

雑 報

国際会議 (Dynamics of Astrophysical Discs) 報告
Dynamics of Astrophysical Discs なる研究会が、昨年 (1988年) 12月13日から16日まで、イギリスのマンチェスターで開催された。欧米を中心に約120名の参加者を得て、熱心な討論が様々な分野で連日くりひろげられた。世話人はマンチェスター大学のセルウッド (J. Sellwood) である。

この研究会は、とかく各分野で個別に議論されがちな天文学における回転円盤系一般に共通する物理を、各分野の理論及び観測の専門家が一堂に集まって一つの視点でとらえなおそうという趣旨でひらかれたもので、果たして研究会としてのまとまりがとれるのだろうかという筆者の当初の懸念をよそに、かなり密度の濃い内容の集まりだったといえる。

以下に筆者の目から見て、特に印象的だった講演を中心に簡単な報告をしておく。

まず観測関係の講演では、様々な規模での天体物理学的円盤 (Astrophysical Discs) の存在を観測的に確立しようとする研究の講演が特に印象的だった。天体物理学的円盤を小さい順に並べて記しておく、惑星のリング、X線連星 (中心星は中性子星またはブラックホール) や激変星 (中心星は白色わい星) などコンパクト星のまわりにある降着円盤 (Accretion Discs), 原始星・原始惑星の円盤, 活動的銀河核 (AGN) の中心にあると思われる降着円盤, 銀河円盤等々となる。このうち惑星のリングや銀河円盤などは今さら問うまでもなく昔からその存在が知られたものである。しかし直接観測的に分解できない円盤は、何らかの方法を用いて間接的に証拠を求めることを余儀なくされる。

この中で最もよく研究されているのは激変星である。この星は、可視光や紫外赤外域で直接降着円盤からの光をとらえることができるという点で、天体物理学的円盤を研究する上で格好の天体となっているが、今回はキング (A. King) が最近の話題からいくつかとりだしレビューした。特に連星の食を利用して円盤の空間的構造を観測的に分解する手法は、今後の円盤の構造の研究に大きな寄与をするものと思われる。一方、原始星や若い星のまわりの円盤はスネル (R. Snell) によって、また AGN の円盤はマルカン (M. Malkan) によって、円盤存在を示す観測的証拠の追求をめぐる最近の研究成果がそれぞれ紹介された。どちらも、例えば赤外超過によって円盤の存在が示唆されているものの、その直接的証拠となると分解能の点で未だ結論を出すのが難しいようである。関連する話題としては、円盤に付随するジェットもやはり様々な規模のものが報告されており、興味深い。

理論サイドの講演としては、各々の円盤に共通して働いている物理的機構の解明を求めようという講演がなかなか興味深かった。例えば、円盤における角運動量の輸送の問題がそれにあたる。ある円盤ではそれは粘性であり、銀河円盤では密度波であり、また衝撃波や潮汐力が

重要になる系もあるだろう。また一口に粘性といっても、その発生源は分子から乱流、磁場 (この言葉が理論のまとめをしたトレメイン: S. Tremain からもれたとたんとある著名な天文学者が「私は磁場はきらいだ」と叫び、一部の聴衆の喝采を浴びた) などが候補としてあげられ、まだまだ解明すべき点がたくさん残っていることを思わせた。さらに各レベルの円盤に共通する問題として、自己重力の効果があげられる。

近年降着円盤の研究がすすんでいる。リン (D. Lin) は原始惑星円盤を降着円盤の理論の立場からレビューをした。激変星の研究で得られた知識を駆使し太陽系の起源の謎にいどむその手法は、今後ますます重要になることだろう。パパロイズ (J. Papaloizou) は今世界的に流行となっている微分回転によって励起される不安定性研究の火つけ役として、最近の研究をレビューした (花輪氏の記事: 天文月報 1988年3月号参照)。講演の後、それは分光学的にはどんな意味があるのかという質問がでて、彼が答に窮し聴衆の失笑をかった場面もあったが、この種の研究は今のところ直接観測と結びつけるのが難しいとしても、基礎的機構の解明として大切な問題だと思われる。

日本からは筆者のほか、国立天文台から野口氏、東大理学部から李氏が出席し、それぞれ銀河円盤の渦巻きパターンから銀河の構造を求める研究と、回転星の非動径振動について、また筆者はブラックホール降着円盤の熱的不安定性について発表した。日本からもっと多くの参加があればという点が残念であった。

この研究会の集録は今年末までにケンブリッジ大学プレスより出版される予定である。 (嶺重 慎)

銀河観測による宇宙論ワークショップ報告

1985年、北京で開催されたIAUシンポジウム「観測的宇宙論」の閉会の辞で、A. Sandage は「観測的宇宙論はここに初まる」と宣言した。むろん、これはこのシンポジウムが大成功であったことの宣言であり、必ずしも観測的宇宙論そのものの初まりという言葉通りに受け取ってはならない。ちなみに、私が大学院に在学中の20年以上も前に受けた寿岳潤先生の特別講義は、「観測的宇宙論」のタイトルであったし、そこでハッブル定数や減速パラメーターの決定法が論じられていた。A. Sandage 自身30年以上にわたって観測的宇宙論に従事してきたのは、誰一人知らない人はないはずである。

しかしあえて A. Sandage がそのように宣言したことは、「観測的宇宙論」が第二幕に入りつつあることを深く認識したからに他ならない。第二幕は、このワークショップの標題にある通り「銀河観測」の光学赤外線観測の発展によって幕が上げられ、JNLT に代表される大型望遠鏡が活躍する1990年代へ続く第三幕への暗転の場でもある。それらを明確にするため、3月22日~24日の間、国立天文台において標記のワークショップが開催された。従来の $m-n$ 関係、 $m-n (< m)$ 関係、あるいは重元素量を指標とした銀河年齢の推定など、個々の銀河の特性を考慮しない方法から、多数の銀河の分光・

測光観測による詳細構造の研究を通じての宇宙研究への飛躍である。銀河のみかけの明るさ・大きさ・数の宇宙論的变化より、個々の銀河進化の効果の方が大きいことがはっきりと認識された結果であることは論を待たない。CCD の威力によって、観測的宇宙論の第二幕が開けてきたとも言える。

その第一の証拠が、セファイドを使う第一級の距離決定方式が、銀河自身を標準光源に使う方式に変わりつつあるという点である。S 型銀河の Tully-Fisher 関係、E 型銀河の Faber-Jackson 関係、それを更に一般化した経験則の発見と赤外線領域でのより分散の小さい関係式の発見は、正確に物質分布をたどれる宇宙の大きさを飛躍的に拡大した。まだハッブル係数のファクター 2 の不定性を下げるまでに到っていないが、数億光年内の銀河分布と大スケールの揃った運動の存在を示唆するという、新しい局面を指摘した。一様膨張(ハッブルの法則)からのズレの運動が洗い出されつつあるのである。

さらに、銀河や銀河集団の二体相関関数が、天球面上に射影された二次元分布から奥行きも含めた三次元分布について求められつつある。二体相関関数は時間と共に変化し、観測によって現在の時刻の銀河分布という銀河形成論への重要な境界条件を与えることになる。宇宙の進化過程のある時刻に満たすべき条件が決まるということは、時間発展方程式を適当な(都合のよい)初期条件の下に解く、という理論家がとってきた安易な方法に猛省を促すことになった。標準的ビッグバンモデル、あるいはインフレーション宇宙モデルの物理的根源を考えずに、現在の宇宙の姿を造型できなくなったのである。

ここで必然的に顔を出してくるのが暗黒物質の問題である。暗黒物質がどのような天体にどれくらい存在しているかという疑問は、この 10 年の間にますます先鋭化して宇宙論の大きな課題となってきた。従来の銀河集団の重力結合に必要な質量の問題に止まらず、S 型銀河の回転曲線・E 型銀河の X 線ハロー・小銀河内の星の分散速度と、個々の銀河の成り立ちの問題に広がり、重力レンズの発見によって暗黒物質が黒子となって宇宙を舞台とするパフォーマンスさえ演じていることが明らかになってきた。電磁波で見る宇宙の姿は、暗黒物質がつくる骨格の上についた仮の姿のように見える。これを解剖して骨と肉を分けてゆくためには、大型計算機によるシミュレーションが不可欠である。観測的宇宙論は、目に見えぬ重力源の作用の下で、どのような宇宙の姿が発現してくるかを明らかにする宇宙進化論(Cosmogony)と一体化しつつあると言える。第一幕の宇宙の観測が、宇宙の大局構造に関わるものに限られていたのに対し、第二幕においては個々の銀河の詳細観測がなされるようになり、それが宇宙全体の進化のストーリーにはねかえっているとも言えるだろう。暗黒物質はその最たるものである。

宇宙の大局構造の観測と言えは、宇宙黒体輻射の観測を抜きにすることができない。3K 輻射の発見後 25 年を経て、双極子型の非等方分布以外何らの非等方も発見されず、その上限が 10^{-5} の桁にせまりつつあることは、新たな難問を銀河形成論につきつけている。一方におい

て、宇宙黒体輻射のウィーン部分における盛り上がりの発見は、巨大なエネルギー放出が銀河誕生の前後に起きたことを強く示唆する。銀河間ガスが発見されないこと、ライマンアルファの森で代表される銀河間雲の存在、X 線の背景輻射への遠方のキューサーや AGN の寄与など、を考え合わせると、宇宙の晴れ上がりの時刻以後現在の姿への宇宙の変遷は、ひとすじ縄でゆかぬダイナミカルな事象で色どられていたらしいことを想像させる。

むしろ、上記の第二幕に登場するさまざまな観測結果は、十分に確立されたものではない。と言うより、ワークショップでの議論の過程で、まだまだ不十分であるということが具体的に認識されたと言うべきだろう。銀河の大運動、銀河集団の二体相関関数、小銀河の暗黒物質、宇宙黒体輻射の非等方性の上限、いずれも確定されたとは言えない曖昧さが残っている。まさに第二幕の幕は上がったばかりなのである。

ところで、このワークショップのもう一つのねらいは、JNLT が観測的宇宙論の第二幕を完結させ第三幕へストーリーを展開させてゆく上で、どのような役割を果たしうるかを明らかにすることであった。上記の観測の曖昧さを、時間・空間・波長分解能の改善や統計精度の向上によって取り除くと共に、現在の観測手段では系統的な探査が不可能な領域へ歩み入る能力をどのように備えているか(備えるべきか)が、個々の課題について報告され議論された。第三幕の主題は、銀河誕生の現場を発見し、誕生後現在に到るまでの銀河の進化の姿を刻々と確認してゆくことになるだろう。現在の、4~5m クラスの望遠鏡でも、ライマンアルファ銀河の発見、キューサーの吸収線の詳細観測と吸収銀河の発見など、それらしい徴候は得ているが、まだ点の情報であって線としてつながっていない。それも、電波銀河や巨大ハローを持つ銀河など、特に活動度の激しい銀河のみを拾いあげている可能性が高い。現在の観測能力ではこれが精一杯であるとも言える。7~8m 級の巨大鏡で、遠くにあるふつうの銀河を統計とれるくらいに集めることこそが、観測的宇宙論の第三幕の主題となるだろう。

ワークショップには 60 名以上の記名参加者があり、光学赤外線の観測家や X 線・電波の観測家と理論屋が一堂に集まった。そしてこの分野の若さを反映してか参加者の平均年齢が 35 歳以下だろう。従来、バラバラに進んできた観測と理論の研究者が、同じ問題に焦点を合わせて互いに影響を与え合いつつ進み始めたという印象が強かった。国立天文台の共同研究旅費がこのワークショップ開催への大きな支援となったことも、将来へつなげてゆく明るさとなっている。深く感謝したい。

しかしいずれにせよ、ワークショップで報告された数々の観測結果のほとんどが、日本の仕事でなかったということはやはり寂しいことであった。遠方の暗い銀河を主なターゲットとする宇宙観測では、日本は完全に取り残されてきた。JNLT を一日も早く実現させることは、日本の観測天文学の発展のみならず、理論研究にも不可欠であることを強く実感した次第である。(池内 了)