



藤田良雄先生と低温度星の分光學

辻 隆

〈東京大学理学部 〒東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

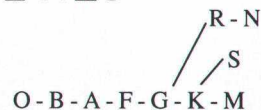
E-mail: ttsuji@mtk.ioa.s.u.tokyo.ac.jp

昨年 11 月に藤田良雄先生は 1996 年度文化功労者の榮譽をお受けになりました。先生の天文学における先駆的業績のみならず、我が国の天文学の発展にたいする多くのご貢献が、このような形で広く認められましたことは、大きな慶びであります。この機会に、先生のお仕事の一端を振り返ってみたいと思います。

藤田良雄先生は 1908 年に福井県でお生まれになり、第一高等学校を経て、当時の東京帝国大学天文学科で学ばれ、1931 年にご卒業後、1969 年のご定年まで同大学で天文学の研究と教育にあたられた。又、その後は東海大学で 1984 年まで教鞭を取られ、またウイルソン及びパロマー山両天文台、ペンシルバニア州立大学などに招かれるなど国際的な場で天文学の研究と教育に多くの貢献をしてこられた。更に、国際天文学連合の第 29 分科会（恒星スペクトル）委員長、日本天文学会会長など国内外における学会で指導的役割を果たしてこられた。ご専門は天体物理学、特に天体分光学であるが、1930 年代には低温度星大気における分子の解離平衡に関する研究で先駆的な業績を挙げられ、その後、現在まで一貫して低温度星の研究、特にその分光学的研究を続けられ、この分野の発展に大きな寄与をされている。この間、1955 年には日本学士院恩賜賞を受けられ、また 1965 年には、日本学士院会員に選ばれ、1994 年からはその院長の重責を担っておられます。

さて、先生のご研究の対象である低温度星の存在が明確に認識されたのは 1 世紀以上前のことである。即ち、19 世紀中葉にキルヒホフ (G. Kirchhoff) 及びブンゼン (R. Bunsen) により、天体スペクトルの解読から天体の化学分析が可能であることが見

いだされ「天体分光学」が誕生したが、当時の観測技術では実際に天体の精密な化学分析を行うには至らず、むしろ多数の天体のスペクトルが観測され、その分類に主力が注がれていた。例えば、1860 年代にイタリアのセッキ (A. Secchi) は数千個の恒星のスペクトルを 4 つに分類し、その I 型はシリウス、ウエガなどで代表される今日でいう早期型星、II 型は太陽類似の星とし、III 型及び IV 型は今日では M 型星及び R-N 型星（または炭素星）として知られる低温度星にあてた。このような恒星のスペクトル分類はその後も幾多の試行錯誤を経て、ようやくアメリカのハーバード天文台でピカリング (E. C. Pickering) の指導のもとに確立された分類方式が広く用いられるようになった。1920 年代になってこの方式により 225,300 個の星の分類がキャノン (A. J. Cannon) により完成し、今日に至るまで使われている HD カタログとして出版されている。更に、1923 年にメリル (P. W. Merrill) が発見した S 型を加えて、今日使われているハーバード分類が確立された。これは輝線などの強い特異星を除く全ての星を



のように並べたもので、右端ではスペクトル型が 3

つに分枝している。ここで、M型はセッキのIII型、R-N型(炭素星)はIV型に対応する。

このような背景のもとに、先生が天文学の研究を始められた1930年代といえば、これら天体スペクトルの解読の方法として発展しつつあった「天体物理学」はまだその黎明期にあった。即ち、1920年にサハ(M. N. Saha)が発表した電離論により、上記O型からM型迄のスペクトル系列は温度の系列として理解できることが示され、ミルン(E. A. Milne)、ファウラー(R. H. Fowler)、パイン(C. Payne)などにより励起の効果も考慮することにより多様な恒星スペクトルも基本的な物理法則を適用することにより明解に理解されることが示された。即ち、O型ではヘリウムが電離するほど高温であるためヘリウムイオンのスペクトル線が見え、B型では電離ヘリウムは減少するが中性ヘリウム線が励起されるには十分高温であり、A型では中性水素が増大しバルマー線が非常に強くなる。FやG型となるに従い温度は低くなりバルマー線の励起は困難になるが、代わって電離ポテンシャルの低い金属イオンのスペクトルが現れ、更にG-K型にいくに従い大部分の元素は中性となり中性金属線が強くなる。このように、見かけは異なっても、様々の星のスペクトルは、化学組成の違いではなく物理状態の違いで説明できることが明かとなり、これら全ての星で化学組成はほぼ太陽と同じで一樣と考えてよいとする考えが一般的となった。

一方、最も低温のM型星では酸化チタン(TiO)、S型では酸化ジルコニウム(ZrO)、又R-N型では炭素分子(C₂, CN)のスペクトルが支配的となるが、なぜこのようなスペクトル分枝が起きるのかについては、温度などの物理量の違いでは説明できなかった。これにたいして、藤田先生は炭素、窒素、酸素の組成比を変えることにより分子の解離平衡が大きく変化することから、このスペクトル分枝が説明できることを示され、1935年に出版された第一論文につづく一連の論文でこの考えを発展させていかれた。特に、S型星は炭素に比べて酸素が多

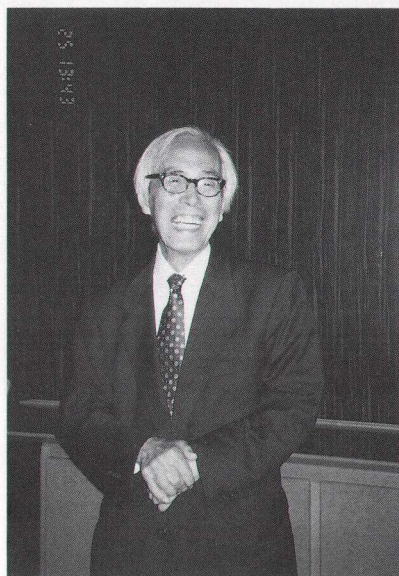


藤田良雄先生

いM型星と、逆に炭素が酸素に比べて多いR-N型星(炭素星)との中間的存在で、炭素と酸素がほぼ等しい星であることを結論された。この頃はサハの電離論の成功により、天体の化学組成はほぼ一樣であるとの考えが支配的であった時代であるが、藤田先生はこの頃すでに少くとも一部の恒星で元素組成が大きく違っている可能性を明確に示唆されたことになる。同じ頃に、炭素星で分子スペクトルの示す同位体効果により炭素¹²(C¹²)と炭素¹³(C¹³)の同位体組成比が星によって大きく異なる可能性も明かにされており、今日宇宙に存在する大部分の元素は様々の星で創られたものであるとする1950年代後半に至って展開される重要な発展の伏線は、このような低温度星の研究のなかで既に準備されていたことは大変興味深いことである。又、その後、S型星には、星自身の寿命よりもはるかに短い20万年の半減期を持つテクネチウ



1995年春ロンドン王立協会でのサイン



ム (Te^{99}) のスペクトル線が発見されたことにより、星で現実に元素合成が行われていることが実証されている。このことから、S型星で炭素の酸素にたいする相対組成が変わっていることも恒星進化の結果として理解されることが明かとなり、このような元素組成比をパラメーターとして含む藤田先生のスペクトル分類についての考えが極めて合理的なものであることが明かになった。

しかし、藤田先生は、このような理論的研究だけに満足されず、実際の観測によってこれらの問題を発展させることの重要性をはやくからお感じになり、第2次大戦後の困難な時期（1950年）にすすんで米国のリック及びヤーキス天文台に出かけられ、分光観測とその解析方法を研究して来られた。この間、ご自身で観測された低温度星のスペクトルを成長曲線の方法などで解析したりされたが、ご帰国後は萩原雄祐先生の意を受けて、このような観測を自前で行うことを目指して我が国で本格的な天体望遠鏡を建設することにご尽力された。この間の事情について詳しくは先生ご自身で本誌（天文月報，vol.88，no.7，p.300，1995）に書かれている。先生のアメリカでの経験は、やがて1960年に完成する我が国の岡山天体物理観測所の分光器の設計やそれによる分光解析を進める上で大きな役割を果たすことになる。特に、188センチ反射鏡のクーデ分光器は当時のものとしては良

くできており、この分光器を使いこなすことにより、我が国の天体分光学もようやく世界の水準に達したとすることができるだろう。

さて、藤田先生はこのようにして完成した岡山天体物理観測所の188センチ反射鏡のクーデ分光器を駆使して低温度星の観測を大々的に進められた。特に、その頃まではほとんど未開拓であった写真赤外領域（0.7-0.9ミクロン）での分光観測を強力に推進されたことは特筆すべきことである。この頃は勿論まだCCDなどと言う便利なものはなく、効率の悪い写真乾板（コダックのIN等）を使っていたが、この領域は本格的な赤外分光観測が可能となる前の時代では唯一残された未開拓のスペクトル領域であった。このようにして多数の炭素星のスペクトルを観測され、スペクトル線の同定や炭素同位体比の決定に新しい可能性をお開きになった。特に、先生はスペクトル線の同定を徹底的に追求され、例えばこれら近赤外領域でもシアン(CN)や炭素分子(C_2)などの2原子分子における同位体効果のみならず、通常はこの領域ではまだ弱いシアン化水素(HCN)やアセチレン(C_2H_2)などの多原子分子のスペクトルまでお調べになり、また原子

スペクトルについても禁制線まで含めて系統的に多数の炭素星のスペクトルを解析された。又、このような藤田先生の方針のもとに、わが国の低温度星グループは岡山天体物理観測所の初期から集中的にこの領域で観測を行い、ある程度特色ある成果を挙げることができたと言えよう。

さて、気がついてみると先生が東京大学をご定年退官されてからすでに30年近い歳月が経っています。しかし、東大紛争の混乱がまだ醒めやまぬ1969年3月の先生の最終講義は、まだつい先日のように思い出されます。先生はここで過去を回想するような話は一切されず、岡山天体物理観測所の90センチ反射鏡で観測されたばかりの光電スキャンナーによる炭素星のスペクトルの新しい分類の試みについて、淡々と話されたように覚えています。しかし、この最終講義のみならず先生が過去を振り返ることはお嫌いで、常に意識的に前向きの姿勢を貫かれておられると言うことを理解したのは不肖にもかなり後になってからのことでした。又、先生は東京大学をご定年退官されても、その後10年以上も観測からは退くことはなさらず、岡山のみならず、ウィルソン、パロマー天文台などにも出かけられ炭素星の観測をお続けになった。その後、ご自分で観測はされなくなっても、私達の観測に付き合っ岡山に来て下さったこともたびたびあり、このようにいつまでも観測に対して情熱を持ちつづけられたことには敬服のほかはありません。

藤田先生は以上のように、低温度星の基礎的な理論的研究に始まり、実際に自前で分光観測を行いその解析を行うまでを一貫して追求されることにより、観測に基礎を置く天体物理学、特に天体分光を我が国に定着させるうえで指導的役割を

果たされ、我が国の今日の天体物理学の発展の基礎を築かれました。また、このような研究を通じて私達後進を指導していただき、我が国での低温度星研究の伝統を創っていただきました。近代的な天文学の歴史がようやく1世紀にしかならないわが国にとって、これはたいへん貴重なことであると思います。ご自身の先駆的研究に加えて、これらのご功績にたいしてこのたび文化功労者の栄誉をお受けになったのはことは誠に喜ばしいことです。唯一つ残念なことは、藤田先生をこれまで支えてこられた和子夫人は既に3年程前に亡くなられ、この慶びを分かちあえないことです。ご夫人が亡くなられて1年ほど経ったある日先生から「おもかげー和子の追想」と題するご夫人の追悼に捧げられた歌集を戴きました。先生が先に出された「星とともに半世紀」という著書にもところどころ短歌が載せられており、この面でもご造詣が深いことは知っていましたが、この美しい歌集により先生がご夫人の2年間にわたる熾烈な闘病生活に毅然と立ち向かわれたことがよくわかり、改めて頭のさがる思いです。

先生は昨年9月に米寿をお迎えになりましたが、ますますお元気で、ごく最近も各地の多数の友人・知己を訪ねる世界一周の旅をされています。以上見たように、先生は研究においても実生活においても常に高い志を強い意志で貫いて来られましたが、このことが先生がいつまでもお元気である第一の理由であると思います。現在、先生は学士院院長としてのお仕事の傍ら、いくつかの計画に意欲的に取り組んでおられます。今後ますますお元気でこれらの計画を完成されますようお祈りしたいと思います。