

氏名(本籍)	はぎ わら けんざぶろう 萩原健三郎(東京都)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第4905号		
学位授与年月日	平成21年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	Development of a Wideband Software Spectrometer and a Study of the Ammonia Absorption Line of the Galaxy NGC 3079 (広帯域ソフトウェア分光計の開発と銀河 NGC 3079 のアンモニア吸収線の研究)		
主査	筑波大学教授	理学博士	中井直正
副査	筑波大学教授	理学博士	梅村雅之
副査	筑波大学准教授	理学博士	新井一郎
副査	情報通信研究機構 グループリーダー	博士(学術)	小山泰弘

論文の内容の要旨

電波分光計は観測において天体の周波数スペクトルを得る装置である。その性能は、周波数帯域幅、周波数分解能、入力と出力の線形性、出力の時間安定度などで表わされる。必要な性能は観測目的によって異なるが、一般には広い周波数帯域幅と高い周波数分解能が要求される。電波分光計の種類には大きく分けてアナログ方式とデジタル方式がある。従来は前者(例えば音響光学型電波分光計)がほとんどであったが、温度変化に弱い、線形性を保つのが容易でない、同じ性能の分光計を量産するのが困難などの欠点があった。そのため、最近では集積回路 LSI の性能向上に伴って後者の分光計が開発されるようになってきた。しかし、そのほとんどは全てをハードウェアで構成しており、専用の LSI の生産ラインは極めて高価であり且つ長期間の維持は経済的に困難である。また周波数帯域幅や周波数分解能などの性能は設計時に決まってしまう、観測時に変更できないなどの融通性のなさが問題となることがある。

本論文では、最近の市販の汎用パーソナルコンピュータ PC の著しい性能向上に着目し、デジタル分光計をソフトウェアで実現したものである。それによって、安価で周波数性能が観測目的に応じて変えられる広帯域電波分光計を実現した。

時系列の観測データを情報通信研究機構が開発した高速サンプラー(サンプリング周波数 1024 MHz)でサンプリングし、デジタル変換(量子化数 2 bit)したあと、PCに取り込まれる。PC内で窓関数をかけたあと高速フーリエ変換の演算を行って周波数スペクトルに変換し、それを自乗することによってパワースペクトルを得た。各種の工夫により演算の高速化をはかり、観測時に実時間で周波数スペクトルを得ることを実現した。得られた分光計の性能は、周波数帯域幅が 512 MHz、最大分光点数が 131072 点、周波数分解能が 7.0 kHz、時間安定性が 1000 秒以上であった。これはソフトウェア分光計としては既存の分光計の 2 倍以上の広周波数帯域幅を持つものである。さらに市販の GPU を用いることによって一層の高速化を実現した。

本論文ではまた、天文学的成果として国土地理院つくば 32 m 電波望遠鏡と既設のハードウェア分光計を用いて 2 型セイファート銀河である NGC3079 のアンモニア観測を行った。当該分子の回転反転遷移 (J,K)

= (1,1) – (4,4) の同時観測を実施し、驚くことに (J,K) = (1,1) と (2,2) で連続波電波を背景とした吸収線として観測された。その速度幅や強度比から光学的厚みや柱密度などのガスの物理状態を求め、他の分子輝線との比較や銀河の回転構造を論じた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、安価で周波数帯域幅や周波数分解能が観測目的に応じて可変であり、且つソフトウェア方式としては世界で最も広周波数帯域幅を持つ電波分光計を開発した。また独自の工夫により観測中の実時間処理を実現した。これは複数のスペクトル線の同時観測やサブミリ波帯でのスペクトル線観測などの広帯域を要する観測に非常に有効である。パーソナルコンピュータの性能は向上を続けており、今後も一層の分光性能が期待できるなど将来性豊かな電波分光計である。また銀河 NGC 3079 のアンモニア観測においては予想外の吸収線を検出し、銀河中心部の高密度分子ガスの構造に関して極めて興味深い結果を得た。よって、本論文の研究成果は電波天文観測への寄与と学術的意義において高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。