

今後の研究計画

2023年1月10日

「低マッハ数モデルにおける曲がった火炎面の伝搬速度公式」

これまでの研究では、火炎面が平面である場合を対象としていた。さらに発展させ、より現実的な状況を考えるために、曲がった火炎面の伝搬速度を低マッハ数モデルのもとで導出する。そのために、ゼロマッハ数モデルにおける一連のマルチスケール解析 [P. Pelce, P. Clavin (1982), P. Clavin, F. A. Williams (1982), M. Matalon, B. J. Matkowsky (1982)] に基づき、火炎面の未燃側に予熱領域を導入する。それにより、熱伝導方程式における移流・拡散項を主要項として考慮しつつ、さらに圧力・粘性散逸項の影響を取り込んだ解析を可能とする。境界条件は、反応・圧縮性領域の解析を3次元に拡張して得られるものを用いる。先行研究で得られている曲率効果 (ストレッチ) [G. H. Markstein (1951), W. Eckhaus (1961), M. Matalon, C. Cui, J. K. Bechtold (2003)] に加え、マッハ数効果による粘性や温度勾配の影響を取り込んだ火炎面の伝搬公式が得られることが期待される。さらに、燃焼に特有の渦度生成についても調べることで、流体力学的スケールでの不安定性 (ダリウス・ランダウ不安定性) の抑制効果についても明らかにする。

「低マッハ数モデルにおける弱非線形発展方程式」

また、直近の研究成果 [K. Wada, Sci. Rep. (2021)] では、熱・拡散不安定性の安定境界条件に対する小さな発熱量の影響を調べ、発熱量の影響を無視していた先行研究では得られていなかった波数の3乗に関する項 (流体力学的な流れ場の影響を考慮したことによる粘性効果) が分散関係に登場することが分かっている。この項を考慮した上で、流体力学的な流れ場の影響と化学反応による熱拡散の影響を同時に特徴付ける適切なスケール因子を特定する。さらに、低マッハ数モデルの下で、支配方程式に対して特異摂動法による解析を行うことで、蔵本・シバシンスキー方程式に代わる、圧縮性を考慮した新たな弱非線形性を示す界面の発展方程式を導出することを目指す。

「情報により志向方向が左右される集団行動の流体力学モデルに基づいた解析」

1人1人の動きではなく、ある程度大きな視点に立ち、集団としての行動を流体力学モデルにより記述する。これは、イベント会場や観光地などの人がある程度密集する空間において、その密度の変化を対象としている。既存のモデルに対して、イベント情報などの観客や観光客を惹き付ける要因を考慮することで、リアルタイムで興味の変化が変化する様子、人の流れも変化する様子を再現する。移動方向に影響を与える情報は、波として伝わるものと解釈することで、波の発生頻度や大きさの違いにより、その発生源となる場所の魅力の違いを再現する。さらに、実際の観光客の流れとイベント情報などの実データを組み合わせた解析を行い、集団行動を記述する数理モデルのパラメータを適切に推定することで、特定の地域における人の流れをうまく予測することを目指す。