

学位 (博士) 論文要旨

広島大学大学院工学研究科

誘導微分ゲーム理論と定量・定性 微分ゲームに関する研究*

呉 漢 生

広島大学大学院工学研究科

Studies on Incentive Differential Games and Quantitative- Qualitative Differential Games

Hansheng Wu

Graduate School of Engineering
Hiroshima University

ゲーム理論は利害関係が相対する競争的な状態にある2個以上の行動主体(プレイヤー)がとる行動決定についての数学的理論である。微分ゲームはゲームの状態が微分方程式に支配され、かつ各プレイヤーの利得が費用汎関数で与えられる。これらの点に関しては、最適制御理論との類似性がある。しかし、問題をとり扱う手法などの点においては、微分ゲームの理論は最適制御理論の拡張である。この拡張から定量・定性微分ゲーム問題が展開される。誘導微分ゲームは各プレイヤーの戦略を決める際に階層性が存在するゲームである。

本論文は、上記の誘導微分ゲーム、定量・定性微分ゲームさらに二目標物微分ゲーム問題に新たな概念を導入し、最適性のための条件を導き、かつ証明を与えている。

第1章と第2章では、微分ゲーム問題とその研究の背景と現状、並びに最適制御理論と微分ゲーム問題に必要な概念と方法を与えている。

第3章では、3人プレイヤー3階層誘導微分ゲーム問題について述べている。まず3階層誘導微分ゲームを解く一般的方法を簡単な静的ゲームの数値例を用いて示す。次に動的な場合である線形2次評価関数をもつ3階層誘導微分ゲームを考察する。この時、誘導戦略を線形で構成し、これらの戦略の満足する十分条件とその詳しい証明を与える。

第4章では、非協力2リーダーを有する3人プレイヤー・2階層誘導微分ゲームについて述べている。この微分ゲーム問題について、非協力2リーダーに対するチーム最適ナッシュ平衡解の概念を定義する。次いで、非協力2リーダーを有する2階層誘導微分ゲームを解く一般的方法を簡単な静的ゲームの数値例を用いて示す。最後に動的な場合である線形2次評価関数をもつ非協力2リーダーを有する2階層誘導微分ゲームを考察する。この時、リーダー P_1 と P_2 の誘導戦略を新たな形で構成し、これらの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。

広島大学総合科学部紀要Ⅲ, 第13巻, 99~100, (1989)

*: 広島大学審査学位論文

口頭発表日 1989年6月29日, 学位取得日 1989年9月21日

第5章では、非協力2フォロワーを有する3人プレイヤー・2階層誘導微分ゲームについて述べている。動的な場合である線形2次評価関数をもつ非協力2フォロワーを有する2階層誘導微分ゲームを考察する。この時、リーダー P_0 の誘導戦略を新たな形で構成し、この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。

第6章では、3階層誘導微分ゲームの数値例を用いて、線形2次評価関数をもつ階層性の存在する誘導微分ゲーム問題についての計算方法を示している。

第7章では、定量微分ゲーム理論について述べている。まず、定量微分ゲーム理論における基本定理である定量最小最大原理に対して、定量微分ゲームの発展を記述する動的方程式の凸性を仮定することと方向場（可測選択定理）に対する陰関数定理を用いて、前のものより簡単な一証明を与えている。次に、定量微分ゲームにおける特異戦略（定量最小最大原理の意味で）の最適性のための新たな必要条件を導出している。

第8章では、定性微分ゲーム理論について述べている。まず、定性微分ゲーム理論における基本定理である定性最小最大原理に対して、定性微分ゲーム問題の特別な性質により1つの定性微分ゲーム問題を2つの対応する極値制御問題に分ける。この2つの極値制御問題をそれぞれ考察し、かつゲーム理論における方法を用いて前のものより簡単な一証明を与える。次に、定性微分ゲームにおける特異戦略（定性最小最大原理の意味で）の最適性のための新たな必要条件を導出している。

第9章と第10章では、二目標物微分ゲーム問題について述べている。ある実際問題では、追跡者があるとき回避者になり、逆に回避者が同時に追跡者になることもある。例えば、二つの飛行機の格闘はそのような実際問題である。本論文では、このような微分ゲーム問題を二目標物微分ゲーム問題と呼ぶ。本章では、二目標物微分ゲーム問題について、有限時間における部分捕獲領域という新たな概念を提出し、この問題を解く新たな方法を与えている。

第11章の結論では、本研究で得られた研究成果を総括し、今後の関連する課題について述べている。

以上、本論文は微分ゲーム理論に関する基礎的研究を行ったもので、ゲームの階層性、プレイヤー間の情報構造、最適性条件、部分捕獲領域の概念など、微分ゲーム問題への新しい接近法を示すと同時に多くの有益な知見を得ている。これらの成果は微分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ものと認められる。