

# 銀河系—大マゼラン雲—小マゼラン雲

祖父江 義明\*

## 1. 序

私達の住む銀河系は、決して平らかな円板ではなくて、横から見ると丁度積分記号  $\int$  のようにたわんでいる。このことは銀河系全体の形が、中性水素ガスの 21 cm 輝線の電波観測によって明らかになり始めた 1950 年代後半にすでに知られていた。“たわみ”を最初に指摘したカー達は、これがマゼラン雲による潮汐作用のためではないかと考えた。似たようなたわみは、私達の銀河系に限らず、一般に伴星雲をもつ銀河にはしばしば見られる(図 1)。最近では星雲同志の潮汐変形の研究が、特に大型計算機による大規模な数値実験に格好な主題の一つになっている(松田, ソレンセン; 天文月報 1974 年, 6月号参照)。

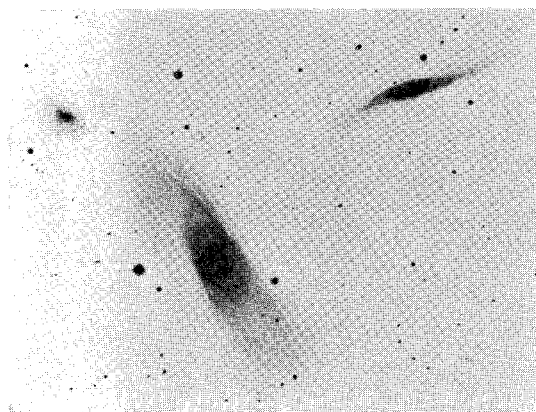


図 1 潮汐変形をうけている多重銀河系の一例。アープの特異星雲写真集 286 番 (NGC 5566/60/69)。特に右上の銀河は真横を向いているので、“たわみ”がよく見える。

一方、私達の銀河系がマゼラン雲に及ぼす潮汐力も相当に強いはずである。そのためにマゼラン雲が、大きく変形を受けているだろうと考えて、オーストラリアのマシューソン等は 18 m  $\phi$  の電波望遠鏡を使い、同じく 21 cm 電波で南天をくまなく搜索した。はたして彼等は、マゼラン雲から天球を半周する程の長さに、中性水素の雲がたなびいているのを発見した。これをマゼラン雲流と呼んでいる。

周知の通りマゼラン雲は大小二つの星雲からなってい

て、連星雲系をなす。連星雲であることは、両雲がガスで結ばれており、さらに星の偏光観測から磁場が両雲を結んでいることなどで確かめられる。銀河系を太陽と見れば、大マゼラン雲は地球、小さい方は月といったところであるが、多重星雲系でこのような形態をとることは極めてめずらしい。次章で触れるが、逆にこの特殊性を各銀河間の力学を調べるのに利用することが出来る。

以下で私達は、銀河系と大小マゼラン雲からなる三重銀河系の重力相互作用を数値実験によって調べ、観測事実と比較しながら考察していこうと思う。議論のかなりの部分が、両マゼラン雲の軌道を決定するのに費されることになる。従来の研究ではこの軌道が全くあいまいであったからである。

くりかえすが、次の三点を観測事実として議論の基礎とする。Ⅰ. 大小マゼラン雲は連星雲系である。Ⅱ. 銀河面はたわんでいる。Ⅲ. マゼラン雲から雲流がたなびいている。

## 2. 銀河系と大小マゼラン雲の三体問題

銀河系の質量を  $1.2 \times 10^{11} M_{\odot}$  ( $M_{\odot}$  は太陽の質量)、大マゼラン雲  $2 \times 10^{10} M_{\odot}$ 、小マゼラン雲  $2 \times 10^9 M_{\odot}$  ととる。電波及び光学の観測によって両雲の位置と視線速度が分っている: 大マゼラン雲; (銀経, 銀緯) =  $(l, b) = (280^{\circ}, -33^{\circ})$ , 距離 52 kpc, 太陽の運動を補正した視線

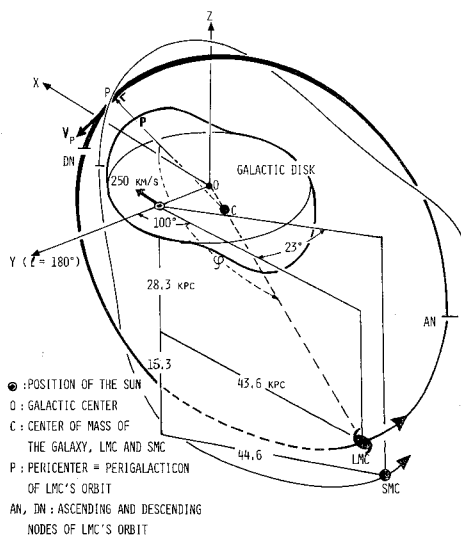


図 2 銀河系と大小マゼラン雲の位置関係の模式図。

\* 名古屋大学理学部物理学教室

Y. Sofue: The Galaxy, the Large, and Small Magellanic Clouds

速度 51 km/s, そして小マゼラン雲; ( $303^\circ, -45^\circ$ ), 63 kpc, 0 km/s である. 両雲間の距離は 24 kpc となる. 図 2 に銀河系と両マゼラン雲の位置関係を示す.

天体力学で良く知られているように, 太陽による衛星への摂動の目安は, 衛星の公転周期と, 惑星の公転周期の 3 乗の逆比で与えられる. これを大小マゼラン雲に適用してみると銀河による摂動では, この比がおおよそ 1 ぐらいになる. 因みに月に対する太陽の摂動ではこの比が  $\sim 10^{-8}$  である. 摂動が非常に大きいために, 小マゼラン雲は永久に大マゼラン雲にくっついていくことはおそらく不可能で, いずれ連星雲系はこわれてしまうであろうと予想される.

逆に, 過去へ運動をさかのぼっていったらどうなるだろうか. 永久に追跡すれば恐らく過去のある時点でこわれてしまいうに違いない. ところが, 事実両雲は連星雲として生まれたと思われるから, この時点は両雲の生まれる以前でなくてはならない. こうして, 過去 50~100 億年以上運動を逆のぼっても連星雲系でいられるように, 軌道の範囲を狭めていくことが出来るだろう.

小マゼラン雲の質量は大マゼラン雲に比して十分小さいから, 大マゼラン雲は銀河系のまわりをほぼ楕円ないし双曲線運動をする. 次章で重要になるが, 近銀点距離  $D$  をパラメータにとる. 視線速度が与えられているから大マゼラン雲の速度の XYZ 成分 (図 2 参照) ( $u_L, v_L, w_L$ ) の間には,  $D$  の値を例えば 20, 30, 40 kpc と定めた時, 図 3 に示すような関係があるはずである.

さて, ( $u_L, v_L, w_L$ ) をこの図の楕円上のある一点に定めた時, 小マゼラン雲の運動はどうなるかを追跡するこ

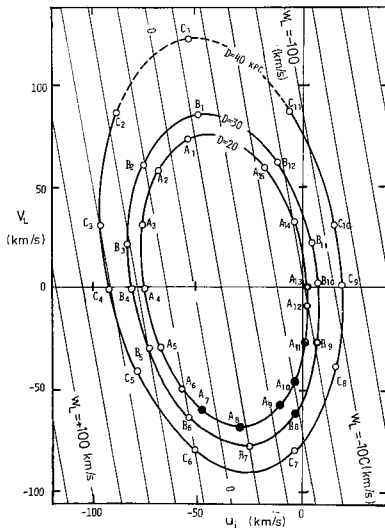


図 3 マゼラン雲の近銀点距離  $D$  を 20, 30 及び 40 kpc にとった場合の現在の位置での速度成分 ( $u_L, v_L, w_L$ ) 間の関係.

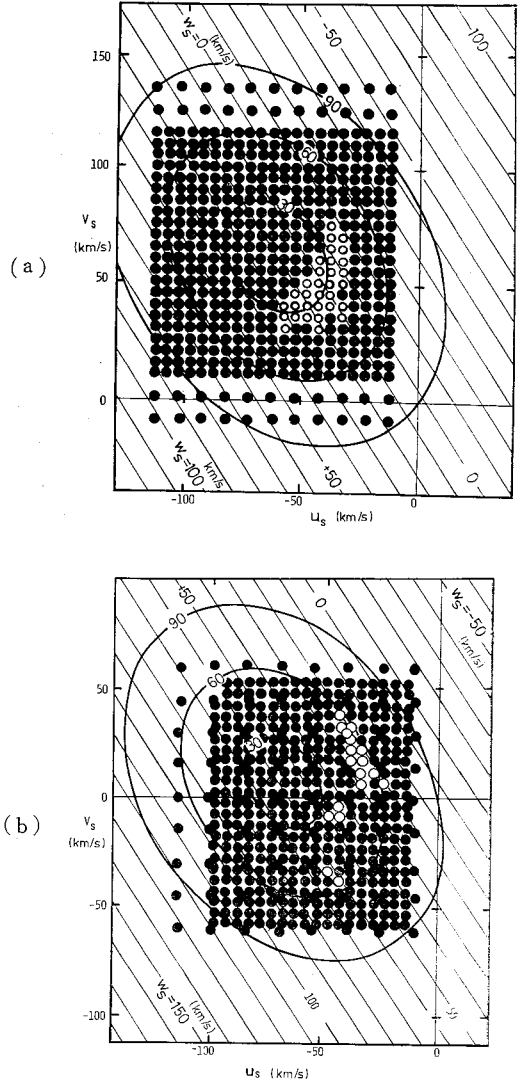


図 4 (a) マゼラン雲が  $A_2$  (図 3  $D=20$  kpc) の軌道をとるときの, 小マゼラン雲に与えた初期速度 ( $u_s, v_s, w_s$ ). 過去 50 億年以内に連星雲系がこわれてしまったものを黒丸で, 50 億年以上生きのびたものを白丸 (“窓”) で示す. 図中の楕円は, 現在の両雲の相対速度を示す. 同じような図を  $A_1, A_2, \dots, C_{11}$  に対応して作る. (b)  $B_4$  ( $D=30$  kpc) に対応する (a) 図と同じもの.

としよう. やはり視線速度が決まっているから, 小マゼラン雲の現在の速度 ( $u_s, v_s, w_s$ ) は図 4 のような平面内でのみ自由にとることが出来る. 今, 両雲の相対速度がおおよそ 90 km/s (大マゼラン雲からの逃げ切り速度) より小さい範囲で色々に与えてやろう. こうして ( $u_L, v_L, w_L$ ), ( $u_s, v_s, w_s$ ) の数千の組合せを初期値として, 銀河系, 大小マゼラン雲の三体の運動を過去に向って積分してゆく.

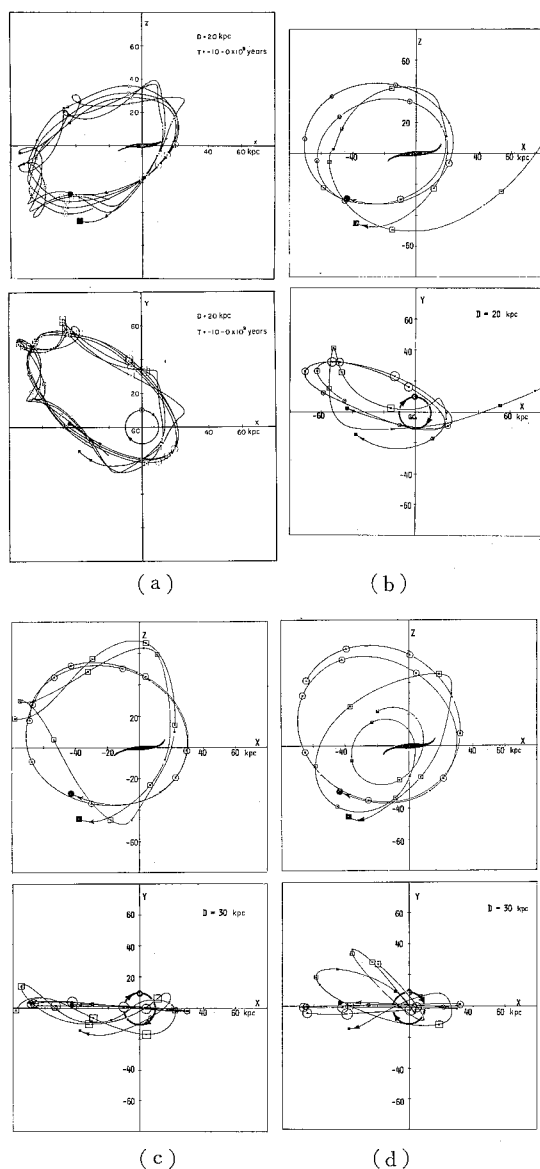


図 5 大小マゼラン雲の軌道の例。原点は銀河中心。  
 (a)  $A_2$  ( $D=20$  kpc),  $(u_L, v_L, w_L)=(-69, 58, 10)$  km/s,  $(u_S, v_S, w_S)=(-45, 45, 16)$  km/s. 過去 100 億年以上二重星雲系はこわれない。  
 (b)  $A_3$  ( $D=20$  kpc), 大  $(-76, 31, 28)$  km/s, 小  $(-60, 50, 26)$  km/s. 途中でこわれてしまう。  
 (c)  $B_4$  ( $D=30$  kpc), 大  $(-81, -1, 44)$  km/s, 小  $(-40, -30, 22)$  km/s. 一番もっともらしい軌道の例。過去 50 億年以上生きのびる。  
 (d) c と同じだが小  $(-25, 0, 25)$  km/s. 途中でこわれてしまう。

図 4 には図 3  $A_2$  及び  $B_4$  点に対応する小マゼラン雲の初期値が例として示してある。黒丸は積分の途中で連星雲系がこわれてしまったもの、白丸は少なくとも 50 億年以上生き残ったものを示す。同様の図を  $A_1 \dots$

$B_1 \dots C_1 \dots C_{11}$  に対応して作り、連星雲系が可能なものを図 3 に白丸で、小マゼラン雲の初期値をどう取っていてもこわれてしまうものを黒丸で示した。当然のことながら、 $D=40, 30$  kpc の場合より、 $D=20$  kpc の場合の方が、つまり近銀点距離が近い程、連星雲系はこわれ易くなる。図 5 に軌道の例をいくつか示す。

### 3. マゼラン雲が銀河系に及ぼす潮汐作用

前章では、第 I の要請から、大マゼラン雲の軌道の範囲がかなり狭められ、特に小マゼラン雲をつなぎとめておけるような速度空間での“窓”(図 4 白丸部分)は非常に狭いことが分った。

次に第 II の要請、即ち銀河面の“たわみ”が両雲の潮汐力で再現できるかどうかを調べ、近銀点距離  $D$  の範囲をしぼっていくことにしよう。

その為に、銀河系を約 500 個のテスト粒子の集団でシミュレートする。まず、アルバム 1-a 図のように粒子を銀河面に整然と並べて、銀河系の作る重力場の中で円運動をさせておく。テスト粒子相互の重力は無視する。第 2 章で得られた軌道でマゼラン雲が廻っている時にどのような潮汐変形が現われるかを調べ、観測と比較することにする。積分は両雲が遠銀点 ( $\sim 70$  kpc) に居た時点(約 15 億年前)から現在 ( $t=0$ ) に向って行う。

アルバム 1-a ~ d 図は  $D=30$  kpc (図 5 c) の軌道をとった時のテスト粒子のふるまいである。マゼラン雲が銀河系に近づき、銀河面を通過する頃から銀河円板は大きく乱れ始め、かたつむりのような突起が発生する。横から見ると、状にたわみ始める ( $t \sim -4$  億年)。突起は次第にひきずり出され、やがて立派な渦巻腕に発達する ( $t \sim 0$ , 現在)。銀河面のたわみはますます増えて、中心から 15 kpc の距離のところで最大  $\pm \sim 5$  kpc に達する。たわみの量は観測されるたわみの量とよく一致する。この図には同時に、太陽から見た各粒子の視線

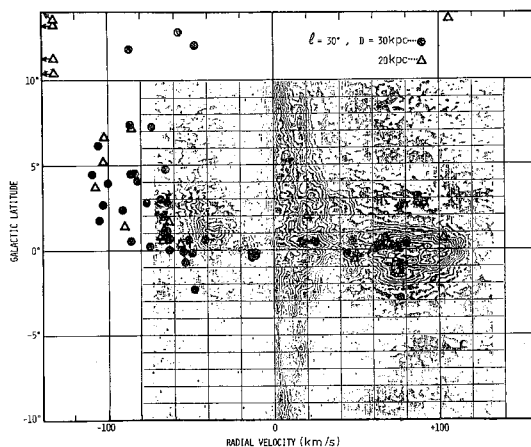
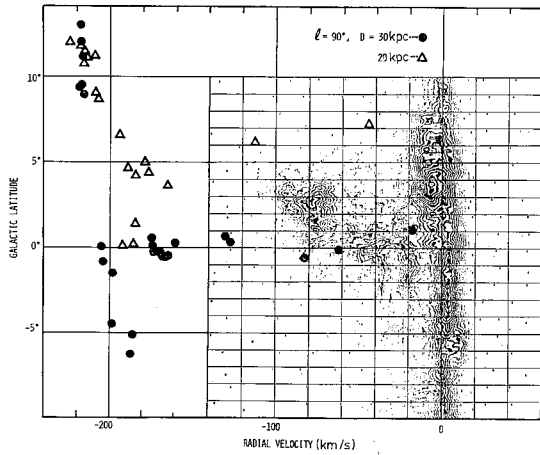


図 6 (a)



(b)

図 6 観測と直接比較するために、銀経  $30^\circ, 90^\circ$  の方向で(視線速度—銀緯)図上に表わした計算結果。  
 $\Delta$ :  $D=20$  kpc,  $\bullet$ :  $D=30$  kpc. ヘンダーソンによる中性水素ガスの観測例を同時に示す。観測された銀河系のたわみがかなりよく再現できる。

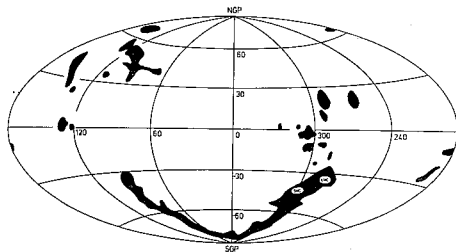


図 7 マシューソン等の観測で見つかったマゼラン雲流の天球分布。高速度ガス雲の分布も同時に示す。

速度が銀経に対してプロットしてある。これを見ると、速度場はそれほど激しく乱されていない。特に太陽近傍(中心から $\sim 10$  kpc)での乱れは、円運動から高々  $15$  km/s ずれているにすぎず、観測と矛盾しない。

一方アルバム 1-a ~ d 図には、マゼラン雲が  $D=20$  kpc の軌道(図 5 a)で公転する際の銀河系の変形を示してある。定性的には  $D=30$  kpc の場合と同じであるが、乱れ方はより著るしく、特に速度場の乱れは太陽近傍でさえ  $\pm 50$  km/s にのぼる。アルバム 1-d 図にこの乱れをもっと詳しく見るために、太陽付近(中心から  $7 \sim 13$  kpc)の粒子の分布を拡大してプロットしてある。このように大きな乱れは、明らかに観測と矛盾する。

同じ計算を  $A_7, A_8, \dots, A_{11}, B_8$  (図 3)を除く全ての点に対して行った。近銀点距離が  $40$  kpc の場合には殆んど潮汐作用は見られず、観測されるたわみを再現することも出来ない。一方、 $D=20, 30$  kpc のいずれの場合でも、たわみの量はほぼ同じで、この量からどちらかを

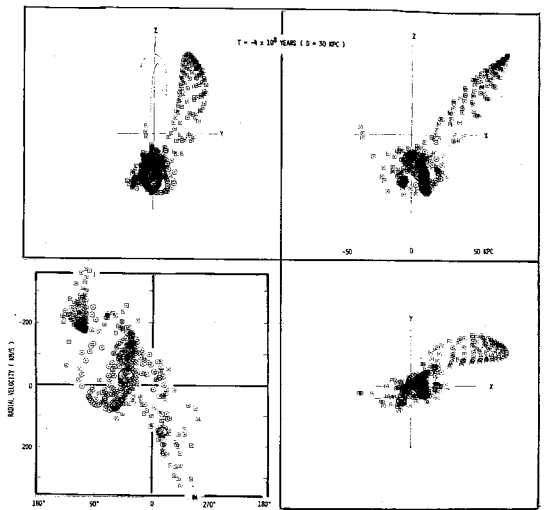
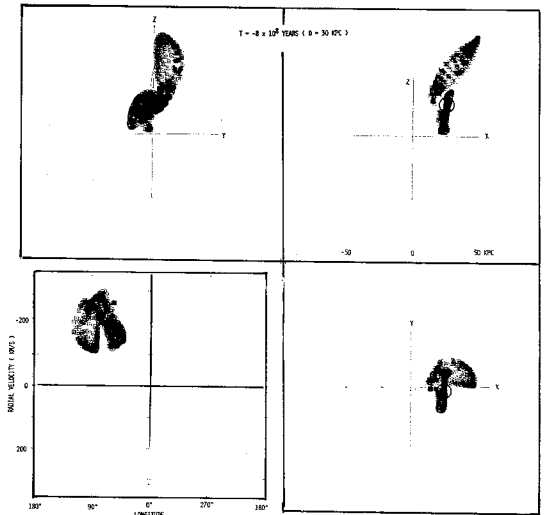
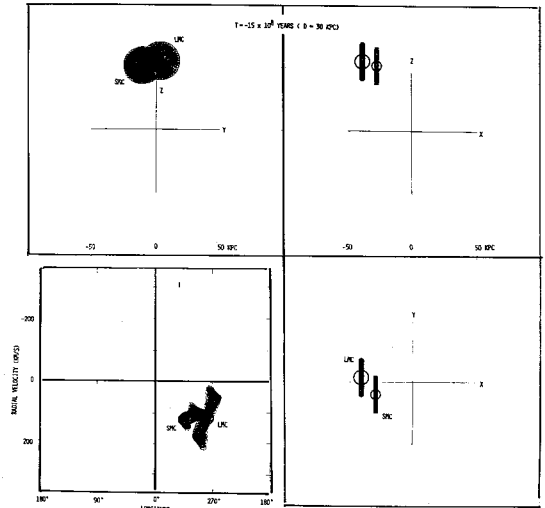
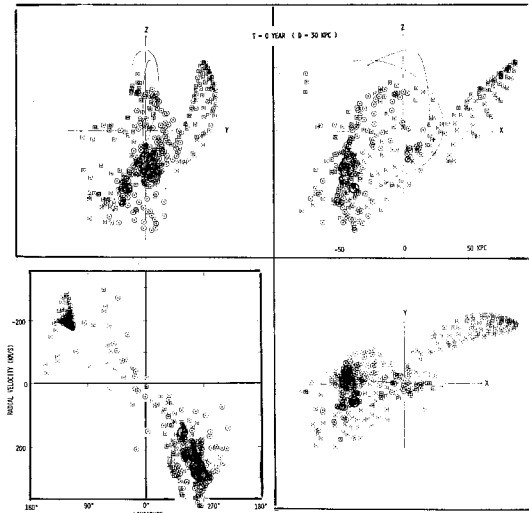


図 8 (a) (b) (c)



(d)

図 8 大小マゼラン雲の潮汐変形。D=30 kpc, B<sub>4</sub>, 図 5 (c) の場合。激しい潮汐作用の結果、長い尾(マゼラン雲流)がひきずり出され、また両雲をつつむようなガスの雲と橋がかかる。

選ぶことは難しい。実際、上の計算例に対応する(視線速度—銀緯)の図を図 6 a, b に示し、観測と比較してみるが、D=20, 30 kpc の場合で余り顕著な差はないといえる。しかし、既に述べたが、太陽近傍での速度場の乱れ方を比較すると、D=20 kpc よりは 30 kpc の方が観測と抵触しないように思われる。

4. 銀河系がマゼラン雲に及ぼす潮汐作用

いよいよ第Ⅲの要請、マゼラン雲からたなびいているガス雲流を潮汐作用でよく再現出来るかどうかを調べねばならない。前章までで、軌道の近銀点距離が 20 ないし 30 kpc と定まったが、今度はこの雲流を再現するように軌道傾斜角を修正していくわけである。図 7 はマセーン等によって発見されたマゼラン雲流の天球分布図である。同図にはいわゆる高速度ガス雲の分布もあわせて示してある。高速度雲とマゼラン雲流が、北極を通るような大円上にほぼならんでいることに注目されたい。

前章にならって、今度は各マゼラン雲の中にテスト粒子を分布させてそのふるまいを追跡することにする。大マゼラン雲の回転面はポークルールの観測によれば、YZ 面にはほぼ平行で、回転方向は X 軸から見て順時計まわりである。これを考慮して、初期にテスト粒子群は図 8 a のように平板状に分布していたとする。小マゼラン雲の回転面等については余り良く知られていないが、ここでは大マゼラン雲と回転軸が平行になるようにとる。運動の積分は両雲が遠銀点にいる時から出発する。図 8 b~d は D=30 kpc (図 5 c) の軌道上を動くとき、

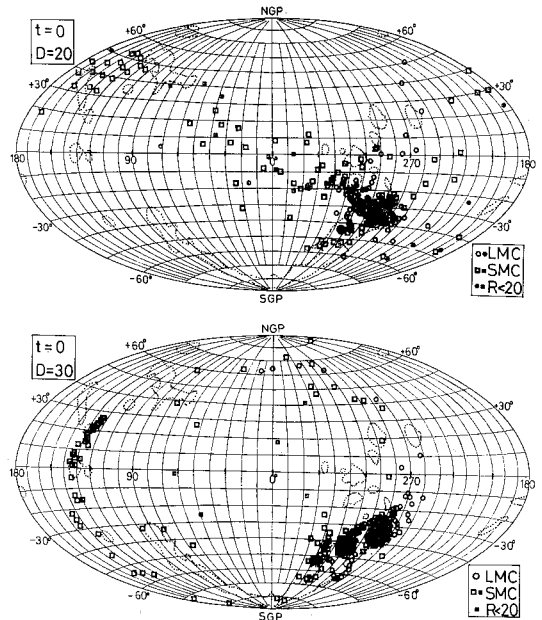


図 9 D=20 kpc (図 5 a) 及び D=30 kpc (図 5 c, 図 8) の軌道をとった結果の大小マゼラン雲の変形した姿を天球上に投影した図。D=30 kpc ではマゼラン雲流(点線でかこんだ部分)がほぼ再現できる。

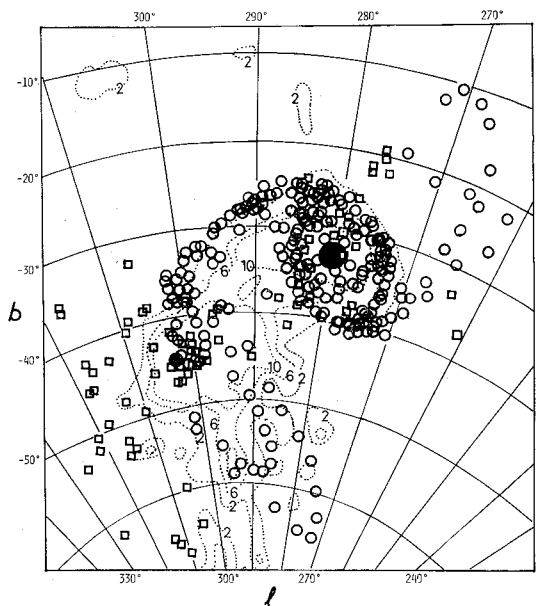


図 10 両マゼラン雲付近を拡大したもの。両雲をつなぐガスの橋や、まわりにとびこった破片などが再現されている。点線はマセーンによって観測された水素ガスの等視線密度の線(単位は  $2 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ )。

互の潮汐力及び銀河系の潮汐力をうけて、両雲が次第にくずれていく様子を示す。ひきずり出された粒子群は、大部分公転軌道の近くにたなびくが、ほんの一部は私達

の銀河系の中に落ちこんでくることに注意されたい。

$D=20$  kpc ( $A_2$ , 図 5 a) 及び  $D=30$  kpc ( $B_4$ ) に対して現在 ( $t=0$ ) まで積分を行い, その結果を天球上の分布として表わしたのが図 9 である.  $D=20$  kpc だと, 銀河系からの潮汐力が非常に大きいため, ひきずり出された粒子雲はバラバラにこわれてしまう.  $D=30$  kpc では軌道面を表わす大円上に尾をひいてたなびいている. ここに示した  $B_4$  の軌道はマゼラン雲流を良く再現している. のみならず  $D=30$  kpc の計算では, 高速度ガス雲の分布と速度がかなり良く再現出来ることに注目したい. さらに, 図 10 に拡大してみるが, 両マゼラン雲を結ぶガス雲の橋や, まわりに乱れ飛んでいるちぎれ雲の分布などをうまく再現出来る.

$D=30$  kpc の軌道のうちでもマゼラン雲流をうまく説明できるのは  $B_3, B_4, B_5$  の軌道である.  $B_1, B_2, B_6-B_{12}$  では良く再現出来ない. この結論は小マゼラン雲の初期の運動あるいは粒子群の分布には余り影響されないようである. なぜなら, 大マゼラン雲では中心から 5 kpc, 小マゼラン雲では中心から 2 kpc 以内を残して, まわりをはぎとられてしまい, はぎとられた粒子群は, 近銀点が余り近くない限り ( $D \geq 30$  kpc), おおよそ公転軌道に沿ってたなびくからである.

5. マゼラン雲の軌道に関する結論

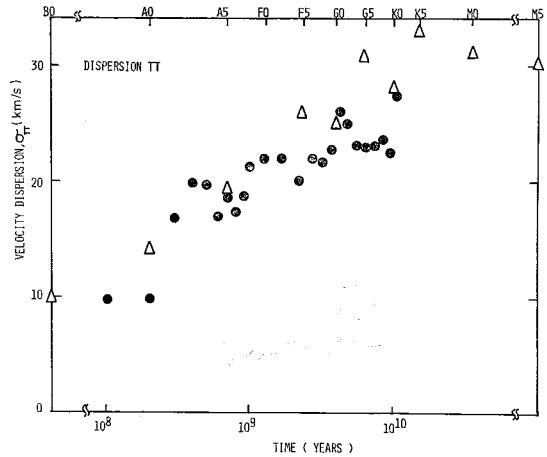
最初に要請した条件 I, II, III をすべて満たすように軌道をしばっていくと, 結局前章で得たように,  $B_3, B_4, B_5$  (図 3) の近傍に限られることが分った. 大マゼラン雲の公転軌道要素はおおよ次のようになる.

- 近銀点距離  $\approx 30$  kpc
- 遠銀点距離  $\approx 60-80$  kpc
- 近銀点の方向 ( $l, b$ )  $\approx (65^\circ, -45^\circ)$
- 銀河面昇交点, 降交点それぞれ  $l \approx 280^\circ$  及び  $55^\circ$
- 銀河面傾斜角  $\approx 80^\circ-100^\circ$
- 公転周期  $\approx 30$  億年

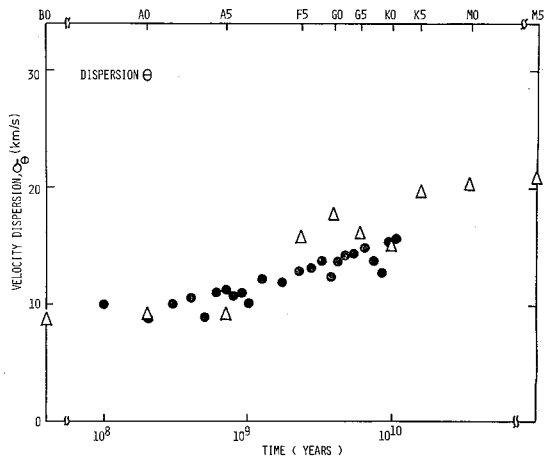
一方小マゼラン雲の運動は極めて複雑で, 単純な軌道要素では表わせないが, 第 2 章で見たように, 現在の位置での速度成分に関しては十分狭く限定できる. つまり ( $u_s, v_s, w_s$ ) 空間の窓は図 4 の白丸の領域に限られる. 小マゼラン雲の重力によって大マゼラン雲は完全な楕円軌道から少しずれるが, その量は 3-4 kpc である. 最も確からしい軌道の一例が図 5 c のそれである.

6. マゼラン雲が銀河系内にひきおこす各種の現象

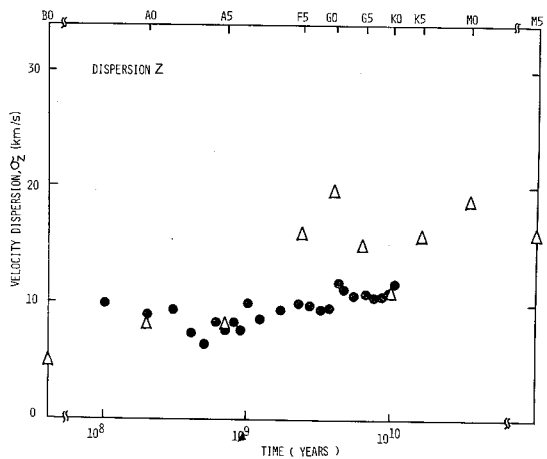
マゼラン雲が銀河系に及ぼす潮汐作用を第 2 章でみたような数値シミュレーションで調べていくと, 既に観測で知られているいろいろな現象が理解できることがわか



(a)



(b)



(c)

図 11 太陽近傍のテスト粒子について計算の結果得られた分散速度の増大の様子を示す.  $\Delta$  は普通の星の速度分散をスペクトル型毎にその年令を考慮してプロットしたもの.

る。その例をいくつかをあげてみよう。

(i) 遠い渦状腕の成因: 中性水素ガスの 21 cm 輝線の観測で、銀河系の相当外側、中心から 20-30 kpc あたりにも、渦状腕が存在することが知られている。この腕の成因は一般に普及している密度波説では説明しにくい。なぜなら中心から 20 kpc の距離をこえると、密度波パターンの速度が銀河回転の速度に追いついてしまっており、銀河衝撃波理論が適用できなくなる。つまり腕に沿ってガスを圧縮することが出来なくなるからである。一方、アルバム 1 図で見たように、マゼラン雲の潮汐力で形成された腕であると考えれば納得がゆく。

(ii) 高速ガス雲: 既に第 4 章で述べたが、マゼラン雲の軌道上にその破片がちらばっているとすると、いわゆる高速ガス雲と呼ばれている中性水素の雲をかなりよく説明できる。しかも地球上での分布だけでなく、その速度もうまく再現出来るのである。因みに  $(l, b) \approx (140^\circ, 40^\circ)$  付近にある大きな高速ガス雲の速度は、太陽に対して約  $-140 \text{ km/s}$  であるが、計算結果は非常に良い一致を示す。

(iii) 高速度星: 計算の示すところによれば、マゼラン雲から潮汐作用でとび出したテスト粒子の一部は、銀河系に降って来て、私達のまわりをうろつくことになる。このような粒子は太陽に対して数百  $\text{km/s}$  の速度をもつ。一方、太陽付近の星の運動を調べると、銀河面に垂直方向に  $100 \sim 200 \text{ km/s}$  の速度をもつ特異なものがしばしば見つかり、これらを高速度星と呼んでいる。その成因は今のところ不明である。もしマゼラン雲から星が降ってくると考えれば、理解できるかも知れない。因みにマゼラン雲を離れて、銀河系まで落ちるのにおよそ  $10^9$  年かかる。従って A 型より古い高速度星の中にははるばるマゼラン雲からやって来た“よそもの”がずい分まざっているのではないだろうか。

(iv) 星の速度分散: 公転しながらマゼラン雲は、銀河内の星に対して摂動を加えつづける。その結果、星は整然とした円運動から次第にずれて、速度に分散をもつようになり、その分散は徐々に増大していく。この様子を数値シミュレーションで追跡してみよう。星は星間ガス雲から生まれ、ガス雲は約  $10 \text{ km/s}$  の乱流運動をしているから、誕生したての星の速度分散は約  $10 \text{ km/s}$  と考えてよい。今、太陽付近にテスト粒子を分布させ、円運動の他に  $10 \text{ km/s}$  前後の速度分散を与えておく。  $D=30 \text{ kpc}$  (図 5 c) の軌道で  $t=-50$  億年から  $+50$  億年まで、100 億年間マゼラン雲の摂動が働きつづけた時、この分散がどう増大していくかを示したのが図 11 である。

銀河の動径方向と回転方向の速度分散が、いずれも永年的に増加していくことがわかる。同図には、観測され

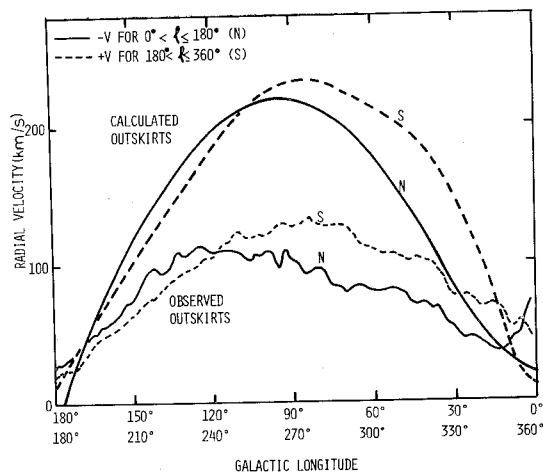


図 12 中性水素 21 cm 線の観測で得られた銀河系の“へり”の視線速度の銀経に対する変化。太陽と銀河中心を結ぶ線で二分した時、北側を実線、南側を点線で示す。計算から得られたへりの視線速度と比較していただきたい。南北での非対称の様子が、マゼラン雲の潮汐力の結果としてよく説明できる。

る星の速度分散を、スペクトル型毎に星の平均年齢を考慮してプロットしてある。年をとった星ほど分散が大きいこと、動径方向の分散が他に比べて大きいことなどが計算とよく一致する。  $D=20 \text{ kpc}$ ,  $D=40 \text{ kpc}$  についても同じ計算を行ったが、前者の場合は分散の増大が観測よりはるかに大きく、逆に後者の場合には殆んど増加しないという結果を得た。

(v) 銀河回転曲線の南北非対称: 銀河系の回転運動はほぼ円運動と考えてよいが、くわしく観測すると、わずかにしかも系統的に円運動からずれている。これは太陽と中心を結ぶ線で銀河系を二つに分けて、それぞれの部分で回転曲線をつくってみると、対称でないことからよく知られている。マゼラン雲の潮汐力が働いていれば、銀河系のへりの方で非対称がより顕著に現われるはずである。図 12 は中性水素ガスの観測から求めた銀河系の“へり”の視線速度を銀経に対してプロットしたものである。南北で約  $20 \text{ km/s}$  の非対称がみられる。アルバム 1 図 ( $D=30 \text{ kpc}$ ) の計算側に対応する銀河系のへりの運動を同時に示してあるが、非対称の量や位相がよく再現されている。観測と計算の速度の絶対値に見られる差は、計算に用いた銀河系ポテンシャルのモデルでは、外側で実際より急速に回転速度が減少することによる。

## 7. 結 び

以上の計算は、銀河の質量を  $1.2 \times 10^{11} M_{\odot}$  として行った。一方、銀河系の全質量、特に太陽付近より外側で質

量の分布がどうなっているかは、まだまだ議論の余地のあるところである。全質量とその分布、従って重力ポテンシャルの形を変えた場合、上の計算結果がどう変わるかは大変興味のある問題である。目下、全質量  $2.7 \times 10^{11} M_{\odot}$  (宮本-永井のポテンシャル) を採用して計算を実行中である。いずれ詳しく紹介するつもりなので、期待していただきたい。ところで、銀河質量が2倍以上になれば、それだけ摂動も大きくなるわけで、第Iの要請、つまりマゼラン雲が連星雲として生き残れる確率はますます小さくなり、従って速度空間での“窓”は非常に狭められる。銀河系のまわりをもっと質量の大きなハローがかこんでいるとする仮説もあるが、もしそれが本当ならば窓は極めて小さなものとなるだろう。同時に、第II、第IIIの要請も満たさねばならないとすれば、第2-4章でとったような論法を逆に利用して、銀河系の全質量の上限あるいはその分布まで推定出来るのではないかと考えられる。これは将来の課題である。

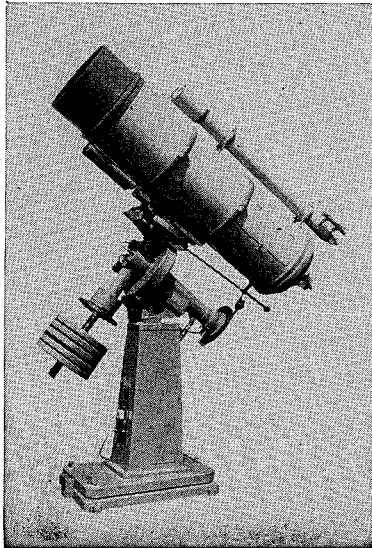
大小マゼラン雲の距離や質量についてもまだ不確定さが残っている。観測に矛盾しない範囲でいくつかの異った値をとって計算を行ってみることは重要で興味ある問題なのだが、何分上で行った計算だけでもテストその他を含めて、大型計算機 (HITAC 8500) で百時間弱を要するので、仲々容易ではない。

本稿に紹介した仕事は、1974年の夏に、一つ夏休みを計算機で楽しんでみようかというような発端で、藤本

光昭博士と一緒に始めた。始めてみると次から次へと問題がわいて来て、結局半年を要した。詳しい内容、文献などについては、私達の論文“FUJIMOTO and SOFUE 1976, *Astron. Astrophys.*, **47**, 263”を参照されたい。

私が学部学生だった頃、天文学演習の計算の為に、初めて東大の電子計算機を使った事がある。その頃の計算機はアルゴリッブとかいう言語をつかっていて (フォートランはまだ普及していなかった)、手廻しや電動の計算器にくらべれば確かにこちらの方が速いと納得したものである。今、コントロール・パネルに無数のランプが点滅するのを眺めながら、またたく間に銀河がゆがみ、マゼラン雲がこわれていくのをまのあたりにしていると、まさに隔世の感があるのを覚える。この機械も、さらに何十倍か速い、恐らく世界で最速級のものに近々となって代われようとしている。思うにこと計算機に関する限り、日本でもいわゆるビッグ・アストロノミーが十分に可能な段階に来ているのではないだろうか。同時に、大型観測装置、光学や電波や赤外の大型望遠鏡、あるいは衛星を使ったビッグ・アストロノミーが、我国でも早く実現することを祈りたい。

最後に、名古屋大学プラズマ研究所計算機室スタッフの方々の御親切に感謝したい。マサチューセッツ工科大学のA. トゥーマー博士からは、いろいろ貴重な助言をいただいた。



天体望遠鏡  
ドーム、製作

## 西村製の天体望遠鏡

### 40 cm 反射望遠鏡の納入先

- |        |                     |
|--------|---------------------|
| No. 1  | 富山市立天文台             |
| No. 2  | 仙台市立天文台             |
| No. 3  | 東 京 大 学             |
| No. 4  | ハーバート大学 (USA)       |
| No. 5  | ハーバート大学 (USA)       |
| No. 6  | 台北天文台 (TAIWAN)      |
| No. 7  | 北イリノイズ大学 (USA)      |
| No. 8  | サン・ヂェゴ大学 (USA)      |
| No. 9  | 聖アンドリウス大学 (ENGLAND) |
| No. 10 | 新潟大学高田分校            |
| No. 11 | ソウル大学 (KOREA)       |
| No. 12 | 愛知教育大学(刈谷)          |
| No. 13 | 静 岡 大 学             |

606 京都市左京区吉田二本松町 27

株式会社 西村製作所

TEL. (075) 771-1570  
691-9580