

博士學位論文

内容の要旨及び審査結果の要旨

第 38 号

2015 年 3 月

京都産業大学

— は し が き —

本号は、学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日 文部省令第 9 号）第 8 条の規定による公表を目的とし、平成 27 年 3 月 21 日に本学において博士の学位を授与した者の論文内容の要旨及び論文審査結果の要旨を収録したものである。

学位番号に付した甲は学位規則第 4 条第 1 項によるもの（いわゆる課程博士）であり、乙は同条第 2 項によるもの（いわゆる論文博士）である。

目 次

課程博士

1 . 周 艷	〔博士（経済学）〕	.....	1
2 . 佐藤 雅俊	〔博士（法律学）〕	.....	5
3 . 新中 善晴	〔博士（物理学）〕	.....	11
4 . 新崎 貴之	〔博士（物理学）〕	.....	15
5 . <small>シーモントリー</small> SRIMONTRI <small>パイトゥーン</small> PAITOON	〔博士（生物工学）〕	.....	19

論文博士

1 . 佐倉 正明	〔博士（生物工学）〕	.....	25
2 . 鶴村 俊治	〔博士（生物工学）〕	.....	29

氏名（本籍）	新崎 貴之（沖縄県）
学位の種類	博士（物理学）
学位記番号	甲理 15号
学位授与年月日	平成 27年 3月 21日
学位授与の要件	学位規則第 4条第 1項該当
論文題目	An observational approach to stars embedded in the circumstellar matter with a new high resolution spectro-polarimeter
論文審査委員	主 査 河北 秀世 教授
	副 査 原 哲也 教授
	” 谷川 正幸 教授
	” 川端 弘治 教授（広島大学）

論文内容の要旨

本申請論文は、日本天文学会の欧文報告誌 Publication of the Astronomical Society of Japan に掲載予定の論文 “ Very precise Echelle Spectro-Polarimeter on Araki-telescope, VESPolA ” および、国際光工学会(The International Society for Optical Engineering) SPIE の Proceedings of the SPIE, Volume 9147, id. 914788 8 pp. (2014) として掲載された “ The upgrade of a high dispersion spectro-polarimeter, VESPolA -New circular polarimetry mode and extremely high resolution mode- “ (いずれも査読付き) で扱った内容を中心に据え、高精度可視光高分散偏光分光器 VESPolA の開発およびこれを用いた天文学的研究の成果についてまとめたものとなっている。以下に、論文内容の要旨を述べる。

第 1 章は、論文全体のイントロダクションとして、最初に本研究の動機となる星周物質の形成およびそれらが密接にかかわる恒星進化の観測的研究を進めるために有用なツールとしての高分散偏光分光観測のここ 30 年の重要な成果をまとめており、高分散偏光分光観測という手法に依る研究の意義を端的に示したものとなっている。次いで、こうした研究を具現化するために過去 30 年間に開発されてきた天体用・高分散偏光分光器についてほぼ網羅し、歴史的経緯を述べながら一つ一つ観測装置の意義と特徴、そして利点・問題点について簡潔にまとめたレビューとな

っている。研究面における重要さに反して、高分散偏光分光器の開発の歴史は、困難の連続であった。特に、高精度かつ安定な天体用・高分散偏光分光器の実現のためにキーとなった技術やその背景について、その要点をまとめている貴重なレビューにもなっている。

第2章から第4章までは、学位論文申請者が行った天体用・可視光高分散偏光分光器の開発にかかる部分となっている。本研究では、高精度かつ安定な可視光・高分散偏光分光器 VESPolA を独自に開発しており、ハードウェア面での開発のみならず、データ処理方法の確立、および装置性能に関する詳細な評価までを行い、これらの結果をまとめたものとなっている。

第2章では、最初に、VESPolA 装置の設計コンセプトについて、いかにして安定かつ高精度な高分散偏光分光器を開発すべきかという方針が述べられている。次いで、その方針に基づいて自らが設計した光学系（偏光ユニットおよび分光ユニット、フィールドビューア、およびオートガイドシステム）の結果について光学レイアウトおよびスポットダイアグラムなどを使って詳しく説明している。また、制御系についてもシステム全体がブロック図を用いて簡潔に紹介されており、この章を通じて、装置全体の構成と各構成要素が詳しく説明されている。

第3章では、当該観測装置を用いて得られたデータの処理方法について、装置の特質を活かし高精度な測定結果を得るための手法について、学位申請者が確立した方法が述べられている。高分散偏光分光観測のデータは、天文観測データの中でも最も解析が困難であるもののひとつとされており、様々なノイズを予想し、それを実験によって確認した上で排除して目標としている高精度の結果を得るというプロセスは、天体光のみならず観測装置内のハードウェアと光の相互作用の理解といった高度な知識を要するため、その手法の開発そのものが研究テーマとなりうる。第3章では、実際に開発したデータ処理の各プロセスについて、数式を用いながらくわしく説明している。

第4章では、開発した装置の性能評価結果がまとめられており、当該装置の目標性能が達成されていることが観測結果から示されている。波長較正光源のスペクトルプロファイルから波長分解能を評価すると共に、無偏光標準星および偏光標準星の観測から、装置の測定精度、特に長期的な装置の安定性について詳しく評価している。特に、偏光度に依存する偏光測定誤差を取り上げ、それを実際に測定して評価していることは、これまでの観測装置に関する論文ではほとんど取り上げられてこなかった新しい試みであり、評価に値する。更に、装置のスループットについても評価がされており、当該装置が設計通り高い性能を発揮できていることが、観測データから示されている。こうした詳細かつ丁寧な装置評価は、過去の関連観測装置では十分に行われていないことも多く、そうした意味でも本論文中で装置性能について詳しい評価がなされていることは高く評価される。

第5章では、VESPolA を用いて行った古典新星 V339 Del (いるか座の新星 V339) の観測結果について述べている。この新星は 2013 年に出現した進化の速い古典新星であり、その極大光度が4等にも達したことから多くの観測がなされている。しかし、その観測の多くは可視光の測光および低分散分光観測であり、極めて明るくなったことから比較的多くの高分散分光観測が実施されたものの、高分散偏光分光観測の結果は今のところ報告がない。学位申請者は、V339 Del の爆

発初期におけるモニタリング観測を実施し、極めて貴重な観測結果を得ている。特に、Si II (1 回電離シリコン) の吸収線に一時的に見られた直線偏光について詳しく議論しており、新星爆発の極大期以前に新星風が吹いており、かつその新星風が既に球対称から大きくずれている可能性が高いという重要な結果を得ている。

最後に、第 6 章を本申請論文の内容のまとめにあてている。

論文審査結果の要旨

新星爆発の放出物をはじめ様々な進化の過渡期にある恒星の周囲に存在する星周物質の研究にとって、高分散偏光分光観測は極めて重要な観測手法である。にもかかわらず、その実現には技術面、環境面において多くの困難が存在しているため、近年は一部の大型望遠鏡用観測装置についてのみ研究開発が進められてきた。しかし、進化の過渡期にあるような恒星の星周物質の研究においては時間変動をモニタリングすることが本質的に重要になることが多く、したがって観測時間が比較的豊富な中小口径の望遠鏡においてこそ、こうした高分散偏光分光器が威力を発揮すると言える。今回の学位申請者の行った装置開発研究は、こうした重要な視点からなされたものであると言える。特に、学位申請者は装置開発において、ハードウェアの機械設計・光学設計を始め、データ処理方法の確立と性能評価まで、装置開発に必要なテーマを実質的に一人で担当している。通常、このレベルの装置を開発するには数人レベルの開発チームが必要であり、学位申請者の装置開発研究における能力の高さは、特筆に値する。

また、こうした装置開発研究のみならず、当該装置を用いてタイムリーに古典新星の観測を行い、その爆発初期の様子について高分散偏光分光観測でなければ明らかにできない爆発の非対称性についての成果を得ており、天文学的な見地からも重要な結果を生み出していると言える。新星の高分散分光観測は、これまでアメリカの Williams、イタリアの Munari, Shore および Iijima らが中心となっているが、高分散偏光分光観測についてはほとんど手つかずの状態であった。学位申請者が新星研究の新たな局面を切り開きつつあることは間違いない。優れた研究成果であると言える。

平成 27 年 2 月 17 日 (火) に開催した審査会において、学位申請者は申請論文の研究の背景、目的、および結果について詳しく解説し、また各審査委員の質問に対して的確に回答した。これらの結果から総合的に判断して、本調査委員会は、本論文が博士学位論文に値するものと判定する。

