

U15a 位相情報を用いた宇宙の構造解析 I: 解析的公式

松原 隆彦 (名大理)

構造解析の諸問題に対して、フーリエ解析は一般的に強力な方法である。宇宙の構造解析においても、大規模構造、CMB ゆらぎなどの構造を統計的に特徴づける第一の方法としてフーリエ解析が用いられ、分布のパワースペクトルを用いて構造の物理的解釈が行われる。よく知られているように、パワースペクトルは分布がランダムガウス場であるときにのみ完全な統計的情報を含んでいる。パワースペクトルはフーリエ係数の振幅の2乗期待値であるため、位相に対する情報を含んでいない。ランダムガウス場の位相はランダムに分布することが数学的に知られているが、非ガウス場には位相にもクラスタリングの情報が含まれているはずである。ところが、どのような形で位相に情報が含まれているのか、これまでのところ現象論的な数値解析の他には理解が全く進んでいなかった。今回、解析的にどのような形でクラスタリングの情報がフーリエ位相に含まれているのかを初めて明らかにし、非ガウス性の古典的指標である高次相関関数との数学的関係を明らかにした。これによってフーリエ位相に含まれる統計的情報を引き出すための具体的な方法が自然に導かれる。

宇宙論においては、宇宙の初期の密度ゆらぎがガウ斯的であったとしても、その後の非線形成長によって引き起こされる構造の非線形性により、銀河分布や(2次的効果としての)CMB ゆらぎなど、観測量としての分布に非ガウス性をもたらす。この非ガウス性は宇宙の力学的進化の情報を含んでいるため、その解析は宇宙論において重要な課題である。だが非ガウス性を特徴づける方法は一意的ではない。今回の結果は非ガウス性を解析するための、これまでにない全く新しい方法を提供する。

本講演では主に新たに得られた解析的公式とその意味を説明し、続く日影氏の講演では具体的に大規模構造の解析への応用を取り扱う。