

# 2016 年臺灣國際科學展覽會 優勝作品專輯

作品編號 160013

參展科別 物理與天文學

作品名稱 用自行運動在資料庫中找出疏散星團

得獎獎項 大會獎：四等獎

就讀學校 新北市立永和國民中學

指導教師 高千惠、陳育霖

作者姓名 王薰鋌、郭昕、任璿洋

關鍵字 資料庫、自行運動、疏散星團

## 作者簡介



我們是永和國中三年級學生，左一為高千惠老師，接著由左至右依序為郭昕、任璿洋、王薰鋌，很高興可以參加這次複選。從一開始組成一隊做青培到現在參加國際科展，雖然遇到了很多困難，但是一突破之後，也帶給我們許多成長和收穫。當然，這些並不是靠我們自己的力量就可以達成的，所以我們要感謝我們的指導老師高千惠老師、陳育霖老師，在最一開始給予我們方向的傅學海教授，和一直支持我們的陳文屏教授。

## 摘要

目前已被發現並編號的疏散星團已超過一千個，但據推測實際數量應有十倍乃至更多，因此本研究利用2012年8月發表的UCAC4天體資料庫，並使用資料庫中星體的自行運動、位置、各波段的亮度等數據，先對已知的Hyades、M45、NGC752、NGC1039、NGC2632等五個疏散星團進行分析。我們製作各個星團的散佈圖及直條圖等，研究能有效找出星團成員星的方法，再用我們所選的星團成員星重新計算星團的位置、星團大小、年齡、距離等參數。

研究最後我們下載部分天區的星體資料，以自行運動搭配光度來篩選，嘗試找出新的疏散星團，以驗證本研究的可信度。本研究的分析方法可從大多數已知有疏散星團的天區內找出星團，不過我們發現將 $V_{\text{mag}}$ 比10等暗的星點資料刪除後作成的圖表最為準確，且由於分析方法和資料的精細度還不足夠，我們並未發現新的疏散星團。本研究亦觀察到UCAC4資料庫在NGC1039附近的天區資料有異常的現象。

## Abstract

We used the UCAC4 catalog (released on August, 2012) to analysis five known open star clusters, including Hyades, M45, NGC752, NGC1039, NGC2632. We have analysis the proper motion data, then displayed the clusters' scatter plots and histograms on proper motions. We also analysis the data of brightness in multiband to find the cluster members, and calculated the parameters by the members. In our studies, we displayed the results in real positions, star sizes, ages, distances of these 5 star clusters.

In last part of our study, we surveyed a part of the sky and downloaded the proper motion and brightness data, trying to find some new open clusters by our method. Our study can help to find out those open clusters in the area with known clusters. But we found that it is more accurate if we deleted the stars fainter than 10 magnitude, and it is not precision enough in our study and data, so we didn't find unknown open clusters.

# 壹、前言

## 一、研究動機

星團裡的星體因為同時於雲氣中誕生，星團成員星彼此有許多相近的特徵，如自行運動、在空間中的位置、年齡等。疏散星團為星團分類中星體數較少、分布較疏散者，這類星團在演化上相對年輕，分佈位置也比較接近銀河盤面，所以很適合用來研究有關恆星演化、系外行星系統等課題。

目前銀河系發現的疏散星團已經有一千個以上，但根據推測，實際數量應該有數十倍，因此，我們用現今已發現的星團資料為依據，研究在天區中找出疏散星團的方法及研究如何更快速定義星團參數。並以恆星的自行運動為主，搭配空間分布及亮度等參數，鎖定銀河盤面附近的天區，希望可以藉由分析剛發表不久的星體資料庫UCAC4 (Zacharias, 2012)，找出更多的疏散星團。

## 二、星星的自行運動

中國古人將天空中相對位置不變的星星稱為「恆星」，把會在恆星間遊走的星星稱為「行星」。但是其實星星在宇宙中會運動，例如：銀河系內的星體或是我們太陽都在繞著銀河系中心旋轉。

星體與地球間的相對運動，可以分解為垂直及平行觀察者視線方向(如圖1-1)。恆星沿著觀察者視線方向的徑向運動速度，從恆星的位置上觀測不到，只能經由分析恆星光譜的都卜勒效應才能得知。而垂直觀察者視線方向的恆星橫向運動，即是所謂的「自行運動 (proper motion, pm)」，會造成恆星在天球上的位置改變，一般都以「角秒/年」為單位。

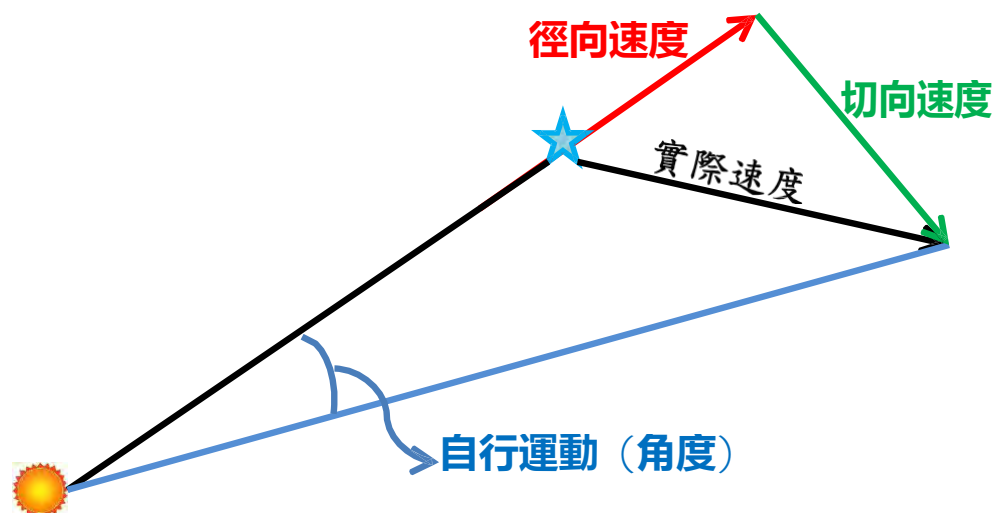


圖1-1：星星在空間中的實際運動情形可分解為徑向與橫向兩個分量。

一般來說，因為恆星距離地球通常都很遠，所以從地球上看到恆星移動的幅度極不明顯，每百年才移動數角秒，肉眼根本無法察覺，必須藉由精密的儀器在不同時間內拍攝同一天區之後，比對該天區內的恆星位置變化，以計算恆星移動的速度。又即使恆星在天空中運動的方式相同，卻仍會因為距離我們遠近不一，而使我們測到不同的自行運動數值：離我們越近的恆星會有越大的自行運動、越遠的恆星自行運動則會越小(如圖 1-2)。整體來說距離我們一千秒差距(1000 pc)以內的天體，才比較適用自行運動的研究。經由測量自行運動可以進行天體間的重力交互作用、星團的性質等研究。

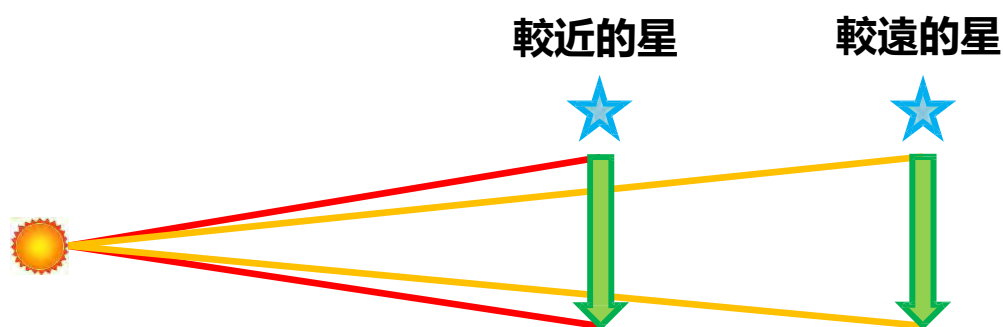


圖1-2：星星有相同的相對運動，但是離我們較近的星星有較大的自行運動。



## 貳、研究設備及器材

### 一、資料庫

#### (一) VizieR 天文星表搜尋引擎

VizieR 是由斯特拉斯堡天文數據中心(SIMBAD)提供的天體目錄，現已收錄近14519 個天文資料庫。如圖2-1 所示，從VizieR 搜尋引擎可以尋找不同波段、不同望遠鏡或衛星，甚至是不同天體的星表，是許多天文研究的重要資料來源之一。



圖2-1：VizieR 搜尋引擎介面(<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>)

#### (二) UCAC 天體資料庫

UCAC (USNO CCD Astrograph Catalog)是美國海軍天文台所建立的天體資料庫。UCAC4 是本系列資料庫目前釋出的最後一個版本，於2012 年8 月發表，其中包含了1.13 億個星體資料，紀錄的最暗星等達16 等，並有約1.06 億筆資料含有自行運動數據(Zacharias, 2012)。

UCAC4 提供的星點參數非常多，本研究只選取表 2-1 的參數來做後續分析。為了選取較可靠的天體資料，我們會在下載資料後進行篩選，只保留擁有含有表2-1 所有參數的星體。

名稱	內容
pmRA	星體在赤經方向的自行運動，單位為毫角秒/年(mas/year)
pmDE	星體在赤緯方向的自行運動，單位為毫角秒/年(mas/year)
RAJ2000	星體在赤經方向的座標，單位為度
DEJ2000	星體在赤緯方向的座標，單位為度
Jmag	星體的亮度，觀測波長 $1.2 \mu\text{m}$ (近紅外線)
Hmag	星體的亮度，觀測波長 $1.6 \mu\text{m}$ (短波長紅外線)
Kmag	星體的亮度，觀測波長 $2.2 \mu\text{m}$ (短波長紅外線)
Bmag	星體的亮度，觀測波長 $0.4\sim 0.5 \mu\text{m}$ (可見光)
Vmag	星體的亮度，觀測波長 $0.5\sim 0.6 \mu\text{m}$ (可見光)

表2-1：從UCAC4 星表中，我們選取分析的參數。

## 二、電腦軟體

- (一) Microsoft Word、Microsoft PowerPoint：資料紀錄。
- (二) Microsoft Excel：數據計算、圖表繪製、巨集製作。
- (三) Origin：圖表繪製。
- (四) Stellarium：天文星圖軟體。



## 參、研究方法與過程

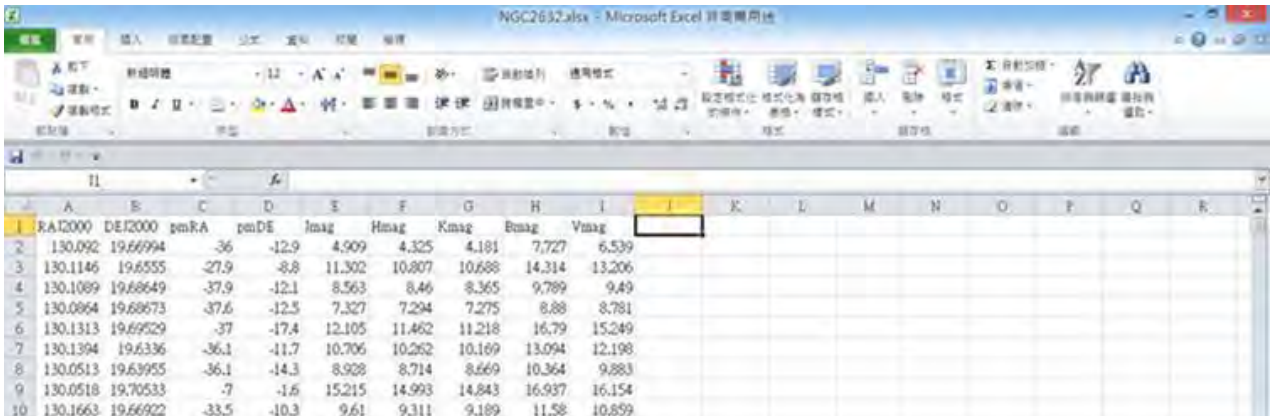
### 一、前置作業

#### (一) 資料下載

1. 進入VizieR 介面，並搜尋「UCAC4」，進入UCAC4 資料庫。
2. 選取參數：
  - (1) pmRA、pmDE、RAJ2000、DEJ2000、Jmag、Hmag、Kmag、Bmag、Vmag 等資料。
  - (2)設定要下載的天區位置及大小範圍。
3. 調整檔案格式為FITS(ascii) Table，並以.fit 檔下載。

#### (二) 資料整理

1. 用Microsoft Excel 開啟含有欲分析天區資料的.fit 檔。
2. 剛下載的天區資料中，有許多星點不包含表 2-1 的部份參數，我們將這些星點資料刪除，而只保留含有所有參數的資料點，篩選完畢後約會剩餘 七成資料，圖3-1 為我們整理過後的資料格式。
3. 因亮度太暗的星體資料，在星體定位時會造成較大誤差，所以將Vmag 在15 等以上的資料點刪除，而留下較為精準的資料點以減少誤差。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	RAJ2000	DEJ2000	pmRA	pmDE	Jmag	Hmag	Kmag	Bmag	Vmag									
2	130.092	19.66994	-36	-12.9	4.909	4.325	4.181	7.727	6.539									
3	130.1146	19.6555	-27.9	-8.8	11.302	10.807	10.688	14.314	13.206									
4	130.1089	19.68649	-37.9	-12.1	8.563	8.46	8.365	9.789	9.49									
5	130.0864	19.68673	-37.6	-12.5	7.327	7.294	7.275	8.88	8.781									
6	130.1313	19.69529	-37	-17.4	12.105	11.462	11.218	16.79	15.249									
7	130.1394	19.6336	-36.1	-11.7	10.706	10.262	10.169	13.094	12.198									
8	130.0513	19.63955	-36.1	-14.3	8.928	8.714	8.669	10.364	9.883									
9	130.0518	19.70533	-7	-1.6	15.215	14.993	14.843	16.937	16.154									
10	130.1663	19.66922	-33.5	-10.3	9.61	9.311	9.189	11.58	10.859									

圖3-1：資料整理後結果，只保留含所有參數的星點資料。

### 二、用已知星團探討定義星團參數方法

#### (一) 確認星場自行運動的分佈，以分辨星團成員星與背景星。

1. 製作pm 散佈圖：以pmRA 為橫軸，pmDEC 為縱軸，繪製的範圍在pmRA 和 pmDEC 皆為 $\pm 100$  (mas/yr) 的區間。
2. 分別計算pmRA 和pmDEC 的數量直方圖：橫軸分別為pmRA 和pmDEC，資料以1 為間距、縱軸為數量。

3. 將資料點用Vmag 值分群套色，分別為Vmag<5(紅色)、5~10(綠色)、10~15(藍色)星等，製作以pmRA 和pmDEC 為兩軸的散佈圖。
4. 將pmRA 和pmDEC 的直方圖結合，計算同時位於兩列數據區間內的資料點數，製作成三度空間的立體曲面圖。
5. 若分析的天區經判定為有星團存在，則會依照pm 直方圖計算星團在RA 和DEC 方向的proper motion 數值。

## (二) 確認星團位置，並比較成員星和背景星差異。

1. 製作空間分布圖：以RAJ2000 為橫軸，DEJ2000 為縱軸，並將pm 散佈圖中定義的星團成員星用顏色標記，觀察是否集中於某一區域，且能與背景場星區隔開。
2. 製作RAJ2000 和DEJ2000 的數量直方圖：分別將RAJ2000 和DEJ2000 的資料以0.5 為間距，計算各區間內的資料點數後畫空間數量直方圖。
3. 若分析的天區經判定為有星團存在，則會依照數量直方圖計算星團在空間中分佈的參數，包括星團中心、RA 方向和DEC 方向的星團半徑。

## (三) 確認星團年齡和距離

1. 製作 Color-Color Diagram (2CD) 圖以計算星團年齡。
  - (1)兩軸分別為Jmag-Hmag 和Hmag-Kmag。
  - (2)標準演化曲線參考Bessell and Brett (1988)的計算結果繪製而成。
  - (3)以成員星過轉折點來計算星團年齡。
2. 製作 Color-Magnitude Diagram (CMD) 圖以計算星團距離。
  - (1)兩軸分別為Jmag 和Jmag-Kmag。
  - (2)標準演化曲線參考Bessell and Brett (1988)的計算結果繪製而成。
  - (3)調整距離模數以計算星團距離。

## 三、分析部分天區尋找疏散星團

### (一) 製作巨集

1. 為了減少分析資料的時間，我們使用Microsoft Excel 的巨集功能，使電腦可以自動執行大多數的步驟。
2. 在Microsoft Excel 中製作可自動整理資料點的巨集。
3. 在Microsoft Excel 中製作可自動製作pm 散佈圖和分層套色圖的巨集。

## (二) 選取天區

1. 因為整個天區太大，無法全部分析，又銀河盤面附近的天區發現星團的可能性較高，因此我們選取RA 位於73.75 度到93.75 度之間，且DEC 位於 $-15^{\circ}25'00''$ 到 $03^{\circ}55'00''$ 之間的天區進行分析，圖3-2 紅框處是我們目前 全天分析的天區範圍，大小為20 度\*20 度。

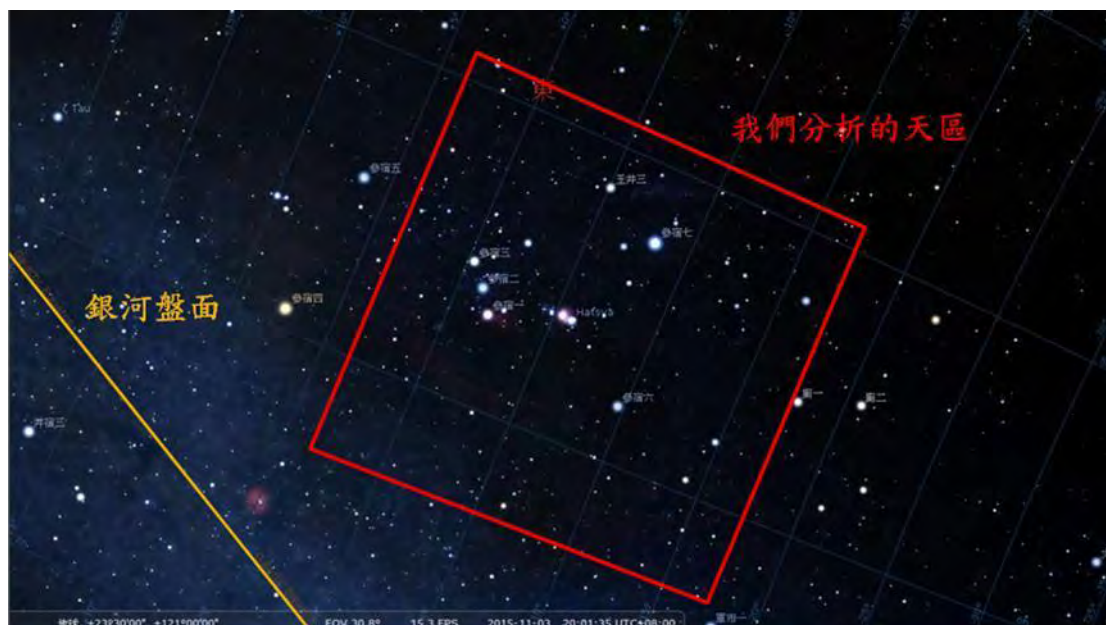


圖3-2：全天分析的天區，紅框大小為20 度見方。

2. 我們每次下載資料的天區大小為5 度\*5 度，但每次取樣的天區中心相隔2.5 度，因此每個區域都至少會被算兩次，以防有星團位在兩個天區中間以致顯現在圖表上的現象不明顯的情形。
3. 本研究所使用的赤經、赤緯和以銀河盤面為基準點的銀經、銀緯不同，因此分析範圍雖包含DEC 為零的區域，卻未真正覆蓋到銀河盤面，而是位於銀盤附近。

## (三) 深入探究

1. 由UCAC4 下載選取天區的星體數值，參數如表2-1。
2. 每個天區皆繪製pm 分佈圖，確認該天區有無星團存在。
3. 若有天區出現疑似星團，我們會先查詢此天區是否有已發現的星團，若沒有已知星團，我們就會進行後續分析，如空間分布、2CD 和 CMD 等。

## 肆、研究結果與討論

### 一、用已知星團探討定義星團參數方法

#### (一) pm 散佈圖

多數星團只可在圖表中間看見一個集中的區域(圖 4-1)，而部分星團除了中心之外，在外圍區域也可發現一個面積比中間小的集中區域(圖4-2 紅圈處)，我們初步的結果可找到 NGC2632、NGC752、NGC1039、Hyades 及 M45 有此現象，其中 NGC752 的集中區域較不明顯，但仍可在大集中區的邊緣約略看見，本研究後續皆以此五星團為樣本星團來進行分析。

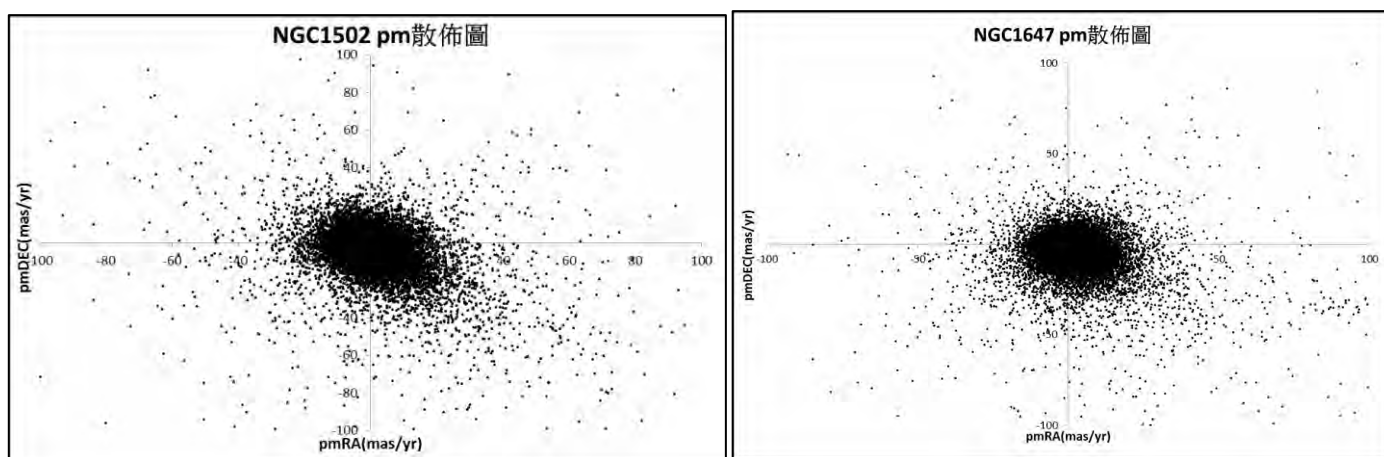
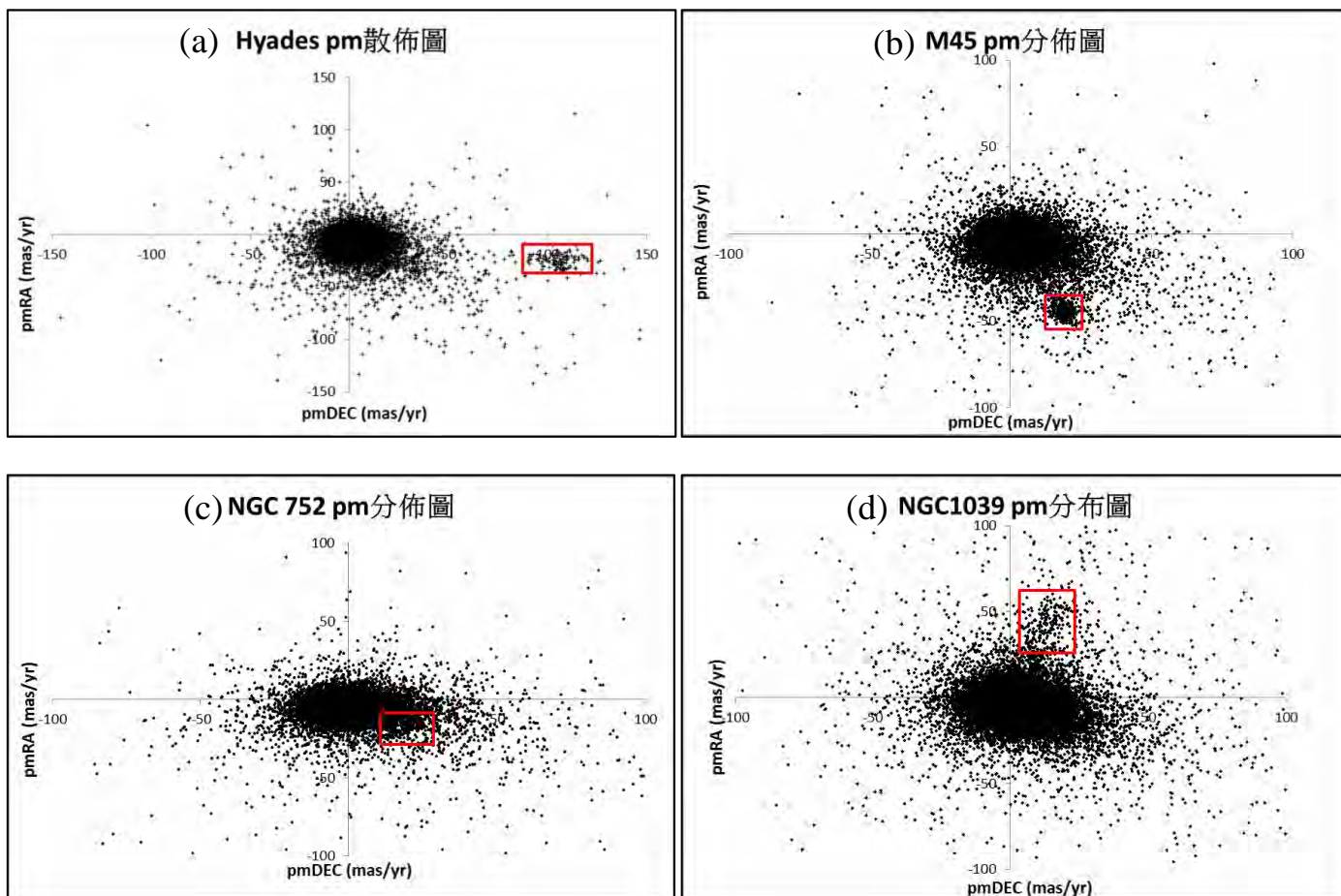


圖4-1：pm 散佈圖中不可見外圍集中區域的例子，左NGC1502、右NGC1647。





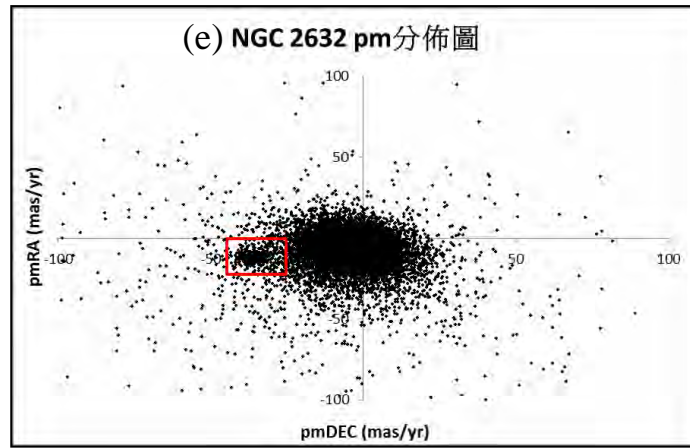


圖4-2：本研究的樣本星團可在pm 散佈圖發現外圍集中區，

(a)Hyades、(b)M45、(c)NGC752、(d)NGC1039、(e)NGC2632。我們推測中間集中區域為背景星場的pm 分布，外圍集中區域(紅圈處)則為星團的 pm 分布，我們因此將紅圈處定義為星團的成員星。除了 NGC1039 之外，我們查詢上述其他四個星團的 pm 值，發現皆與圖表上我們圈選的區域中心位置接近。

至於無法看見外圍集中區域的星團，我們認為可能是星團成員星太少，無法形成肉眼可見的集中區域，或是星團 pm 太小導致星團成員星與背景星場重疊而造成。我們查詢這些無法見到外圍集中區域星團之 pm 值及成員星數目之後，我們發現多數星團的pm 值都太小而無法與背景場分辨。

我們決定刪除亮度較暗的星點資料，並將資料依星等分別設色，使資料點減少之後，中央的密集區域會變小，藉以觀測 pm 較小的星團，解決無法看見外圍集中區域的問題。

## (二) 分段設色的pm 散佈圖

刪除部分資料後，可見集中區域的星團增加許多，又分段設色後，有一半以上的星團可見集中區域，且位置皆和查尋到的結果相近。圖 4-3 展示原本已經能與背景區分的星團(以 M45 為例)，經過分層設色後能更有效區別；圖4-4 則展示其他經過分層設色後才能分辨星團和背景星的例子。

在Vmag 值<5、5~10、10~15 的區間中，由於Vmag<5 的星點數太少，誤差太大，10~15 的星點數太多，和原始 pm 散佈圖的結果類似，因此我們認為5~10 區間為最適合定義星團 pm 的區段，能有效解決 pm 散佈圖中央密集區和星團密集區重疊的問題。

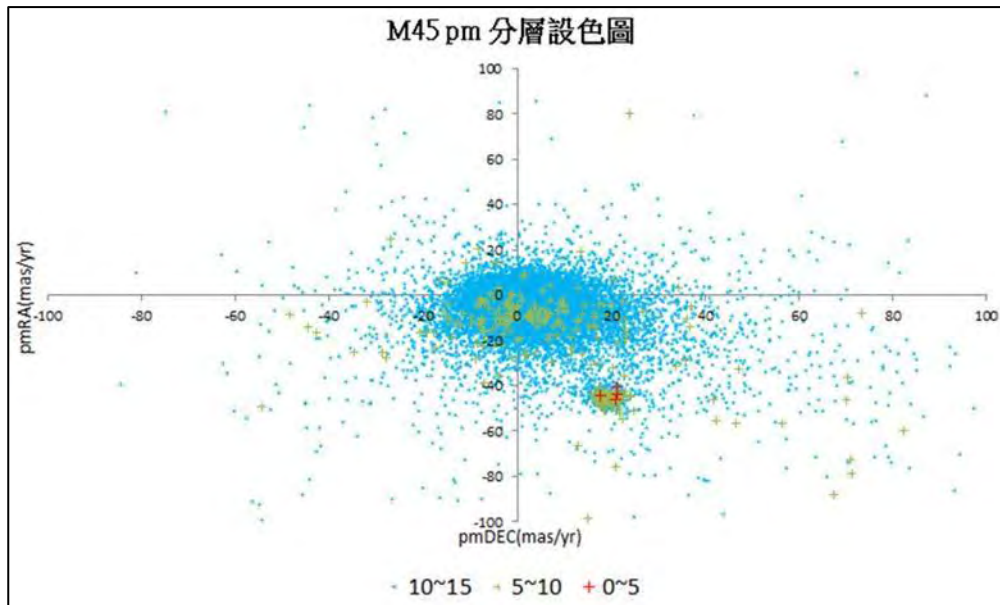


圖4-3：原本就可與背景分別的M45 經過分層設色後仍可以與背景有效區別。

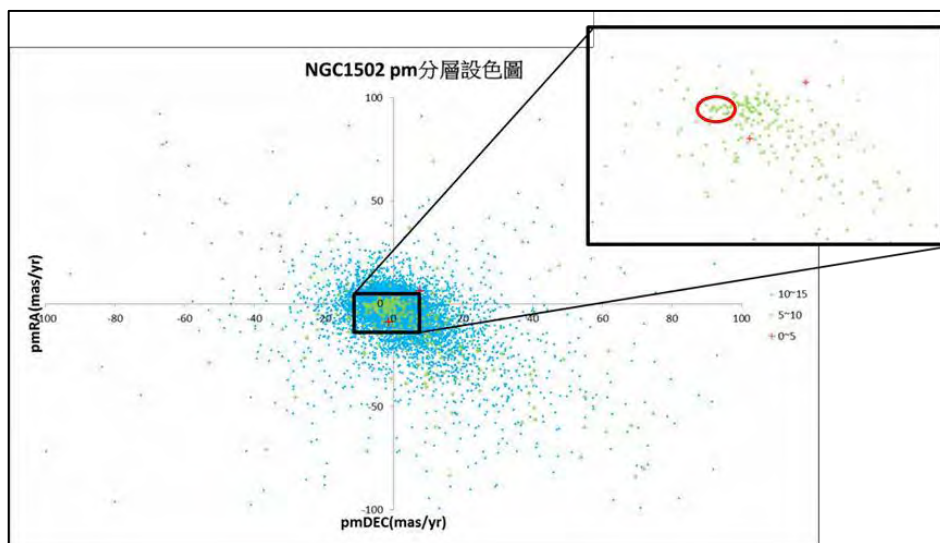
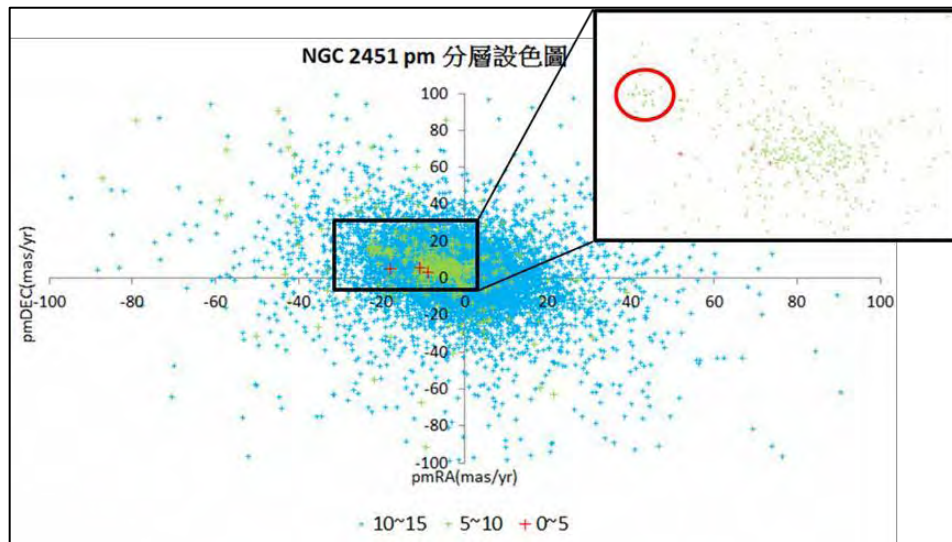


圖4-4：原本無法和背景分辨的星團經過分層設色後，可以明顯與背景分別，  
上：NGC2451、下：NGC1502。

### (三) pm 直方圖和高斯分布

大部分的星因為距離我們比較遙遠，因次測到的 pm 值多半比較靠近 pm 散佈圖中央原點處，因此在直方圖中央便有一高峰，此高峰即是背景星集中造成的。也因為大部分星體或星團距離我們太過遙遠，所以從直方圖上也無法分辨星團成員星和背景星(圖4-5)。

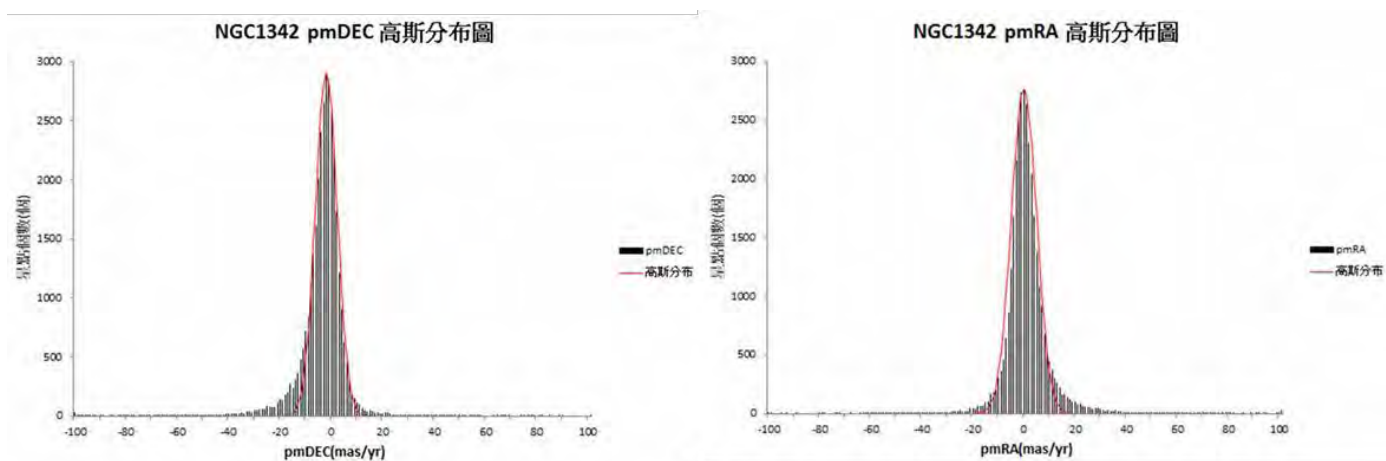


圖 4-5：NGC1342 的高斯分佈圖，在兩個方向皆無法看見中央區域以外的小峰。左圖為DEC 方向的pm 值數量直方圖和高斯擬合曲線、右圖則為RA 方向。

有部分離我們較近的星團在pm 散佈圖中已經能與背景場星分辨出來，這類星團在直方圖上便會看到除了中央高峰之外，在旁邊還有一小峰(圖4-6 右圖紅圈處)，這個小峰值就是星團成員集中造成的。我們計算這些突出的峰值頂點，並當成星團的pm 值，再與文獻提供的星團pm 值比較後，發現我們的計算可與文獻數值相符合。

比較特別的是 NGC1039，在直方圖中央高峰上也有比高斯分布突出的部分(圖 4-7 綠圈處)，但計算後的 pm 值和資料不同，所以我們又多做了一些星團的直方圖，而部分星團也有此現象，因而推斷綠圈處的小峰應是背景星分布不均的誤差所造成。

我們在進行高斯擬合時，常會發現很多星團的直方圖都不對稱，會出現星場分布較高斯分布寬，而在兩旁突出的現象(圖 4-6 左圖藍圈處)，兩旁凸出代表高斯分布和星場分布無法準確擬合，因此我們認為未來應改用其他函數來代替高斯擬合曲線。



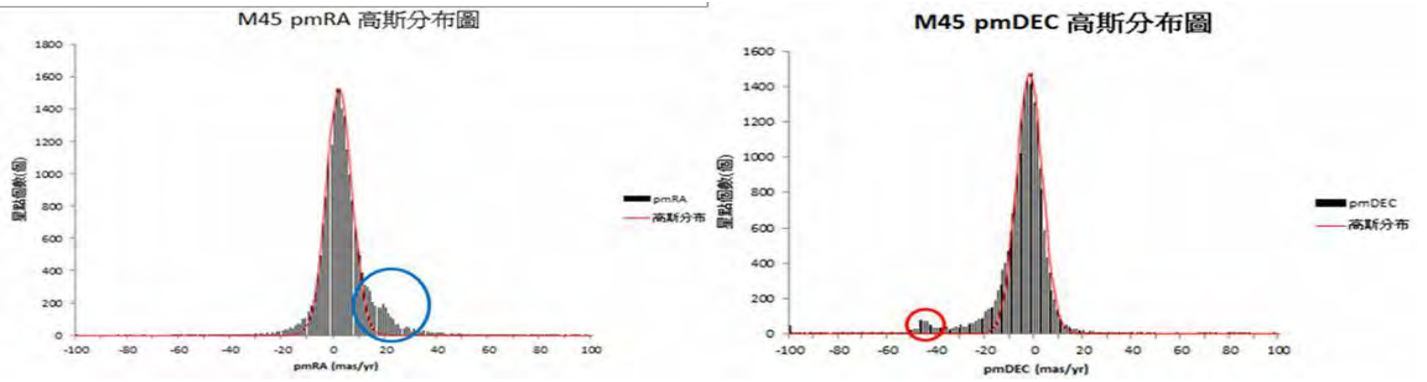


圖4-6：M45 的高斯分佈圖(左：RA 方向、右：DEC 方向)

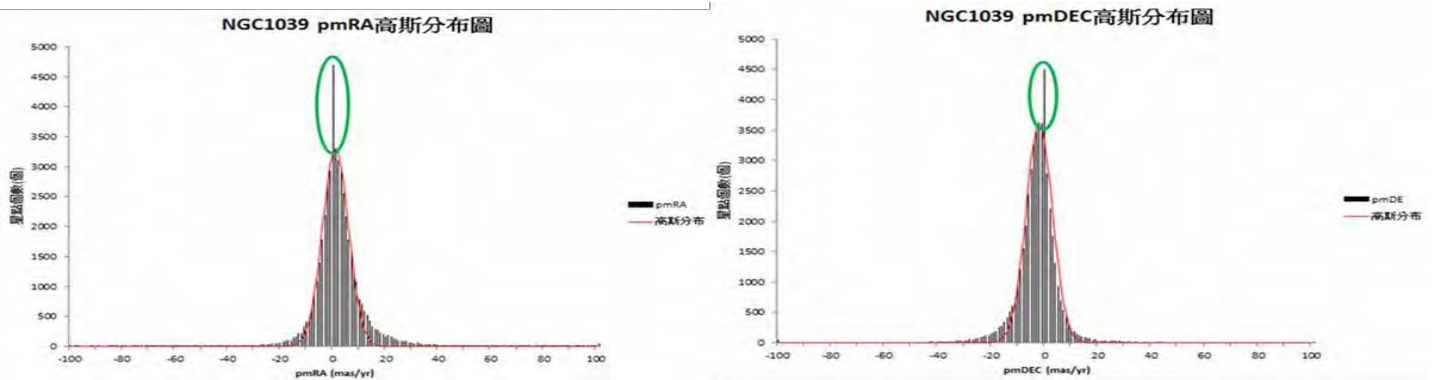


圖4-7：NGC1039 的高斯分佈圖(左：RA 方向、右：DEC 方向)

#### (四) pm 立體分布圖

pm 立體分布圖是pmRA 和pmDEC 直方圖的結合，由於可同時看見赤經和赤緯的pm 分布狀況，因此中間峰值和小峰值的差別會更加明顯。

原本就可在直方圖中看出小峰值的星團，在立體分布圖中小峰值會更加明顯(圖 4-8 紅圈處)，但原本無法看出小峰值的星團，在立體分布圖中仍然無法看見小峰值。

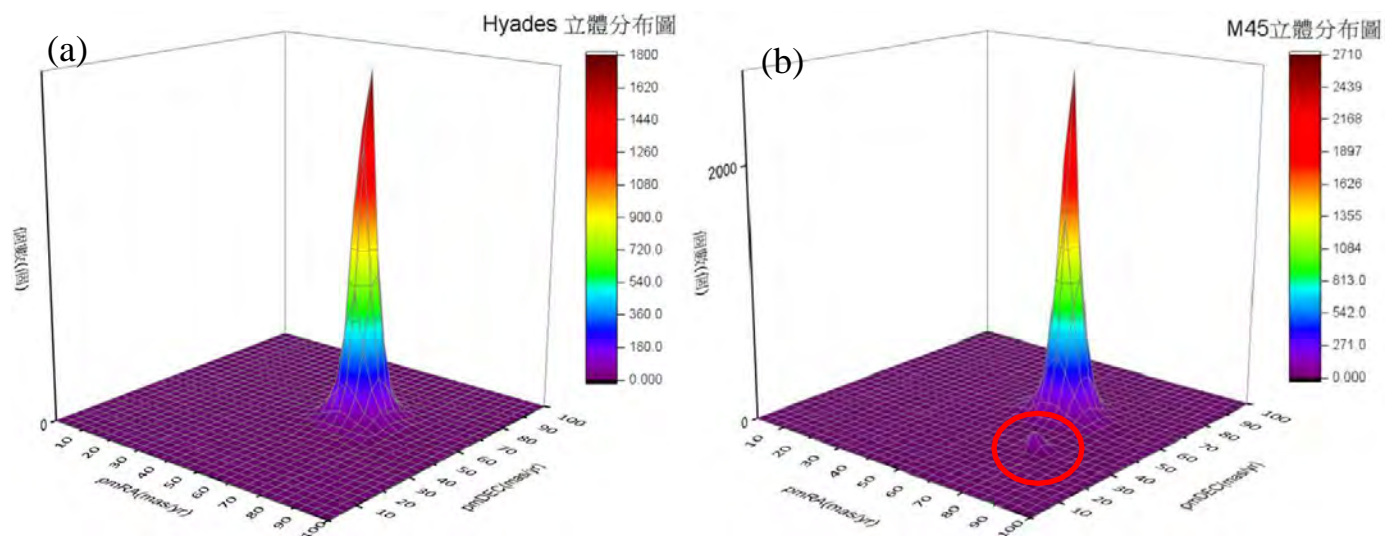


圖4-8：二維方向和第三維的數量組成立體分佈圖，能更容易看出不同的群聚現象。

(a)Hyades、(b)M45。

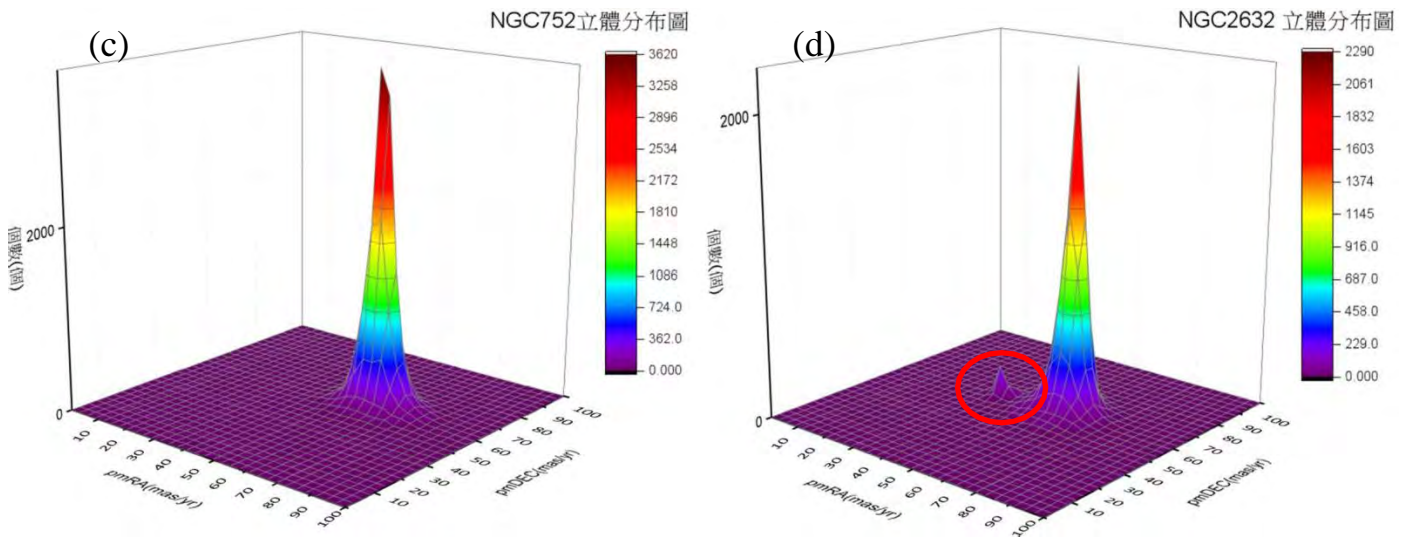


圖4-8(續)：(c)NGC752、(d)NGC2632。

### (五) 空間散佈圖

資料點在空間散佈圖中大致呈現均勻分布，而對於多數星團，其用 pm 定義出的成員星會有部分集中於某一區域，我們認為該區域應為星團在天球中的位置，查詢星團的空間分布後，發現其值多和集中區域的位置相近，且由於資料的下載皆以星團為中心，因此集中區域多位於圖表正中央。

每個星團的集中區域大小及緊密程度皆不同，可用來定義星團大小及疏密程度，但圖表中出現部分矩形區域資料點較其他區域疏散(圖 4-9 紅框處)，我們推測應是UCAC4 的取樣數量，而非星團的疏密程度造成。

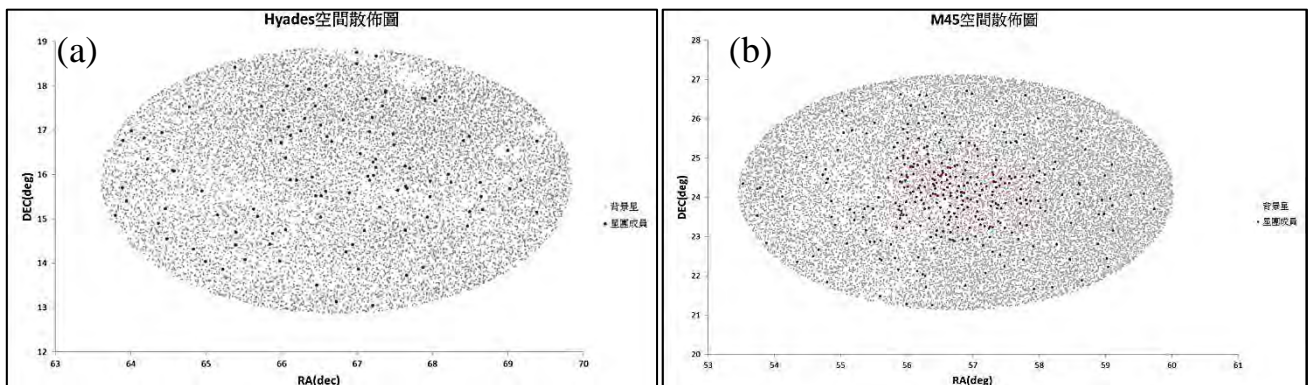


圖4-9：樣本星團的空間分布圖，紅點為我們從pm 分析挑出的成員星，相較於灰色的背景星而言，紅色的成員星的確更靠近星團中心。  
(a)Hyades、(b)M45。

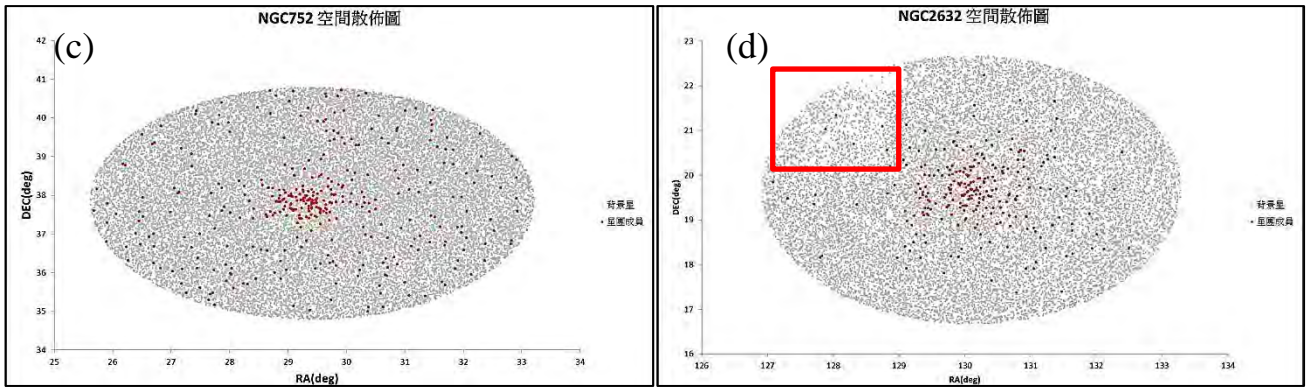


圖4-9(續)：(c)NGC752、(d)NGC2632。

### (六) 空間直方圖

資料點在空間中大致呈現均勻分布，因此取樣面積和資料點數成正相關，且取樣區域為圓形，依據圓的面積可得出空間分布的標準函數，以函數進行擬合之後，發現中間並無明顯突出，兩旁卻有零星突出的區域，且與星團的位置無關。

一開始我們推測應是星團成員星太少，不足以對直方圖造成影響，因此將取樣間距縮小，但資料仍然呈現不規則分布，且圖表在靠近邊緣的區域有一大落差(圖 4-10、圖 4-11 紅圈處)，其原因應和空間散佈圖的疏散區域相同，是 UCAC4 的取樣數量不一致所造成。因為空間直方圖中取樣問題所造成的誤差太大，我們認為不適合用於定義星團位置參數。

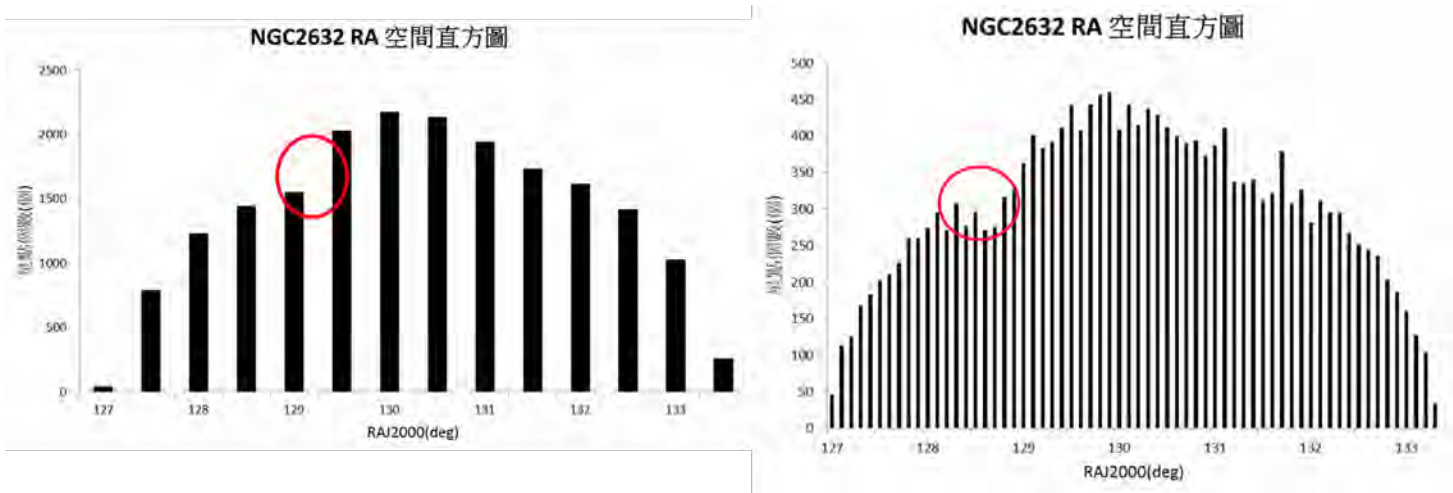


圖4-10：NGC2632 RA 空間直方圖(左：0.5 度為一個區間、右邊：0.1 度為一個區間)



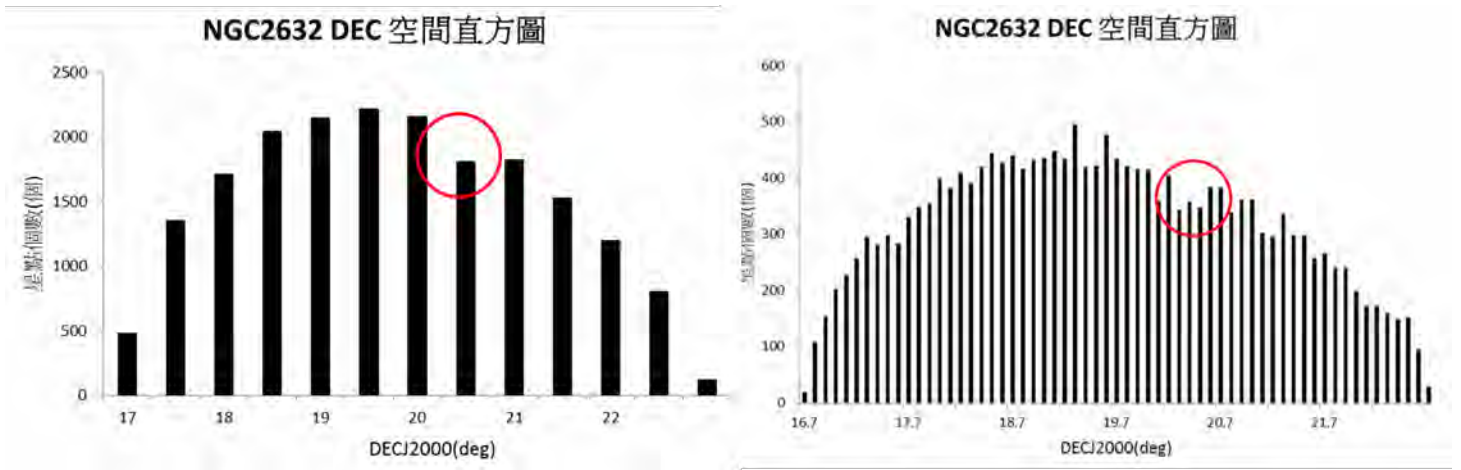


圖4-11：NGC2632 DEC 空間直方圖(左：0.5 度為一個區間、右邊：0.1 度為一個區間)

### (七) Color-Color Diagram (2CD)分析

背景星場在 2CD 中會呈現條狀分布，而星團成員星多集中在條狀分布中央，並大致符合恆星的演化曲線，根據 Bessell and Brett(1988)計算的標準數值，成員星在演化曲線上的終點(圖 4-12 紅線處)若超過轉折點(圖 4-12 藍線處)即可確定星團年齡，若未超過轉折點則代表星團年齡小於轉折點，恆星演化曲線有DWARF 和GIANT 兩條，一般星團的終點會位於DWARF 線上。

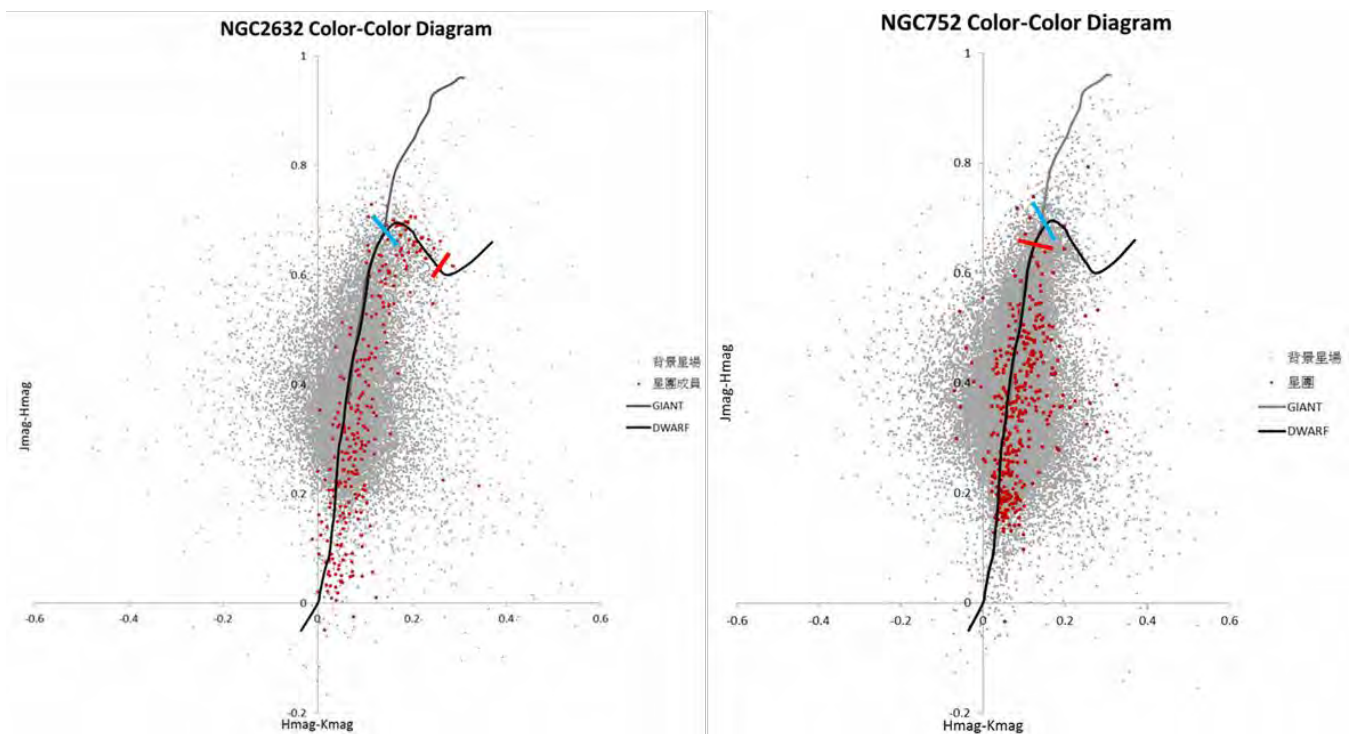


圖4-12：星團的2CD 分佈圖(左：NGC2632、右：NGC752)，紅色點為星團成員星、灰色點為背景場星。

(八) Color-Magnitude Diagram (CMD)分析 因為同樣亮度的星點離我們越遠看起來會越暗，所以我們用星體的距離

模數(式子4-1， $m_J$  為Jmag 的視星等、 $M_J$  為Jmag 絕對星等， $d$  恆星與地球的距離，單位為秒差距)來調整距離參數，當標準演化曲線通過成員星時，該距離即為星團的距離。

$$m_J - M_J = 5 \log d - 5 \text{ (式子4-1)}$$

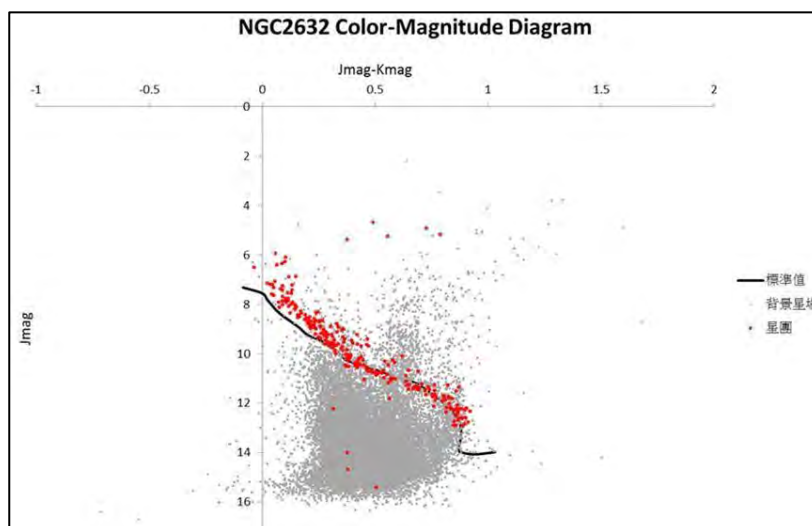


圖4-13：NGC2632 的CMD，紅色點為星團成員星、灰色點為背景場星。

(九) 星團參數定義結果

表 4-1 是我們瀏覽前人研究整理出五個星團(NGC2632、NGC752、NGC1039、Hyades、M45)的基本資料。我們將從 proper motion 挑出來的星團成員星做了空間、位置和距離的計算之後，將結果整理如表 4-2。其中因為年齡計算的方式較為複雜，沒有定義出準確的參數，只能約略估計年齡。比較表4-1 和表4-2 可發現：除了NGC1039 之外，我們所定義出其他星團的參數皆和查詢到的資料相近，可見此定義方法是可行的。

參數名稱	Hyades	M45	NGC752	NGC1039	NGC2632
pmRA (mas/yr)	/	19.71	8.02	0.03	-35.99
pmDEC (mas/yr)		-44.82	-11.68	-7.43	-12.92
RA (deg)	66.63	56.75	29.27	40.5	130.12
DEC (deg)	15.87	24.11	37.78	42.75	19.67
年齡 ( $10^8$ year)	7.87	1.35	11.22	1.77	7.29
距離 (pc)	45	150	457	499	187

表 4-1：文獻提供的五個星團參數(資料來源：Webda、CDS)

參數名稱	Hyades	M45	NGC752	NGC1039	NGC2632
pmRA (mas/yr)	105	20	9	13	-39
PmDEC (mas/yr)	29	-46	-12	39	-12
RA (deg)	66.9	57.0	29.5	/	130.1
DEC (deg)	16.0	24.2	37.9		19.5
距離 (pc)	45	150	450		190

表4-2：我們用星團成員星計算出的星團參數

#### (十) 特殊星團討論：NGC1039

在 pm 散佈圖中，NGC1039 有一長形的密集區域(圖 4-14 紅圈處)，一開始我們認為是 NGC1039 的 pm 值，因此我們將此區域內的資料點繪製於空間分布圖，結果發現資料點不但沒有聚集在星團位置的中間區域，反而在天區邊緣形成一極為規則的條狀分布(圖 4-15 藍圈處)。因為形狀過於規則，且星團成員應該分佈在該選取天區的中央，而非聚集在角落，因此多次重複確認步驟後，我們認為應是資料本身的錯誤所造成。

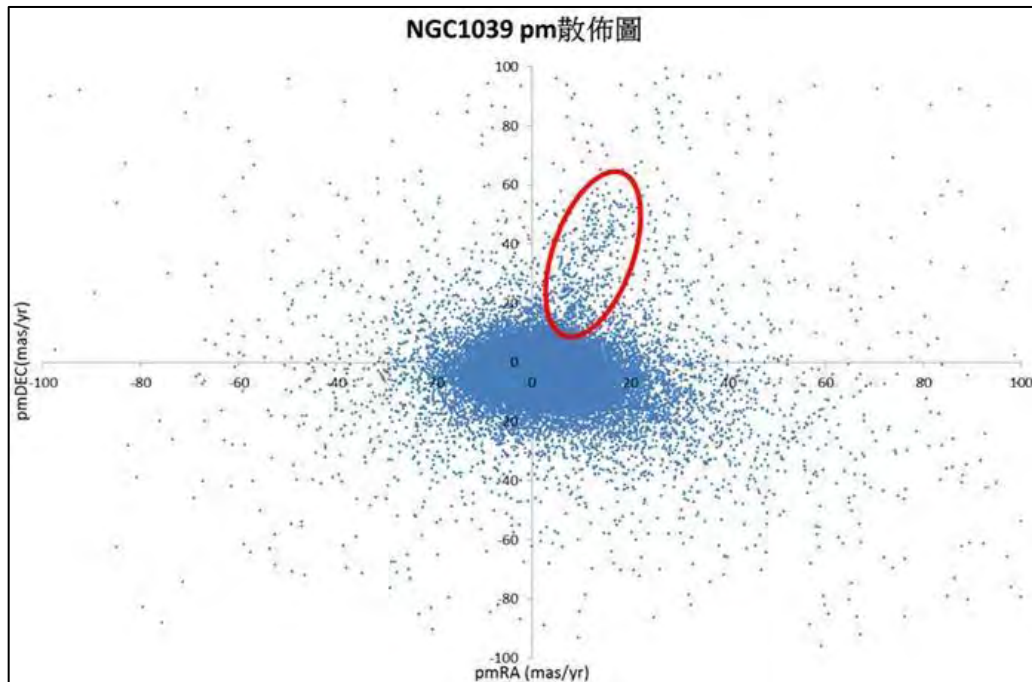


圖4-14：NGC1039 pm 散佈圖，我們判定紅圈處為NGC1039 成員星集中區域。



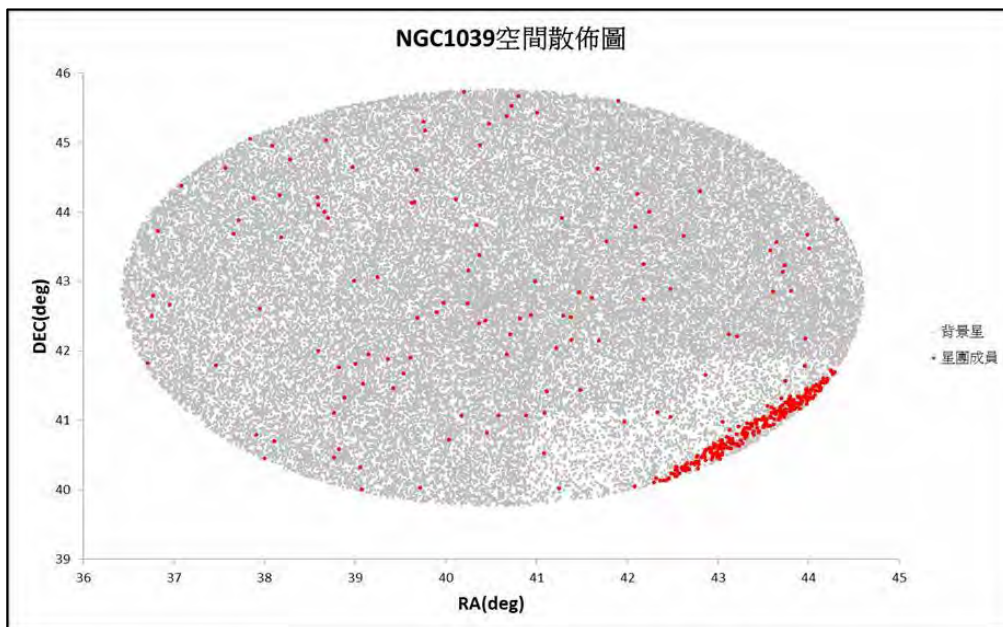


圖 4-15：NGC1039 空間分布圖，成員星在空間中的分佈呈一長條狀。關於長條狀密集區的部分，我們又用Stellarium 軟體觀察NGC1039 附近的天區，發現在取樣的三度範圍內有另一個疏散星團NGC956(圖4-16)，但以兩度範圍重新製作NGC1039 和NGC956 的pm 散佈圖之後，就無法看見相同的密集區域，可知該密集區並不是NGC956 的pm 值所造成。我們也搜尋了有關NGC956 的資料，發現對它的研究並不多，甚至有學者認為NGC956 可能不是星團(G. Maciejewski & A. Niedzielski, 2008)，這項發現也有待更多 研究驗證。

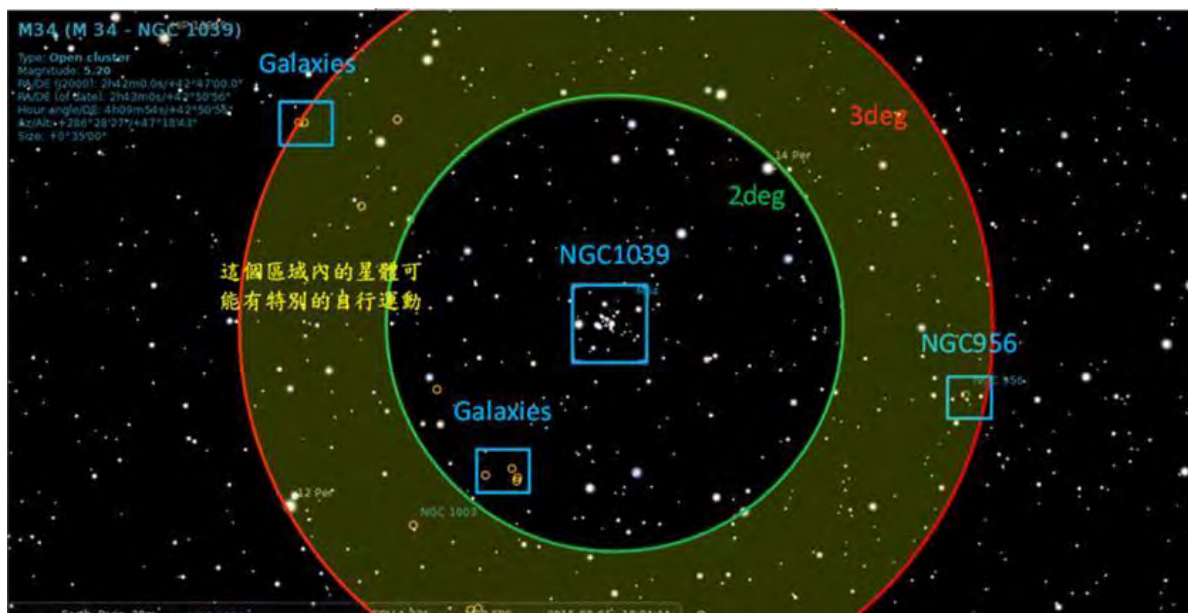


圖4-16：搜尋NGC1039 附近天區，在3 度天區內有另一疑似星團(NGC956)



## 二、分析部分天區尋找疏散星團

我們總共下載了 64 個天區，其中有許多天區的 pm 散佈圖都可在中間以外的集中區域發現較小的集中區，但大多在繪製成空間分布圖之後卻未集中在同一區域，因此我們推測較小的集中區應該不是星團，而是誤差等因素所造成。

在全天分析時，我們在中心座標RA=93.75 度，DEC=-07°55'00"的天區中有一集中區域，位置如圖 4-17。在製成空間分布圖後也保持集中，但經查證後，該區域為已發現的疏散星團 NGC2215，並非新的星團。即使如此，仍表示我們的分析方式已經可以初步搜尋星團。

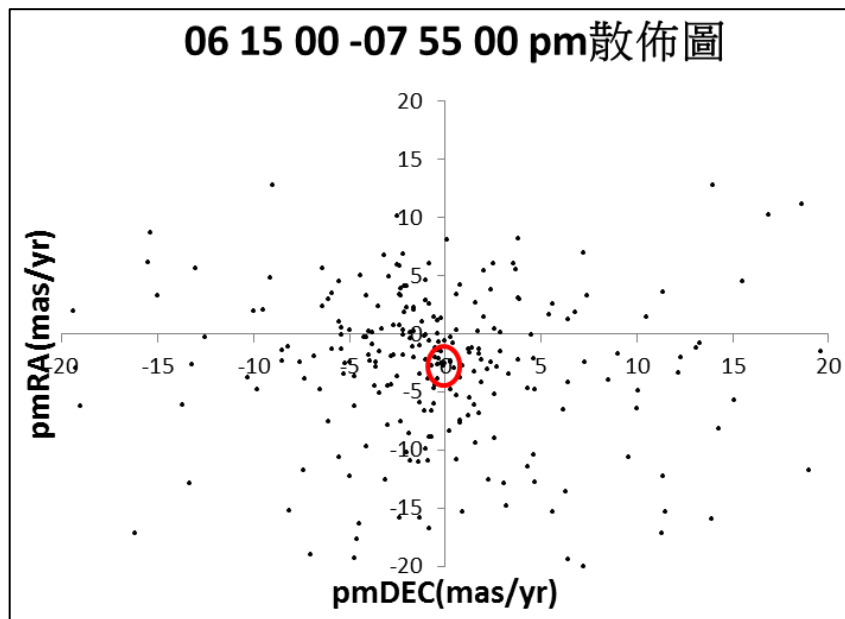


圖4-17：全天搜尋所找到疑似星團的位置，經證實該區為NGC2215 的位置。

## 伍、結論

### 一、用已知星團探討定義星團參數方法

(一) 製作 pm 散佈圖時應刪除 Vmag 大於 10 之資料點。(二) 直方圖由於誤差太大，無法用於測量 pm 和位置參數。(三) 空間散佈圖、2CD、CMD 皆適用於定義星團參數。

### 二、分析部分天區尋找疏散星團

(一) 能在未知的天區發現星團 NGC2215，代表此方法對於分析未知天區是否有星團是合適的。  
(二) 並未發現疏散星團，應是所用資料及分析方式不夠精細所造成。

### 三、未來展望

(一) 直方圖無法以高斯擬合，應該試著使用其他參數或以附近的天區分布做為參考依據。  
(二) 自行運動和背景有明顯區別的疏散星團大多已被發現，若想再發現星團，就必須加強所用資料及分析方式的精細度，而因為資料庫無法改變，我們就必須加強分析的方式，想辦法讓誤差造成的影響縮小，以讓 pm 較接近背景星或成員星較少的疏散星團顯現出來。

## 陸、參考文獻

### 一、資料庫

- (一) NGC 星表 [http://www.ngcicproject.org/dss/dss\\_ngc.asp](http://www.ngcicproject.org/dss/dss_ngc.asp)
- (二) Simbad 網站 <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fbasic>
- (三) UCAC3 星表 <http://tdc-www.harvard.edu/catalogs/ucac3.html>
- (四) VizieR 天文星表搜尋引擎 <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
- (五) Webda 星團資料庫 <https://www.univie.ac.at/webda/navigation.html>

### 二、期刊論文

#### (一) UCAC 星表

1. Zacharias, N., et al. 2004, *THE SECOND US NAVAL OBSERVATORY CCD ASTROGRAPH CATALOG (UCAC2)*, AJ, 127: 3043-3059
2. Zacharias, N., et al. 2012, *The Fourth US Naval Observatory CCD Astrograph Catalog (UCAC4)*, AJ, 145: 44

#### (二) Proper Motion 分析

1. Burton F. Jones, 1997, *CLUSTER MEMBERSHIP DETERMINATIONS FROM PROPER MOTION SURVEYS*, MmSAI, 68, 833J-844
2. 高千惠, 2010, *Membership of Star Clusters Using the UCAC Proper Motion Data*, 中央大學天文研究所論文, 桃園中壢。
3. 謝翔宇, 2012, *The Membership Determination of Open Clusters NGC7142 and M45 from Proper Motion Data*, 臺灣師範大學地球科學系碩士班論文, 台北。

#### (三) NGC1039 和NGC956 分析

1. B.F. Jones & Charles F. Prosser, 1996, *Membership of Stars in NGC1039 (M34)*, AJ, 111, 1193-1204
2. C. Bonatto & E. Bica, 2011, *From proper motions to star cluster dynamics: measuring the velocity dispersion in deconvolved distribution functions*, MNRAS, 415, 313-322

3. G. Maciejewski & A. Niedzielski, 2008, *Photometric study of 9 doubtful open clusters*, Astron. Nachr., 329, No.6, 602 – 608
4. Philip A. Ianna, 1970, *PECTROSCOPY OF STARS IN THE GALACTIC*, PASP, 82, 825I

(四) 2CD、CMD 標準値

1. Bessell, M. S. and Brett, J. M., 1988, *JHKLM photometry - Standard systems, passbands, and intrinsic colors*, PASP, 100, 1134-1151
2. Bradley W. Carroll and Dale A. Ostlie, "An Introduction to Modern Astrophysics" 2nd Edition

## 【評語】 160013

作者自行分析資料，將高訊雜比的資料保留，以提高辨識疏散星團的機會。雖有成功偵測到一個疏散星團，但經查對文獻，為一已知星團。若能以此方法找到新的星團，將會是很不錯的成果。