単純リコース計画問題に対する楽観型・悲観型バレートシュタッケルベルグ解と対話型意思決定
3. 学会等名 第 36 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Junzo Watada; Shing Chiang Tan; Pei-Chun Lin; Hitoshi Yano; Yoshiyuki Yabuuchi; Eswaran Padmanabhan; Lakhmi C. Jain	4. 発行年 2023年
2. 出版社 IOS publisher	5. 総ページ数 309
3. 書名 Unconventional Methods for Geoscience, Shale Gas and Petroleum in the 21st Century	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------