

【 46 】

氏 名	宝 田 克 男
	たから だ かつ お
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 博 第 176 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 45 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	Emission Mechanism of Radiation in Quasars and Seyfert Galaxies

(準星およびセイファート銀河における輻射の発生機構)

(主 査)
論文調査委員 教 授 林 忠 四 郎 教 授 安 見 真 次 郎 教 授 長 谷 川 博 一

論 文 内 容 の 要 旨

準星 (Quasar) の放出する輻射については、ここ数年来、電波から可視光にいたる広い波長領域のスペクトルが観測されて来た。ここの観測事実の解釈から、準星の構造、起源、進化など、その本性を明らかにすることは、現在の天体物理学の重要な課題の一つである。とくに最近では、準星の輻射がセイファート銀河の中心核の輻射と極めて類似した性質を持っていることから、準星と銀河核との関連が問題とされている。

以前1966年に Shklovskii は、準星 3C273の電波と可視連続光の発生は一つの高エネルギー電子集団に起因するという考えを提出した。すなわち、磁場の存在のもとに、高エネルギー電子がシンクロトロン輻射として電波を放出し、この輻射の一部が同一電子集団による逆コンプトン散乱を受けて短波長にずれたものが可視連続光であると考えた。ただし、Shklovskii は、電子集団は単一のエネルギーを持ち、輻射源は光学的に薄いものと仮定した。

申請者は、上の仮定を取り除いた一般的な立場のもとに、高エネルギー電子集団の発生する輻射のスペクトルを詳細に計算し、準星の最近の観測との比較から、輻射源の空間的広がり、磁場の強さ、電子の密度とエネルギー分布などの物理量を決定することを試みた。

まず、主論文第1部では、電子のエネルギー分布が一般的なパワーの形をしている場合について、シンクロトロン輻射とその二次的な逆コンプトン輻射のスペクトルの波長領域と強度を計算した。その結果、両方の輻射のスペクトルの型は、波長の広い範囲にわたって同一のパワー型をもつこと、さらに電子のエネルギー分布のパワー指数を-1に選ぶと、準星3C273の電波から可視光にいたる輻射のスペクトルが説明できることを示した。すなわち、電波から赤外線までの波長領域はシンクロトロン輻射によるものであり、赤外部で強度が急激に減小しているのは、シンクロトロン輻射の短波長端の切断によっていて、可視連続光は逆コンプトン散乱に起因するものとして説明できることを示した。

ところで、申請者が主論文第1部を完成した後に、準星の輻射源は単一ではなくて、数個の成分よりな

っているという新しい観測事実が発見された。これによると、輻射源の各成分は、ある臨界周波数以下の輻射について光学的に厚くなっていて、この臨界周波数は空間的な広がり小さい成分ほど高い。従って、主論文第1部で展開した光学的に薄い輻射源の理論はそのまま準星には適用できないことが明らかになった。

以上の理由で、申請者は主論文第2部において、光学的に薄いという仮定を取り除き、一般的にある周波数以下ではシンクロトロン輻射の再吸収が起こっている場合について、高エネルギー電子集団が外部に放出する輻射のスペクトルを計算した。その結果、シンクロトロン輻射と逆コンプトン輻射の両者のスペクトルは、光学的に薄い場合の結果と同様に、周波数の十分広い範囲にわたって、同一のパワー型をもつことを見出した。

申請者は上の結果をまず、準星 3C273 の赤外線源に適用して、観測されている赤外線はシンクロトロン輻射の短波長の切断部に対応し、 $10^{11} \sim 10^{12}$ c/s 以下の周波数では再吸収のために光学的に厚くなっていると考え、可視連続光はこの赤外線源における逆コンプトン散乱によって生じたものと解釈できることを示した。さらに、この輻射源のすべての物理量が、磁場の強さをパラメーターとして決定されることを示している。

準星の可視連続光については、3C273 以外に数多く観測されていて、そのスペクトルの型は3種類に大別される。申請者は、上の計算結果から、これらの型の差異は、シンクロトロン輻射の高周波数側の切断周波数の値の差によって説明できることを示した。

最後に、申請者はセイファート銀河 NGC 4151 の中心核の輻射の発生機構について新しい解釈を提出している。この中心核の放出している輝線については、観測されている可視連続光のスペクトルを短波長側に外挿しただけでは、輝線を生ずるガスのエネルギーが足りないこと、また励起ポテンシャルの非常に高い輝線が存在することをどのように説明するかという問題があった。申請者は、これらの問題はいずれも、逆コンプトン散乱をうけた輻射によって説明できることを示している。

参考論文1は、重力平衡にある星の中心温度と中心密度の関係を、電子の相対論的ならびに非相対論的縮退の効果を考慮して、広い質量の範囲にわたって調べたものである。その結果として、星の質量がある臨界値以下であれば、中心温度はある最大値をもつことを示した。参考論文2は、主論文の前段階となったもので、準星 3C273 の可視連続光の発生に関する Shklovskii の考えは、一般的なエネルギー分布をもつ電子集団の場合にも成立することを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

現在のところ、準星やセイファート銀河の中心核の構造や起源については未知の点が多い。主論文は、その一端を明らかにするために、これらの天体の放出している電波、赤外線、可視光など広い波長領域の輻射を高エネルギー電子集団の存在によって説明しようと試みものである。

主論文第1部では、高エネルギー電子のエネルギー分布として一般的な形を仮定し、磁場の存在のもとで、その放出するシンクロトロン輻射のスペクトルの強度を求め、ついでこの輻射の一部が同一集団の高エネルギー電子による逆コンプトン散乱を受けて短波長の輻射に変化した後のスペクトルを表わす一般式

を導くことに成功している。この結果として、シンクロトン輻射と逆コンプトン輻射のスペクトルが、電子集団の空間的な広がり、磁場の強さ、電子の数とエネルギー分布の形などにどのように依存するかを明らかにしている。

以上の結果は、輻射源が光学的に薄いという仮定のもとに導かれたものであるが、申請者はさらに主論文第2部において、輻射源が光学的に厚いという、より現実的な場合への理論の一般化を行なった。ついで、その結果を準星やセイファート銀河の輻射スペクトルの観測値と比較することにより、これらの輻射の発生機構について、以下に述べるようら種々の興味ある結論を導いている。

まず、最も詳しく観測されている準星3C273の輻射については、そのうちでエネルギー放出量が最大である赤外線はシンクロトン輻射の短波長の端にあたり、強度の小さい可視連続光は逆コンプトン散乱によって二次的に発生したものと解釈できることを示している。さらに、一般の準星について可視連続光のスペクトルの型が3種に分類できることが知られているが、このことはシンクロトン輻射の短波長側の切断の位置の差によるものとして説明できることを示している。最後に、セイファート銀河の中心核の放出している輝線のエネルギー源が、逆コンプトン散乱による輻射にあるという興味ある結論を得ている。

以上の主論文は、高エネルギー電子集団の放出する輻射スペクトルについての一般論を展開し、観測との比較から準星の輻射発生機構を説明したものとして、準星の構造に関する理論の発展に寄与するところが少なくない。なお、参考論文は申請者が天体核物理学について豊富な知識とすぐれた研究能力をもっていることを示している。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値があるものと認める。