

# 暗黒物質ハロー問題における非線形シュレー ディンガー方程式

講演者：山野拓也 (神奈川大学理学部非常勤講師)

於：お茶の水女子大学国際交流留学生プラザ3階B & C号室

2020年2月22日(土) 15:00-16:00

正体不明の暗黒物質が、銀河を取り巻くハローとして存在しているといわれているが、これまで直接検出はなされていない。これらが未知の素粒子である場合、非線形シュレーディンガー方程式に従って運動が記述されるという考え方がある。非線形シュレーディンガー方程式は、物理学の非常に広い領域で現れることから、様々な分野で活発に研究されているが、暗黒物質ハローに対しては、非線形項はべき型ではなく対数型になっているというモデルがある [Chavanis,2018]。

本講演の前半で、この対数型非線形シュレーディンガー方程式がもとになっている時空のフラクタル性 (Scale relativity, [Nottale,1984]) について簡単にお話しした後、複素微分という考え方を使って対数型の非線形シュレーディンガー方程式が導出されるということを紹介した。この複素微分は、空間がフラクタル的になっているために、粒子は連続的であるが微分不可能な軌跡をとることから導入されるものである。さらに後半部では、平面波に対する小さな摂動に対してどのように解が不安定化するかという変調不安定性の条件と不安定成長率について、最近講演者らが調べた結果について紹介した。講演内容は次の通りである。

- ダークマターハロー
- 時空のフラクタル性
- Scale relativity (Nottale, 1984)
- 複素速度、複素微分
- 複素摩擦力
- 対数非線形シュレーディンガー方程式
- 有効温度
- 変調不安定性

暗黒物質という言葉は、1933年の論文で Zwicky が用いたことで現在に至るまで定着しているようだが、見えない物質による天体への影響は既に数学者であり天文学者でもあったベッセルが1844年に指摘している。さらにケルビン卿、ポアンカレも1900年代に論じている。暗黒物質の存在に対する現代的な決定的証拠は1970年代の銀河の回転曲線の観測結果である。理論面では、超軽量ボソンモデル (wave DM、fuzzy DM、BECDM、 $\psi$ DM etc.) などが、活発に研究されているようだが、本公演で取り上げた非線形シュレーディンガー方程式は、対数非線形項が実部と虚部の両方に含むという特徴がある。そのためべき型の非線形シュレーディンガー方程式 (例えば、よく使われるグロスーピタエフスキー方程式など) や、虚数部のみに対数非線形項が入るタイプが示す変調不安定性の成長率とは異なるものになることを説明した。

講演者の参考文献：

1. K. Ourabah and T. Yamano,  
Nonlinear Schrödinger equations involved in Dark Matter halos: Modulational Instability (2020).
2. T. Yamano,  
Modulational instability for a logarithmic nonlinear Schrödinger Equation, Appl. Math. Lett. 48 (2015) 124-127.
3. T. Yamano,  
Localized traveling wave solution for a logarithmic nonlinear Schrödinger equation, Wave Motion 67 (2016) 116-120.