

論文審査の結果の要旨

氏名 小林 洋祐

本論文は7つの章と5つの Appendix よりなる。第1章はイントロダクションであり、本研究の動機をまとめている。

第2章では本論文のテーマである銀河の分布に入る前に、まずは暗黒物質による大規模構造の構造形成理論についてレビューしている。そこでとくに非線形な領域を扱うためには、全ての宇宙論パラメータについてシミュレーションをするのは不可能であるため、シミュレーションしたパラメータの間を補完することが必要であることを述べている。第3章では暗黒物質ではなく銀河の分布についての理論をレビューし、バイアスや現象論的なハローモデルを解説している。第4章では実際の観測データから銀河のパワースペクトルを抽出する手法についてレビューしている。

第5章からが小林氏のオリジナルな研究成果である。まずはシミュレーションされたデータの間を機械学習を用いて補完する方法（エミュレータ）を開発した。実際シミュレーションされたデータとエミュレータによるデータが非常によい近似で一致していることを確かめている。第6章ではエミュレータを用いて SDSS-III の BOSS サーベイのための銀河パワースペクトルのフォアキャストを、非線形領域にまで踏み込んで行なっている。そして第7章で実際の SDSS-III のデータから銀河パワースペクトルを抽出し、エミュレータの予言と比較することで、世界で初めて非線形領域を含めた解析で宇宙論パラメータを抽出している。

Appendix 1 ではエミュレータがパワースペクトルについて十分な解像度を持っていることを確認している。Appendix 2 では線形領域でよく行われるバイアスを独立として単純な積で表す解析手法が、非線形領域では使えないことを具体的に示している。Appendix 3 ではニューラル・ネットワークでのトレーニングのために、最適な hidden unit の数を議論している。Appendix 4 ではエミュレータがショットノイズのため信頼できなくなるハロー数密度を議論している。そして Appendix 5 では赤方偏移空間でのパワースペクトルが宇宙論パラメータについてどうレスポンスするかを議論している。

なお、本論文の研究では多くの共同研究者がいるが、出版された4本の論文の内2本は小林氏が筆頭著者であり、また発表の内容から小林氏がエミュレータの開発でも統計解析でも主要な役割を果たしたことが明白であるので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士（理学）の学位を授与出来ると認める。