

# 活躍星系核宿主星系之多波段光度研究

陳安貞、孫維新

國立中央大學天文研究所

## 摘要

本研究使用 BVR 波段觀測 41 個近處的活躍星系，針對西佛 I，II 型星系及 LINERs 所處的宿主星系之表面亮度分佈及色指數。41 個星系包含 5 個西佛 I 型，19 個西佛 II 型，17 個 LINERs，西佛 I 型有較藍的核心，宿主星系之顏色並無顯著差異。我們也將 32 個漩渦及棒漩星系的亮度分佈解析成核心、橢球、盤面三個部份，西佛 I 型星系有較高的核心亮度貢獻，西佛 II 型其次，LINERs 最低；橢球及盤面的部份則未見明顯差異。

## Photometric Study of AGN Host Galaxies

Chen An-Chen, Sun Wei-Shin

Institute of Astronomy, National Central University

## Abstract

We have obtained multi-band (BVR) photometry of a sample of 41 active galaxies, including type 1 Seyfert, type 2 Seyfert galaxies, and low ionization nuclear emission region (LINER). In order to study the physical properties of AGN host galaxies, the intensity profiles in each band are obtained. We calculate the colors of the nuclei and the effective radii using average B-V, and V-R value. We find that the Seyfert 1 galaxies have bluer nucleus color. We also calculate the nucleus-to-galaxy ratio, and find that the Seyfert 1 galaxies have higher ratio.

關鍵字 (Keywords)：活躍星系核 (Active Galactic Nucleus)、宿主星系 (Host Galaxy)、表面亮度 (Surface Brightness)、色指數 (Color Index)、亮度分佈解析 (Decomposition of Intensity Profile)。

## 1. 簡介

活躍星系核是天文學中有趣的現象之一，此類天體中又依輻射強度分兩大次類：一為西佛星系 (Seyfert galaxy) 其核心在可見光波段的輻射相當於整個星系星體的輻射 (約  $10^{11}$  太

陽光度， $L_{\odot}$ )，一為類星體 (Quasar / QSO) 其核心在可見光波段的輻射相當於 100 倍整個星系星體的輻射或更多；除了輻射強度不同，西佛星系的紅移值  $z$  也較類星體小。E.A. Fath

(1908) 發現 NGC 1068 的光譜有強烈的發射線；而 Carl Seyfert (1943) 蒐集某些中央亮度偏高的星系並

取其光譜，發現它們都具有寬的氫發射線；Khachikian & Weedman (1974) 根據光譜中寬容許譜線 (broad permitted line) 的有無，將西佛星系再細分成有寬譜線的西佛 I 型及無寬譜線的 II 型。雖然有這麼多種西佛星系，但根據 Antonucci & Miller (1985) 觀測部份 II 型星系的偏振光譜，發現具有寬譜線，所以推論西佛 I, II 型星系是從不同角度觀測的相同天體。Heckman (1980) 將部份光譜類似西佛 II 型，但有較強的低游離程度譜線 (例如： $[O_I] \lambda 6300$  及  $[N_{II}] \lambda 6548, \lambda 6583$ ) 的星系，另區分為低游離核發射線區 (Low Ionization Nuclear Emission-line Region; LINER)。

近處的活躍星系，如西佛 I, II 型及 LINERs，已有人針對它們做了大量的觀測及研究：Yee (1983) 以  $r, g, v$  中波段觀測 20 個、Pastoriza et al. (1989) 以 V, I 波段觀測 13 個、Xanthopoulos (1996) 以 V, R, I 波段觀測 27 個、Boris et al. (2002) 以 B, V, I 波段觀測 10 個，他們發現許多西佛星系的性質，其中有些共同的特點為：西佛星系的絕對星等比正常星系略高，有棒狀結構的比例也較高，西佛 I 型相較於 II 型及 LINERs 其核心較藍、核心之輻射比例也較高。

然而，活躍星系核其核心之活躍程度與宿主星系的性質是否相關，其諸多性質如質量、光度、橢球與盤面亮度比 (bulge-to-disk ratio)、色指數...等，曾被比較，但尚無定論，仍有爭議。我們挑選了近處的活躍星系作為對象，以 B, V, R 波段觀測，希望能了解這些天體的宿主星系的性質，看宿主星系是否因活躍星系核的

表1：電荷耦合元件 (Charge-Coupled Device; CCD) 性質

| CCD     | Pixel size/Number             | Plate scale<br>("/pixel) | F.O.V.<br>arcsec <sup>2</sup> | Gain<br>e-/ADU | Readout-noise<br>e- |
|---------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------|
| Ap8     | 24 $\mu$ m/1024 $\times$ 1024 | 0.62                     | 10'33".64 $\times$ 10'33".64  | 4.62           | 16.9                |
| PI1300B | 20 $\mu$ m/1340 $\times$ 1300 | 0.52                     | 11'30".98 $\times$ 11'10".36  | 1.97           | 4.21                |

活躍程度不同而有異。

## 2. 觀測

### 2.1 儀器

本研究使用鹿林前山天文台 (Lulin observatory) 的一米望遠鏡 (LOT)\*, LOT 位於台灣中南部山區南投及嘉義縣境，東經 +120°52'25" 北緯+23°28'07" 海拔約 2862 公尺，地處台大實驗林區。山區雖多雲霧，但入夜後待雲霧下沉，仍有良好的夜空可做觀測，2003 年總觀測時數約 430 小時，晴夜率也還算高，大氣視相度良好 (平均 1".39, 最佳時可達 1")。LOT 為卡賽格林式 (Cassegrain) 之光學望遠鏡，以叉式赤道儀支撐，焦比為 f/8，焦距為 8,000 釐米，配上 ACE 濾鏡系統，可裝 14 個濾鏡，本觀測使用其中 B, V, R 三個濾鏡。以中華電信網路校時系統 (NTP Clock) 校正時間，使用 AUTOSLEW 的 pointing model 望遠鏡指向誤差約 30"，10 分鐘之平均追蹤誤差約 0."25/10min，搭配 AP8 及 PI1300B CCD，其基本性質略有差異，詳見表 1。

### 2.2 目標

觀測目標選自 Véron-Cetty & Véron 2001 年第十版目錄 (A catalogue of Quasars and Active Nuclei) 中的 Table3 (Active galaxies  $M_B \geq -23$ )。配合經緯度、空間解析率，以及在有效時間內達到一定的信噪比，觀測目標的赤緯選定於 -20°~+60°之內，紅移值  $z \leq 0.025$ ，V 波段

\* LOT: <http://www.lulin.ncu.edu.tw>

† NED: NASA/IPAC EXTRAGALACTIC DATABASE  
<http://nedwww.ipac.caltech.edu/>

視星等 9.25~13.6 間之天體，共有 106 個活躍星系，其中包含西佛一型 (type 1 Seyfert; Sy1)、二型 (type 2 Seyfert; Sy2)、中間型 (intermediate type Seyfert) 及低游離核發射區 (LINER)，截至 2004 年 4 月份為止共觀測了 56 個天體，扣除無法使用的資料後，共有 41 個天體可供研究比較。

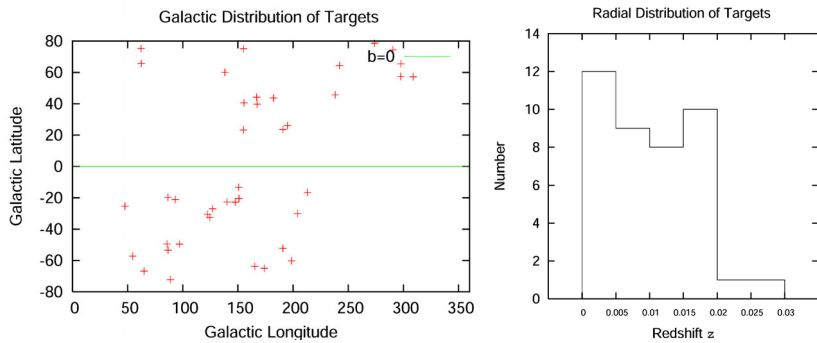


圖 1：目標天體相對於銀河座標之分佈 (左) 及距離 (右)

這 41 個天體於銀河座標的分佈及距離如圖 1 所示，而因本銀河系所造成的消光使用 NED<sup>†</sup> 資料庫中以 Burstein (1984) 及 Schlegel (1998) 之資料所得之消光參數。

### 2.3 觀測

觀測始於 2003 年 3 月份，每兩個月約有 5~7 夜的觀測時間，分別拍攝多幅 BVR 短曝光後加以疊合。2003 年 3 月份使用 FLI CCD，拍攝 5 個星系，但由於 FLI CCD 之暗電流無法完全扣除；同年 5 月份以 AP8 取得 4 個星系的資料，但因為沒有標準星供流量校正，而以 GSC2.2 (Guide Star Catalogue)<sup>‡</sup> 星表中的場星做校正之誤差值甚大，故此兩筆資料無法使用。2003 年 8 月到 2004 年 4 月份的觀測，以 AP8 及 PI CCD 共攝得 47 個星系，去除被前景星或鄰近星系嚴重污染的 3 個星系，及形態複雜無法被軟體擬合的 3 個星系，總共有 41 個星

系，其視相度 (seeing) 介於 1".30~2".34，平均值為 1".81。

## 3. 數據處理及分析

### 3.1 預處理

CCD 的原始影像內含的資訊有：偏壓、暗電流、目標天體、背景、宇宙射線、壞像元以及像元間 (pixel-to-pixel) 對光子的反應與光路系統造成的效應，在此使用美國國家天文台 (National Optical Astronomy Observatories; NOAO) 所發展的 IRAF V2.12<sup>§</sup> 及美國太空望遠鏡中心 (Space Telescope Science Institute) 發展之 STSDAS V3.2<sup>\*\*</sup> 外掛套件來進行資料的處理及分析。

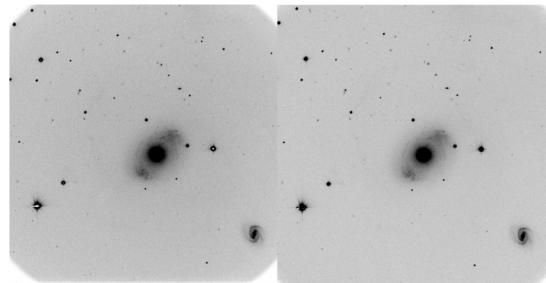


圖 2：NGC4151 未處理之影像(左)，處理後(右)，皆為 V 波段)

### 3.2 校正

修正資料因 CCD 及光學系統造成的偏差後，此時的資料僅是儀器系統對天體的反應，不同的儀器系統對同一天體會有不同的反應；而天體的位置也因地球的運動時時刻刻都在改

<sup>‡</sup> <http://www-gsss.stsci.edu/gsc/gsc2/GSC2home.htm>

<sup>§</sup> IRAF: Image Reduction and Analysis Facility, <http://iraf.noao.edu/>

<sup>\*\*</sup> STADAS: Space Telescope Science Data Analysis System, [http://www.stsci.edu/resources/software\\_hardware/stsdas](http://www.stsci.edu/resources/software_hardware/stsdas)

變，經過的大氣質量  
也不同，大氣造成的  
消光也有差異，所以

需要標準星來校正，我們使用藍道標準星場  
(Landolt Standard Field) 來對流量作校正。

我們以孔徑測光 (aperture photometry) 測量星點的流量，標準星場經過基本的預處理後，開始進行測光，孔徑大約取該星體之點瀾散函數 (Point Spread Function ; PSF) 的 2 ~ 3 倍半高全寬 (Full Width at Half Maximum ; FWHM)，背景的圈選依星點周圍環境決定，背景內圈約 3FWHM 或以上以避免中央星光污染，背景外圈選取盡量不將鄰近星光納入，背景面積要比孔徑面積大，才會有較好的背景平均值，再將孔徑內的通量減去相同面積的背景，即可得到星點的通量 (flux)，轉成儀器星等 (instrument magnitude，以下簡稱  $mag_{ins}$ )，見(1)~(4)式。

$$flux_{net} = flux_{sum} - N_{aperture} \times \overline{sky} \quad (1)$$

$$error = \sqrt{\frac{flux_{net}}{gain} + N_{aperture} \cdot \sigma_{sky}^2 + \frac{N_{aperture}^2 \cdot \sigma_{sky}^2}{N_{sky}}} \quad (2)$$

$$mag_{ins} = mag_{zero} - 2.5 \log\left(\frac{flux_{net}}{ExpTime}\right) \quad (3)$$

$$mag_{err} = 1.0857 \times \frac{error}{flux_{net}} \quad (4)$$

$flux_{net}$  : net flux of target

$flux_{sum}$  : flux inside aperture

$N$  : pixel number

$\overline{sky}$  : average of sky background

$\sigma_{sky}^2$  : standard deviation of sky background

$mag_{ins}$  : instrument magnitude of target

$mag_{zero}$  : zero point

$mag_{err}$  : error of magnitude

由孔徑測光法得到儀器星等後，必須再對大氣消光做修正。大氣質量 (air-mass) 由星體當時所在位置與天頂的夾角 ( $z$ ) 決定。經過大氣

表2：零點 (zero point ;  $mag_{zero}$ )，消光係數 (extinction coefficient ;  $k_{band}$ )

|         | $mag_{Bzero}$    | $mag_{Vzero}$    | $mag_{Rzero}$    | $k_B$           | $k_V$           | $k_R$           |
|---------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2003Nov | $21.99 \pm 0.03$ | $21.97 \pm 0.02$ | $21.87 \pm 0.02$ | $0.28 \pm 0.02$ | $0.20 \pm 0.02$ | $0.15 \pm 0.02$ |
| 2004Feb | $22.34 \pm 0.02$ | $22.68 \pm 0.02$ | $22.66 \pm 0.01$ | $0.19 \pm 0.02$ | $0.11 \pm 0.01$ | $0.09 \pm 0.01$ |

消光的修正，星體在大氣以外的星等為  $mag_0$  ((5)式)， $k_{band}$  為消光係數 (extinction coefficient)， $k_{band}$  及  $m_{zero}$  可由多幅不同大氣質量的影像求得。

$$mag_0 = mag_{ins} - k_{band} \cdot \sec z \quad (5)$$

2003 年 8 月份至 11 月份的資料以木下大輔 (Kinoshita Daisuke) 博士於 2003 年 11 月份所作的數據作校正；而 2004 年 2 月份與 4 月份的資料使用陳錦威學長 2004 年 2 月份的數據資料 (木下大輔等，2004)，詳見表 2。

### 3.3 夜空背景扣除、等亮度線擬合

點源 (point source) 的背景可圈選點源以外的區域，而展源 (extended source) 的背景不容易界定，我們參考 Hunt et al. (1999)、和 Boris et al. (2002) 的方法，避開星系和前景星，選

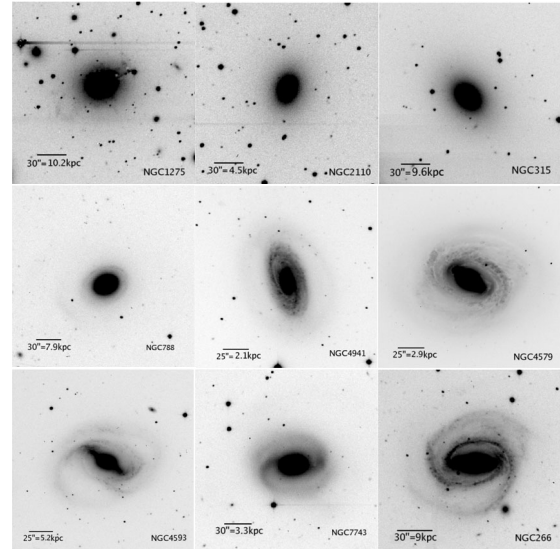


圖3：星系之V波段影像 (因目標天體數量過多僅挑選部份代表)，由左至右由上往下依序為：NGC 1275 (E/Sy1.5)、NGC 2110 (S0/Sy2)、NGC 315 (E/LINER)、NGC 788 (Sa/Sy1)、NGC 4941 (Sab/Sy2)、NGC 4579 (Sab/LINER)、NGC 4593 (SB/Sy1)、NGC 7743 (SB/Sy2)、NGC 266 (SB/LINER)，每幅影像左下有對應的視角 (arcsec) 及實際大小 (kpc)。(H<sub>0</sub> = 75 km s<sup>-1</sup> Mpc<sup>-1</sup>)

取 6~7 個  $5 \times 5 \text{ pix}^2$  約  $6.76 \text{ arcsec}^2$  之區塊，取其平均值，再將整幅影像扣除此值。

星系影像（圖 3）經過前述的各項處理後，接著以橢圓等亮度線擬合，在固定半長軸（semi-major axis；SMA）下，先給定橢圓的初始值，例如：中心  $(X_0, Y_0)$ 、橢圓率（ellipticity； $\epsilon$ ）以及方位角（position angle； $\phi$ ）等參數，程式從初始值擬合星系影像，反覆嘗試找出最能描述橢圓的參數，然後計算橢圓的平均亮度，見(6)~(8)式（Jedrzejewski 1987）。

$$I = I_0 + A_1 \sin(E) + B_1 \cos(E) + A_2 \sin(2E) + B_2 \cos(2E) \quad (6)$$

$$A_n = \frac{1}{\pi} \int R(\phi) \sin(n\phi) d\phi \quad (7)$$

$$B_n = \frac{1}{\pi} \int R(\phi) \cos(n\phi) d\phi \quad (8)$$

在我們得到從裡到外的不同半長軸之橢

圓等亮度線及其平均亮度（intensity）後，依(9)、(10)式使用零點、大氣消光係數及銀河消光係數轉換成表面亮度，即可得到星系從中心到外緣的亮度分佈圖（圖 4），在此我們以  $\mu_B = 25 \text{ mag arcsec}^{-2}$  的等亮度線作為星系的外緣。

$$\mu = \text{mag}_{zero} - 2.5 \log\left(\frac{\text{intensity}}{\text{Exp.Time}}\right) - k_{band} \cdot \sec z - A_{band} \quad (9)$$

$$\mu = \sqrt{\sigma_{\text{mag}_{zero}}^2 + \sigma_{\mu_{ms}}^2 + (\sigma_{k_{band}} \cdot \sec z)^2} \quad (10)$$

$\mu$ : surface brightness in unit of  $\text{mag/arcsec}^2$

### 3.4 亮度分佈解析

活躍星系由中央亮核（nucleus）、橢球（bulge），與盤面（disk）組成，核心為不可解析的點源，以點瀰散函數（point spread function；PSF）擬合（(11)式），橢球部份一般

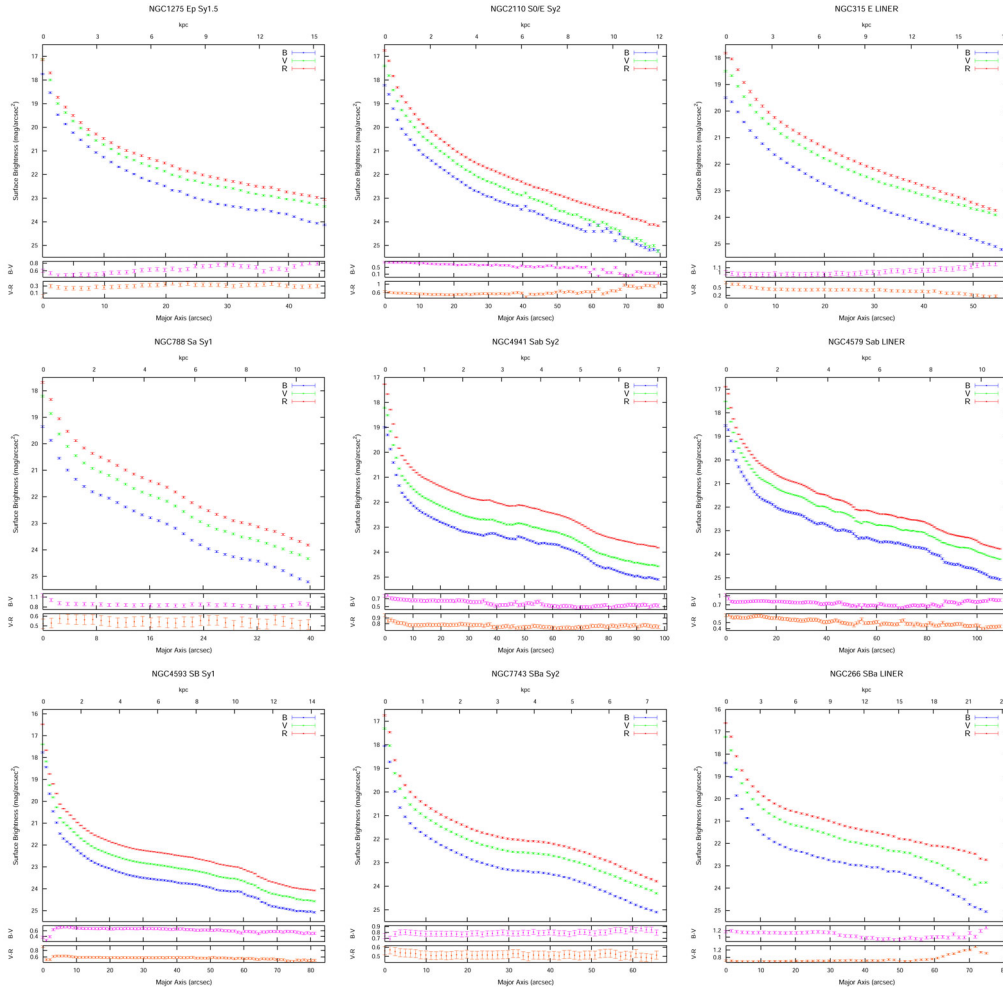


圖 4：星系的亮度分佈，順序同圖 3。x 軸為半長軸（arcsec kpc），y 軸為表面亮度（ $\text{mag arcsec}^{-2}$ ），下方為 B-V、V-R 之分佈。

相信與橢圓星系的光度分佈相似，遵守  $\mu \propto R^{1/4}$  law (de Vaucouleurs 1948)，可以用  $\mu \propto R^{1/4}$  關係擬合 ((12)式)，而盤面的光度呈指數關係下降 ((13)式)，若考慮盤面的起始位置可能並非星系中央，Kormendy 於 1977 年以 (14)式擬合，他也發現  $n = 3$  時能有較好的擬合 ((15)式)。我們使用描述這三個部份的經驗公式，去擬合星系的亮度分佈，見圖 5。

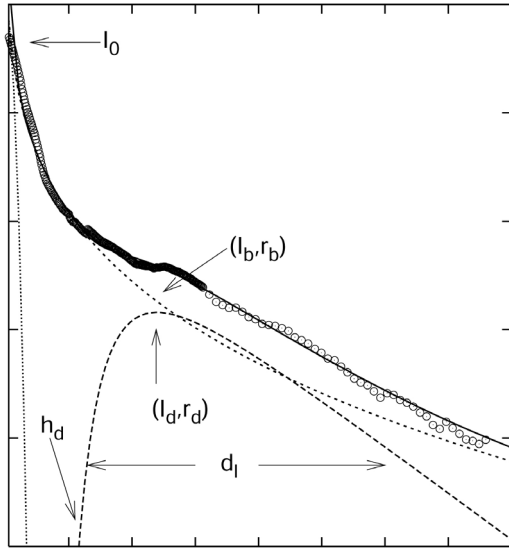


圖 5：亮度分佈解析示意圖，其中資料點以空心圓表示，點代表擬合的核心，短虛線代表擬合的橢球，長虛線代表擬合的盤面，實線為三個部份的加總。

當我們在擬合時，並非每個星系都能被擬合，因為有些星系有不規則的結構，若假設靠近中心的部份主要為核心及橢球，可以先擬合此部份，固定核心及橢球的參數後，再擬合盤面，反覆地找出最好的擬合參數，擬合結果見圖 6。

$$I_{nuc}(r) = I_0 \exp(-2.7725 \times (\frac{r}{FWHM})^2) \quad (11)$$

$$I_{bulge}(r) = I_b \exp(-7.688 \times (\frac{r}{r_b})^{0.25} - 1) \quad (12)$$

$r_b \approx r_{eff}$

$$I_{disk}(r) = I_d \exp(-\frac{r}{d_l}) \quad (13)$$

$$I_{disk}(r) = I_d \exp(-\frac{r}{d_l} - (\frac{h_d}{r})^n) \quad (14)$$

$$I_{disk}(r) = I_d \exp(-\frac{r}{d_l} - (\frac{h_d}{r})^3) \quad (15)$$

$I_0$ : peak intensity of nucleus

$I_b$ : intensity at  $r_b$

得到各部份的參數後，以(16)式的形式積分之，可單獨求出各部份，(17)~(19)式；(15)式中若  $h_d \neq 0$  則無積分解，以數值方法用 *Simpson's rule* 求出近似值。接著就可以算出各部份的貢獻，因為橢圓星系沒有盤面的部份，故我們將橢圓星系與漩渦星系分開比較。

$$L = \int_0^\infty I(r) 2\pi r dr \quad (16)$$

$$L_{nucleus} = \frac{\pi I_0 (FWHM)^2}{2.7725} \quad (17)$$

$$L_{bulge} = 7.21\pi I_b r_b^2 (1 - e) \quad (18)$$

$$L_{disk} = 2\pi I_d d_l^2 (1 - e) \quad (19)$$

表 3 為各部份貢獻的平均及標準差，核心貢獻：西佛 I 型 > 西佛 II 型 > LINER，與前人研究結果相符。橢球、盤面貢獻及橢球盤面

表 3：核心、橢球、盤面之貢獻 (平均)

| Activity   | Nucleus (%) | Bulge (%)     | Disk (%)      | Bulge/Disk  |
|------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Sy1 (4)    | 2.94 ± 3.65 | 62.53 ± 35.30 | 34.53 ± 35.12 | 5.15 ± 4.96 |
| Sy2 (11)   | 1.29 ± 1.43 | 46.18 ± 26.48 | 52.58 ± 26.61 | 1.52 ± 1.50 |
| LINER (10) | 0.75 ± 1.92 | 64.15 ± 19.79 | 35.10 ± 20.48 | 3.70 ± 5.13 |

表 4：核心、橢球、盤面貢獻之 K-S Test

|             | Significance (%) |       |       |            |
|-------------|------------------|-------|-------|------------|
|             | Nucleus          | Bulge | Disk  | Bulge/Disk |
| Sy1 & Sy2   | 57.95            | 45.57 | 71.02 | 45.57      |
| Sy1 & LINER | 5.16             | 75.1  | 75.   | 75.05      |
| Sy2 & LINER | 3.65             | 24.96 | 24.96 | 24.96      |

星系個數：Sy1(4)，Sy2(11)，LINER(10)。

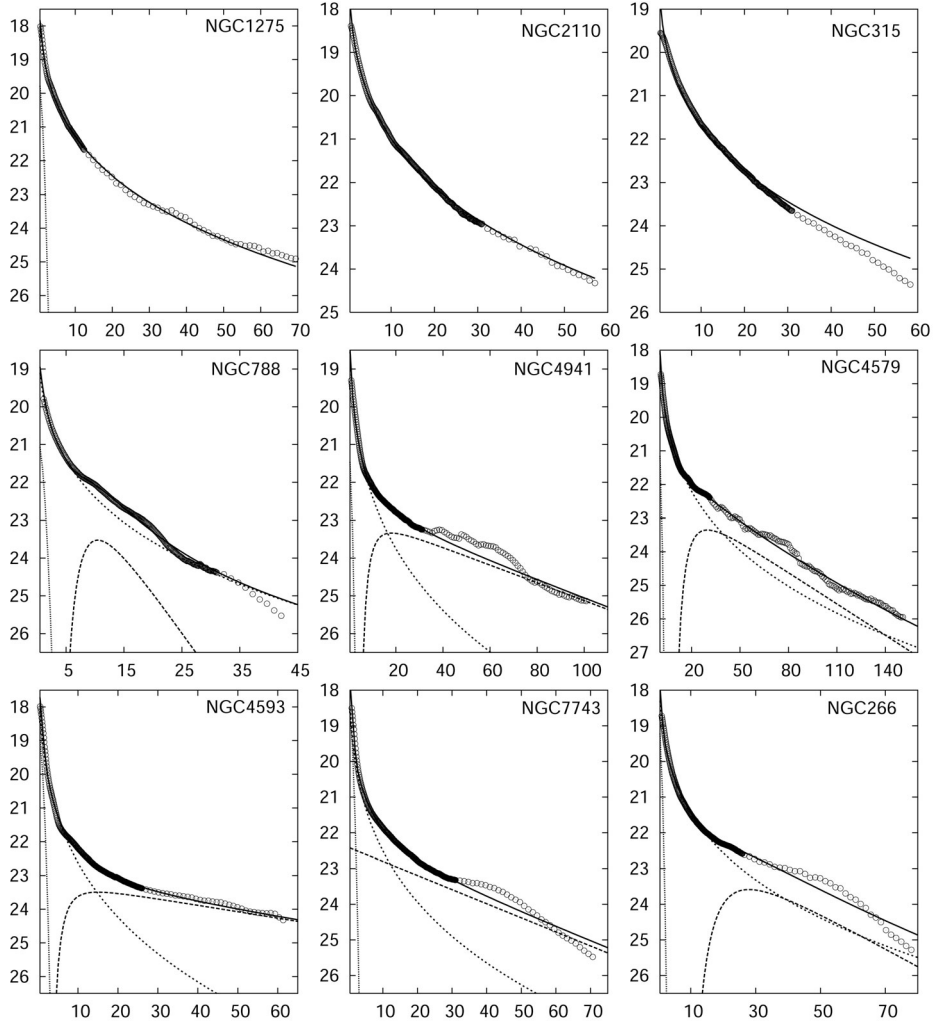


圖 6：星系 B 波段亮度分度解析，y 軸單位為  $\text{mag arcsec}^{-2}$ ，x 軸單位為角秒 (arcsec)；資料點以空心圓表示，點代表擬合的核心，短虛線代表擬合的橢球，長虛線代表擬合的盤面，實線為三個部份的加總，順序同圖 3。

比 (Bulge-to-disk ratio) 則無明顯的差異。同樣也以 K-S Test 來檢查天體間各部份貢獻的相關程度，西佛 I 型與 LINER、西佛 II 型與 LINER 的值相對較小，而西佛 I 型與西佛 II 型間的值約為 58%，顯示西佛 I 型與西佛 II 型的核心貢獻較相近，LINER 則較不同；另外橢球、盤面的貢獻之 Significance 值沒有明顯差異，表示橢球、盤面的貢獻不因星系核心活躍程度不同而有異。

但此與前一節有相同的問題，就是樣本數太少，扣除無法擬合的目標後，西佛 II 型與 LINER 各約餘 10 個，而西佛 I 型只剩 4 個，同樣不能算有效的統計結果。

### 3.5 核心、宿主星系之色指數 (color index of nuclei and host galaxies)

為了區分出核心的星等，我們採用約 2 角秒以內的積分星等代表核心；宿主星系以有效半徑 (effective radius;  $r_{\text{eff}} \approx r_b$  in Eqs. 12) 及兩倍有效半徑表面亮度代表，表 5 為平均值。從表 5 我們可看出不論 B-V 或 V-R，大致為西佛 I 型 < 西佛 II 型 < LINER，其中西佛 I 型與另外兩類天體的差異較大，尤其是核心部分，西佛 II 型與 LINER 比較接近。

另外我們也使用 Kolmogorov-Smirnov (K-S) Test (Press et al. 1992) 來檢驗任兩類天體間之相同程度，表 6 中的 Significance 越

大，代表來自同一母樣本的機率越高。西佛 I 型，西佛 II 型，與 LINER 的 Significance 相對較低，表示西佛 I 型的核心顏色與另兩類天體差異較大，與表 5 大致符合，也與之前人的研究相符；而  $r_{\text{eff}}$ 、 $2r_{\text{eff}}$  的 Significance 值較高，所以不同類天體間的差異程度不大。雖然這些天體的統計資料呈現出與文獻相似情況，但是我們的樣本數不多，特別是西佛 I 型星系的個數只有 5 個，不能算是有利的統計結果。

表 5：核心及有效半徑色指數（平均）

|     |       | Nucleus   | $r_{\text{eff}}$ | $2r_{\text{eff}}$ |
|-----|-------|-----------|------------------|-------------------|
| B-V | Sy1   | 0.63±0.27 | 0.61±0.09        | 0.68±0.15         |
|     | Sy2   | 0.94±0.36 | 0.70±0.18        | 0.76±0.27         |
|     | LINER | 0.90±0.22 | 0.79±0.23        | 0.80±0.21         |
| V-R | Sy1   | 0.51±0.05 | 0.43±0.09        | 0.38±0.19         |
|     | Sy2   | 0.61±0.09 | 0.50±0.12        | 0.54±0.15         |
|     | LINER | 0.63±0.17 | 0.52±0.13        | 0.46±0.16         |

星系個數：Sy1(15), Sy2(19), LINER(17)

表 6：核心及有效半徑色指數之 K-S Test

|     |           | Significance(%) |                  |                   |
|-----|-----------|-----------------|------------------|-------------------|
|     |           | Nucleus         | $r_{\text{eff}}$ | $2r_{\text{eff}}$ |
| B-V | Sy1&Sy2   | 12.77           | 22.28            | 69.87             |
|     | Sy1&LINER | 9.91            | 13.79            | 32.56             |
|     | Sy2&LINER | 87.28           | 36.83            | 69.94             |
| V-R | Sy1&Sy2   | 7.65            | 31.14            | 65.76             |
|     | Sy1&LINER | 2.18            | 27.61            | 93.55             |
|     | Sy2&LINER | 14.20           | 57.87            | 69.94             |

星系個數：Sy1(15), Sy2(19), LINER(17)

## 4. 討論

### 4.1 無法擬合之星系

41 個星系中有 32 個星系被解析成 2~3 個部份，其中有 9 個星系無法被解析，無法被解析的原因是因為這些星系的亮度分佈有些不規則的起伏，以至於無法被我們使用的方程式擬合，而這些起伏的原因為何？可能星系的結構真實如此，也有可能是等亮度線的擬合有誤差，所以我們必須仔細檢查。透過檢視等亮度線製作出假星系影像，是否有被忽略的部份；另外也調整星系影像的對比，更清楚的顯示出某些結構。而關於這部份的研究還需要再收集一些文獻，才能了解目前已知的程度，進而深入討論。

### 4.2 核心的色指數及亮度貢獻

星系核心的色指數（color index），從表 5 可看出，不論 B-V 或 V-R，西佛 I 型星系之核心的平均色指數比 II 型及 LINER 小，顯示西佛 I 型星系核心有較藍的顏色；而表 6 中，西佛 I 型星系之核心顏色與 II 型及 LINER 間的 Significance 值較低，所以西佛 I 型星系之核心顏色與另兩類天體較不同。

而從表 3 中，西佛 I 型星系核心之貢獻較 II 型及 LINER 高，而再檢視表 4 中各部份的 Significance 值，西佛 I 型及 II 型較相近，與 LINER 的差異較大，故 LINER 核心之貢獻與另兩類天體較不同。

統一模型理論中（unified model），西佛 I 型及 II 型是同一類天體，只是從不同的角度觀測，其中西佛 II 型星系來自核心的光被周圍的灰塵雲盤（torus）阻擋，故貢獻及色指數與西佛 I 型有小幅的差異。而 LINER 的核心貢獻較西佛星系低很多，核心顏色則與西佛 II 型較相近，目前沒有人以統一模型解釋 LINER，只知道 LINER 介於正常星系與活躍星系之間，其本質則需要更多的觀測資料才能推論。

### 4.3 宿主星系的色指數及橢球盤面貢獻

宿主星系  $r_{\text{eff}}$  之色指數平均（表 5）西佛 I 型 < 西佛 II 型 < LINER，與核心部份有相同的趨勢但差異較小，可能因為  $r_{\text{eff}}$  距離核心不遠，還有部份來自核心的影響影響， $2r_{\text{eff}}$  之色指數平均（表 5）就無此現象；而  $r_{\text{eff}}$ 、 $2r_{\text{eff}}$  K-S Test 之 Significance 值不論 B-V 或 V-R 都甚大，故 41 個星系的觀測資料中看不出宿主星系  $r_{\text{eff}}$ 、 $2r_{\text{eff}}$  之色指數與星系核活躍程度的關係。而經過亮度分佈解析後，得出橢球及盤面部份（表 3），再經由 K-S Test 得到的 Significance 值也都較高，所以這 32 個星系的觀測資料中，



橢球及盤面的貢獻與也沒有因為星系核活躍程度不同而有異。

## 5. 5 總結及未來展望

觀測目標原有 106 個天體，總共觀測了 56 個，扣除無法使用的資料後共有 41 個天體，解析了其中 32 個天體。這些資料的結果與前人的研究大致相符：

- i、 核心亮度貢獻：  
西佛 I 型 > 西佛 II 型 > LINER；
- ii、 核心色指數值：  
西佛 I 型 < 西佛 II 型 < LINER；
- iii、 宿主星系的橢球及盤面的比例及色指數則無明顯差異；

雖然目前的結果與之前研究相符，但星系數量仍嫌不足。未來若能再增加星系個數，或是集中於某一種星系型態（漩渦、棒漩、橢圓）的活躍星系，相信對於活躍星系的宿主星系會有更深入的了解。

### Reference

Antonucci, R.R.J., & Miller, J. S., 1985, *ApJ*, 297, 621

Baggett W.E., Baggett S.M., & Anderson K.S.J., 1998, *AJ*, 166, 1626

Beijerbergen M., de Blok W.J.G. & van der Hulst J. M., 1999, *A&A*, 351, 903

Birney D. Scott ,1991, *Observational Astronomy* (Cambridge)

Boris N.V., Donzelli, C. J., Pastoriza, M.G., Rodriguez-Ardila, A., & Ferreira, D. L., 2002, *A&A*, 384, 780

Burstein, D., & Heiles, C., 1984, *ApJS*, 54, 33

Chatzichristou E.T., 2001, *ApJ*, 556, 676

De Robertis M.M., Hayhoe K., & Yee H.K.C., 1998, *ApJ*, 115, 163

De Robertis M.M., Yee, H.K.C., & Hayhoe, K., 1998, *ApJ*, 496, 93

de Vaucouleurs G., 1948, *Ann. Astrophys.*, 11, 247

Heckman T.M., Blitz L., Wilson A.S., Armus L., & Miley G.K., 1989, *ApJ*, 342, 73

Hunt L.K., Malkan M.A., Rush B., Bica M.D., Nelson B.O., Stanga R.M. & Webb W., 1999, *ApJS*, 125, 349

Jedrzejewski R.I., 1987, *MNRAS*, 266, 747

Khachikian E.Ye., & Weedman D.W., 1974, *ApJ*, 192, 581

Kinoshita D., Chen C.W., Lin H.C., Lin Z.Y., Huang K.Y., Chang Y.S., Chen W.P., 2004, *JTAM*, 2, 70

Kormendy J., 1977, *ApJ*, 217, 406

Osterbrock D.E. & Koski A.T., 1976, *MNRAS*, 176, 61

Press William H., Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, & William T. Vetterling, 1992, *Numerical Recipes in C The Art of Scientific Computing*, Cambridge Press

Schlegel, David J., Finkbeiner, Douglas P., & Davis, Marc, 1998, *ApJ*, 500, 525

Véron-Cetty M.P., Véron P., Gocalves A.C., 2001, *A&A*, 372, 730

Xanthopoulos E., 1996, *MNRAS*, 280, 6

Xilouris E.M. & I.E. Papadakis, 2002, *A&A*, 387, 441

Yee H.K.C., 1983, *ApJ*, 272, 473