

氏名・(本籍)	ザレフスキ ヤン Zalewski Jan
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	理第 982 号
学位授与年月日	平成4年1月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
最終学歴	西暦1980年6月 ワルシャワ大学大学院 (修士課程)天文学専攻修了
学位論文題目	Supergiant Pulsations (超巨星の脈動)
論文審査委員	(主査) 教授 竹内 峯 教授 土佐 誠 教授 関 宗 蔵

## 論 文 目 次

## 論 文 內 容 要 旨

The observational programs conducted during '70 and '80 with the aim of establishing better photometric and spectroscopic data on supergiant stars resulted in the discovery of several new types of variables. The two groups best studied observationally are those massive stars and UU Her stars. The massive supergiants exhibit variability not only in the Cepheid instability region but also higher temperatures, extending to spectral type B. These stars called BG supergiants. The UU Her type stars are located near the spectral type F, and they are referred to as yellow supergiants.

The photometric data on BG supergiants and the extensive photometry of UU Her stars show that the variability of intermediate spectral type supergiants is semi-regular. The UU Her stars are characterized by more regular variations of larger amplitude  $\sim 0.1$  which are at times interrupted by periods of irregular variability. It is thought that the more regular variability of UU Her stars as compared to BG supergiants is caused by the fact that they are located close to the blue edge of the Cepheid instability strip.

However since intermediate spectral type supergiants are located on the HR diagram to the left of the Cepheid instability strip it means that pulsations in low order radial modes, which are responsible for the regular variability of Cepheids, RR Lyr and other stars populating the instability strip, are not possible without modifications of the physical description used in the explanation of the origin of their variability.

The strongest argument favor of pulsations as the cause of variability of BG and UU Her stars comes from the fact that the timescale of observed photometric variations is comparable to the dynamic timescale thus suggesting that their variability may be due to dynamical processes.

The study of intermediate type supergiants is important for the following reasons. The variable massive supergiants are found at all phases of post-main sequence evolution, hence if their intermediate timescale variability could be identified with some definite mode of pulsation this would allow to derive constraints on the allowable stellar masses and luminosities and thus to verify the evolutionary scenarios of massive stars which depend sensitively on processes not well understood theoretically such as stellar winds or semiconvection. In luminous stars pulsations may also be one of the mechanism by which can be driven. The pulsational properties of highly evolved low-mass stars have recently been extensively investigated due to a possible connection between mass loss which affects the post-AGB evolution and pulsation and due to the variety and richness of their dynamic behaviors.

The theoretical models of these stars are constructed and used to examine how the adopted physical description, particularly the role radiative transfer, affects the inferences about pulsational properties of these stars. Basing on these results it is examined to what degree the well understood mechanism for the excitation of pulsations in ordinary pulsating stars may be responsible for variability of BG and UU Her supergiants and what their possible modes of pulsations. These theoretical predictions are then confronted with the observational data.

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、超巨星中特に種族 I の恒星を主な対象として、動径方向脈動に関する線形非断熱近似の理論を展開し、かつ観測との比較を試みたものである。

本論文では、まず、基礎方程式が吟味され、ついで、非断熱効果により、線形の動径方向の波動関数がどのような影響を受けるかが、数値計算の結果に基づいて詳細に検討されている。外層が主としてヘリウムよりなる超巨星については、すでに斎尾らの研究があったが、より一般的な種族 I の超巨星について、異常モードまで含めて線形非断熱理論を詳細に展開したことは、本論文の特徴であって、恒星の性質を検討するうえで、より適用範囲の広い手がかりを提供したものである。また、波動伝播の解析にあたって WKB 近似を用いられているが、この種の恒星に対してこのような手法が用いられたのは本論文が最初である。

異常モードについては、その境界条件に対する依存性も含めて詳細な検討がなされているが、その結果、異常モードが、線形近似の範囲ではかなり広い範囲に現われるものであることを、初めて見出した。また、異常モードが、恒星の表面における熱の伝播に関わる現象であり、表面近くに局在する波動であることが示された。

観測との比較のために、質量の相対的に小さい恒星の脈動不安定性について数値計算が行われ、その結果、従来の典型的なケフェイド変光星に比べて質量が小さな恒星では、変光の生ずる領域が高温度側に移動することが示された。この計算結果は従来から知られていたが、本論文では、体系的数値計算の結果の検討により、その原因が恒星大気密度変化の特性に由来することを明らかにされた。また、爆発的増光後の冷却膨張期にあるとされる、矢座 FG 星について解析が行われ、理論と観測の一致の度合いが明らかにされた。

総じて、線形理論の枠内では、超巨星の変光現象を十分に説明することは困難である。しかし、不安定性の検討は、線形解析の範囲で取り扱われる問題であり、また、異常モードは、従来より研究者の間で解決が望まれてきたものであった。本論文は、これらの問題に対して理論的には、ほぼ決着をつけたといえる。

以上のように、本論文は、著者が自立して研究活動を行うに必要な高度な研究能力と学識を有することを示している。よって、ザレフスキ・ヤン提出の論文は博士(理学)の学位論文として合格と認める。