天文學

第249號（第 22 卷）　（昭和17年）　第 3 號

宇宙空間に於ける星の光の選擇吸收

山　本　一　清

最近10年間に，天文學上に於いて確證された最も重大な事實の一つは，ひろい宇宙の恒星空間に於いて，星の光が通過するうちに，幾分か吸收されて，淡くなるといふことである．この問題は，天文學の最大の目的である宇宙の構造の研究のために，非常に重要な事柄である．何となれば毎日毎夜吾々の眼に見え，又は寫眞に撮影されるあの星々の光りが，果してあのまゝ本統の光であるか？　或は，光が空間を通過中に何者かのために幾らかでも吸收され，弱められるため，星の本統の光力は，實はもつと强大なものなのであるか，どうかといふことになるからである．一體，星への距離は，三角測量術によつて測るのが正當な方法であるのだが，しかし，之れは今日の器械力では一定の限りがある．從つて，三角測量の及ばないほどの遠距離の星は，光度の測定から其の距離を算定するのが普通である．今 m を或る星の見かけたまゝの光度とし，又，M を其の星の絶對光度（10パーセク，即ち33光年の距離から此の星を見た時の光度）とし，r を其の星から吾々までの距離とすれば，此等の數値の相互の間には，下の如き關係が成り立つ．

$$\log r = \tfrac{1}{5} \times (m - M) + 1 \quad \cdots\cdots (1)$$

これは，要するに光度が距離の2乘の割合で減ずるといふ普通の物理學の法則を書き換へたに過ぎないものである．さて，この絶對光度といふものは，普通には，分光器による觀測から定められる．即ち，或る場合には，星のスペクトル型の種類によつて，其の絶對光度が定められ，又，或る場合には，各スペクトル型の中の巨星や矮星それぞれによつて多少違つた絶對光度が定められることもあるが，何れにしても，皆これは，各種の星の質量や表面重力から光力が算定せられ，それが又，スペクトル中の詳細な現象と如何に關係してゐるかといふ精しい研究によつて基礎づけられ，そして，遂に其の星の M が定められるのである．かうした方法で定められた星の光力は，三角測量術によつて獲られた經驗的な數値と比較されて，其の常數が決定されるので，非常な遠距離の

星の場合でなければ，結果には甚だしい誤差は無い筈である．見かけの光度といふものは，直接に測定が出來るもので，決して不安な値ではないのだから，(1) 式による距離 r の算定は，スペクトル觀測の行はれる範圍内の總ての星について成功する筈である．しかしながら，若しも，宇宙空間に星の光の吸收が行はれて，光力が弱められるために，物理學の逆2乘の法則卽ち(1)式は駄目になるから，此の問題は，全く最初から出直さなければならないこととなる．今日は，宇宙空間に於いて，光が吸收されたり，擴散したりすることが一般に廣く學界に確認されてゐるのであるから，(1) 式のみから簡單に星の距離を決定するといふことは誤りであることが明らかである．

光の吸收があるために，星の本當の距離がどういふ風に歪められるかといふことは容易に知れるところである．星の光が吸收されて，弱められる場合に，若しそれが吸收といふことを知らないでゐて，吾人が單に其の光の淡さだけを見て，之れが距離の二乘に逆比例する原則のみから判斷すれば，之れによつて算定された星の距離は實際よりも大きいものとなり，從つて，宇宙全體の大きさも亦，見積りは大き過ぎる結果となる．之れを數量的に明瞭に決定することは非常に困難であること，言ふまでもない．近年，しかし，光の“選擇的吸收”といふ事實を利用して，此の問題を解決することが考へられて來た．若し，宇宙空間に浮遊する粒子が相當に大きいものならば，此等の粒子（塵埃）のために星の光は遮斷されて，一般的な吸收現象を起すけれど，之れに反して，若し粒子が小さい時には，光波の波長が短かいものほど，著しい吸收を起すこととなる．之れは實際の觀測上から認められてゐる眞理である．恒星の空間には非常に澤山の原子や，原子イオンが存在してゐて，此れ等の微粒子は光の波長の4乘に逆比して散光するといふレイリ式の現象を起すものである．しかし，實際には，原子よりももつと大きい粒子が空間にあつて，このレイリ式の吸收を多少弱めることが知れてゐる．但し，之れは，遠距離の赤色星と，其の附近にある非赤色星との，分光學的な比較研究から，光の吸收はむしろ波長の1乘に逆比例することが認められるから．

そこで，まづ．$A\lambda$ を，光波長の部分に於ける星の光の吸收とし，之れを光度で言ひ表はすとすれば，下の式が成り立つ．

$$A\lambda = A_1/\lambda \quad \cdots\cdots (2)$$

但し，この A_1 は此の星についての常數である．さて，星の色指數を測定したり，分光光度の傾斜を測つたりして，空間の吸收を觀測すると，スペクトルの二つの部分に於ける吸收率の差違が知れるものだから，今，2種の有効波長 λ_r と λ_b とに於ける星の光度を，それぞれ m_r, m_b とすれば，(2) 式による光

の吸收のために，星の光度はそれぞれ m_r+A_1/λ_r, m_b+A_1/λ_b となり，其の星の色指數である C は

$$C=m_b-m_r$$

であるべきものが，下の如く變形する．

$$C'=m_b+A_1/\lambda_b-(m_r+A_1/\lambda_r)$$

從つて，C′ と C の差は色過剩 E となり，

$$E=A_1\left(\frac{1}{\lambda_b}-\frac{1}{\lambda_r}\right)$$

例へば，波長5500A 及び4400A の光について測定したとすれば，

$$E=4.55\times10^{-5}A_1 \quad \cdots\cdots(3)$$

となる．この(2)と(3)とを組み合はせると，波長4400A の光の全吸收は

$$A_{4400}=5.0E$$

又，波長5500A に於ける眼視光度は

$$A_{5500}=4.0E$$

となる．故に，吸收が行はれる場合には，光度を寫眞的に測つたか，又は眼視的に測つたかによつて，(1) 式は下の如くなる．

$$\left.\begin{aligned}\log r&=\tfrac{1}{5}(m-5E-M)+1\\ \text{又は}\quad \log r&=\tfrac{1}{5}(m-4E-M)+1\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(4)$$

尤も，光度の測定に用ゐられる光の波長の如何によつて，こうした式の係數がいろ々々違つて來ることもあるのは勿論である．尙，この宇宙には (2) 式で言ひ表はせないやうな一般吸收作用があるかも知れないのだから，此等の (4) の式で計算した星の距離 r なるものは，むしろ距離の最大限度を表はすものだと考へた方が正しい．しかし，此等の r は，少なくとも，式 (1) で算出される概算値を多少でも改正したものと言ふべきであろう．

さて，(4) 式に入れる E を測定するについて，一つの困難がある．前にも述べた如く，E は其の眞の星の色指數と，觀測した色指數(空間の吸收によつて歪曲されたもの)との差である．ところが，非常な遠距離の星の眞の色彩などは決して正しく觀測し得るものでないのだから，普通は近くにあつてスペクトル型の相似した星の色を採用することになつてゐる．何となれば，星の色指數といふものは，距離が多少違つても，大して違ふものではないと考へられるし，又，同じ型の總ての星は同じ色彩を有つてゐるものと，暗默のうちに假定されてゐるのだから，こうした假定の意味は更にもつと深い所にまで進む．何となれば，今，例へば或る型の星の示す色が其の星の眞の光力に因るものと想像する．さうすると，實際の天體觀測上の技術から言へば，星の光輝の觀測し得る範圍は，どうしたつて大きいものでないのだから，光力といふものは一部分は

星の距離〔(1) 式を見られよ〕と關係するし，又，從つて，色も星の距離に關係することとなる．しかし，此れ（星の色が距離に關係すること）は宇宙空間に光の吸收といふ現象があれば，當然起ることなのである．之れによつて考へて見ると，觀測し得る星の色の，少なくとも一部分は，其の星の光力に關係するものなのだろうか，否か？　近年まで，此の問題は甚だ混雜したものであつた．しかし，近年，銀河星團の中の色の研究によつて，空間の吸收の認められない場合の星の色と光力との關係が明らかになつたので，其の結果，早期の星については，星の光力による色の違ひは非常に小さいといふことが確定した．ところが，幸ひにして此うした早期星は遠距離に澤山存在するので，之れ等の星を利用すると，宇宙空間の光の吸收を研究するのに非常に便利である．

近頃，ステビンス，ハンタ等の人々が遠いB型の星の色の研究をした結果が發表されたが，研究に用ゐられた材料は違つてゐるに拘らず，研究の結論はよく一致してゐる．即ち，宇宙に於ける散光微粒子の分布は決して一樣なものでない．之れに反して，既に知られてゐる如く，かの一般の星のスペクトル中に認められる靜止カルシウムのイオンは極めて一樣に分布してゐるものだから，之れ等のスペクトル線の强弱を測定すれば，遠い星の距離を最も有効に決定することが出來る．光を最もひどく吸收されてゐる赤星は大低銀緯の低いあたりに存在することが明らかだから，散光粒子は極めて銀河に接近したあたりに密集してゐるに違ひないと思はれる．しかし，又，銀河に於ける吸收率は，銀經によつて著しく異るのであつて，尙，同じ銀經上の一點に於いてさへ，吸收率と星の距離との關係はごく大體に比例してゐるに過ぎない．ステビンス氏の研究によれば，銀河上の或る方面に於ける星の色と距離との關係には餘りに甚だしい差異があるので，空間に於ける光の選擇吸收の平均係數などいふものは，今まで多くの學者が用ゐてゐたものだけれど，實際は，其の價値が甚だ疑はしいものと思はれる．尤も，しかし，ハンタ氏の說によると，星の光度の大きい差異は，むしろ，星の距離の不確實なのに歸すべきであると主張してゐるから，若し之れが本統とすれば，星の90%以上は光の吸收と距離とが正比例する關係を示し，殘りの少數の星のみは，特別な吸收雲によるものらしいといふことが，いろ々々他の證據からも立證されるといふ．

上記の何れの論が正しいにしても，ともかく，宇宙間に於ける光の吸收の問題は，10年前學界に於いて考へられてゐたものより遙かに複雜したものであるらしいことは確かである．しかしながら，大體の結論は，銀河面から南北へ數百パーセク（約一千光年）以內の空間に於いて，又，銀河中では，少なくとも二三千パーセク（約一萬光年）以內に於いて，星の光を遮斷したり吸收したりする宇宙塵が甚だ不規則に分布してゐるといふ事實である．尙，又，この外

に，宇宙にはガス星霧や，暗黑星霧があつて，其のために，銀河外の渦巻き星霧の見える天空と見えない天空との境界線をクツキリと表はしてゐる．この二つの原因により，吾々の銀河宇宙の直經が，以前には，2倍も3倍も大きいものと誤解されてゐたのである．

星の光を吸收する微粒子の粒々の大きさは，眼に見える光の波長の程度であるが，しかし，暗黑星霧の或る部分では，一般吸收作用を起すほどに大粒のものもある．又，吸收物質の分布は非常に不規則であつて，ために，多くの觀測者たちの結果が，一致しないことが多い．故に，眞相を知るためには，今後更に徹底的に夥しい觀測が行はれなければならない．

大阪プラネタリウムの話題（一般用）

1月　地球とガリレイ
　　ガリレイと地動說，地球の身體檢査

2月　歷史の夜空
　　建國の空や日本歷史上の夜空（歲差現象）

3月　戰線の星
　　北滿，佛印，赤道戰線の星空，天文の實用方面

4月　曉の“美の女神”
　　金星の神話，遊星の世界など

5月　無限の生命
　　太陽の解剖，人生と太陽黑點の神祕

6月　ドイツの「星と生活」
　　科學する國ドイツの天文，天文の教育と實用化の實例

7月　海と星
　　航海や航空に天文は重要，又潮汐の說明

8月　太陽の故鄕（ふるさと）
　　天に輝く百億の太陽，星の大都市，銀河，宇宙など

9月　北極の日食
　　北極の星空，九月10日北極方面の部分日食

10月　大阪（なには）と天文（ほし）
　　大阪の曆學者高橋至時，間長涯とプラネタリウム

11月　百年後の今日
　　プラネタリウムの100年後の正確な遊星運行圖及び一萬年後の歲差

12月　二十一の天の燈臺
　　21の一等星の物理と物語，戶籍調べ　　（高城生）