

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	鳴澤 真也
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1・2 項該当		
論文題目			
Abundance Analysis of the Pulsating Primary Component of the Algol-Type System AS Eridani (アルゴル系エリダヌス座 AS 星の振動する主星の組成解析)			
論文審査担当者			
	主 査	准教授	川端 弘治 (宇宙科学センター)
	審査委員	教 授	大川 正典
	審査委員	教 授	小嶋 康史
	審査委員	教 授	吉田 道利 (宇宙科学センター)
〔論文審査の要旨〕			
<p>星全体が収縮・膨張を繰り返して明るさを変化させる脈動変光星は、その周期と絶対光度との間に良い相関関係が存在することが知られており、距離指標として天文学上重要な天体に位置付けられる。脈動変光星の中には、非球対称的な収縮・膨張、つまり表面形状が変化することで光度変化を示す非動径振動星がある。非動径振動が卓越する恒星は比較的密度が高く、地震学と類似した手法を用いることで、温度や密度分布といった恒星内部の構造を解析することも可能となりつつある。このような非動径振動星の代表的なものに、表面有効温度 8000K 程度の A 型振動星がある。HR 図上においてこの領域は、セファイド不安定帯と主系列との交差点付近にあり、振動不安定性を有することが知られている。振動が励起される機構として、恒星外層の H ないし He の電離境界層付近が光学的に厚くなることに起因する κ-メカニズムが広く受け入れられている。</p> <p>本論文では、互いの星を隠し合う食連星において、A 型振動星を主星として有する連星系の組成解析を行っている。A 型振動星には、δ Sct 型や λ Boo 型、roAp 星などが挙げられる。この 3 タイプは各々、周期や元素組成分布に特徴があり、横軸に周期、縦軸に重元素量を取ったグラフ上では、分布領域がきれいに分かれる。このことから、大気元素組成が振動メカニズムと結びついていることが示唆されるものの、その詳細な機構については依然議論が続いている。その原因の一つには、質量や表面重力といった恒星の基本パラメータを観測的に決めることが難しい点が挙げられる。本論文の著者は、この状況を打開すべく、食連星を利用して、より詳細に元素組成を求めようと試みた。食連星は、光度や視線速度の時間変化を解析することで、個々の恒星の質量や半径、連星系の軌道面の傾きなどのパラメータを詳細に決定することができる。これにより正確に求められた質量や表面重力値を使うことで、元素組成をより正しく推定することが可能となる。食連星系において同類の研究は依然稀少であり、オリジナリティのある視点として評価できる。</p> <p>著者は、A 型振動星を有する食連星系の中でも最も明るい部類のひとつである AS Eri (主星は A3 V 型) に対し、西はりま 2m 望遠鏡、国立天文台すばる 8.2m 望遠鏡、さらに</p>			

岡山天体物理観測所 1.88m 望遠鏡によって得られた可視高分散分光データを用いて、組成解析を行っている。同型星の研究では、海外の研究グループが実施した 1 例目の研究 (RS Cha), 著者らの 2 例目 (RZ Cas) に続く, 3 例目の研究にあたる。AS Eri では伴星が明るく, スペクトル上の吸収線は主星のものと伴星のものとが混在するため, 組成解析が行いづらい。そこで筆者は, AS Eri の予備解析で得た重元素量と伴星のスペクトル型に一致する参照星を選定して観測し, 得られたスペクトルの吸収線幅や視線速度を補正して, 改めて AS Eri のスペクトルから差し引くという独自の手法をもって, AS Eri 主星成分のスペクトル抽出を行うことに成功している。このオリジナルな工夫も評価できる。

この組成解析により得られた AS Eri 主星の Mg, Ca, Ti, Cr, Fe の存在比は, 太陽組成に比べ半分から 4 分の 1 程度と少なく, RZ Cas 主星に似た傾向を示している。AS Eri 主星の振動周期は 20 分程度で, 振動周期だけでは A 型振動星のどのタイプに属するかの判定は難しかったが, この組成パターンから roAp 星ではありえないと指摘している。次に筆者は, その組成パターンや重元素の絶対量から, AS Eri 主星や RZ Cas 主星は, 太陽組成に近い通常の δ Sct 型よりも, 重元素量が少ない λ Boo 型に属する可能性が高いことを指摘している。注目すべき点として, 周期-重元素量グラフでの分布をみると, AS Eri 主星と RZ Cas 主星は揃って, A 型振動星の 3 タイプがそれぞれ占める領域のほぼ中間に位置することが挙げられる。つまり, このグラフ上では, AS Eri や RZ Cas は, 3 つのどの型にも属さない, 新たな種族と考えることもできる。食連星に付随した A 型振動星の明るいサンプル 3 星のうち, 2 星がこのような特異で且つ類似したグループを形成することを見出したことは, 本論文の大きな成果の一つである。筆者は, この特異性について, 組成パターンの類似性も勘案し, 金属欠乏の λ Boo 型星の中で, 比較的重元素量が多めの星において, 大気 of 何らかの異常により, κ -メカニズムに効く不透明層が低密度の外層付近へ移動したことにより, 周期が短くなったと推論している。それを支持する根拠の一つとして筆者は, AS Eri と RZ Cas が共に Algol 系と呼ばれる食連星であることを挙げている。Algol 系の伴星は磁場が強く, 進化が進んだ晩期型星であり, その大気が主星へと移動していることが知られている。このため, 主星が同型の単独星では見られない, 特殊な大気組成ないし構造を持つ可能性はある。大気移動の見られない食連星系に属する A 型振動星である前述の RS Cha 主星は, 周期-重元素量グラフ上において典型的な δ Sct 型の領域に位置することも, Algol 系に属する A 型振動星の特異性を際立たせるものであり, 本研究が当該分野において重要な指摘をしていることを認識させられる結論となっている。

このように, 本論文では, 食連星に付随する A 型振動星の組成解析を独自の手法で行い, 新たなタイプの存在を見出したこと, またそれには大気移動型食連星特有の進化が関係している可能性があることが, その根拠も交えて明快に示されている。本論文で用いられた解析方法が他の同型の連星系の解析に適用されれば, 同類の研究がさらに深化することも期待される。また, 口頭で英語による研究内容への質疑も実施し, 著者の研究遂行能力に加え, 英語による意思疎通の能力を十分に有することも確認した。

以上, 審査の結果, 本論文の著者は博士 (理学) の学位を授与される十分な資格があるものと認める。

公表論文

“Abundance Analysis of the Pulsating Primary Component of the Algol-Type System AS Eridani”

Shin-ya Narusawa

Publications of the Astronomical Society of Japan, 65, 105, 13 pp. (2013)

平成 25 年 10 月 出版

参考論文

1. “Photometric Study of the Active Algol System RZ Cassiopeiae”
Shin-ya Narusawa, Yasuhisa Nakamura and Atsuma Yamasaki
The Astronomical Journal, 107, 1141-1148 (1994)
2. “Short-Period Light Variation of an Eclipsing Binary System: RZ Cassiopeiae”
Osamu Ohshima, Shin-ya Narusawa, Hidehiko Akazawa, Kikuici Arai, Mitsugu Fujii, Tetsuya Kawabata, Koichi Morikawa, Nobuo Ohkura and Mine Takeuti
The Astronomical Journal, 122, 418-424 (2001)
3. “Short-Period Noncontact Close Binary Systems. VI. V392 Orionis”
Shin-ya Narusawa, Atuma Yamasaki, Mitsuo Fukata, Masao Takeda, Yasuhisa Nakamura, and Akira Okazaki
Publications of the Astronomical Society of Japan, 54, 139-151 (2002)
4. “H α Observations of the Algol-Type Binary RZ Cassiopeiae”
Shin-ya Narusawa, Shinobu Ozaki, Masami Okyudo, Ryo Takano and Yasuhisa Nakamura
Publication of the Astronomical Society of the Pacific, 118, 809-813 (2006)
5. “Discovery of a λ Bootis Like Abundance Pattern in the Pulsating Algol-Type System RZ Cassiopeiae”
Shin-ya Narusawa, Shinobu Ozaki, Eiji Kambe and Kozo Sadakane
Publications of the Astronomical Society of Japan, 58, 617-625 (2006)