

学 位 審 査 報 告 書

(ふりがな) 氏 名	きむら まさひこ 木村 仁彦
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	論 理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
(学位論文題目) Fibre Multi-Object Spectrograph(FMOS) for the Subaru Telescope (すばる望遠鏡ファイバー多天体分光器 FMOS)	
論 文 調 査 委 員	(主査) 岩室 史英 准教授 太田 耕司 教授 長田 哲也 教授

京都大学	博士 (理 学)	氏名	木村 仁彦
論文題目	Fibre Multi-Object Spectrograph(FMOS) for the Subaru Telescope		
(論文内容の要旨) 銀河を特徴付ける物理量には、星形成率、金属量、形態、環境効果などがあり、これらの測定は主に可視光の観測により行われている。銀河進化を研究する上でこれらの物理量の時間変化を調べることは非常に重要である。たとえば、銀河の金属量は、過去に起こった星形成の化石として観測対象の銀河の過去の歴史の手がかりとなり、銀河進化を研究する上で大切である。 近年、大規模な掃天観測により近傍銀河の星質量と金属量の関係が求められ、また、遠方においても可視光での色から銀河を選択して近赤外線分光観測を行うことで、少数ではあるが赤方偏移 2 前後の銀河の星質量と金属量の関係を求められつつある。これらの観測により、銀河の星質量が大きいほど金属量が多く、遠方ほど全体の金属量は減少してきているという傾向は見えつつあるものの、遠方の天体は可視光の色が特定の条件を満たすものだけに偏っているために、遠方宇宙における星質量と金属量の関係はまだ明らかになっていないのが現状である。 これらの観測において金属量の見積りで使われている $H\alpha$ 輝線と $[N II]$ 輝線は、赤方偏移が 0.5 以上では近赤外線領域に入ってくるため、近傍から遠方まで同一の指標で金属量を比較することが可能な近赤外線多天体分光器の重要性は、近年急速に高まってきている。 そこで、既存の観測装置に比べて 10 倍以上の視野があり、満月とほぼ同じ大きさの 30 分角という広視野をもつすばる望遠鏡の主焦点において、近赤外線領域で 400 天体同時分光を行うことができる、すばる望遠鏡の第 2 期共同利用観測装置のファイバー多天体分光器 (FMOS) の開発が行われた。 FMOS の特徴は、1) 視野 30 分という広視野で明るい望遠鏡の主焦点において、400 本の光ファイバーで天体の光を受けること、2) 光ファイバーを用いて光を分光器まで伝送するため、望遠鏡の姿勢に依らず安定した床の上に分光器を設置できること、3) 観測波長域は近赤外線領域 (0.9-1.8 μm) であること、4) 近赤外線領域で明るくノイズ源になる地球大気中の OH 基からの夜光輝線を、分光器内部の光学系で除去することができることである。さらに、分光器に使われる光学素子/機械構造物自体の出す熱ノイズを抑えるために、分光器全体を -50 度まで冷却している。 FMOS は、大まかに分けると、1) 望遠鏡の主焦点に取り付けられる機械構造物である主焦点ユニット、2) 天体の光を導入するファイバー位置制御装置とファイバーケーブル、及び 3) 2 台の冷却分光器から成り立っており、日濠英の国際協力により開発が進められた。大まかにそれぞれの分担を示すと、1) 日本は、全体取りまとめ、主焦点ユニット、1 台の分光器と、制御ソフト、2) オーストラリアは、ファイバー位置制御装置、3) イギリスは、ファイバーケーブルと、もう一台の分光器の開発を行った。 申請者は、開発の始まった初期段階である 2000 年 4 月より開発に携わり、望遠鏡と組み合わせ部分である主焦点ユニットの機械設計を中心に開発を行ってきた。天体導入部である主焦点ユニットは、望遠鏡の主鏡の上に取り付く部分であるため、設計に対して大きさ・重量制限が非常に厳しい制限がある。そこで、申請者は開発にあたって、同じすばる望遠鏡の主焦点ユニットの情報を元に、必要な制御方法・駆動精度を見積もり、FMOS 用の主焦点ユニットの開発を行った。また、京都大学で開発された冷却分光器の組み立て調整作業もした。			

FMOS は、2005 年 5 月より、京都大学よりすばる望遠鏡へ搬送され、現地で組み立て調整をおこない、2007 年 12 月にファーストライトを迎えた。その後、2008 年 5 月より装置の試験観測を始め、主焦点ユニットの性能評価、黒体炉を用いたシステム全体の効率測定、分光器の性能評価、ファイバーに天体を導入しての装置全体の性能評価等を行った。2010 年 6 月より共同利用観測が開始されている。

これまでの試験観測から、1) 新規製作した主焦点ユニットには、既存のユニットに比べて簡易な駆動調整機構しか付けられていないが、観測に十分な光学調整がでること、2) それぞれ独立に駆動することができるピエゾ素子を用いた 400 本のファイバー位置制御装置は、約 15 分の短時間にそれぞれ指定された位置に対して、 $10\mu\text{m}$ 以下の精度で配置できること、3) 7 本のファイバーを束ねたファイバーバンドルでのオートガイドの精度は、約 0.06 角度秒程度で、安定して観測を行えること 4) 1 台で 200 天体同時分光することができる分光器において、観測のノイズ源となる地球大気の OH 夜光輝線を光学系で除去し、 -50 度に分光器全体を冷却することで装置自身からの熱ノイズを抑えることができ、観測する上で十分な精度が出ていることを確かめた。また、試験観測における実際の観測から、装置の性能を確認した。

さらに、近赤外線の色を用いて銀河を選択し、遠方の暗い銀河に対して金属量を求めることができることを具体的に示し、FMOS を用いた遠方宇宙での銀河進化の研究の現実性を明らかにした。

(論文審査の結果の要旨)

提出された博士論文は、近赤外多天体分光器としては最大数の 400 天体同時分光を可能とするすばる望遠鏡用ファイバー多天体分光器 FMOS に関する装置論文である。この装置は京都大学が中心となり、英国のケンブリッジ大学・ダーラム大学およびアングロオーストラリア天文台との日英豪の国際共同開発により 10 年の開発期間を経て完成したもので、主焦点ユニット、ファイバー位置制御装置、ファイバーケーブルユニット、2 台の赤外線分光器、から成る大型の観測装置である。

申請者は開発の初期段階より中心メンバーとして、京大で主焦点ユニット部分の設計・製作を進め、博士課程研究指導認定後は国立天文台ハワイ観測所に移籍し、装置の改良・調整や性能評価などに尽力した。その結果は、装置完成後に論文としてまとめられ、日本天文学会欧文研究報告(PASJ)に掲載された。

提出された論文を審査した結果、同装置は宇宙最盛期の赤方偏移 2 前後の宇宙を統計的に研究する際に最も有用な観測装置であり、これまでの近赤外多天体分光器の 10 倍以上の天体数を観測できる大型望遠鏡用の分光装置であるというインパクトを考えると、世界的に見ても申請者の寄与は十分に貴重なものと判断された。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 23 年 1 月 17 日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果、合格と認めた。