

論文内容の要旨

論文題目 **Mathematical and Numerical Comprehension of Nonequilibrium Relaxation by Using Kinetic Equations and Its Extension to Reactive and Relativistic Gas** (気体論方程式を用いた非平衡緩和の数学的数値的理解と反応気体および相対論的気体への拡張)

氏名 矢野 良輔

本論文は、ボルツマン方程式を基礎方程式とした、気体力学の理論体系である気体論に基づいて、流体中の様々な非平衡緩和現象を考えることを目的とした。

論文の第1部では、単原子分子気体における非平衡緩和現象を考える。そのために、ボルツマン方程式が示す非平衡緩和過程を理解するための様々な数学的手法を考える。本文では、分布関数を構成するモーメントに注目し、分布関数の非平衡緩和を、それを構成するモーメントの非平衡緩和と読み替え、ボルツマン方程式により導出されるモーメント緩和式の形から、緩和現象における、自己相似性、同次非線形性、非同次非線形性に注目し緩和課程の数学的理解を試み、同時に、計算によってそれらを明らかにする。従来の気体論方程式は、ゲインタームに対して、13モーメントの近似式で構築されていることから、不十分である。本文では、拡散型の衝突項を持つフォッカー・プランク型の方程式を考え、ゲインタームが、分布関数の拡散と結びつく事を数値結果から示す。

第2部では、分子が内部量子モードをもつ2原子分子の解離現象を気体論の立場から定式化し、化学反応が、流れに対して及ぼす影響をモーメント方程式、またそれにより得られる輸送係数から明らかにする。分子間非平衡、分子内非平衡の両面から、非平衡と解離を連結させる気体論方程式を定式化する。Wang Chang-Uhlenbeck 方程式から出発し、定式化された解離を表現した気体論方程式を用いて、解離を含む衝撃層問題を計算し、解離問題における非平衡緩和現象を考える。解離が及ぼす非平衡緩和現象に対して、解析的・数意的な結論を導き出す。

第3部では、分子が光速で運動する場合に問題となる相対論的効果を含んだ気体中の非平衡緩和現象を考える。理学的関心として、宇宙ジェットのような、相対論的気体力学を考える上で、ジェット中の非平衡量に対する考察はまだ行なわれていない。図1は、本研究で行なった、相対論的気体論方程式による相対論的希薄ジェットの計算例である。本文では、定常問題に着目するために、相対論的気体論方程式を用い、相対論的衝撃層問題を考

える． 相対論的効果に起因した物理量を数値的に見積もり、気体論により漸近される結果と比較し、議論する． 相対論的効果と非平衡緩和がどのように結びつくのか、定性的かつ定量的議論を行なう．

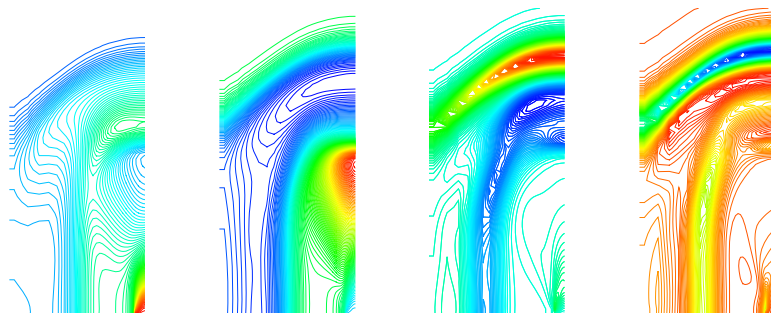


図 1, 相対論的希薄宇宙ジェット構造 (左から、数密度、温度、熱流束、動圧)