

JNLTの光学天文学と観測機器

関 口 真 木*

はじめに

2000年初頭の天体観測は、近年の科学技術の導入によって一つのピークを迎えます。望遠鏡を含めた天体観測技術の良しあしを非常に簡略化した式を書くと次の様になります。

$$\text{SNR} \sim \sqrt{N} \sim \frac{D}{4\theta} \cdot \sqrt{\epsilon}$$

ここで SNR は信号のノイズに対する比、 N は有効に使用している光子の数、 D は望遠鏡の直径、 4θ は望遠鏡の角分解能、そして ϵ は観測機器の量子効率です。 ϵ は 1980 年台に CCD の発明によって、写真の 0.01 程度から 0.5~0.8 程度にまで向上し、ここ 10 年の天文学の大きな発展をもたらしました。一方、望遠鏡の口径 D は能動支持というメカトロニクスの応用によって、薄メニスカス鏡を使用し、7~10 m の大型望遠鏡が可能になっています。さらに望遠鏡の角度分解能 4θ は、能動支持をもっと小型・高速に改良した「アダプティブ・オプティクス」というシーイング補正装置によって、0.1 まで改善できることがここ数年の研究によって明らかになりました。これらを組みあわせれば、 $D/4\theta$ は 1980 年台の $4\text{ m}/1''=4$ 程度から $7.5\text{ m}/0.1''=75$ に飛躍的に向上し、CCD の導入によって $\sqrt{\epsilon}$ が 0.1 から 0.9 に向上した時以上の発展が見込まれます。JNLT はまさに 2000 年初頭の天文学の大きな発展の象徴であり、約束であるわけです。

Redshift フロントニア

科学者の責任として JNLT で何が発見できるかを予測するのは重要ですが、ここではもっと本質的な点が重要になります。実証科学において何か本質的な発見・発明がなされるときは、いままでの測定限界・観測限界が大きく進歩した時です。もちろん地道な研究も不可欠ですが、それだけでは進歩はありません。天文学において、望遠鏡・観測機器の進歩がなければ第一線の研究はほとんど不可能といえます。“いままで見えなかったものが見える”，それが JNLT の本質なのです。そしてその“いままで見えなかったもの”の横綱がより redshift の大きな宇宙の領域なのです。はたして redshift はどれだけ大きくなるのかという重大な問題もありますが、red-

shift の続く限り人類の誰かが必ずより大きな望遠鏡を作り続けてゆくのです。JNLT はこの redshift フロントニアに参加しようという日本の初めての試みなのです。もちろん天文学の対象の広さ多様さを考えれば、まったく予想もしなかった事が JNLT の様な高性能の望遠鏡によって発見される可能性は極めて高いといえます。巨大な投資をして、わずか数年間稼働し何も新しい発見のなかったトリスタン加速器と比べれば、JNLT は約十数年のあいだ第一線級の発見が期待できる確実な投資なのです。

JNLT の天文学

他の大望遠鏡にない JNLT の特徴の一つは直径で 30' という広視野な主焦点カメラを持っている事です。これは成相教授がレンズを設計し、私がモザイク CCD を開発中です。一時間の露出で 28 等級程度 ($z \sim 2-3$) の銀河を $S/N=3$ で観測できます。30' の視野の中にこの様な銀河はなんと 2 万個以上予想されます。銀河の密度と等級の関係からハッブル定数や減速パラメーターがより良い精度で決まり、銀河の空間分布から宇宙初期のユラギが決まります。現在諸説ある宇宙の進化のし方に決着がつかうかもしれません。また進化の過程で現在暗黒物質と呼ばれている非バリオン物質のはたした役割・性質がわかってくると思います。またこの主焦点カメラで多色測光を行うことにより、いままで見えていなかった遠方の銀河の性質・進化の様子を調べられます。私などが提案している様に、一度に多数の銀河が観測できる事を利用して、超新星の探査をすれば遠方の銀河までの距離がわかり、ハッブル定数、減速パラメーターを精密に決定できます。

主焦点の観測装置はできるだけ多くの物を一度に観測するのに適しています。極限に暗い天体を超高分解能で観測するためには、アダプティブ・オプティクスをつけたカセグレン焦点を使います。ここには家助教授が基本設計した撮像装置を兼ねたマルチスリット分光器がおかれます。この分光器を使うと、一時間の露出で 24 等級の銀河を $S/N=10$ で分光できます。遠方の銀河・QSO の分光でそれらの天体の進化がわかります。また、超高分解能の能力を生かして、遠方にありながら、銀河の形状・構造の研究を行う事ができます。

分光観測で高い分散が必要な場合はナスミス台にあるエッセル高分散分光装置を使います。ここではアダプ

* 国立天文台 Maki Sekiguchi: Optical Astronomy and Instrumentation for JNLT

ティブ・オブティクスを併用する事で細いスリットが使用でき、S/N を改善し、QSO などの暗い点状の天体に威力を発揮します。遠方の QSO 本体の研究はもちろんの事、QSO の吸収線であるライマン・フォレストを調べる事により、遠方の空間にある光っていない物質の分布・密度を調べる事ができます。

JNLT の本質は“いままで見えなかったものが見える”事にあるというわけで、その代表格の宇宙構造・進化を中心に話をしてきました。もちろん遠方の事だけでなく近傍の銀河・恒星等についても JNLT はその焦点力・

分解能を使っていままでではできなかった観測ができます。こういった中から大きな発見があるかもしれません。また宇宙構造・進化の研究でもまったく予想していなかった発見があるかもしれません。しかし確実な事は、遠方銀河の空間密度・分布、ハッブル定数・減速定数の決定、暗黒物質の役割、銀河・銀河団の進化、QSO の吸収線、JNLT で得られるこれらの研究データを統合すればいったい宇宙がどの様に進化してきたのかという事がずいぶんわかってくるに違いないという事です。

雑 報

JNLT 実現への期待と決意が語られた 「観測天文学シンポジウム」

1990年1月9日・10日の二日間、東京都港区の日本学術会議講堂において、国立天文台および日本学術会議天文学研究連絡委員会の共同主催、日本天文学会および光学天文連絡会の後援により、「観測天文学シンポジウム—大型光学赤外線望遠鏡の目指す天文学—」が開催された。年末に政府内示のあった平成2年度の予算案で「大型光学赤外線望遠鏡設置調査費」が正式に認められたという朗報が伝えられた中で、日本学術会議第4部会長の近藤次郎氏、ハワイ大学天文学研究所長 D. Hall 氏を初め、関連分野の78機関から205名にものぼる参加者を得て、JNLT への期待と計画推進の決意が熱っぽく語られた。

第1日目は、JNLT 計画の概要と JNLT 計画を取り巻く天文学の状況を広い分野の方々に把握していただき、議論していただくようプログラムが組まれた。開会の辞で国立天文台長古在由秀氏が JNLT 設置調査費の内示があった旨の報告をしたのに引き続き、日本学術会

議会員杉本大一郎氏の司会で講演と討論に入った。

地上天文学とスペース天文学の役割分担(奥田治之氏)を皮切りに、ミリ波から光学域にわたる世界の地上天文学の動向(海部宣男氏)、JNLT 計画における赤外線観測の重要性とハワイ側の期待(D. Hall 氏)の講演があり、JNLT の位置付けに関する質疑討論が、タイムキーパーの心配をよそにホットに続いた。約400億円規模の大プロジェクトとされる JNLT の科学的意義と役割、その社会的な責任についてさまざまな角度からの意見交換があった。高価な計画だから目的を更に十分に吟味せよという注文があった一方、世界一の装置を造るからにはそれなりの投資は必要であり安易に身を削ってはならないという忠告もあった。

さらに天文学会理事長及び光学天文連絡会運営委員長の小暮智一氏によって、我が国の光学赤外線天文学の来し方を概観した講演があり、JNLT 計画推進リーダーの小平桂一氏からは JNLT 計画の検討過程と技術的なセールスポイントの要点の紹介があった。午後は、JNLT の目指す天文学についての分かり易い概説が、宇宙論(池内了氏)、星形成(佐藤修二氏)、恒星(辻隆氏)の三つの主要分野に絞ってなされた。時間の関係で触れられなかったテーマなどについて補足意見の交換があった後、JNLT 計画の具体的な紹介に入った。安藤裕康氏はマウ



観測天文学シンポジウムの会場