別紙１－１

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※　甲　第　　号

氏　　名　　三浦　康也

論　文　題　目　　Coarse Analysis の手法による集団運動の巨視的振る舞いの研究

論文審査担当者

主　査	名古屋大学教授	杉山　雄規
委員	名古屋大学教授	時田　恵一郎
委員	名古屋大学教授	畔上　秀幸

別紙１－２

論文審査の結果の要旨

三浦康也君提出の論文「Coarse Analysis の手法による集団運動の巨視的振る舞いの研究」は、非平衡多体系の集団運動の解析のため、Coarse Analysis と呼ばれる手法を用いた一連の研究成果をまとめたものであり、全５章より構成されている。

第１章は序論であり、研究の背景および目的を述べている。生物や歩行者の集団運動を自己駆動粒子の集団という非平衡物理系として捉え、非対称相互作用という作用反作用の法則を満たさない力学による多粒子系の運動であることを指摘し、従来の解析力学的手法に替わる新たな研究手法の必要性を述べている。

第２章では、Coarse Analysis 手法の概要と、集団運動の解析に適用する際の手順について説明している。まず集団を構成する要素を点とする集合で与え、巨視的パターンの類似度を測る距離空間を設定する。次いで、任意に取った二つのパターンの類似度距離を成分とする共分散行列を定義し、パターンの差異を測る主要な統計量に対応する少数の主軸を主成分分析により求める。それにより膨大な自由度を縮減した低次元空間を作る。この空間の１点として各時刻における巨視的パターンを記述し、状態の変化をこの空間内の軌道で表現することを述べている。類似度を測る計量の選び方には種々あり、この論文では解析する現象に応じて、Diffusion map の方法と Earth Mover’s Distance の方法を適用している。Diffusion map の方法では、各パターンの出現確率の差で距離を規定し、Earth Mover’s Distance の方法では、パターンを構成する点の置換により他のパターンに移す際にかかるコストで距離を規定する。

第３章では、交通流の渋滞発生に関わる転移現象を、Diffusion map の方法に基づく Coarse Analysis 手法により解析している。高速道路交通流では渋滞流と自由走行流との双安定な状態の存在が観測されている。1 次元 OV 模型は相転移現象として渋滞発生を説明することで知られているが、この数理模型に Diffusion map の方法に基づく手法を適用することで、転移点付近の位置・速度の揺らぎが大きいことにより従来の手法では解析が困難であった双安定の性質を明瞭に再現している。

第４章は、避難者集団が部屋から退出する際の出口制御の最適化に関する研究である。出口前の円形障害物の存在は、退出時の混雑した状況では却って避難者のルートを作り、退出時間を軽減することが知られている。この研究では、Earth Mover’s Distance の方法に基づく Coarse Analysis 手法を用い、避難者集団の移動に応じて出口前の円形障害物を適切に移動することを考え、その最適な戦略を提案している。

第５章はむすびであり、本論文の総括、課題、展望について述べている。

以上のように本論文は、非平衡集団運動に対して Coarse Analysis という新たな研究手法を提案し、双安定な交通流状態の転移現象を説明し、避難者集団の効率的な退避支援方法を具体的に示している。本研究の成果は学術上の意義があるのみならず、情報科学の応用上も極めて価値のあるものである。よって、本論文提出者の三浦康成君は、博士（情報科学）の学位を受ける十分な資格があるものと判断する。