

## コパールの業績とその生涯

### 北村 正利

〈国立天文台 〒181 三鷹市大沢2-21-1〉

1993年6月23日、英国マンチェスター大学名誉教授コパールはがんのためその79才の生涯を閉じた。パルサー、クエーサー、重力レンズなどと並ぶ20世紀の最も重要な天文学上の基礎研究の一つと称される近接連星の研究で大きな成果をあげた。月の内部構造などの研究も行い、ピク・デュ・ミディ天文台でマンチェスター・グループを率いて行った月面の写真観測（数万枚の写真）を基に、月面精密地図を作製、これがアポロ月探査機着陸の成功の鍵となった。だが、チェッコのボヘミアに生まれ、今世紀ヨーロッパを席卷した第一次、第二次の両大戦にもまれ、亡命を余儀なくされたその生涯は、多くの世界的天文学者の中でも特筆されるものであろう。

### 1. はじめに

1938年は、故国チェッコ・スロヴァキアの首都プラハのチャールズ大学(同国で1348年創立の最古の大学、昔の皇帝の名をとる)で前年に学位をとり、天文学者として出発した若きコパールにとって、生涯忘れ得ぬめぐるしい年となった。この年の1月～8月の間、奨学金を得て英国ケンブリッジ大学のエディントン教授の下での研究、9月に帰国、プラハでかつて同じギムナジウム(日本の旧制の高等学校、高等専門学校に相当)で共に勉強した女子学生アレナ・ムルドナー嬢との結婚、イタリアでのハネムーン、米国ハーバード行きとたてつけにあわただしい日々が続いた。

時あたかも、ヨーロッパ・アルプスの北側では政治的暗雲が立ちこめ始めていた。ドイツにおけるナチスの台頭である。この年3月、ヒットラーの軍隊はオーストリーへ侵入し併合を宣言しており、東欧各国は息をこらして成り行きを見守っていた。当然、個人生活の上にも不吉な影響がおおいかぶさりつつあった。事実、陽光に輝く地中海での9月の数日のハネムーンを終え、米国行き船旅の出発港トリエステへ着いた時、プラハから汽



図1 1974年4月、60歳の誕生日にとったコパールの写真。ピク・デュ・ミディ天文台で撮った月面のモザイク写真(現在はマンチェスター博物館所蔵)が背景に見られる。

車便で送ってあったトランク2個は途中で紛失し到着していなかった。当時は飛行機旅行など夢物語で、船か汽車であった。

この様なヨーロッパの暗雲を避けるかの如く、手さげカバンだけのコパール夫妻はアメリカへと着のみ着のまま旅立って行った。これが、その後19年間にわたり、故国や父母との別れになるうとは想像もできなかったという。米国行きは、ハーバード天文台長シャプレイの招待によるもので

ある。話をもとにもどし、コパールの幼い頃から始めることにしよう。

## 2. 幼・少年時代

コパールは1914年4月4日、当時オーストリー・ハンガリー帝国に属していたボヘミア地方の古い小都市リトミスルで生まれた。第一次世界大戦のぼっ発する4ヶ月前のことである。父親ジョセフ・コパールは後にチャールズ大学の言語学教授となり、同国の学界で活躍した人であるが、当時はこの都市のギムナジウムで教べんをとる若い学者であった。この父親は、第一次世界大戦(1914-18)では徴兵のためオーストリーの軍人として、その後は新生チェッコ・スロヴァキア共和国の軍人として勤務を余儀なくされた。1919年には除隊して、ギムナジウムの教師にもどり、1921年にはチャールズ大学に招かれ、一家は首都プラハへ移った。コパール7才の時である。

それ以来、チャールズ大学で教べんをとる父のもと母・兄との4人家族で、アカデミックな環境の中で、平穏で幸福な時が流れていった。それは歴史的にも東欧の小国チェッコ・スロヴァキアが政治的に最も安定していた時代であり、名大統領トーマス・マサリクの手腕に負うところが大きいとされている。兄ミロス・コパールは後の1948年アルプス登山の途上、事故により38才で非ごうの死をとげている。

## 3. 青年時代の日本遠征

コパールが終生、美しい思い出と共に強烈な印象を受けたのは、チャールズ大学の学生であった22才の時の日本への遠征であったという。彼は東洋の不思議の国日本に非常に興味を覚え、費用を自らねん出し、1936年6月19日の北海道の中頓別ナカトンベツでの皆既日食観測のために来日した。当時小国チェッコの一青年が東洋の端の国へ行くなど並み大抵のことではなかったようだ。

彼は3年前から計画し、資金を作るために、英

国でベストセラーになっていたジーンズのMysterious Universeのチェッコ語訳にとりかかった。一学生がジーンズに手紙を書き許可をもらってほん訳し、出版にこぎつけた。幸いこれがよく売れたという。印税と父親からの援助で何とか資金を作った。次にこれを外貨に換えるため、チェッコ国立銀行へ行った。銀行の担当者は驚いた。何故日本などという国へ自費でまで若い学生が行かねばならぬのか、不審に思ったという。日食というのはそんなに大事なのか。いろいろの質問や審査を受けた。すったもんだの末、結局大学からの口添もあり、最小限の外貨準備をととのえることができたという。

1936年5月19日、コパール青年は勇躍長い旅のためプラハを出発した。当時、外国旅行自体が個人にとっては大仕事であり、プラハの駅には大勢の人々が送りに来たという。先づ汽車は隣国ポーランドのワルシャワを目指し、そこで国際列車に乗り換えてロシアの首都モスクーへたどりつく。駅で夜明かしして、シベリヤ横断鉄道にのった。この頃のシベリア横断鉄道は急行列車でも平均時速40キロであったという。それでも青年コパールにとって車窓から見る景色はすべてが珍らしく、少しも疲れを感じなかったという。汽車はヴォルガ、ウラル山脈、オビ河、エニセイ河と通り、かなり振動しながら一路東へ東へと進む。5日目になってやっと、ヴァイカル湖の西岸へ着いた。しかし旅はまだまだである。

さらに2日間かかって、ロシアと満洲国との国境へ到着した。満洲里である。もっとも最初の予定では最短距離としてウラジオストックへ向い、そこから船で日本へ行けるという話であった。しかしロシアの要塞地帯であるという理由で変更を余儀なくされ、結局満洲を通ることになる。満洲へ入ってからは車内の空気は一変した。多くの日本軍人が警護のためと称してのりこんできた。また軍事上重要と思われる場所を通るたびに汽車の窓はいつせいに閉じることを命ぜられ、外を見る



図2 中頓別での学生コパールの日食観測 (1936年6月19日)。口径21cmの対物鏡はスーツケースに入れ、プラハから持参したもの。シーロスタットは京都大学のご好意で拝借したもの。



図3 日食観測成功を祝って、中頓別村長主催の祝宴。中央がコパール、Kampai(1936年6月19日夜)。

ことは禁止された。停車した駅はすべて有刺鉄線でかまされ、駅ですれ違う国境方向へ向う列車は重装備の日本兵で一杯であった。事実、このあたりが戦時下にあることを痛感したという。しかし不思議に思えたのは駅員の大部分は日本人でも中国人でもなく、ロシア人だったことで、恐らく革命以降のがれてきた白系ロシア人達であったろうといっている。

ハルピンに着いて、チェッコ領事館の人が迎えてくれたときはホットした。9日間ぶつ通しの汽車の旅の後、2日間をハルピン市内のホテルで休むことができた。市内の主なる交通機関が馬車や電車ではなく、初めて人力車なるものにお目にかかったという。5月30日再び夜行列車に乗り奉天(現在の瀋陽)を通り朝鮮へ入り、釜山へ向った。プラハを出てから11日目に大陸の端にたどりついたことになる。そこに待つ日本の船 Kaifuku Maru に乗船し、いよいよ待望の目的地 Rising Sun の国へ向う。

6時間の船旅の後、上陸したのは下の関。プラハの日本大使館で前もってもらっておいた通行許可証ですべてがうまく運んでくれた。というのは、他の外国人はかなり厳しいチェックを受けていた。この年の2月、日本では2・26事件という若手将校の反乱があり、国内が政治的に緊張していたからである。下関から乗った日本の汽車は神戸を

過ぎ6月2日の早朝京都へ着いた。途中、ヒロシマという名の駅に短い時間停車したのを覚えてい。あのマチが後でぞっとするような運命に見まわれようとは想像もできなかったことである。京都駅では、前もって招待状をもらってあった京都大学の山本一清教授のおで迎えをうけた。

#### 4. 日本での日食観測の成功

この日食観測には京都大学から、英語の上手な山本夫人と竹田新一郎助教授のグループが参加した。コパールがこのグループと共に中頓別へ着いたのは日食の10日前、プラハを出てから21日目の6月9日夜であった。恐らくこの地球上で天文学者がなし得た最長汽車旅行記録であったろうと後年述懐している。

中頓別の小さな駅に汽車が着くと、多勢の若者、老人、先生に引率された小学校生徒達が手に手にチェッコと日本の旗をふりふり迎えてくれた。村長佐藤友太郎氏の音どで何回も Banzai, Banzai と叫ぶのを聞かされた。夜は日本の宿屋へと案内され、tatami 床の上での歓迎会、日本の Sake なるワインを飲んだが、現在の Sapporo Beer と同じ位うまかったそうである。

中頓別へは3つの観測チームが集まった。京大花山天文台チーム以外は、橋元昌矣技師に率いられた東京天文台のチーム、それにもう一人のチェッコからのスロウカ博士とコパール等のチェッコチームである。コパール等の仕事は彼自身持参し

た  $f/16$  のカメラで皆既時間 116 秒の間に太陽コロナの白色光写真を 15, 30, 60 秒と露出をかえて順次とりつづけることであった。結果は、皆既時の晴天にめぐまれ見事な写真をとることができた。皆既が終わった瞬間、再び Banzai, Banzai の叫び声があちこちで起った。この日食観測は、コパールが生涯で経験した最もすばらしい日食であったという。

と共に、中頓別での温い歓迎とその前後に接した日本の美しい自然（富士登山も経験）の印象は、感受性の強い青年期のコパールにとって終世忘れることができなかったのであろう。この日食観測を含め、コパールは一人日本に 3 ヶ月以上滞在した。東京では日食観測に来日した他の外国天文学者と共に、天文学教室の平山信、平山清次の両教授、東京天文台長関口鯉吉、東大総長長与又郎、また物理の長岡半太郎博士などにも会っている。

## 5. 近接連星への道

コパールがチャールズ大学へ提出した学位論文は、すでに発表印刷されていた 2 つの論文<sup>11,12)</sup>にもとづくもので、それ等は食連星と恒星内部構造論を結びつける点で当時としては漸新なアイデアに基いた研究であった。「はしがき」でも述べた如く、この研究によって 1938 年にエディントンに招かれている。

これより以前コパールが注目していたのは日本の英才竹田新一郎（当時京大助教授）氏のこと座  $\beta$  星の光度曲線を解析するための先駆的研究<sup>3)</sup>であった。竹田の論文では、近接による潮斥歪曲形状星による理論光度曲線が始めて計算されている。日本的英語で書かれており、独特のノーテーションを使用してのモデル計算であったため仲々理解が困難で、他の欧米の学者は見むきもしなかったらしい。コパールはそれを一つ一つトレース解説し、以後の自分の研究のヒントにしたという。竹田氏の力作に書かれた方針ののっとなって、近接連星一般に適用しうるような計算式をととのえ、

それをその後拡張してゆったのは、コパール自身が著書でしばしば述べているところである。日食時に来日した 1936 年、竹田氏との接触は有意義であったことを後年述懐している。

1930 年代後半以降は近接連星の近代的な光学観測が花開き、続々と新しい観測結果が発表された時代であった。まづ分光学的観測ではオートー・スツルーベによるところが大きく、米国ヤーキス・マクドナルド天文台の 82 インチ望遠鏡を使つての顕著な貢献はこの天文台を世界の研究センターの一つにしていた。カイパー、チャンドラセカール、ストレームグレンはスツルーベと共に当時この天文台で活動した人々である。

また 1930 年代前半から始まった光電観測は、1940 年代になり精度の高い光電子増倍管を使用することにより、精密な光度曲線が観測されるようになり、分光観測と組合わせて連星系の成分星の正体をはっきりとつきとめられそうになりつつあった。しかし、食の光度曲線を解析して、両星の物理量に関する要素を求めようとする方法は仲々うまくゆず、HR 図で有名なラッセルの古い簡便法が主として用いられる程度であった。観測される光度曲線の精度が高まるにつれ、恒星の周辺減光などの効果を正しく考慮に入れる必要にせまられ、ラッセルの方法は改良されねばならない機運が熱しつつあった。若きコパールが米国で研究を始めたのは、このような時期でもあった。

## 6. 米国時代

はしがきの最後にもどらう。アメリカ行の船中、大西洋のまっただ中でコパール夫妻が知った自国の悲劇は、9 月 30 日英国宰相チェンバレンがナチスの露骨な行動の前に一時的平和を保つためヒトラーに妥協し、英独仏伊の間できめた歴史上悪名高い「ミュンヘン協定」をチェッコにつきつけたことであった。これはヒトラーの要求にしたがい、ドイツ系の多いチェッコのズデーテン地方のドイツへの割譲やむなしという提案であった。

この屈辱的な提案を、コパール夫妻は船中のラジオ放送で聞いたという。

ハーバードでは研究員として出発したが、1940年～47年間は講師として勤務している。この間、すでに60才を越していたプリンストンのラッセルとは終始接触を保ちつつ食連星の理論的研究を進めていった。故国がナチスにじゅうりんされて行くのをはねかえすが如く、必死に研究に没頭していったという。1947～51の間はマサチューセッツ工科大学の助教授として応用数学を担当した。その間1948年には、アメリカ国籍をとっている。

アメリカ在住13年間は、近接食連星に関する殆どあらゆる問題を理論的に研究し、また応用数学に関する研究も数多く発表し、この間87篇の論文を書いている。それらは、いくつかの著書<sup>4),5),6)</sup>としてもまとめられている。

## 7. マンチェスター時代

1951年、チャンドラセカールの推せんにより英国マンチェスター大学にできた天文学科の教授に迎えられた。英国の大学ではどこも、教授、リーダー(Reader)、上級講師、講師、助手がポストで、助教授という名のポストはない。一般にポストの数は非常に少なく、ラザーフォード、ブラケットというノーベル賞受賞者を出したこの大学の物理学科でも、当時理論物理の教授1名、実験物理の

教授1名、付属のジョドレル・バンク電波天文台でも教授は台長のラベルと副台長のハリソン・ブラウンの2人だけであった。新設の天文学科でもコパールだけが教授であり、即主任教授でもあった。その権限は非常に強く、例えば就職する学生は、教授の推せん状如何によって月給がかなり違うことがあるそうで、教授も仲々簡単には推せん状を書かぬと学生の一人がこぼしていたのを筆者は記憶している(筆者は1960～62の間、大学のポスト・ドクトラル・フェローとして滞在)。

世界の大部分の大学でもそうであるように、天文学科というのは建物の最上階を占めているようだ。マンチェスター大学の天文学科も、シュスター・ビルディングという建物の最上階を占めていた。シュスターは恒星大気構造論の初期にでてくるシュスター・シュワルツシルド・モデルで知られているかつてのこの大学の物理学教授である。今でも印象に残っているのは、この天文教室のフロアの隅の物置小屋には次の様な意味の言葉が英文で刻まれてあった。「1909年この部屋において、ラザーフォードとロイツが初めてアルファ粒子によって作られたヘリウムを集め、そのスペクトルをとることに成功した」と。

マンチェスターへ来てからのコパールの活躍はめざましかった。近接連星の分野では自分の開発した数学的に厳密な逐次近似法で多くの食連星の光度曲線解析を行い、分光観測によって成分星の質量比や実半径の判明した64対の食連星の最良資料をもとに、ロッシュ・モデルを適用して近接連星が分離型、半分離型、接触型の3種に実体的に分類され得ることを指摘した。この成功のもととなったのは、やはりコパールの逐次近似法による光度曲線の厳密解が可能になったからである。食の光度曲線の理論は問題が高度に非線型のため、従来のラッセル流の簡便法で取扱った解はその不正確さを避けることができなかった。この3分類の成功こそ画期的なもので、物理的意義が明白であり、その後の近接連星一般の進化の議論に

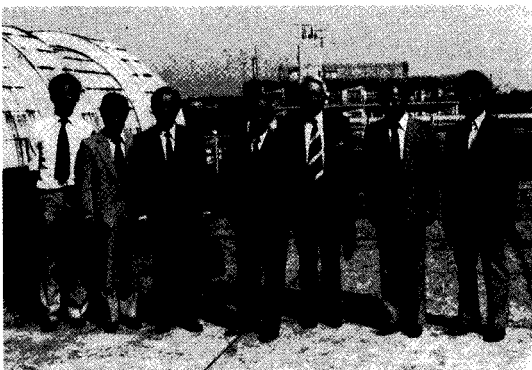


図4 1978年10月3日、東大天文教室に故萩原雄裕先生(中央:文化勲章受章者)を訪問されたとき。萩原先生はこの4ヶ月後に亡くなられた。

対して大きな指針を提供することになる。大著近接連星論<sup>7)</sup>には詳しく解説されており、近接連星研究者の座右の銘となった。

1957年10月4日、人類最初の人工衛星スプートニクI号がソ連によって打ち上げられ、宇宙時代の幕あけとなり、コパールの研究にも大きな変化がもたらされた。この年は丁度、マンチェスターへ来てから初めてのサバチカル年で米国ウイスコンシン大学に招かれていた。ウイスコンシン滞在中しばしば訪れた友人ハロルド・ユーレー教授との月に関する議論がコパールに一大転機をもたらしたという。この時ユーレーはNASAのアドヴァイザーを勤めていたが、彼のすすめでNASAからの研究費援助の約束をうけ、月の研究を決心したという。もっともウイスコンシン大学で行った研究は、衛星を持った回転流体平衡形状論に関するもので、クレローの古い理論を近似を進めて一般化したもので、その成果は同大学から一冊の本<sup>8)</sup>として出版されている。

マンチェスターへ帰ったコパールは早速、月面精密観測の大プロジェクトにのりだした。すなわち、海拔2860メートルのフランスのピク・デュ・ミディ天文台で月の精密写真を系統的にとるという仕事である。この計画にピク・デュ・ミディ天文台は全面的に協力した。初めは同天文台の口径60cm、焦点距離18.22メートルのクーデ式屈折望遠鏡を使い、月面における像の分解能0.5キロでの写真観測である。9インチ・フィルムを装填した航空写真による撮影である。

1964年には、フランス・英国協同の新しい口径107センチの反射望遠鏡も同天文台に設置され、月面専門に観測がおこなわれた。このプロジェクトは1960~67年の間続き、とられた月面写真は6万枚以上に達した。この成果をもとに、当時としては最も精密かつ詳細な月面地図を完成させた。1972年4月、宇宙船アポロ16号が宇宙飛行士を月面に着陸させるに成功したのは、コパール等によるこの月面地図の貢献があったからという。

月面観測プログラムと並行して、コパールは月の内部構造や物理的秤動等の研究も進めていった。また、月に関する多くの国際会議を主催し、月はコパールのエンパイアなどと蔭口を聞かされる程の活躍であった。この時期のコパールの月に関する多くの研究は数冊の専門書<sup>9)10)11)</sup>となって出版されている。

アポロ時代の終了と共に、コパールは再び近接連星の研究にもどる。この時期、近接連星の力学的研究等に集中し、それらはやがて数冊の名著<sup>12),13)</sup>にまとめられている。1981年9月、マンチェスター大学退官後も研究意欲は衰えず、2~3ヶ月に一つ位の割合で論文を発表している。そして意欲的な最後の専門書「ロッシュ問題」と「食の数学的理論」の2冊<sup>14),15)</sup>を世に残している。

## 8. おわりに

コパールが1938年チェッコを出て以来、第2次世界大戦が終了しても、今やアメリカ国籍であるという理由で故国への入国査証は拒否され続けた。再び故国の土をふむことができたのはスターリン時代が終り、19年経った1957年4月のことであった。プラハの空港には父親や、昔のチェッコの友人達が大量で迎え感激の再会を果したのはいうまでもない。この時代、ナチに追われ、ヨーロッパの多くのユダヤ系学者が英国やアメリカへ亡命を余儀なくされたことは余りにも良く知られている。しかし、ユダヤ人ではなく、れっきとしたキリスト教徒のコパールが小国チェッコ・スロヴァキアという国の運命にほんろうされながら、亡命の道をとらざるを得なかったのも、ヨーロッパをおそった戦争のためであった。その悲劇にもかかわらず、亡命者として家族（妻アレナとの間に3人の娘がいる；その中の一人でズデンカ・スマスは現在アメリカで天文学者として夫と共に活躍）をひきいての生活とたたかいながらも研究に没頭し、天文学に大きな貢献を残したのは特筆されてしかるべきであろう。退官後もマンチェスタ

一大学名誉教授として活発に研究を続け、死の3ヶ月前には招かれてスリランカの大学へ集中講義にも出かけている。

出版した論文数は300以上、著書の数は80に達する健筆家でもあった。また、1968年には彼が編集チーフとして国際学術雑誌 *Astrophysics and Space Science* の出版を開始し、翌年には雑誌 *The Moon* の編集の指揮もとり、死ぬまで続けた。前者の編集に関しては筆者も編集を手伝うことになったが、コパールはレフェリー制度についてかなり独特の考えを持っていた。筆者が一度、インドの人々の論文が多く、レフェリングが雑だとコメントしたことがあったが、コパールは少しでも独創性のある論文は出版してよいと考えていたようである。特に英文のまずさ等のために日の目を見ないなどにはかなりの抵抗感を持っていた。彼自身の英文は、英国人さえ一目おくほどのきれいな独特のスタイルの文章を書くことは良く知られており、筆者が滞英中マンチェスター大学での公開学位審査で英国人の提出論文について不適切な英文を批判していたのを覚えている。昔、故竹田新一郎助教の近接連星に関する論文が非常に独創的であったにも拘らず、その特異な英文のため欧米の学者から無視されていたことなど、良く話してくれた。

日本へ22才のとき来て以来、招待を含め13回訪れている。アメリカ、ヨーロッパ以外の国で、こんなに数多く訪れた国は他にはない。昔の日本での思い出をいつも大事にし、マンチェスター時代に彼の家でのパーティによばれた時、富士登山の写真などもよく見せてくれたのを今でも思いだす。いつもきちんとした服装で、英国人以上に礼儀正しく、またユーモアをとばして天文学教室をアット・ホームなふんい気にしていた。コパールが親しく接し、最後まで尊敬し、その伝記なども屢々話してくれたのはエディントン、シャプレー、ユーレイの3人の学者であった。コパールの遺骨は彼の遺言に従って今は故国チェッコの首都プラ

ハの墓地に埋められている。

## 追記

この記事はコパールの自伝<sup>16)</sup>をもとに、筆者の2度の滞英中コパール夫妻から直接聞いた多くの思い出話を含めてまとめたものである。

## 参考文献

- 1) Kopal, Z. 1935, *Zeitschrift für Astrophysik* 9, 239.
- 2) Kopal, Z. 1936, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* 96, 854.
- 3) Takeda, S. 1934, *Kyoto Mem. A.* 17, 197.
- 4) Kopal, Z. 1946, *Harvard Univ. Press* 1946.
- 5) Kopal, Z. 1950, *Harvard Obs. Monograph.* No.8
- 6) Kopal, Z. 1955, *Numerical Analysis*, Chapman-Hall and John Wiley.
- 7) Kopal, Z. 1959, *Close Binary Systems*, Chapman-Hall.
- 8) Kopal, Z. 1960, *Figures of Equilibrium of Celestial Bodies*, Madison.
- 9) Kopal, Z. 1966, *An Introduction to the Study of the Moon*, Reidel.
- 10) Kopal, Z. 1969, *The Moon*, Reidel.
- 11) Kopal, Z. 1974, *Mapping of the Moon*, Reidel.
- 12) Kopal, Z. 1978, *Dynamics of Close Binary Systems*, Reidel.
- 13) Kopal, Z. 1979, *Language of the stars*, Reidel.
- 14) Kopal, Z. 1989, *The Roche Problem*, Kluwer.
- 15) Kopal, Z. 1990, *Mathematical Theory of stellar Eclipses*, Kluwer.
- 16) Kopal, Z. 1986, *of Stars and Men — Reminiscences of an Astronomer*, Adam Hilger.

(写真は16)より転載)

## The Achievement of the Late Professor Zdenek Kopal and His Life

M. KITAMURA

National Astronomical Observatory, Mitaka, Tokyo 181, Japan

Abstract: ZDENEK KOPAL, Emeritus Professor of Astronomy at Manchester University, England, who died aged 79, worked closely with NASA, and took tremendous amount of pictures of the Moon in preparation for the manned Apolo landings. He was also deeply interested in close binary stars and worked out a new method of probing their interiors. This work ranks with the most important developments in astrophysics of the 20th century, along with pulsars, quasars and gravitational lenses.