

超 銀 河 説

米國ハーワード天文臺長

ハーロー・シャプレイ

數年前、自分は、一つの實用假説 (Working hypothesis) として、『吾々の銀河系が、豫想外に大きく又内容豊富なものと近來知れて來たが、之れは元々星團 (star cluster) や星雲 (star clouds) の集合よりなり、漸次、外方星系 (external system) の結合と分離とから生長して來たものである』といふ説を發表したことがあつた。主にリク、キルソン山、ハーワードなどの天文臺で得た觀測を基礎とした自分の結論は、「我が銀河が大きさや、内容や、性質などに於いて、かのマゼラン雲や渦狀星霧* (spiral nebula) のやうな外方星系と比べて、とても比べものにならない程の尤大な、全く獨自なものである」といふのである。所謂「地方系」(local system) といふものは、大きさと構造から見ると、マゼラン雲や、又、銀河中の個々の星雲とほゞ似たものであつて、言はゞ、大組織の中にある小組織——銀河星の諸層の中に埋まり、其れを貫いて運動してゐる不定形の一單位——と見るべきである。ところが、最近年間の、銀河星雲や外方銀河の研究の進歩により、今から十二年前の、上記の假説を再び考慮する必要を生じて來た。

先年の考案について主な困難とするところを、下記の意味に於いて修正し、又、回避しやうとするのであるが、其の主な點とは：(1) 星系 (stellar system) の觀念は、渦卷星霧や其の附屬系を度外視するかぎり、不完全である；(2) 吾が銀河系はいかにも例外的であつて、こんな尨大な圓盤形の星雲は他の可視組織中には決して見當らないし、渦卷星雲と比べると其の平均のものより四五十倍も大きく、最大のものと比べて見ても尙ほ五倍大きい；(3) 球狀星團と銀河星團 (galactic cluster) との中間にある星團といふやうなものは殆んど皆無である；(4) 星團と星雲とが遭遇交錯して合一するといふやうなことは、頻繁に相互衝突しない限り、何らかの抵抗物質が無くては、あり得ない；(5) 天の河中にある明暗の星霧は、著しく位置が特定されてゐる。此等の諸點の或るものは、下のページ中で尙ほ深く考へられる筈である。

* 此の文では nebula を星霧を譯す——譯者。

銀河系の大きさ

吾人は、こゝで、銀河系 (galactic system) とは、星や星霧の集合體を謂ひ、其の分布状態は、天の河の中心線によつて定められる一平面と相ひ關連してゐるらしいものを意味する。故に、球狀星團は、銀河星や銀河星團や同星霧と共に、こゝに含まれる。何となれば、此等のものは銀河面に對して普遍に分割され、銀緯が小なるほど其の數が増加してゐる。渦巻き族の星霧は、此の定義によれば、銀河系以外である。

銀河系の極限を定めるのに役立つ最良の材料は、今は、球狀星團相互の距離である。地球から最も遠い星團即ち κ 座の N. G. C. 7006 は 185000 光年も離れてゐるし、又、此の N. G. C. 7006 から N. G. C. 2298 までは 260000 光年であり、又、N. G. C. 2419 から N. G. C. 6453 までも 260000 光年、又、N. G. C. 2298 から N. G. C. 6517 までは 230000 光年である。そこで、今、當分は、此等の距離を以て、銀河系の極限を示すものと見て好い。銀河面に近い微光の長週期セフェイ星も亦、銀河系の直徑が二十萬光年以上であるとの結論を、別途から、支持するものである。

大小のマゼラン雲の直徑は、それぞれ、一萬一千光年及び六千光年である(a)。メシエ三十一番(アンドロメダ星霧)や、メシエ三十三番のやうな巨大な渦巻き系の直徑は、ホブル氏によれば、それぞれ 42000 光年及び 15000 光年である。 κ 座の超星系 (Super-System (b)) 中にある星團の大多數の直徑は、ほゞアンドロメダ星霧と同じであるし、尙ほ、其の中で、寫眞光度十七等乃至十八等の星團凡そ二三百のものは、平均直徑がほゞ一萬光年である。同様に、近頃ハーブードで研究された κ 座の四つの銀河系(こゝに銀河系 galaxy として此の意味に用ゐるのは、少なくとも歴史的に見て、妥當でない。尤も、銀河外の星霧 extragalactic nebula とか、anagalactic nebula とか、非銀河星霧 non-galactic nebula とか、渦巻き星霧 spiral nebula とか、星雲 star cloud, とか、島宇宙 island universe とか言ふ言葉だつて、一般の實用語としては、皆、之れ以上に不適當なのだ)の最大直徑は、およそ二萬光年であるし、大多數のものは κ 五千乃至一萬光年である。

我が太陽附近にある巨光の青色星の配列によつて容易に見分けられるかの「地方系」(local system) は、せいぜい五千乃至一萬光年ぐらゐの直徑に過ぎないことが多くの研究者によつて認められてゐる。自分が始め之れを6500光年とした見積り(c)は、シールズ氏が星の分布を研究して近年得た數値よりも多少小さい(d)。天の河の中にはつきり見えてゐる或る星雲の直徑の大略の見積りによれば、ほゞ之れも地方系と同じ程度らしい。尤も、「いて」座の大心核雲 (large nuclear cloud) が、若し單一系であるのならば、其の四五倍はあるらしいし、又、「たて」座の星雲は其の半ばほどの直徑らしい。

マゼラン雲は、大體の構造が不規則であるけれど、外形はほゞ圓形であつて、殊に、明るい星は一種橢圓形に配列してゐる。銀河外の星霧の多くは偏球形であるし、又、或る種の銀河星雲は實質的に圓形の輪廓を持つてゐる。しかし、星雲や外方銀河 (external galaxies) の大多數は外廓が橢圓形であるが、多分實形は、吾が地方系の如く、圓盤狀に近いものだらう。

つまり、地方系と、マゼラン雲と、銀河星雲と、外方銀河とは、形が一系列の連続關係を示し、大きさもほゞ同じ程度である。直徑は一千光年から四萬光年までであるにはあるが、しかし、一萬五千光年以上のものは極めて少ない。それで、大銀河系 (galactic system) の直徑は全く桁違ひの大きさである。

銀 河 系 雲

近年、ナルフ、ホブル、ルンドマルク、バーデ、シャプレイ及びエームス等によつて、銀河外の星霧の群團のことが注意を惹いてゐる。「かみのけ」や「おとめ」座あたりの幾つかの銀河系雲 (clouds of galaxies) をハーワードで研究した結果が、近頃、六つの論文となつて發表された。全部で、明瞭な四十個以上の銀河系雲が寫眞に記録されてゐる。此等の地球からの距離は、一百万光年から二億光年まであるし、構造から言へば、僅々半ダスほどの銀河系の集まりから、二三千ほどのものの密集までに至る。

此等の銀河系雲の直徑は、小は二三十萬光年から、大は、少なくとも七

百萬光年にまで及ぶ。かうした超星系の距離や大きさは、勿論、暫定的のものではあるが、しかし、事實、此の方面の研究者總てが一致する意見は此等の數値がほゞ正しい程度であるといふことである。研究の方法は、吾が銀河系を測量するのと同じく、又、球狀星團やマゼラン雲の距離を算出するのと同じ方法である。

「セ ン タ ウ ル」の 超 星 系

銀河系雲は、一般に、不規則のもあり、又、ほゞ圓形のもある。かの「ペガソス」の N.G.C. 7317-20 の如き、少數から成る群の或るものは、吾々自身が、ほゞ其の擴がりの平面内にあると思はせるやうな天空分布をやつてゐる。近頃、「セ centaウル」座で研究された銀河系雲は、明らかに一方へ長く延びた形を示してゐる (c)。投影した形では、其の長さが幅の三四倍もあり、どうも、視線と僅か傾いた赤道面を持つ圓盤系であるらしい。又、系雲中の銀河が相互に接觸してゐる様子のもも少なくない。——こんな現象は、「かみのけ」や「おとめ」星雲や、其の他にも屢々認められる。ハーワード寫眞板の感光限度以上に認められる光力曲線から、此の「セ centaウル」星系全體には二千個以上の銀河が含まれてゐると思はれる。

この「セ centaウル」系雲 (Centaurus cloud) の距離を暫定的に算出した所では、ほゞ一億五千萬光年となる。最大直徑は凡そ七百萬光年で、中に含まれる個々の銀河の大きさは、もつと近距離にある銀河中のものや、尙、空一面にある其れ等のものとほゞ同じである。

此の系雲 (cloud) は明かに超星系 (super system) であつて、吾が銀河系の考察のためにも、甚だ重要なものである。

銀 河 系 雲 と し て の 吾 が 銀 河 系

上記の諸節に於いて述べた種々の見地や、又、こゝでは紙面の制限で詳述し得ない幾つかの見地により、自分はこゝに吾が銀河系について次ぎの如き觀念を提出する。尤も、しかし、此の考へに導かれて今後數年間の研究をして見ると、結局、此の觀念を可なり著しく變へることになるかも知

れないと思ふけれど、此の超銀河説 (Super-galaxy hypothesis) は、先年來、自分が種々の論文中で既に述べたことあるもので、今日も、初めの頃の圓盤説と比べて主要な點は殆んど變つてゐない。大きさや、構造については殆んど元のまゝで、只、言葉の意味が少しく違ふのみである。

(1) 今こゝで提唱する點は、吾が銀河系が、決して特別に大形の渦狀體 (spiral) であるのでもなく、又、マゼラン雲を大きくしたやうな單一星系 (single unified star system) でもないことである。言はず、これは一つの超銀河系 (super-galaxy) ——即ち、標本的な多くの銀河が多く集つて、扁平體系 (flattened system) をなすものである。故に、質量と内容 (population) とに於ては、わが銀河系はむしろかの明るい銀河が三百個ほども集合してゐる かみのけ・おとめ 系雲と比べられるものである。

(2) 吾が地方系、即ち、せいぜい何千光年の直径を持つ此の一星雲 (star cloud) は、ちやうど、マゼラン雲や、模型的な銀河外星霧 (extra-galactic nebula) ぐらゐなものである。かの したて 星雲や、はくてう 星雲や、尚ほ其の他天の河の中に五つ六つもある星雲も、普通の渦狀星霧は皆銀河である といふ此の意味に解釋すると、何れも立派な銀河 (galaxy) である。わが地方團は、中央面が、銀河面と 12 度だけ傾いてゐるが、即ち之れは扁平的な銀河 (flattened galaxy) の中央面なのである。

(3) 今までに認められてゐる暗雲體 (obscuring nebulosity) (及び、明るい擴散雲體 diffuse nebulosity も共に) の大部分は、わが地方系の平面附近に集中してゐるが、之れを上述の考へ方から見ると、即ち、赤道部にある暗黒物質輪 (dark ring of matter) であつて、其れとよく似たものは、多くの渦狀星霧の邊端 (edge) や腕 (arm) の間にも見えてゐる。今知られてゐる暗雲體は此の地方系に關連してゐるもので、決して超銀河と關係あるものではない。故に、凡そ之れが一千光年よりも遠方には多く見當らないといふことは、上述の説ともよく一致し、又、微光星や星團球狀の觀測ともよく一致する。只、かの、縁に暗輪 (peripheral dark ring) を持つ銀河外銀河 (other galaxies of our system) のうち、適當な位置にあるものだけが、其の暗雲體を以つて、吾々の遠距離星觀測を妨げるものである。

(4) この新説によれば、銀河星團 (galactic clusters) と球状星團とは、もはや、相關連して発生したものと解する必要はない。銀河星團は、初め、銀河母體 (parent galaxy) から生れてから、永く其の赤道面近くに居て、漸次崩壊して行くのらしい。(リンドブラードの研究によれば、核心を持つ渦状體 (nucleated spiral) も、遂には良い形の偏球型 (smooth spheroidal type) になつて了ふと云ふ (f)). 之れに反して、球状星團は、全く違つた組織で、超銀河系中の獨立體らしく、恐らくは、ルンドマルクが近頃述べた如く、外方銀河の最小形の偏球型を表はすものだらう。其の分布から見ると、明らかに之れ等は超銀河中の各員 (member) であつて、決して、大空間に無秩序に置かれた別々のものでは無い。

(5) 銀河の中心部附近の星雲 (star cloud) をハーワードで研究した所では、¹いて・さそり・へびつかひ¹あたりは、ほゞ大アンドロメダ星霧と同じ大きさで構造の單一銀河 (single galaxy) が占めてゐるらしい。大きさも似てゐるし、新星も其中心部に集中してゐる。其の中心部は非常に星が多いものだから、若し之れをアンドロメダ星霧の距離から見れば、今の最大望遠鏡でさへ個々の星に分析することは殆んど不可能であらう。

(6) 球状星團が皆揃つて大きい速度を持つてゐることについて、今は之れが銀河からの後退運動であるとか、又、全銀河の自轉の結果であるとかいふ風に解釋せず、むしろ、之れは吾が地方系の運動の結果であると解される。超銀河系としての立場から見れば、球状星團は多分静止してゐるらしいといふことが、其等の銀河面に對する對照的分布の事實からも推論される。同様に、マゼラン雲が速く動いてゐるといふのも、やはり、わが地方系に關しての話であつて、つまり、上記の説に據ると、此の二雲は、位置は銀河面から可なり離れてゐるけれど、明らかに超銀河系のであるのだ。N.G.C. 6822 や、アンドロメダ星霧や、メシエ第 33 號や、其の他、比較的明るく近距離の星系 (system) が、やはり吾が超銀河系の各員であるか否かといふ問題については、今後、銀河面内に於ける大きさや、四圍の銀河の運動などの研究によつて判明することである。

(7) なほ、わが銀河系を超銀河として研究し行く其の結論について、下

に簡単に述べやう。

a. 上かみのけ・おとめ¹ 銀河系 (galaxy) の方向と距離から見るとすると、プレヤデスや、オリオン星霧と其れに關係する星々や、其の他、わが太陽に近い星々の群などは、わが地方系の構造中にある雲霧狀の節 (nebulous knots) と見えるに過ぎないだらう。

b. こうして外部から見れば、上はくてう²雲も地方系も共に、恰も銀河 (galaxy) が衝突してゐるやうに見えるだらう。こうした考へは、自分が既に數年前、太陽附近の高速度星 (high velocity stars) の傾向的運動を説明するために提唱したものである。近頃、マルムキスト、クリーガー其他の諸氏の研究によると、吾々は、上たて³や⁴ぎよしや⁵座の星雲からごく僅かしか離れてゐないのである。

c. 此の新説により、銀河核 (galactic nucleus) や銀河回轉 (galactic rotation) の問題は今一度解釋し直す必要があるかも知れない。とにかく、吾々の近くの星々の運動について、過去數年間、吾々は之れを銀河の回轉 (rotation) によるものと解してゐたのであるが、要するに之れは地方系に近いあたりの運動だけに過ぎないのであつて、超銀河系 (Super-galaxy) の中にある星雲 (star clouds) の一般運動 (general motion) の説明などには殆んど何の意味もないものである。

d. 二重銀河 (double galaxy), や多重銀河 (multiple galaxy) などの多くは、相互衝突らしいものを見せてゐる。之れで見ると、密な星雲 (compact clouds) 中の銀河 (galaxy) 相互の作用により、偏球形 (spheroidal form) や渦狀形 (spiral form) から、マゼラン型や、又は吾が銀河系中にある不規則星雲 (irregular star clouds) などへの變化は可なり速いものらしい。しかし、ホブル氏に據ると、銀河群 (groups of galaxies) の各員 (member) は多く橢圓體 (ellipsoids) であるといふが; 之れは或る程度まで、ハーワードでも立證された所である。

超銀河の説から暗示されて研究すべき問題は下の如きものである。

(1) 銀河星野 (galactic star field) は個々の銀河 (galaxy) 間に連続してゐるものか? 以前、バンネクク氏等が星の分布の不規則なことを指摘したが、

自分の考へでは、之れは一部分、銀河星雲 (galactic star clouds) の層の破れ目 (breaks) によるだらうと思はれる。尤も、こうした不規則の中には地方系の特性と思はれるものも少なからずあるけれど、吾人は今や吾が渦状系 (our own spiral) の現在の構造を看破し始めてゐる場合なのであるが、まづ、中間に介在してゐる地方地方 (intervening regions) の研究を直接にやらなければならない。又、吾人は明るい「かみのけ・おとめ」あたりの銀河星雲 (cloud of galaxies) 中の個々の各員の間には横はる空間中の星團や超巨星 (super-giant stars) 一個一個の研究をしなければならない。

(2) 地方銀河 (local galaxy) 中に於ける系統的運行 (systematic circulation) をさぐるため、吾人はもつと微光星の運動を研究しなければならない。去る 1918 年に自分は地方系の研究を始めた頃、自分は星流 (star streaming) といふものが恐らく地方系の回轉運動と關係してゐるものだらうと述べたことがある。吾が銀河 (galaxy) と他の星雲 (star cloud) との間に於いて、或る方向へ極めて廣い空虛 (vast empty space) があることから考へると、星の運動なるものは、吾が地方系を多分渦状系 (spiral) の一部たる普通一個の銀河系 (an ordinary galaxy) と見る立場から、全くの内部問題として取扱はなければなるまい。それで、此の星流なるものが「りうこつ」座にある地方系の中心 (local centre) のまほりをまはる星々の圓運動 (circular motion) に外ならないことが充分にわかり、又、星の高速度現象 (high speed phenomena) (殊に「いて」の中央あたりの) とは、よその星雲に對する吾が地方系の運動の結果としての現はれであるといふことが明らかになるまでは、之れ以上の複雑な解説は延期した方が好いのかも知れない。

(3) マゼラン雲の全部にわたる多くの星の視線運動の測定は、詳述する必要も無い程明らかな重要事項である。

(4) 天の河 (Milky Way) 中の微光變光星の系統的研究は既にライデン、ベルゲドルフ、バベルスベルグ、レムバン、殊にハーワードで行はれてゐる。種々の星雲や其の部分などの形狀、距離、間隔等が知れるのは主として此の種の研究によるのである。星數 (star counts) の組織的研究も非常に重要なことであり、殊に天の河の奥の構造中 (deep in the Milky Way

structure) にある星々のスペクトルや色指數の材料が得られた暁には此の方面の研究の重要さは増す。星々の連続的な銀河層 (Continuous galactic stratum) があるらしい形跡が見えるが、之れは主として長週期のセフアイ星や微光の B 型星の研究からの結果である。此等の研究の進歩に對する大障害は、普通のタイプの星々の絶對光輝に非常な差異があることと、尙ほ此の差異が空の位置によつて違ふといふことが漸次明らかであることである。

約 言

(1) 地方系を圓盤系 (discoidal system) の成長に伴ふ廣汎な連続星層 (extensive and continuous star strata) 中に埋まつてゐる不規則的單位 (irregular unit) であるといふ風に見る從來の説を變へて、今こゝに、吾が銀河系は、あだかも「かみのけ・おとめ」や、「ペガス」や、「センタウル」や、其の他の天空に見える如き銀河系雲の衝突的發展 (collisional development) に於ける模態であるとの考へを提唱する。

(2) 故に、吾が地方系は、明確な一小銀河 (galaxy) であつて、かの渦狀體族 (spiral family) の星霧とほゞ等しく、其の大きさや、恐らく其の中に含まれる星の數等に於いても似てゐる。散漫せる雲體 (diffuse nebulosity) の分布や、銀河星團と球狀星團との別や、星の分布と運動状態の不規則性、其の他、星雲や星霧の諸性質など、皆、此の新見解によつてより良く説明し得る。

(3) 天の河を超銀河 (super-galaxy) とする説の特徴は、之れが抱括的 (comprehensive) であることと、吾が銀河系の大きさ、内容及び構造を全く獨特なものとする必要をなくするにある。

- 参考文献. (a) ハーゾード天文臺モノグラフ第 2 卷 (印刷中)
 (b) ハーゾード天文臺ブレテン第 874 號 (1930 年)
 (c) キルソン山天文臺コントリビューション第 157 號 (1918 年)
 (d) ” ” ” ” ” ” ” ” 第 347 號 (1928 年)
 (e) ハーゾード天文臺ブレテン第 874 號 (1930 年)
 (f) 數學天文物理アルヒフ第 21 卷 A 第 3 號 (1928 年)

1930 年二月
 (H. C. 350)