

# ディスクリプタシステムと状態空間システムにおける動的ゲーム理論\*

徐 驊\*\*

広島大学大学院工学研究科

Dynamic Game Theory for Descriptor Systems and State Space Systems

Hua Xu

Graduate School of Engineering, Hiroshima University  
Higashi-Hiroshima 724, Japan

## 要 旨

いわゆる決定問題は単一の評価関数を基準に、単一決定者が決定する。しかし、現実には、多数の決定者が一つの決定問題に関係する現象もよく見られる。しかも、各決定者は一般的に異なる評価関数をもっている。このような利害関係のある多人数多目標の決定問題はゲーム問題と呼ばれている。

本論文では、ディスクリプタシステムにおいて開ループナッシュ (Nash) ゲーム問題、閉ループスタッケルベルグ (Stackelberg) ゲーム問題および二階層調整問題について、状態空間システムにおいて多階層誘導動的ゲーム問題について研究する。

第1章と第2章では、動的ゲーム問題の定式化にかかわる基本要素を与えている。色々な平衡解の概念を紹介する。ディスクリプタシステムにおける線形二次最適制御問題に対して新しい方法を提案する。

第3章では、ディスクリプタシステムにおける開ループナッシュゲームについて、まず、離散系問題に対して開ループナッシュ平衡解が存在する必要十分条件とその詳しい証明を与えている。システムが非因果モードを持つ時、無数の開ループナッシュ平衡解が存在することを証明する。こういう場合に対して一つの方法を提案して、最小ノルム開ループナッシュ平衡解を求める。次に、連続系に対してシステムがインパルスモードをもてば非零和開ループナッシュ平衡解が存在しないが、零和開ループナッシュ平衡解が条件つきで存在することを明らかにする。

第4章では、連続時間ディスクリプタシステムにおいて線形二次閉ループスタッケルベルグゲーム問題について、線形フィードバック閉ループスタッケルベルグ戦略が存在することを明らかにし、その十分条件を求めている。状態空間システムにおいて線形フィードバック閉ループスタッケルベルグ戦略が存在しないことがよく知られているから、ディスクリプタシステムにおいて構築された新しい形の戦略がもっとも簡単な戦略と考えられる。

---

広島大学総合科学部紀要Ⅳ理系編、第19巻(1993)

\* 広島大学審査学位論文

口頭発表日 1992年12月15日、学位取得日 1993年2月18日

\*\*現在の所属：広島大学総合科学部

第5章では、二階層で制御が加えられるディスクリプタシステムの最適調整問題について考察する。まず、 $N$ 個の部分系からなる全体システムを対象として最適調整戦略の概念を定義する。次に、線形二次評価関数をもつ二つの部分系に対して線形フィードバック調整戦略の存在条件を求める。最後に、一つの数値例を取り上げて、実際にこういう調整戦略が存在することを示す。

第6章では、離散時間ディスクリプタシステムにおいて線形二次閉ループスタックルベルグゲーム問題について研究する。連続系の問題と比べて離散系の問題に対してより弱い仮定の下で記憶のない純フィードバック閉ループスタックルベルグ戦略の存在条件を導出する。

第7章では、二階層線形二次離散時間状態空間システムにおいてスタックルベルグゲーム問題について研究する。この問題に対して動的計画法によって新しい形の一段階記憶のある誘導スタックルベルグ戦略を構築する。

第8章では、三階層三人プレーヤーのスタックルベルグゲームを一般的なヒルベルト (Hilbert) 空間で考察する。リーダー (Leader) と一人のホロワー (Follower) のアファイン (Affine) スタックルベルグ戦略の満足する十分条件とその詳しい証明を与えている。更に、ホロワーの評価関数の中に未知のパラメータを有する場合に対して最小感度のあるアファインスタックルベルグ戦略を導出する。

第9章では、特異摂動システムにおけるスタックルベルグゲーム問題について準最適誘導スタックルベルグ戦略を導出する。そして、準最適誘導スタックルベルグ戦略の適切性を証明する。つまり、リーダーは準最適誘導スタックルベルグ戦略を宣言する時、たとえホロワーが全次元合理的行動をしてもリーダーの評価関数の値が小さいパラメータを零に収束させる時の全次元チーム (Team) 値と同じ極限值になることを証明する。

第10章の結論では、本論文の研究成果を総括し、今後の研究課題について述べている。

以上、本論文は動的ゲーム理論に関する基礎的研究を行ったもので、動的ゲーム理論に対して、特に、ディスクリプタ方程式によって記述される動的ゲーム理論に対して多くの有益な知見を得ている。これらの成果は動的ゲーム理論上貢献するところが極めて大きいのみならず工学及び境界領域の学問である制御理論、特に最適制御理論に多大な貢献をした。