

# 臺南市光華高級中學教師參加校外各項研習會心得報告

報告人：黃旭晴

會議名稱	10 學年度普通型高級中等學校前導學校計畫 110 學年度第二學期「天上耀眼卻誘人的吸引力--黑洞與暗物質」教師研習	主辦單位	臺北市政府教育局、北一女		
日期	111/6/2	承辦單位	北一女	地點	Google Meet

## 壹、依據：

本計畫依教育部國民及學前教育署 110 年 7 月 14 日臺教授國部字第 1100080645A 號函與臺北市政府教育局 110 年 7 月 26 日北市教中字第 11030132551 號函核定之「110 學年度十二年國民基本教育課程綱要普通型高級中等學校前導學校計畫」辦理。

## 貳、活動介紹：

您對宇宙背景輻射有興趣嗎？您的學生對重力透鏡與暗物質有好奇嗎？關於伽瑪射線暴，我們還可以多了解一些什麼呢？我們邀請台師大物理系的卜宏毅老師來跟我們談一談最近有趣的研究，希望有助教師們在這些方面知能的精進，並獲得些許協助學生的一些研究方向指引。

## 參、感想：

這次研習，整理如下列重點：

1. 黑洞的發現：2019 年四月 10 日公布了人類史上的第一張黑洞照片。這張照片是距離我們約五千五百萬光年的 M87 星系，其星系中心的超大質量黑洞（約有六十五億個太陽質量）“近照”。
2. 為什麼要找黑洞：黑洞是一種時空結構，也是一種奇怪的天體。根據理論預測黑洞的緻密，輻射，與噴流特性，天文學家慢慢接受黑洞真實存在於宇宙之中。但是，人們但從未看過黑洞的“近照”。這次黑洞影像的意義除了驗證黑洞是否存在，我們對黑洞的認識是否正確，也驗證廣義相對論在強重力場下的正確性。這次對 M87 星系中心黑洞的“近照”，也提供了 M87 星系中心黑洞質量估計，以及黑洞附近噴流產生的物理細節。
3. 為什麼照片像甜甜圈：黑洞本身不發光，天文學家所觀測到來自黑洞的輻射是來自於黑洞周圍包圍住黑洞的物質，這些物質在不同的頻率因為不同的機制發出輻射。根據廣義相對論，光線在黑洞附近會被彎曲，部分光線會被黑洞“吃掉”，因而形成狀似是甜甜圈內部的陰影區，
4. 為什麼要選 M87：天體在天空中的張角由大小與距離決定。根據所有已知黑洞的大小與距離，M87 星系中心的超大質量黑洞在天空中的張角是第二大的，大約有 40 個微角秒 ( $40 \mu\text{as}$ ;  $1 \text{角秒} = 1\text{as} = 1/3600 \text{角度}$ ) 的黑洞（約是一個硬幣放在月球上時的張角）。排行第一的是位在我們銀河系中心的黑洞，約有 50 個微角秒。在地球上觀測銀河系中心時，會受到銀河系盤面星系介質造成的散射影響。
5. 觀測時學生可以理解的理論基礎：  
(1)吸積流：在 M87 星系中心黑洞的周圍，有氣體不斷的掉落黑洞，重力氣體旋轉的故事，而我們所觀測到吸積流的光譜特性則是吸積流的“輻射”特性。

(2)噴流：被向外拋出的物質。(ps. 還沒吸進去就被吹出來，可能與強力磁場有關)

6. 理論推論符合實際：根據廣義相對論，磁流體力學，以及之前對M87 星系的了解模擬了超過六萬張的黑洞影像資料庫並加以分析。這些影像分別對應了不同的黑洞旋轉速度，不同的觀測角度，不同的氣體溫度，不同的氣體環繞方式，以及氣體環繞黑洞的不同時刻。儘管對一些細節物理的不確定，觀測到的剪影與我們對 M87 黑洞以及其周圍的環境大致符合。

7. 意料之外：原以為旋轉方向朝我們而來，事實上是離我們而去(都卜勒效應)。

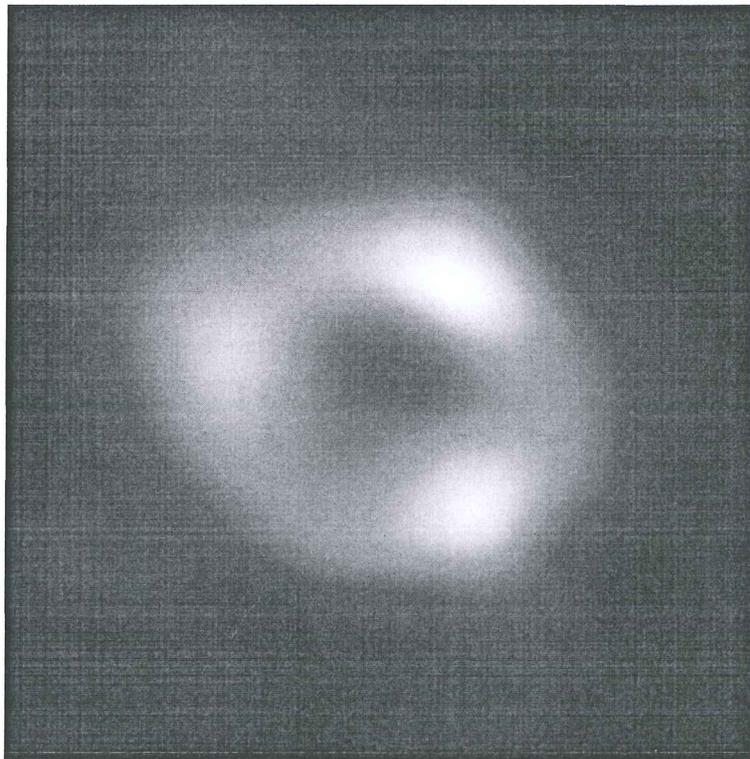
8. 了解此一現象時學生需要知道的專有名詞：

(1)事件視界：事件視界為黑洞周圍一個球形的時空界線，也是量子力學與廣義相對論矛盾的展現：根據量子力學，時間演化算子可逆，每個過程都存在著逆過程，通過系統當前時刻的狀態可以唯一地確定其在先前時刻的狀態。然而，廣義相對論以空間曲率詮釋重力並預言了黑洞的存在，根據廣義相對論，落入黑洞的粒子攜帶的資訊將永遠丟失。以人馬座 A\*來說，如果它沒有事件視界，則周圍環繞它的物質將會加熱天體表面。

(2)事件視界望遠鏡：一個以觀測星系中央超大質量黑洞為主要目標的計畫，期望藉此檢驗愛因斯坦廣義相對論在黑洞附近的強重力場下是否會產生偏差、研究黑洞的吸積盤及噴流、探討事件視界存在與否，並發展基本黑洞物理學。

(3)暗物質：是指不與電磁力產生作用的物質，也就是不會吸收、反射或發出光。人們目前只能透過重力產生的效應得知，而且已經發現宇宙中有大量暗物質的存在。噴流其中一種猜測為暗物質塌陷。

黑洞照片：



科(學程)主任：陳昭勳

教務主任：

教務主任 陳麗珠

校長：

光華高中 張敬川