

# 学位申請論文公開講演会

日時：2017年2月7日（火）10:30～

申請者：嵯峨承平（宇宙論研究室（C研））

場所：物理会議室（C-207）

題目：The vector mode in the second-order cosmological perturbation theory  
（宇宙論的二次摂動論におけるベクトル型摂動）

## 主論文の要旨

近年、宇宙マイクロ波背景放射(CMB)や宇宙大規模構造に代表される宇宙論的観測の精度が急速に向上し、宇宙論的摂動論に基づく精密な宇宙論の研究が行われている。現在では標準宇宙論と呼ばれる理論が存在し、それによって宇宙の大局的な発展と構造の進化を精密に記述することが可能になっている。標準宇宙論は最新の宇宙論的観測とよい一致を示している一方、まだその観測的検証が十分とは言えない、という側面も存在する。

宇宙論的摂動論のもとで、摂動量はスカラー、ベクトル、テンソル型という3つの摂動に分解できる。現在の宇宙論的観測は、スカラー型摂動によってうまく説明されており、ベクトルおよびテンソル型摂動は未発見である。ベクトル型摂動については、線形近似の範囲で宇宙膨張に伴う減衰解になっているが、非線形効果として高次の摂動展開を考えれば成長解も存在する。この高次摂動に起因するベクトル型摂動の宇宙論的役割を研究することで、すべての型の摂動を包括したより堅固なモデルの構築が促進される。以上の高次摂動は、存在の明らかな線形スカラー型摂動をもとに生成されるため、不定性がなく必然的に存在する。

ベクトル型摂動は回転に対応する物理量を表現する。申請者は、その応用の一つとして宇宙論的磁場を扱った。銀河・銀河団のスケール、またそれ以上のスケールにわたって磁場の存在が示唆されている。このような大スケールに存在する磁場を宇宙論的磁場と呼び、その起源は未解決問題である。ここで、初期宇宙に配置された種磁場が、磁気流体不安定性により増幅されるというシナリオに着目し、二次ベクトル型摂動から生成される二次磁場が、種磁場の起源として可能であるかを議論した。主要な結果として、宇宙の晴れ上がり期における二次磁場の空間揺らぎスペクトルを導いた。そして、二次磁場は銀河・銀河団スケールの種磁場の起源として働く可能性があることを示唆した。

続いて、光子が重力的に曲げられることによって引き起こされる弱い重力レンズ効果に着目した。弱い重力レンズ効果は、スカラー重力ポテンシャルだけではなく、時空の回転ポテンシャルによっても引き起こされる。申請者は、宇宙論的摂動論を二次まで展開した場合に出現する、二次回転ポテンシャルが引き起こす重力レンズ効果の検出可能性を調べた。将来観測を想定したCMBレンズ効果や銀河の像のレンズ効果による歪みを考えた場合、時空の回転ポテンシャルの寄与は無視できることを示した。その一方で、晴れ上がり期から星形成に至る宇宙暗黒時代において、中性水素が発する21cm線のレンズ効果を考えた場合、回転ポテンシャルは原理的に検出可能であることを示した。