

(第6号様式)

## 学位論文審査の結果の要旨

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 氏名   | 小倉 和幸                           |
| 審査委員 | 主査 長尾 透<br>副査 栗木 久光<br>副査 松岡 良樹 |

### 論文名

THE EVOLUTION OF GALAXIES AND THE LARGE-SCALE STRUCTURE IN THE EARLY UNIVERSE  
TRACED BY DAMPED  $Ly\alpha$  ABSORPTION SYSTEMS

### 審査結果の要旨

小倉和幸氏が提出した学位論文“THE EVOLUTION OF GALAXIES AND THE LARGE-SCALE STRUCTURE IN THE EARLY UNIVERSE TRACED BY DAMPED  $Ly\alpha$  ABSORPTION SYSTEMS”の公聴会を、平成29年8月21日午後2時から午後3時半まで、審査委員全員の出席の下で理学部会議室において行った。また同日午後3時半から午後4時まで同室において審査委員会を行ったので、その結果を報告する。

暗黒物質が支配する宇宙大規模構造の進化が詳細に理解されるようになった今なお、この宇宙大規模構造の中で銀河がどのように形成進化を遂げてきたかという問題は未解明である。その大きな理由の一つは、バリオン物質がガスから星に転化していく過程が高度に非線形な現象であるためであり、このため観測的研究により現象論的な理解を積み上げていくことが求められている。銀河進化の初期段階を研究するには、進化の初期段階にある天体種族に注目した観測が必要だが、この観点でとりわけ重要な天体種族として Damped  $Ly\alpha$  吸収線系 (DLA) とライマンアルファ輝線天体 (LAE) が挙げられる。DLA は明るい背景光源の手前に存在するガス塊が背景光源のスペクトル中に影のように吸収線を示すことで認識される天体であり、その正体としてガスが豊富で進化の初期段階にある銀河だという可能性が指摘されている。また LAE は強い  $Ly\alpha$  輝線放射で特徴付けられる銀河であり、星質量が小さく比星形成率が高いためやはり若い段階にある銀河だと考えられている。ただしこれまでの観測的研究では、こうしたいくつかの天体種族のそれぞれに着目して統計的性質の調査などが行われているため、銀河の形成進化の初期に関する統一的描像の理解には至っていないのが現状である。

この状況を打破するため、小倉氏は本研究において DLA と LAE の相互関係に着目した。これまでこの両者の相互関係が調査されてこなかった主な理由は、DLA を系統的に調査するために利用可能な背景光源が少なかったためである。また、LAE は一般に極めて暗く、十分な集光力を持つ望遠鏡を使わなければ調査できない。更に、両種族の天体とも

に数密度が低く、十分な体積に対する観測が必要な点も、系統的調査を阻んできた理由として挙げられる。しかし最近になり、米国のバリオン音響振動分光サーベイの進展によって DLA の背景光源としてのキューサーが多数発見され、DLA の系統的探査が可能になってきた。小倉氏はこの好機を捉え、広視野かつ高感度を誇る国立天文台すばる望遠鏡の主焦点撮像装置である Suprime-Cam を用いることで DLA と LAE の相互関係を調査するという着想に至った。小倉氏は自ら研究代表者として観測提案を行い、高い競争率の審査を勝ち抜いてすばる望遠鏡の観測時間を獲得した。ここで、DLA が空間的に密集した領域にとりわけ注目して観測を行うというところに高い独自性が認められる。また、LAE の空間分布や数密度・光度関数などの統計量をそういった領域において導出することにより DLA と LAE の相互関係を調査するという方法は、本研究において特に高い新規性がある部分だと評価できる。

小倉氏自身によるデータ解析の結果、LAE の空間分布や数密度・光度関数といった統計量は、一般領域における統計量と無矛盾であることが分かり、大局的には必ずしも DLA と LAE の間に強い相関が見られる訳ではないことが今回の研究により初めて明らかになった。更に、個々の DLA の周囲に注目すると、視野内で最も水素柱密度が大きな DLA の周囲では LAE が局所的に密集している傾向が見られた。これらの事実から、DLA と LAE の間には本来は空間的な相関があるが特に局所的に相関が強い領域以外では中性水素による共鳴散乱の影響で LAE が観測されにくくなっている可能性など、具体的ないくつかのシナリオを提示した。更に提示したシナリオの検証方法についても示すことにより、当該分野の今後の方向性に対しても示唆を与えた。

以上のように小倉氏は優れた研究結果を博士論文にまとめて査読付英文論文として出版し、また多くの国際会議においても成果発表を行うことで当該分野の発展に資する活動を行ってきたことは高く評価できる。公聴会では、研究の背景を分かりやすく説明した上で、得られた研究成果およびそれに基づく議論と考察について論理的に説明した。また、その後の質疑応答においても適切な回答を行い、小倉氏が研究内容に対して深く理解していることが確認された。また、提出された論文が適切な形式・構成されていて、研究倫理上の問題がないことも確認された。したがって、申請論文は博士（理学）の学位論文にふさわしいと判断し、審査委員全員一致の意見で合格とした。