

令和元年6月20日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05019

研究課題名(和文) 近赤外光束原理(cgs系)の設定と近赤外標準星ネットワークの構築

研究課題名(英文) Establishing the zero point of near infrared photometry and the calibration of a standard star network

研究代表者

福来 正孝 (FUKUGITA, Masataka)

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・上級科学研究員

研究者番号：40100820

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：SDSSのquasar候補と見做されたサンプルの中に吸収線を全く示さず、黒体輻射的なスペクトルを示す天體を見つけ、是を動機としてSDSSの全スペクトル型録より同種の天體を搜集した。その結果80万個中17ヶの類似天體を見出しこれを黒體星と呼んだ。其後、GAIAより近傍星の型録が出版され、是等の天體は70-220pcに位置する白色矮星であることを確認した。更にhelium大気の計算を援用し有効温度が7000-12000Kの間であれば、凡る見地から黒體星はDB型の白色矮星と考へて矛盾しない。是等の星は赤外領域を含む全波長領域で光束のcgs系での標準値を與へる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

赤外領域での光束のcgs系での標準値は実験室での光束標準の測定がない故、存在しない。我々の與へた黒色輻射星は赤外を含む全波長領域での標準星として利用出来る筈である。尚、天體物理学の知見には世俗的な利用価値のあるものはない。

研究成果の概要(英文)：In the quasar target-candidate catalogue in SDSS we noted one object that shows a spectrum, without any spectral features but being close to the blackbody radiation. We then searched through the entire spectral catalogue of SDSS of 800000 objects, we found 17 similar objects. We called them "blackbody stars" (Suzuki and Fukugita 2018), and speculated them being DB white dwarfs. Afterwards, GAIA published a catalogue of nearby stars. Searching through this catalogue, we found that they are stars at 70-220 pc. Using the atmosphere model, we showed that helium atmosphere emits a spectrum close to blackbody if its temperature is 7000-12000K. Indeed, all blackbody stars lie in this range. We conclude that all aspects are consistent with DB white dwarfs. (Serenelli, Rohmann, and Fukugita 2019). These blackbody stars can be used as the flux standard through the entire range of the wavelength, including near infrared regions (Fukugita 2019).

研究分野：天文学

キーワード：near infrared AB magnitude zero point black-body stars

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

別目的の研究の途上、SDSS の分光型録中に異常なスペクトル(黒体輻射スペクトル)を示す天體を見付けた。我々は、此の天體は温度の低い helium 星であるのではなからうかと思いを付けた。若しスペクトルが黒体輻射に近ければ、此の星は分光観測の標準として用ひる事が出来、此の時点で良質の標準星が知られていない近赤外領域での、光束恒星の為の標準星となり、近未来の観測を利する事が大きい。更に近赤外 J,H,K バンドの明さを cgs 単位(AB 等級)で書き直す事が出来、cgs 単位の利用が既に慣用化してある光学領域と齟齬のない単位に直すことができる。そして、近赤外宇宙探査の時代に先駆け、光学波長領域で観測された星々と同じく cgs 単位系を用い、矛盾なく同等の精度で測光ができるような標準星ネットワークを築くことが必要であり、本提案を立案するに至った。

2. 研究の目的

赤外帯の天体観測は、近年その重要性が認識され、近未来に於いて重点的に行われることが予見される。近赤外測光探査観測の問題点の一つは、測光標準系及び測光標準星が光学観測のように確立していない事であり、これは近未来の観測に於いても引き続き問題となる事が懸念される。ここに提案するプロジェクトでは、近赤外光束の絶対値を決め、近赤外等級の原点を定めることを目指し、併せて近赤外光束の決まった測光標準星とそのネットワークを設定することを目標とする。

3. 研究の方法

(1) 先ず遣るべき事は SDSS の型録を用い、約 200 万ヶの登録天體より要求に合致する天體を捜し出す事である。次に、過去の観測を調べ上げ、其等の測光を SDSS の測光と比較、出来得れば SDSS 測光を波長的に補間することである。

(2) Helium 大気の模型を調べ、果たして helium 大気が推測通り、低温で黒体輻射スペクトルを與えるか否かを知る事である。

(3) 上記の研究を推し進めるため、毎年数回 2 週間~3 か月程度、Institute for Advanced Study (米) 及び Max-Planck-Institut für Astronomie (独) に滞在し、それぞれの所属研究者との研究討議を行う。

4. 研究成果

(1) 偶発的な事情より、SDSS プロジェクトに於て準星(quasar)の候補と選ばれてみながら棄却されてきた一ヶの天體を精査した結果、其の天體は恐らく黒体輻射様のスペクトルを示す星であらうと云う結論に到達した。

(2) 200 萬個に上る SDSS の全スペクトル型録(中 80 萬個が星状天體)より、同種の天體一即ち如何様なスペクトル線も示さず黒体輻射様のスペクトルを持つ星状天體一を搜集し、その結果 17 ヶの類似天體を見出した。但し是等の天體は孰れも 17-19 等級より暗く(r-band での値)、明いものは見付からなかった。是等の天體はスペクトルの形状からして、SDSS の型録では星としてでは無く準星の候補として分類されてある。我々は此を黒體星(Blackbody stars)と呼び(Suzuki & Fukugita 2018)、更に是等の天體は DB 型(helium 大気に蓋はれてある)の白色矮星であらうと推測した。

(3) 黒體星が DB 型の白色矮星であらうと云う假説より導かれる歸結は、其の見掛けの明さより、是等の星は 100pc 程度に位置するであらうと云う推測である。我々の論文発表後、European Space Agency の GAIA プロジェクトにより膨大な近傍星のカタログ、殊に其等の距離が公表され、それを参照同定することにより、我々の見出した天體(より精確には、17 ヶ中 16 ヶ)は GAIA 型録に登録されてをり、70 乃至 220pc に位置してある事を確認した。此事は此等の天體が白色矮星であらうと云ふ假定と一致する。(1 ヶは恐らくは二重星に見える為除外されてある。)

(4) 更に helium 大気の計算(Rohrmann et al. 2012)を援用することに依り、helium 大気は其の有効温度が 7000K と 12000K の間であれば Blackbody spectrum に近似することを見出した。實際観測された有効温度は總て此の範囲に位置してある(Serenelli, Rohrmann & Fukugita 2019)。但し純粋な helium 大気の場合には白色矮星の表面重力値は $\log g=9-9.5$ となり通常の白色矮星

より大きな質量が要求される。此の可能性は直ちに棄却される譯ではないが、helium 大氣に微量(dex(-7)程度)の水素が混在してゐるならば、大氣模型の $\log g$ 値は総ての星に関して $8.0+/-0.2$ となつて、最も典型的な(0.6 M_{sun} の)白色矮星の値と一般となる。茲で假定した微量の水素の混入はよく知られてゐる現象である。従つて凡る見地から Blackbody 星は DB 型の白色矮星と考へて矛盾しない。但し黒體輻射スペクトルの温度と星の色を再現する helium 大氣の有効温度の間には 700 度程度の差違が認められ、今の處其原因を詳らかにしない。

(5)近赤外領域では黒體輻射より放出される光の光束の絶體測定は至難であり、此のやうな實驗が近い将来為される可能性は無いと云つてよい。我々の見出したやうな黒體星は、其等のスペクトルを光学領域で、例えば AB magnitude が與へられてゐる SDSS データで規格化することにより、赤外領域を含む全波長領域で光束の cgs 系での基準値を與へる標準星として用ひることが出来る(Fukugita 2019)。十七個全部の星を用ひるならば、SDSS の測光精度と整合する 1-3%の精度で光束の cgs 絶對値を決めることを得るであらう。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

(1)Suzuki Nao、Fukugita Masataka, Blackbody Stars, The Astronomical Journal, 有, 156, 2018 年, 219, 10.3847/1538-3881/aac88b

(2)M. Fukugita, Discovery of blackbody stars and the accuracy of photometric calibration, Highlights of Astronomy, IAU General Assembly Wien 2018: FM12, 無, Vol.18,2019年,

(3)Serenelli Aldo、Rohrman Renmann D.、Fukugita Masataka, Nature of blackbody stars, Astronomy & Astrophysics, 有, 623, 2019 年, A177, 10.1051/0004-6361/201834032

(4)Murase Kohta、Fukugita Masataka, Energetics of high-energy cosmic radiations, Physical Review D, 有, 99, 2019 年, 63012, 10.1103/PhysRevD.99.063012

(5)Boehringer Hans、Chon Gayoung、Fukugita Masataka, The extended ROSAT-ESO Flux-Limited X-ray Galaxy Cluster Survey (REFLEX II), ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 有, 608, 2017 年, A65, 10.1051/0004-6361/201731205

(6)Lan Ting-Wen、Fukugita Masataka, Mg II Absorbers: Metallicity Evolution and Cloud Morphology, The Astrophysical Journal, 有, 850, 2017 年, 156, 10.3847/1538-4357/aa93eb

(7)M. Fukugita, Y. Kaneta, Y. Shimizu, M. Tanimoto, T.T. Yanagida, CP violating phase from minimal texture neutrino mass matrix: Test of the phase relevant to leptogenesis, Physics Letters B, 有, 764,2017, 163-166, 10.1016/j.physletb.2016.11.024

(8)M. Fukugita and B. Menard, The nature of damped Lyman-alpha and Mg II absorbers explored through their dust contents, Astrophysical Journal, 有, 799,2015, 10.1088/0004-637X/799/2/195

〔学会発表〕(計 1 件)

(1)M. Fukugita, Discovery of blackbody stars and the accuracy of photometric calibration, International Astronomical Union: 20th General Assembly, Wien 2018: Focus Meeting 12 'Calibration and Standardisation Issues in UV-VIS-IR Astronomy, 2018年

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：鈴木 尚孝

ローマ字氏名：SUZUKI, Naotaka

所属研究機関名：東京大学

部局名：カブリ数物連携宇宙研究機構

職名：特任助教

研究者番号（8桁）：20722804

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。