

## 宇宙空間内に於ける光の吸収

村 上 忠 敬

宇宙の大部分は何も無い空間の擴がりである。星と星、又銀河系と銀河系を距てるこの空間には果して何も無いのであらうか。若しその空間が絶對に何も無い眞空であつたならば星からの光は何の妨けもうけずに所定の速度で進んで行くに違ひない。然しながら極稀薄な物質でも存在してゐるとしたら、少し位の距離では感ずることが出来ない程のものでも、星と星、銀河系と銀河系の距りが餘りにも大きいために、可成りの影響を起すに違ひない。何物が存在してゐる空間を透つて来る光は眞空を透つて来るときよりは弱められて居ることは明らかであるが、空間内を満してゐる物質によつて、波長の長い部分と短い部分とにちがつた影響を及ぼす様な作用もあらうし、又は或特別な波長だけが吸収されることもあらう。そのほか光の通路が屈折したり又は分色したり散光されたりもするであらう。こう云ふ風に宇宙内の空間に物質が存在するために光線が受ける影響をひつくるめて空間内の光の吸収と呼んでゐる。

**一般吸収** 星から来る光が途中の障害物のために弱められることを一般吸収と云ふ。星から来る光は眞空を透して来るなら丁度距離の二乗に逆比例して小さくなつて行く筈であるが、若し途中で一般吸収を受けるとそれより早く弱まつてしまうことになる。空間内に於ける一般吸収の有無又はその大いさを知る最良の方法は、空間内に吸収があつても無くても影響されない様な方法で出した星の距離（例へば固有運動、星團や星霧の視直径から或假定のもとに統計的に出したもの）と星の視光度と絶對光度とから出す星の距離（例へば分光視差、變星視差などで、吸収があつても絶對光度を定めるのに影響はないがこれと較べる視光度が減ぜられるのでその二つを結びつけた式から出す距離に誤りが出ることになる）とを比較して兩者の間に系統誤差があることをしらべることである。

現視光度として用ひられるものは肉眼的のものと寫眞光度とあるので、

その何れをもととするかによつて空間内の一般吸収についての結果も異なつてくる。眼視光度の方を用ふる方は確かな材料に乏しく一般吸収についてあまり知られてゐない。然しながら銀河系間空間に於て極く僅かの眼視的一般吸収があることを銀河外星霧の表面光度の研究に基づいて ルンドマルクが示してゐる。

寫眞的一般吸収については最近數年間種々の學者が論議してゐる。シャプレ I 及びエムス は三千個足らずの銀河系の寫眞光度と視直径との關係から銀河系間空間に於て三千萬 パーセクの深さに對して五分の一等級だけ吸収されると云つてゐる。

我々の銀河宇宙即シャプレ I の所謂超銀河系内に於ける吸収については、球狀星團の研究からファンラインは千パーセクにつき 0.04 等内外の吸収があることを述べ、シャプレ I は銀河面近くで三萬パーセクの深さでも 0.5 等級以上の吸収はあり得ないことを結論してゐる。

トランプラーは最近の論文で、散開星團の直径はその中の星の數及其の集密度がきまると平均して一定であると云ふ假定のもとに、100 個の散開星團の視直径からその距離を算出し、視光度に基いて出した距離とを比較して、千パーセクについて約 0.7 等級の吸収が在ることを述べてゐる。

以前には空間に於ける星の分布はどこまで行つても同じ密度であるのだが遠い所の星は吸収のために見えなくなると云ふ假定のものに統計的研究が行はれた。現在に於ては星の密度は銀河系の中心を遠ざかるに従つて減ずることは明らかな事實である。然しそれを無視してハームが統計的に出した結果は千パーセクにつき 2.1 等級と云ふことになつたが星の密度が減じないと考へるのは明かにまちがつてゐるので、此の結果も大に失すると斷じてよい。シャーレンは銀河近くの B 型及 A 型の星の統計的研究から千パーセクにつき 0.5 等級と云ふ結果を出してゐる。

以上の様に何れの方面から研究しても我が恒星空間の内部で一般吸収を起す物質の存在することは否めない事實であらう。且又我銀河系以外の遠方の天體—即球狀星團及渦狀星雲の研究から、シャプレ I, ファンライン, ルンドマルク等が殆んど空間吸収の事實を否定してゐることを考へ合せる

と、吸収物質は存在するとしても大體銀河系内に限られてゐて、銀河外の空間は殆んど安全に透明なものと考へるのが至當であらう。

**差別吸収(撰擇吸収)** 星の光りの減じ方は各波長に一樣でなく、波長の短い方が一般に多く吸収されるので自然遠い所の星は赤く見えることになる。これを差別吸収又は撰擇吸収と呼ぶ。寫眞光度と眼視光度との差を色指數と名づけ星のスペクトル型によつて一定してゐるものである。所が差別吸収を受けると同じスペクトル型でも差別吸収を受けない場合より色指數が大きくなるわけである。これを餘色數と名づける。遠い所の星で餘色數が存在し且距離と共に大きくなつて行けば差別吸収の存在を知ることが出来るわけである。又星の色は一般にその表面温度で決定されるものであるから星の表面温度を外の方面から導いてそれに相當する星の色と實際の色とを較べて差別吸収の有無を知ることが出来る。此の方面の研究は可成り早くから初められた。

銀河間空間に於ける差別吸収は一般吸収と同様極僅かししか無いらしい、

恒星空間に於ける差別吸収はハーバードに於けるカプタインの研究(1909年)によれば千パーセントにつき  $0.31 \pm 0.06$  等級である。その後ヤーキスに於てファンラインは  $0.15 \pm 0.03$  等級、ジョーンスは  $0.47 \pm 0.05$  等級と云ふ結果を出してゐる。然し丁度その頃シャプレーが球狀星團についての彼の有名な研究を發表し、非常に遠方に在る球狀星團でさへ色指數が少しも大きくない、即ち撰擇吸収が存在しないのであると述べた爲に、多くの學者は彼の説を信じ、此の方面の研究が殆んど中止されるに至つた。然し近年キングは72個の星のスペクトル型と色指數の關係から0.3等級スローカムは0.34等級の吸収があることを發表してゐる。所が最近トランブラーは散開星團を用ひ、ファンデカンブはB型及A型の星の餘色數を用ひて各獨立の立場から銀河近くに於て差別吸収の存在することを明らかにし且互ひによく一致した數値を發表した。

トランブラーは多くの散開星團を研究し、それらが常に正の餘色數を持ち(即ち吸収がない場合より赤く見える)且餘色數の大きさが距離と共に増すことを經驗して千パーセントにつき0.30等級の差別吸収があると云ふ結

論を出し、併せて他の研究者の値を参照平均して低銀緯の部分に於て千パーセクにつき 0.32 等級の吸収と云ふ値を提供してゐる。

ファンデカンブはスペクトル B 型及 A 型の銀河附近にある星を材料として差別吸収を研究した。特に B 型 A 型を選んだのはこれらの型では色指數がはつきり一定してゐるのと、實際光度の明るい星が多いので極く遠方の星まで材料が豊富であるからである。主に白鳥座附近を用ひて、銀河近くでは距離と共に餘色數が明らかに増して行くことを示してゐる。それに加へて色指數に關するボトリンガーの精密な測定の結果も参照しその方からも事實を確めてゐる。そして結局銀河面に於て（後に述べる様に銀河面から遠ざかると吸収も減する）千パーセクにつき  $0.331 \pm 0.022$  等級の差別吸収を出してゐる。（此の結果には上記のトンプラーの結果を含めてゐる）

トランプラー、ファンデカンブ兩人のこれらの研究によつて差別吸収の存在することも亦否めない事實と考へなければならぬ。

だとするとシャプレー等が出した吸収が存在しないと云ふ結果に對してどんなにして折合ひをつけたらいいのだらう。幸ひ差別吸収を否定する人々の用ひた材料は高銀緯度の天體が多く、差別吸収のたしかめられたのは低銀緯即ち銀河面近く为天體であるために解決は簡單であつた。トランプラーは、此の吸収物質は銀河系内に限られるばかりでなく、著しく銀河面附近に密集し、その層の厚さは 200 乃至 300 パーセク程度のもので、銀河面に沿うての擴がりには 2000 パーセク以上のものであらうと云ふ説をたてた。此のことは銀緯が高まると吸収が減することからも確められた。尙ファンデカンブは上記の論文に於て、トランプラーの假説を探り既知の數値を用ひて、その吸収層の厚さの算出を試みた。そして吸収層の厚さと銀緯との關係式を以て、あらゆる利用出来る材料を調べた。但此の場合吸収係數即ち千パーセクに對する吸収を 0.67 等級としてゐる。

シャプレー及ソーヤの球狀星團の研究からは吸収系の厚さ  $-40 \pm 60$  パーセクと云ふ値が出る。ホレチエツク及ナボコフの球狀星團の研究を用ふれば  $+250 \pm 250$  パーセクとなる。又ウイルツやホブルの星團や星雲の研究からも夫々正の結果を得てゐる。又前記の白鳥座附近の B 型 A 型の星の研

究を利用すると  $210 \pm 70$  パーセクとなる。此等の結果は頼り無い感じがする程相距つてゐるけれど大體の見當は附かないことはない。ファンデカンブ自身はこれらの値を平均して大膽にも吸収層の厚さは  $175 \pm 50$  パーセクであると結論してゐるが大體此れ位だと考へたら大過ないと思ふ。

以上可成り管々しく述べて來たことによつて銀河内に於て銀河面近くに吸収物體の層があることは肯けることである。差別吸収の起ることから考へてその物質は光の波長と同じ位の細かい粒子で、上記の吸収現象はそれら粒子の起すレーレ散光が主であると察せられる。(レーレ散光は波長の四乗に逆比例する、即紫部の方が多く散光され遠い星は赤く見える。)このレーレ散光を考へて尙説明出來ない部分が残るがこれは電子散光又は天體細片(即流星の如き)による遮光などに歸すべきものであらう。

以上述べて來た一般吸収、差別吸収の外に尙次の様な現象が起る。

**單色吸収** 星のスペクトルに現はれる吸収線の中星の大氣の吸収のため生じたのでなくて、空間にある物質の爲生じたと考へられるものがある。有名なカルシウムの靜止線(K線)の如きがそれである。此れは分光連星に於て他のすべての線がその連星系の運動のためにドップラー變位を起すのに此の線だけ靜止してゐるため、空間を充す物質に依るのだらうと考へられたのである。オット・ストルヘ、プラスケット、エデントン等の研究によるとO5型乃至B3型の星のスペクトル中のK線はたしかに空間物質によるのであつて、それらの星の光が通つて來る空間にはイオン化したカルシウム原子が散在してゐる。このカルシウムは銀河系の回轉運動にも關與してゐる。この單色吸収を起すカルシウム雲と前記の一般吸収乃至差別吸収を起す物質とは緊密な關係があるに違ひないが未だ詳しくはわかつてゐない。

**光の分散** 光が物質の中を通ると波長の違つた光線はちがつた程度で速さを影響される。従つて蝕變星の光が明るく又は暗くなる場合など色によつて遲速があること認め得るわけである。此の現象をノルドマン＝チクホフ現象と云ふ。キーンレの研究に依れば恒星空間に於て未だこの現象の存在することを認め得ないやうである。

**遮光作用** 光の波長に比べて段ちがひに大きいやうな物體によつては波長

に拘らず光の一部が遮ぎられるわけである。我々の観測してゐる流星の如きは太陽系から生れたもので、こんなものが恒星空間にも迷ふてゐると考へなければならぬ理由はない。然し彼の暗黒星雲はたしかに遮光作用をしてゐることを疑ふ人はない。又不定形星霧もやはりその向ふ側にある星の光を弱めてゐる。尙球上星團や渦狀星雲が銀河内にみつからないのは遮光現象の爲だとも考へられてゐる。

吾々はまるで雲をつかむ様な漠然とした問題を、出来るだけの材料を拾ひ集めながら、各方面からしらべてみて、とにかく恒星と恒星を距てる空間は決して真空ではなくて、稀薄ではあるが光の吸収を起す色んな物質が存在してゐることがわかつた。問題が問題だけでもつと胸のすく様な結果、もつとはつきりした數値を出さうと望むのは無理なことだらう。今の所吾々の知識を綜合してみると次の様な物質が考へられる。

1, 靜止線を起す游離原子。主にカルシウムやナトリウムなどで一立方糎に水素原子一個と云ふ程度の密度。これはレ|レ|散光にも參與する。

2, 浮離電子 恒星空間では原子はイオン化されるから空間に浮離電子のあることはたしかである (靜止線を出すカルシウムもイオン化されてゐる。) 電子は波長に關係なしに散光するから一般吸収に參與することになる。

3, 種々の大きさの宇宙塵 浮離原子のレ|レ|散光では現象を説明するのに間に合はぬからその外に尙多くの宇宙塵があると考へねばならぬ、浮離原子の10倍位の密度。

4, 可成り大形の流星的物體 一般吸収の一部に參與する。

これらの物質が銀河系の中に銀河面近くだけに數百パーセクを出でない層として存在してゐると考へられる。然し前に假定した様に必ずしも一樣均等に分布してゐるものではなからう。

今まで天體の距離を出すとき多くは光の吸収を無視してゐた。然し光の吸収が特に銀河面に著しくある以上、少くとも銀河近く为天體の距離に訂正を施さなければならぬ。次の表は銀河面に於ける天體の距離が吸収體のためにどんなに作用されるかを示すものである。第二欄rはパーセクで

表はした距離、第三欄はそれに對する吸収總量、第四欄  $r'$  は吸収を無視した場合の距離、第五欄は  $r':r$  即ち吸収を考へなかつた場合の距離と考へに入れた場合との比である。吾々が銀河の中で20萬パルセクに在ると思つてゐる星は實は1萬パルセクの距離しか無い。その意味に於て今まで吾々は銀河系の大きさを大きく見誤つてゐたのである。

| 光 年   | $r$                  | 吸 收       | $r'$                 | $r'/r$ |
|-------|----------------------|-----------|----------------------|--------|
| 3800  | 1000 <sup>パルセク</sup> | 等<br>0.67 | 1360 <sup>パルセク</sup> | 1.36   |
| 6500  | 2000                 | 1.34      | 3700                 | 1.85   |
| 9800  | 3000                 | 2.01      | 7600                 | 2.5    |
| 13000 | 4000                 | 2.68      | 14000                | 3.5    |
| 16300 | 5000                 | 3.35      | 23000                | 4.6    |
| 19500 | 6000                 | 4.02      | 38000                | 6.3    |
| 22800 | 7000                 | 4.69      | 61000                | 8.7    |
| 26000 | 8000                 | 5.36      | 94000                | 11.8   |
| 29300 | 9000                 | 6.03      | 145000               | 16.1   |
| 32600 | 10000                | 6.70      | 219000               | 21.9   |

### 珍らしい流星スケッチ(天界第115號)に添えて

- 私は圖を見まして流星のあつた個處を書き現はしました。
- 流星は銀河より西の方へ飛びました。人の顔が白くなるやうな光でした。
- 流星してから5分以上6分ほど永く光りました。
- 流星の尾は3分位でなくなりました。
- 環狀の直徑は北斗星の四ツ目になつてゐる横の方ほどありました。
- 環狀の中には在來の星が光つてゐました。

秋田縣山本郡鹿渡村 藤 原 信 悦

### 御 訂 正 を 願 ひ ま す

天界第110號口繪に申村さんが倉敷で寫されたとの寫眞でございますが、あれは小川留守臺長が撮られたものです。又月日も8月19日とありますが、あれは9月12日でございます。8月16日の夜宮本君と小川さんと三人で寫しましたが、それは下弦の月でございます。(T. O.)