

# 脈動変光星OSARGの質量同定

○高山 正輝、齊尾 英行、板 由房(東北大学)

## 概要

Soszynski(2004)はOGLE-IIIで得られた大・小マゼラン雲のRed Giant variables(RGB&AGB star)の周期解析の結果、Period Luminosity diagram上のsequence C,C'の周期を持つ天体とsequence Aの周期を持つ天体との間には明らかな性質の違いが見られることを発見した(Fig 1)。今日では前者をMira/SRv、後者をOSARG(OGLE Small Amplitude Red Giants)と呼ぶ。OSARGとMira/SRvとの違いはperiod ratioの分布に顕著に現れる(Fig2)。このことからOSARGはMira型変光星とは質量や半径が異なる天体であると推測される。現在までにOSARGにはRGBに3本、AGBに4本、併せて7本のsequenceが見つかった。ところがその内脈動モードが解明されたものは1本もない(Xiong & Deng 2007、Ziemkowski & Soszynski 2010)。

そこで我々はmulti period variablesであるOSARGの性質を利用し、観測された天体の周期比を最もよく再現する脈動モードのセットを多径・非動径脈動の数値計算から同定し、得られた周期からOSARGの質量の導出と、これら天体の進化段階の解明を目指し研究を進めている。

本ポスターでは脈動モードの同定の過程で解ってきたOSARGの新たな性質、特に我々の解析によって新たに発見されたsequence(sequence A3')と、周期比の組み合わせから予想される脈動モードのセットの候補について紹介する。

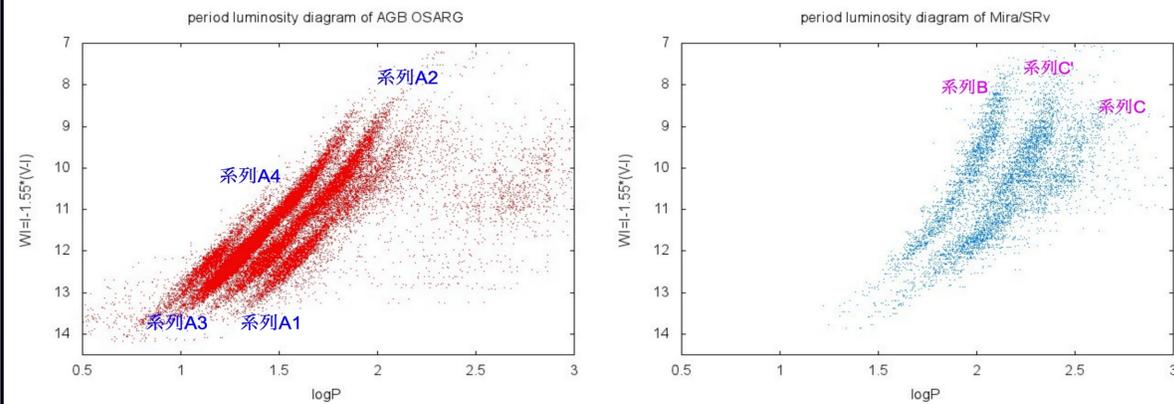


Fig1: OSARG(左)とMira/SRv(右)のperiod luminosity diagram.

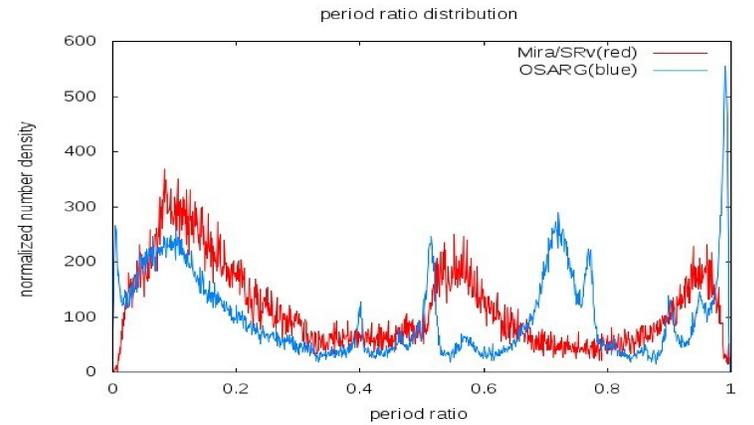


Fig2: OSARGとMira/SRvのperiod ratioの分布。ピーク的位置が違う、すなわち構造が異なることが推測される。

## データセレクション&計算手法

OGLEで公開されているOSARGのアーカイブデータ(振幅の大きい方から3番目の周期まで公開されている)の中からAGB starのデータを用いた。ここで、AGB OSARGがPL diagramに作る4本のsequenceを周期の長い方からA1、A2、A3、A4と呼ぶことにする。前記のperiod ratioの分布図の最も大きなピーク(~0.71)はA1とA2の比(~0.69)と、A2とA3の比(~0.73)のピークの重なったものであることから、sequence A2を持つものと持たないもので分類した(with A2, non A2)。

脈動モードのセットを探すためにpolytrope球で星の構造を近似し、linear adiabaticの元でpulsationの計算を行った。polytrope indexを変化させていながら、各index毎にradial fundamental mode~4th overtone、non-radial pulsationのL=1のP1 mode~P3 modeまで、およびL=2のf mode~P3 modeの計12modeの中から周期比の組をよく再現するmodeの組を探した。

## 解析結果

Soszynskiによる各sequenceの周期比と、今回新たに見つかったsequenceを含めた周期比をTable1に載せた。

non A2とwith A2では周期比が~0.4と~0.46のピークの有無という違いがある(Fig3)。with A2は周期比~0.4を持たないことから周期の組として(A1,A2,A4)というものは取り得ないと考えられる。次に周期比が0.46に近い値を持つ天体を抜き出しperiod luminosity diagramを描くと、sequence A3は更に2つの系列に分けられることを発見した(sequence A3とsequence A3'、Fig4)。さらにFig4中のsequence A3に沿った直線から周期の組(A1,A3')をもつ天体の各プロット点までの距離の分布を調べた所(Fig5)、それ以外の周期(another period)はA3が大半であることがわかった。従って周期の組み合わせとして(A1,A3,A3')が存在する。同様のプロセスを各ピークについて行うことで、結局周期の組み合わせとして(A1,A3,A4)、(A1,A3,A3')、(A1,A2,A3)、(A2,A3,A4)が発見され、(A1,A2,A4)、(A1,A3',A4)は取り得ないもしくは非常に稀であることがわかった。よって(A1,A2,A3,A4)というOSARGのsequence全てを持つものは存在しないという結論を得た。

A2/A1~0.69
A3/A1~0.5
A4/A1~0.39
A3/A2~0.73
A4/A2~0.56
A4/A3~0.76
⋮
A3'/A1~0.46
A3'/A3~0.90

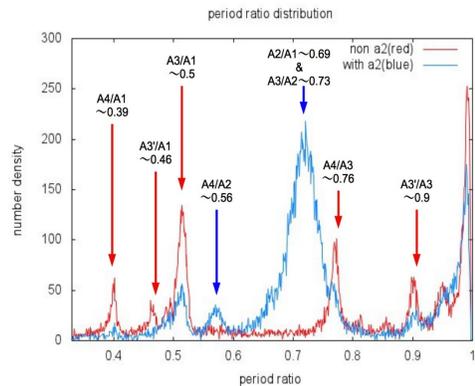


Fig3: with A2(青)とnon A2(赤)それぞれの周期比の分布図

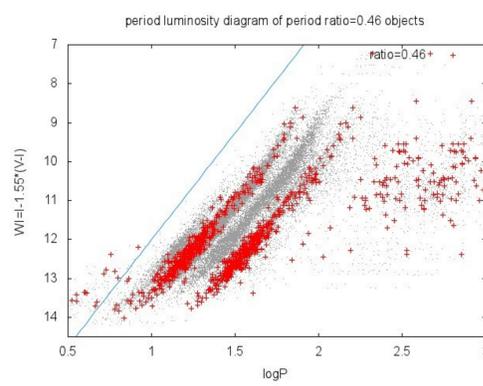


Fig4: 周期比~0.46を持つ天(赤)。系列A3の中に新たにA3'が見える。

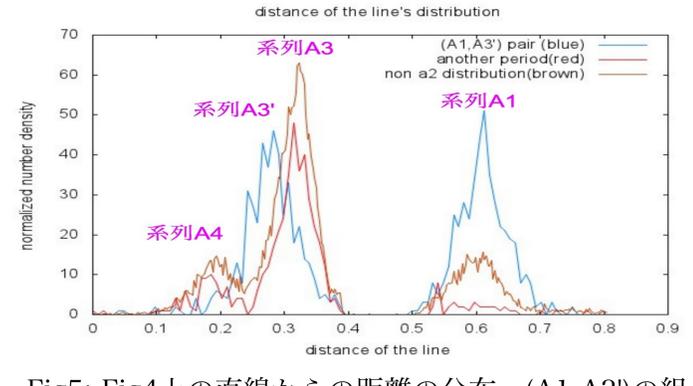


Fig5: Fig4上の直線からの距離の分布。(A1,A3')の組を持つものはA3の周期も持ち、A4の周期を持つものは少ない。

## 計算結果

解析結果から周期の組み合わせとしては(A1,A3,A4)、(A1,A3,A3')、(A1,A2,A3)、(A2,A3,A4)がOSARGの励起されるモードであることがわかってきた。そこでpolytrope球を用いた簡単なlinear adiabaticな計算から、いくつかのモードの固有振動数を導出し、その周期比の組み合わせとして最適なものをChi Square fitを用いて求めた。今回導出を試みたのは(A1,A3,A4)の組み合わせである。計算結果はFig6に載せた。最も良くfitしたのはpolytrope indexが1.8で、A1=radial fundamental mode、A3=radial 1st overtone、A4=(L=1)のP2 modeの場合であった。このことから、(A1,A3,A4)が励起されているOSARG星は比較的表面温度が低い星かもしれない。

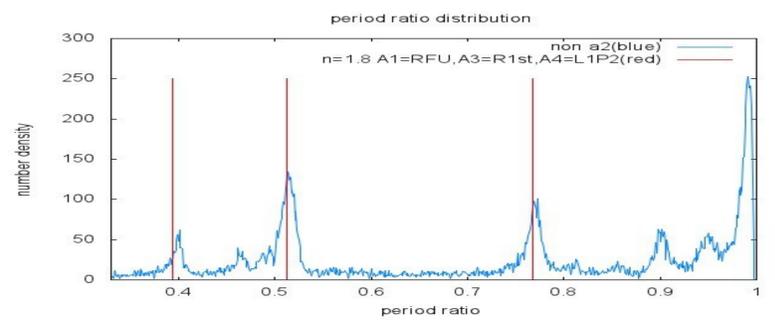


Fig6

## ディスカッション&まとめ

解析結果および計算結果から、AGB星のOSARGは今まで知られていたA1~A4までの4本の系列だけでなく、sequence A3が二つの系列の集合(A3&A3')であるようだ。また周期の組として(A1,A2,A4)は許されず、(A1,A3,A4)、(A1,A3,A3')、(A1,A2,A3)、(A2,A3,A4)が取りうることのできる組み合わせである。このことから全ての系列の周期の組(A1,A2,A3,A4)を持つものは存在しないのかもしれない。(A1,A3,A4)を再現する最も適当なものはpolytrope index=1.8であることから、これらは比較的表面温度が低い林トラックよりは温度が高い星で、その周期からMiraより重い星ではないかと推測される。