

太陽系の起源の研究会

舞 原 俊 憲*

1. まえがき

現在の太陽系には、ほぼ 1000 パーセントの質量を担っている中心星の太陽と、質量は太陽の 1000 分の 1 しか持たないが系全体の約 99 パーセントの角運動量を担っている惑星系があり、さらに黄道光の源となっていると考えられている固体微粒子から隕石、彗星に至るまで大きさ、組成などまちまちの各種の太陽系構成員が存在している。これらの構成員はそれぞれ太陽系が如何なる「始まり」をもって生まれてきたかという情報を多かれ少なかれ含んでいるだろうし、そういう観点でそれらの対象そのものを研究する立場と、もっとそもそもの「始まり」に起こったはずの出来ごと、例えば角運動量を持った星間ガスの収縮、原始星の形成、あるいは固体粒子の生成とその成長といった基本的な物理過程そのものの研究を基礎として、太陽系の起源の描像を作りあげようという立場があるが、お互いに相補的な関係にあると考えることができる。したがって太陽系の起源というテーマはかなり広い分野にわたる境界領域的な研究であるが、一応基礎物理研の 45 年度長期研究計画の 1 つとして認められ、この問題に興味を持つ物理、天文の若手が中心となって進めてきた。研究会は、第 1 回が昨年 6 月、今回は 3 月 8 日から 10 日の 3 日間京都で行なわれ 20 数人の参加でかなりつつこんだ話が行なわれた。ここでは、この研究会の簡単な報告をして、興味をお持ちの方の参加を期待したい。

2. 太陽系形成のスキーム

6 月の研究会のまとめとして、第 1 図のようなスキームが書かれた。この図には原始惑星系星雲の形成についての異なった二つの考え方をおしこめてある。一つは原始星になりそこなった「とり残されたガス」からダスト粒子が成長していった惑星系のもとがつくられるという立場、もう一つは原始星の質量放出のガスから生成されたダストがもとになるとするスキームである。しかしいずれの場合も、まず平板状のダストの雲が出来てから惑星等の大きな天体へと集積していくという考え方は同じであり、直接にガス体が自分の重力で収縮して惑星ができたというプロセスは、初期密度を非常に大きくとらなければならないので一応はぶいて考えた。

もちろんそのあと惑星が出来ていくまでの過程とか、彗星、隕石、ダスト等の起源についてもほとんどわかっていないといって良く、図のスキームはあえて危険を覚悟で問題点の整理のために書かれたものである。

ここではまずこのスキームに対応させて、研究会で発表された問題をいくつかのカテゴリーに分けて箇条書きにしてみる。(括弧内は発表者)

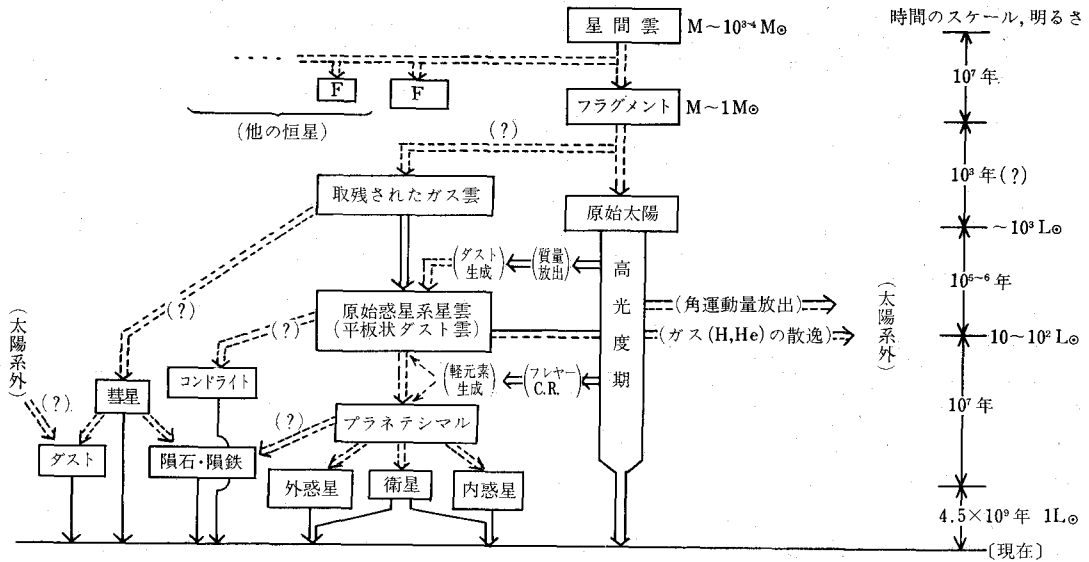
- (1) 原始星の進化 (成田)
- (2) ダストの生成
 - ・結晶核の生成 (ニュークリエーション) (西田)
 - ・衝突による成長過程の取扱いについて (舞原・向井)
 - ・星間空間でのダストの成長、破壊 (磯部)
 - ・R CrB 星におけるグラファイトの生成 (上条 (6 月))
- (3) ガスダイナミクス
 - ・非球対称のガス体の運動
回轉楕円体近似 (松田・原)
平板近似 (中沢・日下)
 - ・揮発性ガス (H, He) の散逸プロセスについて (足立)
- (4) 原始星の表面アクティビティによる現象
 - ・フレヤーの発生と宇宙線粒子の加速 (向井)
 - ・太陽系初期における軽元素の生成 (小池)
 - ・角運動量の放出 (広瀬)
- (5) 惑星間空間ダスト、隕石および彗星等
 - ・ダストの起源と運動 (岡本, 柴村, 野上, 石川, 藤原)
 - ・海底土中のスフェリュールについて (山越)
 - ・隕石中の同位元素比 (柳田, 源生, 佐藤 (恵))
 - ・彗星の構造とその観測 (石田, 香西, 中村)
 - ・惑星の化学組成について (斎藤)

以上のようにかなり広い範囲にわたっていて、各項目は太陽系の起源のテーマに関するのみならず、一般の天体現象にいろいろな面で応用されるものが多い。次にそれらのうちのいくつかをピックアップして、現状と問題点を簡単に述べてみよう。

3. 原始星の形成

成田らの計算とラーソンの計算とでは星の誕生の際の様子がかなり違っている。違いの根拠は 1) 初期状態のとり方と、2) ショック波の取扱いにあり、成田らは $10^{-11} \sim 10^{-12} \text{ g/cm}^3$ の密度から出発しているのでかなり大きな中心星のコアができて、しかも密度が高いので重力エネルギーが初めのうちは内部に貯えられるのに対して、

* 京大理学部



第1図 太陽系形成のスキーム図。⇒: 具体的な計算により、あるいは観測的にある程度明らかになってきているプロセス。その他はいろいろな議論はなされているが定性的にもあまりわかっていないところ。

ラーソンの場合は 10^{-18} g/cm^3 と比較的薄い状態からの自由落下なので小さなコア ($\sim 10^{-3} M_{\odot}$) ができてある程度光りながらさらに落下してくるガスを集めて太っていく。したがって H-R 図上でのふるまいもかなり違って、ラーソンの計算では原始星のフレアアップ ($\sim 10^5 L_{\odot}$) は起らない。今後はそこで、この初期状態のとり方の妥当性、ショック波の構造を詳しく調べる必要がある。

4. ダストの生成

星間空間、星の周囲の拡がった大気、またいろんな星雲とが銀河中心領域等でダストの果す役割が重要になってきている。もちろん、ダストの集積で惑星系が出来るとするスキームではどんな条件のもとで如何にして作られるかを明らかにする必要がある。一般にダストは 1) 過飽和状態の原子また分子の小さな ($10 \sim 100 \text{ \AA}$) 結晶核生成の段階と、2) ダスト同志の衝突による成長の段階に分けて考えられると思われる。研究会では、質量放出を行なっている若い星(おうし座 T 型星)の周りの空間における結晶核生成の可能性の議論、衝突によるダストの生長の統計的取扱い(フォッカー-プランク方程式)でサイズ分布がどう変わっていくか、さらに星間でのダストの崩壊過程について等が話された。

5. 非球対称の問題

回転するガス体のダイナミクスはこれまで計算の非常

に困難な問題として残されてきたが、原始星の形成においても回転の効果が重要な役割を果たすかも知れないし、原始惑星系星雲が本当に角運動量を担う部分として原始太陽から取り残されていくプロセスが実現されるか、また、その後の進化がどうなるかを明らかにすることは、太陽系起源論の重要なポイントになる。現在、密度一様で回転している回転楕円体の運動(内部の圧力はなし)とか、無限に拡がった平板(特別の場合有限平板)などの非常に単純化されたモデルによる計算が行なわれつつあり幾つかの簡単な例が報告された。今後はいろいろな現実的条件を加味して進められ、息の長い研究ということが出来る。

6. おわりに

この研究テーマが意外にいろいろな個別のテーマで独自の研究ブランチを広げつつあるという印象が強く、単に太陽系の「始まり」のスキームをスペキュレートするだけでない面があるのはいい点であろう。また、この研究会の性格として、それぞれ個々の研究成果の発表と質疑というだけでなく、現在進めつつある仕事の問題点とか方針などについても、つっこんだ話をするふん囲気を多少とも持っているといえる。これらの性格を失なわないように今後も年一回の研究会は何らかの形で保証していきたいと思っている。