

天文月報

観測者の頁

流星の観測法

古畑正秋*

何の器械も用いずに簡単に出来て、而かも熱心第次では専門家に貴重な資料を提供し得るばかりでなく、自分で興味ある研究を進めていけるものが流星観測である。星に興味を持たれ方は先づ流星観測を試みられるようお勧めする。最近天文臺で寫眞或いは電波観測によつて新しい研究が進められてはいるが、流星研究の多くの部分は依然として天文愛好者の協力を待っている。實際そうした方々の御助力によつて究明したい問題が流星には澤山残っている。

1. 観測の準備 観測を始める前に星空を一通り覚えることが必要である。星圖を頼りにして星座と主な恒星を覚えればよいのであつて天文愛好者には別に難しいことではないでしょう。これは観測した流星の経路を星圖に記入するのに必要なのであつて、記入する星圖は三四等星まで入つてゐる星圖ならばどんなものでもよいが、流星観測用に特別に作った星圖が最も宜しい。普通の星圖では経路を記入する場合に流星を多少曲線に畫かなければならないが、流星圖ならば直線で記入出来るからである。流星圖は筆者の作製したものがあつて希望者にはお世話出来る。

流星出現の時刻を知るための時計は大體一分程度の正確度で間に合う。普通の懐中時計をラジオの時報に合はせるくらいで充分である。此の外に記入するための電燈として餘り明るくないものを用いる。懐中電燈は紙でも入れて暗夜僅かに見得る程度にすればよい。一時間以上も観測しても疲れないように椅子を用意したり、冬期は適當な保温準備をすることも必要である。

2. 観測の方法 観測の内容は目的によつて多少異なるが、最も大切なのは流星の経路をなるべく正確に流星圖に記入することである。之は流星の輻射點を決めるような場合にも、或いは同時観測によつて流星の實経路を求め場合にも大切であつて、初心者には此の點に最も留意されたい。多くは別紙に流星出現の時刻と、等級、色、速度、繼續時間、痕の有無、其他特長のあつた場合それを記録する。流星圖の経路と記録との兩方に番號をつけて間違ひのないようにする。等級は人によつて大分違ふが、恒星の等級と比較して決める。特別に明るいものは金星の二倍とか満月の半分とかいうように記入してもよい。速度は甚速、速、中、緩、甚緩ぐらいに分けて(VR, R, M, S, VS)など記入すれば便利である。色は特に目立つたものを記す程度でよい。途中で變化したものは勿論そのことを記す。繼續時間の推定は最難しいが、一秒間内にアイウエオを言えるように練習して流星出現と同時に稱え始めるとか、或いは單に秒を數へて決めるとか適當な方法で練習す。此の観測は多くの場合なくてもよいが、特別の大流星の場合には必要である。

最後に観測の正確度を1から5ぐらいの數字で記入する。多くは経路どのくらいよく記入出来たかを決

める。自分の視線の方向に丁度流れて附近の星との關係が充分よく確かめられたものを5とする程度がよいでしょう。観測の開始、終了時刻、天候の状況、月齢なども記入例のように丁寧に記す。出現星座は後で星圖と對稱する場合に役立つものであり、流星群とあるのは観測中例へばペルセウス流星群に屬するものと認めたものに略號で記入する。

記録の順序としては先づ最初に経路を記入してから時計を見てそれから他の事項を記録するというようにどこまでも経路に重きを置くべきである。少し慣れれば三十秒内外で記入を済ませ得るようになる。

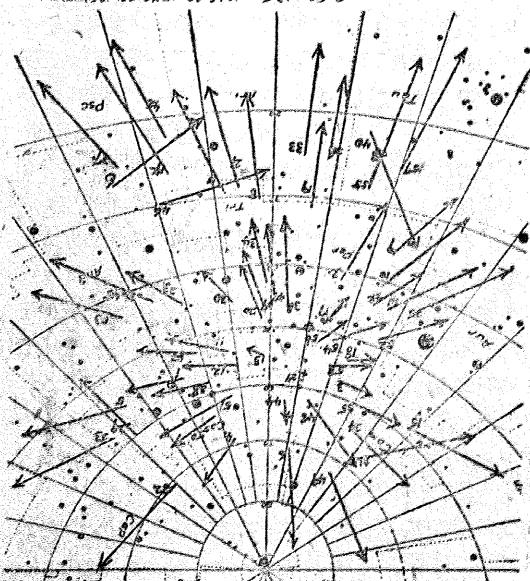
此の外にも観測に熟達すれば色々細かい規定を設けて研究を進められるが本稿は全く初心の方のためのものとして省略する。

3. 観測の注意 始めて観測をする場合 既知の流星群の出現時を選ぶべきであろう。本誌一月號或いは適當な天文書でその月日を知ることが出来る。此のような場合は大體輻射點を中心として見張つていればよい。二人以上で協力して観測する場合は空を見ている人が経路だけを星圖に記入して、他の記録は口頭で傳へて記録させるなどして能率をあげることが出来る。

観測の目的によつては唯出現數だけを數へる場合、経路だけを記入して輻射點を決める等色々變えることがあるが、これは或程度観測に上達してから特別な目的で行うのであつて始めの中は上述の方法を忠實に練習されたい。望遠鏡を用いて行う観測、寫眞を測等も素人で行うことが出来るが、之等については又の機會に譲る。

4. 観測の整理と報告 観測を續けていけば輻射點の決定、出現頻度の消長等について自分で或程度の研究を進められるが、多數の観測者の結果を集めて天文臺で整理するのが最も効果的であるから観測結果はすべて天文臺へ一應報告し、頂き度、初心者の観測もそのまゝ送附されれば適當な注意と指導、得られる。そして多數の人から協同観測を行う場合にそれに参加する機會も得られます。ますます興味を深めることが出来る。天文愛好者は先づ流星観測から積極的な研究へ一歩踏み出さるようお勧めしたい。

流星観測表記入例は11頁にある。



流星圖記入例

*東京天文臺技官

6. 先月號では星の内部構造論の基礎となる事をお話ししました。星の質量、光度、半径、この天文學的データと、高温高壓に於ける物質の諸性質、これが内部構造論の基礎です。そしてそれに関係のあるグラフと一覧表をお目にかきました。言うまでもなくこの様な成果は一朝一夕にして得られたものではありません。

星の内部構造論は十九世紀の末頃からエムデン等の人人によつて研究されましたが、理論的な體系は1920年頃エディントンによつて始めて出来上りました。昔は、巨星は密度が小さいから氣體で作られ、主系列星は密度が大きいから液體又は固體で出来ているのだらうと考えた人が多かつたそうです。先月號の一覽表で御覽になりました様に、主系列の星は水や輕金屬と同じくらいの密度を持っていますから、昔の學者が氣體ばかりで出来ていると思わなかつたのは無理からぬことです。エディントンは、高温高壓の下では密度が大きいでも氣體として存在している事を證明しました。これは實に劃期的な大發見で、それ以後の内部構造論はたいていエディントンの流儀に従つています。この頃始めて、星の質量と光度と半径との關係が純理論的に導き出されました。それは

$$\text{光度} = C(\text{質量})^{0.5}(\text{半径})^{-0.5} \quad (4)$$

という式で、Cは星の物質の化學組織によつて定まる常數です。これは観測の統計(先月號の(1),(2)式)と大體似ています。この美事な一致が、主系列星の物質が大體縮退していない電子ガス状態にある事の證據になつています。これは先月號で申し上げた通りです。

白色矮星はこれよりも少し後に發見されましたが、餘りに密度が大きいので、當時は観測の間違いかと疑われた程です。然し1926年にフアウラーの研究によつて縮退した電子ガス状態の物質で出来ている事が明らかになつたのです。これまた自然科学の歴史に残るべき大發見でした。

7. その後1938年までは内部構造論にはあまり大した事件は起りませんでした。エディントンやフアウラーの理論が多數の學者によつて引きつがれて發展しました。エディントン門下の人達ばかりでなく、賛成者も反對者も大勢あつて、賑やかに討論され、研究されました。その中で特に面白い結果の一つは、ストレムグレンが星の光度と質量と半径とから、星の水素の含有量を算出したことです。その方法はエディントンの理論の應用で、(4)式を用いて常數Cを一つ一つの星について計算し、次に

$$C(1-x^2)(1+3x)^{7.5} = k \quad (5) \quad (k \text{ は常數})$$

という方程式を解くのです。xは水素がその星の全質量の何パーセントを占めるかを表わす未知數です。物理的に意味のあるxの根は0と1との間になければなりません。主系列の星では二つの根があり、トランブラー星や超巨星では意味のある實根は一つも出て来ません。ここで論議が交わされたのですが、詳しいことは割愛します。

8. 内部構造論の歴史をお話ししてきましたが、ここでいよいよ1937,8年の大事件に移りましょう。それは星のエネルギーの源泉の理論が見出されたことです。四つの水素原子核(プロトン)が組合わさつて一つのヘリウム原子核になり、その時餘分のエネルギーを放出するという反應が星の熱源になるという説です。つまり普通の化學で言う放熱反應のようなものです。原子核そのものが變化するという點で根本的な違いがあります。こんな反應は地球上の實驗室では到底實現されないのですが、星の内部に於ける何千萬度、何十萬気壓という特別な環境がこれを可能にしているのです。

この原子核反應に基づく星の熱源の理論は空想的な假定ではなくて、理論的にも量的にも確實性を持っていますので、現在では定説になつています。ガモフは早速これを取り入れて新しい内部構造論を作りました。その考えは星の中心近くの高温高壓の部分で核反應が起り、エネルギーが盛に發生するという點源モデルの一種です。詳しくは第3圖を御覽下さい。

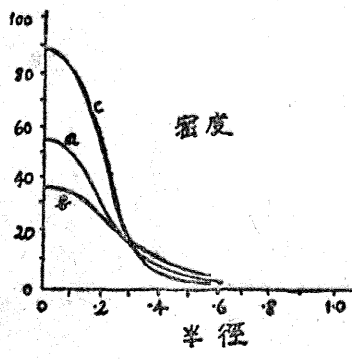
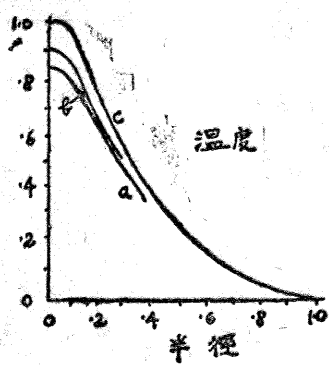
ガモフの理論も、根本はやはりエディントンの流れをくんでいるのですが、星の年齢と進化とに關して具體的な考察をすることが出来る様になつたことが大きな進歩なのです。つまりエネルギーの源泉が水素であることがわかつた爲に、水素の含有量を知ればその星の年齢と進化とがわかる。即ち星のよわいを測る尺度が手にはいつたのです。

9. そこで、前節でお話ししたストレムグレンの水素含有量と組合わせると、いろいろな星の年齢がわかります。太陽が過去 2×10^9 年の間に消費した水素はせいぜい2パーセント以下で、現在なお全質量の35パーセント近くの水素を保有していることになります。又、一般に、質量の小さい星は壽命が長く、質量の大きい星は壽命が短いのです。太陽の100倍くらいの質量の星は、たとえ全部が水素で出来ていても 10^7 年もたたない内に水素は全部燃焼して灰に(即ちヘリウム)になつてしまいます。とすると、現在天にある質量の大きい星は太陽などよりもずっと後から生れたのでしうか。それとも水素以外の未知の大熱源を持つているのでしうか。この問題はまだ解決されていません。

*東京天文台技官

第3圖 星の内部の温度分布と密度分布（横軸は星の半径を単位とした長さ）

a エディントン標準モデル
 b エネルギーが星全體から一様に湧き出すと假定したモデル
 c 點源モデル



新星や白色矮星の存在とそれの経歴とをどう説明するかも、残された大問題の一つです。ガモフは主系列星が水素を失った「なれの果て」として白色矮星を考えましたが、質量の大きな白色矮星の存在しないらしい事はこの説の大きな缺點とされています。

最近ほのかに傳え聞くところでは、ガモフは新たに點源モデルの星を研究して、現在の主系列の星は、水素を消費すると共に次第に巨星に近づくという結果を出したそうです。これが本當ならば、第4圖の太陽の進むべき路は右上方に眞つすぐにのびることになります。又、放射能物質を考慮に入れたりして、エディントン流のとは全然違つた内部構造論を打ちたてている一派もあり、極度の高温高壓の中性子状態の核を持つた星のモデルを研究している人達もあります。

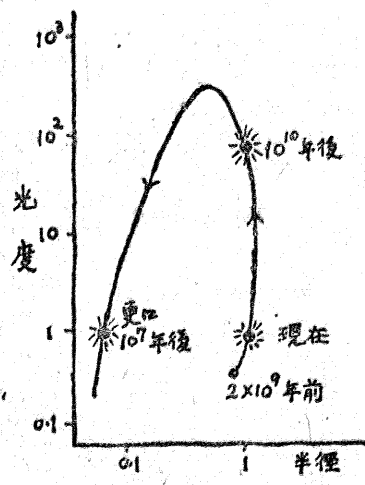
一方、観測の方法も次第に大じかけになりました。星の質量、光度、半径の統計なども、案外第1圖とは似ても似つかないものが出てくるかも知れません。星雲や星團によつて星の種類の違ふことなども、パーア等の人達によつて研究が進められているそうです。

10. 内部構造論の現状は、今まで申し上げた様に、大體出来上つてはいるのですが、實は一番かんじんな所がぬけています。それはもはや、内部構造論だけの問題ではありません。宇宙進化論——天文學のすべての分野は結局この一點で互に結びつくのですが、これの問題になつてくるのです。

いろいろな星の現状とそれの進化、宇宙の實狀とそれの歴史、いろいろな元素の性質とそれの生成、これらの問題が一撃に解決されるのでなければ、個々の問題も完全に解かれたとは言えません。これはなかなかの大問題で、近い中に解決されるかどうか想像が付きませんが、その目的に向つて少しづつ進んでいることは確かです。大勢の人の——天文學の専門家だけでなく、その仕事に協力する人達を含めて——の故々ならぬ努力が必要です。寒い夜ふけにアマチュア天文家が變光星を観測するのも、質量光度関係のグラフに新しい點を一つ印す助けとなり、ひいては大目的に向つての着實な一歩となり得る。ということをおしそえておきましょう。（おわり）

第4圖

太陽の過去、現在、未來半径と光度は現在の値を單位にしてあります。燃料の水素が少くなる程光度が大きくなる事は御注意下さい。



流星圖記入例

No. 1	観測者：古畑正秋	観測地：麻布區飯倉	経度：9時19分E	緯度：35°3'N					
観測日：1943Ⅷ12		観測開始：1時0分	観測終了：2時30分	観測時間：90分					
流星数：58	天候：晴	清澄度：最良	月齢其他：月ナシ						
番號	出現時刻	正確度	繼續時間	光度	速度	色	其他	星座	流星群
1	1時2.5分	3	0.8秒	3	R			Cas	P
2	1 4	5	1.2	1	R	BW	痕	Per	P

惑星の位置

天象 3月の空

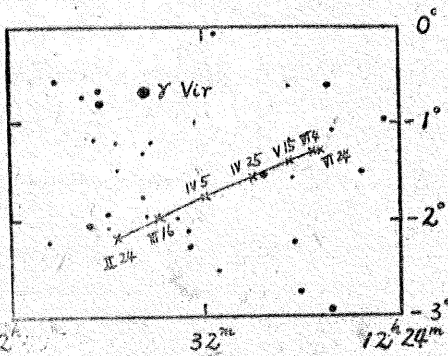
惑星 今月は水、金、火の3星は見易い位置ではないが、木星と土星が脊の空に見える様になつて観望の好期である。右の惑星の表は月初と終に於ける位置を示したものである。先月のこの欄にはV月初までの天王星の運行圖を載せたが、今月は海王星の運行圖を下に掲げた。

流星群 Ⅱ月も概して流星の出現は少いが、主な流星群は獅子座 \times (1-4日)、龍座 η (15日頃)、ケフェウス座 β (18日頃)附近を輻射點とするものである。

變光星 アルゴル種變光星の表は今月中の極小を2回示した表中Dは變光時間である。長周期變光星の中でⅡ月中に極大に達する等の主な星はR Cam(15日)、R CMi(11日)、T Cep(21日)、U Cet(27日)、V Cyg(13日)、V Mon(18日)、RU Sgr(14日)、S UMi(5日)、RS Vir(18日)等である。

星の掩蔽 東京での掩蔽の豫報時刻を次に示した。方向角は天頂より測る。

	潛入時刻	星名	等級	方向角
Ⅱ27	18 58	+21.618	5.7	-36°
	19 30	+20.733	6.2	91



海王星運行圖

銀河附近 駱駝座からオリオン、大犬にかけての華やかな冬の銀河の眺めも暫らくは見られなくなるので一夜ゆつくりと望遠鏡や双眼鏡をこの附近に向けるのもよい。かに座にあるプレセペ星團やプレアデス、オリオン星雲などはよく肉眼に親しまれているが、この外にも駱駝座の五邊形の中の星團、双子座 η の傍の星

Ⅱ 月 初			Ⅱ 月 末			
出沒順位	星 座	記 事	出沒順位	星 座	記 事	
1	太 陽	水 瓶	1	太 陽	魚	21日春分
2	水 星	水 瓶	2	天 王 星	牡 牛	宵に西天
3	天 王 星	水 牡	3	土 星	か 牛	宵に南中
4	土 星	か 牛	4	冥 王 星	か 女	とCncの傍
5	冥 王 星	に 女	5	海 王 星	乙 女	光度7.7等
6	海 王 星	乙 女	6	木 星	星 秤	運行圖参照
7	木 星	星 秤	7	金 星	水 水	夜半東天
8	金 星	水 水	8	火 星	水 水	曉の星
9	火 星	水 水	9	火 星	水 水	

アルゴル種變光星

星 名	變光範圍	周 期		極小(中央標準時)				D
		\bar{a}	\bar{h}	\bar{a}	\bar{h}	\bar{a}	\bar{h}	
WW Aur	5.6-5.2	2	12.6	19	15,	24	16	6.4
R CMa	5.8-5.9	1	3.3	15	19,	25	21	4
δ Lir	4.8-5.9	2	7.9	20	1,	27	1	13
RR Lyn	5.6-6.0	9	22.7	14	15,	24	14	10
β Per	2.2-3.5	2	20.8	9	20,	29	22	9.8
λ Tau	3.8-4.2	3	22.9	14	19,	13	18	14
RW Tau	8.1-11.5	2	18.5	16	19,	27	20	7.9
TX UMa	6.9-9.1	3	1.5	13	22,	16	23	8.9

團M35、一角獸座にある數個の星團は肉眼でも微かに指摘することが出来る。オリオンの三つ星の南端に星の南に續く星雲の中に入り込んだ、犬の頭狀の暗黒星雲は寫眞ではよくおなじみだが、伸々望遠鏡では見へない。この星の東北3°の處にM78といふ可愛らしい星雲があるが、その星雲の更に1度東北に淡いが大きな長い星雲がある。これは3つ星を取巻いた大規模な星雲の内の最も明るい部分である。

天文學普及講座(本會及東京科學博物館共同主催)

Ⅱ月45日(土)午後1時半-4時、會費1圓

「春の星座」 野尻抱影氏

「大陸移動とアイリスタシー」

文部技官 宮地政司氏

昭和22年2月25日印刷 定價金 2圓

昭和22年3月1日發行 (送料30錢)

編輯兼發行人 廣 瀬 秀 雄

東京都神田區仲町一ノ無番地

印刷人 加 藤 新

東京都神田區仲町一ノ無番地

印刷所 文化印刷株式會社

東京都北多摩郡三鷹町東京天文臺内

發行所 社團 日本天文學會

法人 振替口座東京 13595

東京都神田區淡路町2丁目9

配給元 日本出版配給株式會社