

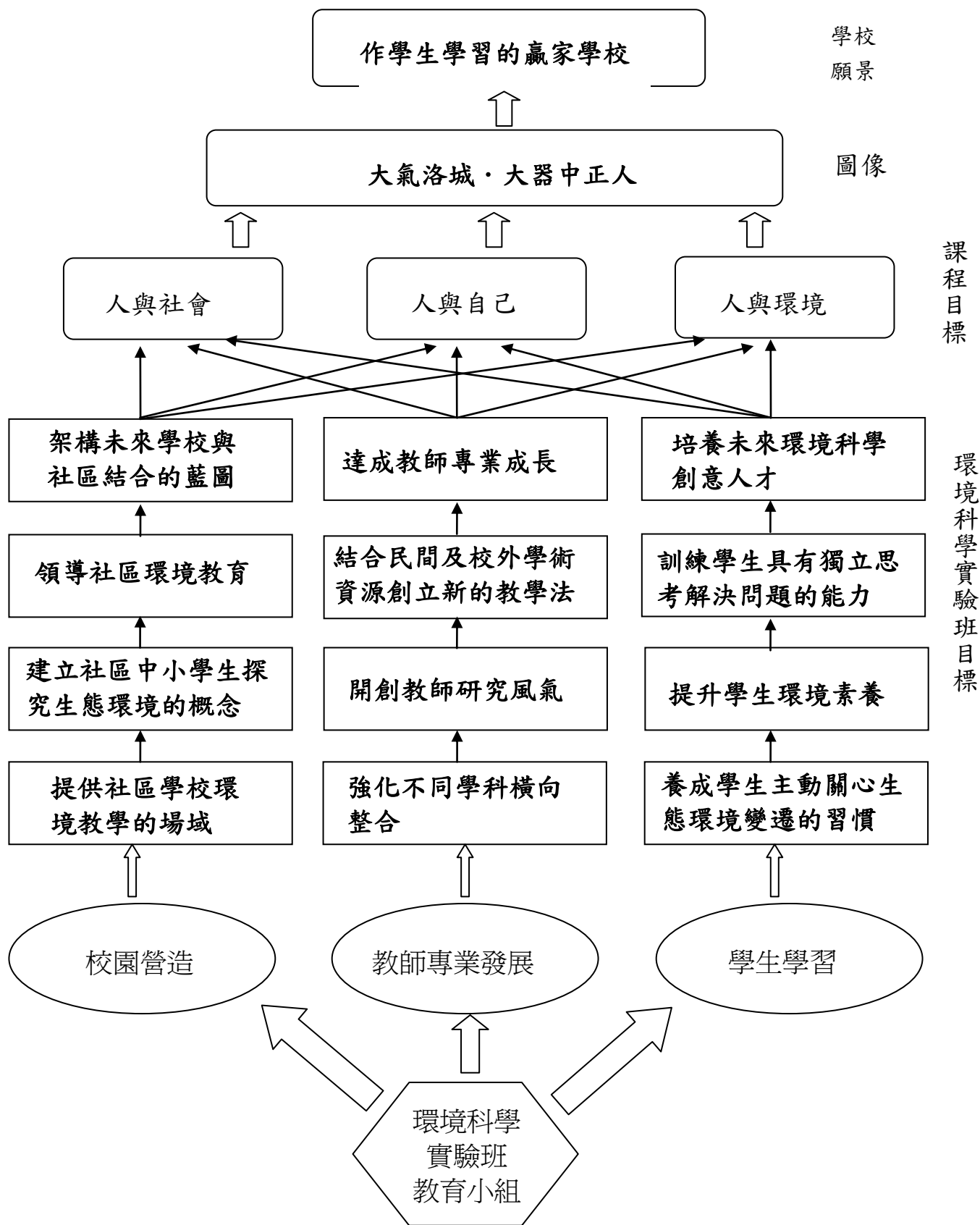
## 臺北市立中正高級中學 103 學年度「環境科學實驗班」教育實驗計畫

一、名稱：臺北市立中正高級中學「環境科學實驗班」教育實驗計畫

二、動機：本校自民國 88 年至 96 年辦理數理資訊實驗班，進行數學、資訊及自然科學的專題研究實驗課程，成效良好，曾獲全國高中物理組科展特優，該班的畢業學生進入大學及研究所的表現優異，成為高一新生及家長心目中的資優班，部分學生為追求考試成績反而忽略製作專題研究的目標，於是教師們決定停辦該實驗班。至民國 99 年校內科展件數稀少且品質不佳，校長邀請自然科老師在第 8-9 節開辦以提升學生科展製作能力為目標之科學家先修班，一學期的授課結束之後，參與之學生希望繼續學習的意願頗高，鼓舞自然科老師重燃熱情，決定重建以專題研究為主的專班，配合高中優質化計畫的校內生態池的重建及維護工作，將該班定調為「環境科學班」，每週三節的專題研究課(1 節社團、1 節選修及 1 節輔導課，高二則為 1 節社團、2 節輔導課)，由物理、化學、地球科學及生物老師分組上課。校內生態池設計為可調節汙水及淨水進入量，建置太陽能及風力發電設備以提供池水循環馬達的電力，架設自動氣象偵測設備，學生可在校內生態池進行各項環境研究，如觀測水質、水生動植物的變化，並且負責維護其生態環境。環境科學班自 99 學年度成立至今，每年級各一班，學生及家長的反應良好，為本校樹立特色，並期能創造環境科學教育的典範。101 學年度起本班申請為「環境科學實驗班」，在高二時調整 1 節藝術領域課程改為 1 節選修專題研究，以利學生學習的需求。為避免重蹈之前數理資訊實驗班變成考試掛帥之覆轍，本班以招收「對環境科學及動手操作實驗『有興趣』的學生」為前提，進行校內甄選。103 學年的 12 年國教實施時，本班接受免試入學及特色招生管道入學的學生報名，錄取特色招生學生的名額至多為全班人數的一半。

三、目的：

- (一) 培養未來環境科學研究之創意人才。
- (二) 開發學生解決問題之能力，並激發同儕間學術討論的習慣。
- (三) 發展自然科教師對創新教學及實驗課程的概念。
- (四) 凝聚師生對環境保護的觀念，進而影響社區環保意識。



中正高中環境科學實驗班目標架構圖

#### 四、對象：

對環境科學及動手操作實驗有興趣的本校 103 學年度之高一新生經甄選編為 1 班實驗班(報名超過 100 人時則甄選編為 2 班)，及 102 學年度入學時已編入環境科學實驗班之高二學生 1 班，共計 2 個班。

五、期間：103 學年度至 104 學年度 (2 屆學生)，自高一至高二共 2 年。

六、地點：臺北市立中正高級中學

#### 七、方法

##### (一) 課程設計

##### 1. 一般課程

- (1). 高一除 2 節選修、1 節社團活動規畫為環境科學專題研究外，其餘課程均與普通班相同。
- (2). 高二的 3 節環境科學專題研究為 1 節社團活動、外加 1 節輔導課外，另 1 節為必修的藝術領域調整為專題研究(音樂及美術改為上下學期對開各一學分)；其餘課程時數與普通三類組相同。
- (3). 高三則與普通三類組相同。
- (4). 本校普通班高一至高三期間所開設藝術領域課程學分數為：音樂 4、美術 4、藝術生活 2。本實驗班因加開專題研究課程，其藝術領域學分數調整為：音樂 3、美術 3、藝術生活 2，符合總綱規定藝術領域每科至少 2 學分的規定，並於實驗課程中安排戶外濕地及綠建築之參訪學習，並在寒暑假辦理戶外生態營隊，學生可充分體會自然與建築藝術之美，陶冶學生藝術修養。

表一 環境科學實驗班與普通班課程時數對照一覽表(103 學年度入學學生適用，實際開課情形待課發會決議通過)

類別			103 學年度高一				104 學年度高二		105 學年度高三
	學期		上	下	環科班上	環科班下	上/下	環科班上/下	上/下
	領域	類組			三類	三類	三類	三類	三類
必修	綜合活動		班會 1+社團	班會 1+社團	班會 1+ 環科專 1	班會 1+ 環科專 1	班會 1+社團 1	班會 1+環科專 1	2*

			1	1					
語文 領域	國文		4	4	4	4	4	4	4
	英文		4	4	4	4	4	4	4
社會 領域	歷史		2	2	2	2	2	2	
	地理		2	2	2	2	2	2	
	公民		2	2	2	2	2	2	
數學			4	4	4	4	4	4	
自然 領域	基礎 物理		2	2	2	2			
	基礎 化學						2	2	
	基礎 生物		2	2	2	2	2	2	
	基礎 地科								
藝術 領域	音樂		1	1	1	1	1	<u>1/0</u>	
	美術		1	1	1	1	1	<u>0/1</u>	
	藝術 生活								0/2
生活 領域	資訊 科技		(2	(2		(2			
	健康 與護 理								1
	家政		(2	(2	(2		0/2	0/2	
	生活 科技						2/0	2/0	
健康 與體 育領 域	體育		2	2	2	2	2	2	2
國防			0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
必修學分小 計			28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	<b>27.5</b>	11/13
每週節數小 計			30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	<b>29.5</b>	13/15
選 修	語文 類	中華 文化							1

	基本教材							
	選修英文							1
數學類	選修數學					1	1	5
自然科學類	選修物理					2	2	4
	選修化學							4
	選修生物							4
英美生活文化								
全民國防教育類								0.5
跑班選修 1	2	2	2	2		環科專題 1		
跑班選修 2	2	2	環科專題 2	環科專題 2				2/0(生科)
生命教育類								0.5
生涯規畫類		0.5	0.5	0.5	0.5			
其他類						生活中的科學 1.5	生活中的科學 1.5	
選修學分小計		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	5.5	22/20
必選修學分總計		33	33	33	33	33	33	33
必選修節數總計		35	35	33	35	35	35	35
與普通班之差異		將社團 1、選修 2 (共 3 節) 進行環境科學專題研究				將社團 1、選修 1(將音/美調整合 1)及輔導課 1(共 3 節) 進行環境科學專題研究		無

## 2. 實驗課程

- (1). 組成環境科學教學研究小組，每學期至少召開 4 次教學研究會，規劃實驗班之課程與教學。
- (2). 專題研究：高一每週 3 節連排，由物理、化學、生物、地球科學四位老師分組授課

a、高一上學期學生平均分四組，每四週換一次科目，進行各科研究概念教學，藉由基礎實驗技能的訓練，探索科學領域的性向。

各組每週課程內容及教學目標列舉如表二(內容依任課老師決定，可能有所更動)

表二-1 高一上學期分組課程—生物與地科

	生物		地科	
	課程內容	教學目標	課程內容	教學目標
第一週	生態池觀察	1. 了解本校生態池的設計理念、運作與物種組成 2. 學習觀察與發現問題	認識礦物與岩石	1. 觀察造岩礦物的物理性質。 2. 辨識三大類岩石。
第二週	顯微觀察	1. 熟悉光學顯微鏡的操作 2. 熟悉玻片標本的製作 3. 發現微觀世界奇妙與不同，學習以不同面向做觀察	傾斜儀的操作	1. 使用傾斜儀測量岩層位態（走向與傾斜）。 2. 使用傾斜儀測量仰角與傾角。 3. 簡易判讀地質圖。 4. 由地層模型推測地史。
第三週	微生物的培養	1. 學習培養基的配製 2. 練習簡單的實驗設計 3. 學習在無菌操作台的操作 4. 了解滅菌原理，學習種菌與觀察	天球儀的操作	1. 認識天球座標。 2. 由天球儀觀察不同緯度天體周日運動軌跡。 3. 由天球儀觀察不同緯度、不同日期太陽視運動軌跡。
第四週	科學方法	1. 了解科學方法的流程 2. 對應科學方法，檢討上週的實驗 3. 腦力激盪法，解決一個假設性的科學問題	Stellarium的操作	1. 熟悉Stellarium軟體的操作環境以及運用自由軟體的概念。 2. 具備操作Stellarium軟體解決問題能力，藉由問題討論提升學生思考的能力。 3. 觀察月相變化。 4. 觀察周日運動與周年運動的規律。 5. 由北極星位置變化觀察歲差現象。 6. 模擬天文現象並匯出圖片。

表二-2 高一上學期分組課程—物理與化學

	物理		化學	
	課程內容	教學目標	課程內容	教學目標
第一週	伏特計與安培計的使用	1. 了解並實作伏特計與安培計的電路連接方法 2. 學習使用電腦軟體紀錄並處理數據	定性分析概論：焰色實驗	1. 了解物質分析的原理 2. 學習金屬離子分析的方法
第二週	牛頓第二定律實驗	1. 學習操作各種計時與測量長度的方法/了解如何排除實驗誤差 2. 學習使用 excel 繪製關係圖形 3. 學習使用 excel 函數功能	定性分析：離子沉澱分析實驗	1. 學習離子沉澱分析的原理 2. 學習離心、過濾、抽濾的技術
第三週	火箭原理分析 火箭外型設計與製作	1. 了解固體燃料火箭的結構 2. 學習流體力學原理 3. 設計火箭外型並進行電腦模擬 4. 熟析各種製作工具使用方法 5. 了解材料強度與製作方法	定量分析：酸鹼滴定	1. 學習正確的溶液配製方法 2. 學習滴定的技術 3. 學習指示劑的用法
第四週	火箭推力實驗、發射火箭	1. 了解電流熱效應原理 2. 火箭推力與牛頓運動定律 3. 發射系統製作與火箭飛行軌跡運動原理	有機概論：苯甲酸的分配係數	1. 了解有機化合物的定義及化學式的寫法、認識常見的有機物 2. 認識分液漏斗/分配係數

b、下學期依志願分物、化、生、地四組，整學期由各組教師帶領進行該科的研究方法及能力訓練，作為獨立進行專題研究的準備。各組上課內容以表三為例，內容依任課老師決定。

表三 高一下各組課程內容(內容依任課老師決定)

	物理	化學	生物	地科
1	測量與誤差—利用 excel 分析實驗誤差	碘滴定法	生態池認識與維護	科學研究方法與濕度的觀測
2	重力加速度的測量	碘酸鉀濃度的測定	顯微測量與細胞構造、代謝	傾斜儀與校園地圖繪製

3	如何撰寫完整的實驗報告/powerpoint 呈現口頭報告	維他命C純度的測定	細胞的生理現象	自由軟體GIMP基本操作
4	專題題目探索方法/ 資料搜尋與科學文章 閱讀訓練	<b>水質檢測</b> :水中溶氧 的測定	海洋環境與生物多 樣性議題探討	閱讀科學短文及氣 候分析
5	第一次期中考			
6	<b>綠色能源</b> :自製風力 發電機	<b>水質檢測</b> :水中生化 需氧量BOD的測定	海洋生物多樣性之 咱們釣鮪魚去	上台報告/數位相機 攝影基本原理
7	<b>綠色能源</b> :自製風力 發電機發電檢測	秒錶反應	DNA粗萃取	1.上台報告 2.自製簡易光譜儀
8	口頭與書面報告 電流天平實驗檢討 二維空間碰撞實驗	<b>水質檢測</b> :水中化學 需氧量COD測定	生態池物種的生態 調查	自製簡易光譜儀與 日晷
9	STS 課程			
10	口頭與書面報告/ 波以耳定律實驗	碘鐘反應	吳郭魚的解剖觀察	天文望遠鏡操作
11	口頭與書面報告 折射率測定實驗	薄層色層分析:葉綠 素的萃取	植物生理作用的觀 察(一)	太陽黑子觀測
12	專題題目進階探索/ 從已經做過的實驗 結果分析出結論	管柱色層分析:葉綠 素的分離	細胞內含物的測定	科學文章寫作技巧
13	校外參訪(鹿角溪人工濕地)			
14	歐姆定律實驗	太陽能染料敏化電 池製作	生態池物種介紹	以Google Earth分 析全球全球板塊分 佈
15	小組報告/溫度與電 阻之關係實驗	太陽能染料敏化電 池測試	生態池物種的生態 調查	天球模型與自製簡 易日晷
16	小組報告/惠司同電 橋實驗	電位滴定法	PCR與DNA電泳原理 介紹	認識礦物、岩石與岩 層
17	校外參訪(淡江大學實驗室)			
18	小組報告/電流磁效 應實驗	水的硬度測定	專題初步構想報告 與討論	以excel分析氣象資 料庫、全球地震觀測 網之資料
19	小組報告/專題初步 構想報告與討論	專題初步構想報告 與討論	生態池物種生態調 查整理與報告	濕度的測量與天氣 圖的判讀
20	期末考			



- c、高二專題研究課每週三節連排，由物理、化學、生物、地球科學四位老師分組授課，全學年由各組教師指導學生自訂題目、自組團隊進行專題研究。
- (3). 創作發表課程：實驗班學生至少參加一次小論文競賽，高二實驗班學生一律須參加校內科展以及專題研究成果發表。
- (4). 社會資源課程：
  - a、與大學之生命科學系、生物環境資源系或森林系等合作，辦理暑期生態營隊或參觀活動，聘請專家學者到校授課或專題講演。
  - b、辦理校外參訪活動。

## (二) 評量方式

專題研究課程的評量項目有：

1. 書面報告：包括實驗紀錄及報告、參訪學習單或心得報告。
2. 發表：包括分組課程的口頭報告及期末公開成果發表。
3. 研究精神：參考 Intel 創新評量工具，設計適合本課程的「小組貢獻度」、「創意」、「批判思考」及「科學研究」評鑑指標，在專題進行的過程或完成時，由教師進行紀錄評鑑以及學生的自評與互評。

## (三) 自我檢核方法：

1. 成就測驗：除會考成績外，於成班後與普通班共同進行環境科學概念前測（實驗教育學生為實驗組，一般學生為對照組），分別於二年級上學期及下學期結束前進行環境科學概念後測，觀察經歷實驗性課程教學後，歷次測驗之差異。
2. 問卷與晤談：對環境科學實驗班課程及教學進行質的研究，每年據以作為課程設計及教學之改善，完成本校環境科學實驗課程規劃後，未來視成效擴大實施至一般學生，對本校、社區提供更佳的學習機會與品質。
3. 未來成就追蹤：
  - (1). 畢業後報考大學科系與普通班學生差異比較。
  - (2). 追蹤及晤談畢業後的就學及就業狀況。

#### 4. 能力指標與檢核標準如表四

表四 環境科學實驗班的能力檢核指標

核心能力 指標	檢核標準	檢核機制
基礎科學 能力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備記憶及理解知識的能力。</li> <li>2. 具備應用知識解決問題的能力。</li> <li>3. 具備分析與評估論述內容合理性的能力。</li> <li>4. 具備創造新知識的能力。</li> </ol>	基測成績 成就測驗 數理學科成績
科學探究 能力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能基於經驗、證據或理論而提出問題與假說。</li> <li>2. 能針對問題採取恰當的策略，並運用資源，規劃解決問題的方案。</li> <li>3. 能運用恰當的工具蒐集與分析資料。</li> <li>4. 能透過邏輯思考，依證據提出結論或形成解釋的模式。</li> </ol>	專題研究成果 發表 科展競賽 小論文競賽
科學態度	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備力求客觀並相信證據的態度。</li> <li>2. 具備細心、懷疑的態度。</li> <li>3. 具備謙卑且虛懷若谷的態度。</li> <li>4. 具備熱忱、恆心且不怕失敗的態度。</li> </ol>	專題研究成果 發表
社會能力	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 具備表達、評估、回應與協商的溝通及合作能力。</li> <li>2. 具備自我挑戰能力與終身學習的態度，能瞭解國際常識與科技發展趨勢與時事。</li> <li>3. 具備倫理道德觀，能尊重他人成果且能應用科學促進社會福祉。</li> <li>4. 具備公民素養，能瞭解科學及科技對社會的影響。</li> </ol>	專題研究成果 發表 校外參訪及暑期生態營隊 參加科學或環境相關的活動

#### 八、 範圍：

本教育實驗之範圍為課程教學，實驗的課程為環境科學專題研究(每週三節)，施用於 103 學年度入學之 1 班(或 2 班)之高一環境科學實驗班學生以及 102 學年度入學之 1 班高二環境科學實驗班學生。

#### 九、 步驟：

### (一) 招收方式：

1. 成立「實驗教育小組」，主持人為校長，成員包括：校長、教務、輔導主任，註冊、實驗研究組長，自然科領域科主席及家長會代表，負責審議實驗學生名單及環境科學專題研究課程實驗計畫等事宜。
2. 於「實驗教育小組」下成立「環境科學實驗班甄選小組」，由環境科學專題研究課授課教師 4~6 人組成，負責擬定入班測驗及環境科學概念前、後測等事宜。
3. 實施流程：
  - (1) 班級說明會：於新生報到日舉辦環境科學實驗班說明會，向新生及家長說明該班成立宗旨、課程設計理念、甄選方式及未來展望。
  - (2) 報名：需填寫報名表、家長同意書。
  - (3) 書面審查：學生在限定的五天內填寫審查資料，包含自我介紹、來班動機說明並依給予的題目範圍完成一篇專題研究方法寫作。
  - (4) 筆試：校內自編之科學性向測驗，考試內容為邏輯推理能力及科普常識。
  - (5) 口試：進行面談以確立學生來班意願。
  - (6) 以書面審查、筆試、口試成績依 30 口試%、30%、40%比例計算，擇優錄取 80 名送「實驗教育小組」會議審核。

### (二) 安置方式

1. 採集中式編班。高一 1 個班(報名超過 100 人時則甄選編為 2 班)，升上高二縮減為 1 個班(屬於三類組)，每班上限 40 人、下限 30 人。
2. 高一學年結束後，依學生專題研究學年成績擇優進入高二環境科學實驗班，專題研究學年成績相同時，依學年總成績、自然科學年平均、數學、英文、國文之比序決定。
3. 實驗教育學生在高一就讀期間如因志趣改變或不能適應者，可輔導其於學年結束後退出本實驗計畫，編入其他高二班級就讀。實驗計畫自高一至高二，高三則回歸為普通班課程。
4. 高一升高二時的實驗班學生若有轉出，可接受其他班級學生轉入，轉入需經由家長同意及任課教師推薦，並通過專題研究授課教師口試，以確認該生了解該班屬性及進行專題研究的意願。

### (三) 自我評鑑

1. 實驗教育小組於新學年度開學前舉行甄選審核會議，並審查環境科學專題研究課程實驗計畫，期末召開自我檢核會議。
2. 環境科學實驗班甄選小組除辦理入班甄選外，並辦理環境科學概念之前、後測，以及測驗資料分析。
3. 環境科學教學研究小組負責規劃實驗班專題研究課程與教學，撰寫課程計畫交由課程發展委員會及實驗教育小組審查，每學期至少召開4次教學研究會。

表五 環境科學實驗班規劃工作時間表

工作項目	102-103 年											
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
環科班教學研究會(專題教師 PLC)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
擬定甄選辦法及時程、排定甄選工作	—	—				—						
甄選審核會議						—						
期末檢討會議				—							—	
成果發表			—	—								
寒暑假生態營隊					—						—	
環境科學概念測驗				—		—						
實驗班家長座談會							—					

## 十、 成果產出

### (一)、 教案及教材

擔任高一專題研究之任課教師，於學期末可產出自編教材或專題製作教案。

### (二)、 科展或小論文

學生於高二期末發表專題研究成果報告，每人於高中三年內至少發表一篇小論文。專題研究成果經評選優良者，可代表學校參加北市中小學科學展覽競賽。

## 十一、 經費需求

- (一) 高一 1 個班(或 2 個班)的專題研究分為 4 組，每組一位老師同時教學，教師鐘點費由校內相關經費支應。

(二) 高二 1 個班的專題研究分為 4 組，每組一位老師同時教學，教師鐘點費由校內相關經費支應。

(三) 校外參訪租車費、校外專家演講鐘點費、生態營授課鐘點費、實驗器材及設備等費用由校內預算、申請專案計畫及企業贊助為主。

## 十二、預期成效

(一) 培養未來環境生態研究之創意人才：本校環境科學研究班每年固定招生約四十人，並建構創新人才培育模式，利用高中新課綱「選修」課程彈性，設計三小時連排之專題研究課，並且分小組、計畫性、搭配活動之二年一貫作業（高一、高二）。

(二) 具備未來環境問題解決之專題研究成果論文發表：以本校生態池或校園環境為討論主軸，搭配校內、外「科展」、學藝競賽活動，學生每學年成果發表一次，激發同儕間學術討論。

(三) 發展創新教學及實驗課程：整合物理、化學、生物及地球科學等不同學科，並同步形成教師專業學習社群，定期利用每週領域共同進修時間專業互動、成長。

(四) 凝聚校園對環境保護的概念，一同打造屬於本校特有的環境生態系：將環境教育定位為中正高中「校本課程」，預計每年有八百位新生需受此薰陶。且未來 2016 年北投士林科技園區完工後（生化科技為主），將成為地區重要的生態環境教育場域，共享目前的研究成果，效益及於整個北投區及士林區。

## 十三、主持人及研究人員背景資料：

### (一) 主持人

職稱	姓名	學歷與專業研究	專長	近三年特殊優良事蹟
校長	簡菲莉	臺灣師範大學 化學系學士畢 教育系教育行政 在職專班碩士畢 業 教育系教育行政 博士班修業中	學校領導，聚焦於 結合國家教育政 策發展之對話與 學校領導實務現 場之需求，發展教 師專業學習社群 之課程領導及教 學領導優質化歷 程為主軸。	曾參與國科會高瞻 計畫第一期，帶領 跨科教師團隊進行 高中創新課程之發 展；目前帶領中正 高中教師團隊，為 國科會高瞻計畫第 二期學校之列。

## (二) 研究人員

職務別	姓名	性別	任教科別	最高學歷	專長
專任	陳華傑	男	物理	國立臺灣師範大學物理研究所碩士	固態物理、科學教育
專任	曾淵達	男	物理	國立臺灣大學物理研究所碩士	原子物理
實驗研究組長	程一華	女	化學	國立臺灣師範大學化學研究所碩士	有機化學
專任	蔡芙蓉	女	化學	國立臺灣大學環工研究所碩士	環境化學
專任	陳滢如	女	地球科學	國立臺灣師範大學地球科學系四十學分班	地球科學教育
專任	黃玫琪	女	地球科學	國立臺灣師範大學地球科學系四十學分班	地球科學教育
專任	王舒瑩	女	生命科學	國立臺灣大學植物科學所碩士	植物生理
專任	林沛潔	女	生命科學	國立臺灣大學生藥理研究所碩士	分子生物、動物生理
專任	呂瑞智	女	生命科學	國立臺灣海洋大學生物技術研究所碩士	分子生物、蛋白質工程
專任	楊小娟	女	化學	國立臺灣師範大學化學研究所碩士	物理化學

本校自然科教師皆有機會參與本實驗教育計劃。

### 十四、終止實驗後之處理：

- (一) 若實驗成效良好，此實驗教育計畫繼續於 104-105 學年度辦理。
- (二) 若未能繼續辦理，則回歸普通班教育辦理，由學校教務、學務、輔導等處室人員注意其後續之適應問題。

### 十五、輔導措施

- (一) 生活輔導：由導師輔導學生之生活適應及心理健康。

- (二) 學習輔導：由環科班專題研究課程授課教師引導學生探索其專長，並藉由教學及活動加強思考、推理、創造、獨立研究之能力。
- (三) 生涯輔導：由高中輔導教師協助學生價值澄清，建立適性的生涯規劃，並建立正確的人生觀與價值觀。
- (四) 實際作為：
  1. 辦理實驗班家長課程說明會。
  2. 實驗班家長座談會：每學期召開 1 次，說明實驗課程內容及學生學習情形。
  3. 個別晤談：由環科班專題研究課程授課教師定期進行晤談，瞭解學生學習狀況。
  4. 實作評量：學生建立個人學習檔案及進行專題研究。

十六、本計畫於本校相關會議討論通過，陳校長核定，報局核備後實施。

十七、本計畫若有未盡事宜，由實驗教育小組提出修正意見，得隨時補充之。