

國民中學生物課程改進計畫

追踪研究報告

國立臺灣師範大學科學教育中心

壹、引言

國立臺灣師範大學科學教育中心承教育部委託，從民國六十八年七月起，從事國民中學生物課程的改進研究工作；歷經前後四年，包括民國六十九年九月到七十二年六月共三年在臺北市忠孝、明德國中，臺灣省基隆市中正、臺北縣永和、臺中縣大甲、臺東縣新生國中，以及高雄市五福國中等七個學校試教，於民國七十二年完成國民中學生物科試用教材與教學指引的編製與修訂工作。

爲進一步了解接受本課程（國中生物科）之實驗班學生在升學後的學習適應情形，根據民國七十二年九月一、二兩日於嘉義香林國中所召開國中自然科學課程改進計畫實驗學校工作研討會的決議，決定進行各校實驗班學生升學高級中學後生物科學習情形的追踪輔導工作，以便收集國民中學生物課程及教材改進或評鑑的參考資料。

貳、研究組織、目的及範圍

本研究小組仍以國立臺灣師範大學生物系諸亞儂教授爲計畫主持人，研究委員有楊榮祥、溫永福及張路西教授等，並以蕭禎慧、林淑慧二位小姐爲研究助理，均爲教育部委辦國中生物課程改進計畫有關人員。

經研擬本小組研究目標及範圍如下：

- 一、了解國中生物課程實驗班與對照班學生對高中生物科的學習適應情形。
- 二、比較實驗班與對照班學生生物科學習態度。
- 三、比較實驗班與對照班學生高中生物科學習能力。
- 四、比較分析兩組學生升學後對高中生物教材（包括實驗）難易程度之感受。

參、研究方法

本研究小組針對研究目標所擬定之研究方法係以問卷及測驗調查法爲主，並以

晤談法為輔，所研製問卷有甲卷及乙卷等兩種。

甲卷包括十八個問題，以學習態度（包括科學態度）的觀察為內容，送請高中生物科任課教師填寫。

乙卷包括第一、二、三、四等四個部分，邀請升學就讀高級中學的實驗班與對照班學生分別返回母校（國中）填答。第一部分包括有十個問題，問到學生們對於國中與高中生物課程的教材內容、教學方式及學習適應等方面的感受。第二部分包含十個問題，均為有關科學態度的問題。第三部分為比較實驗班與對照班學生對高中生物教材內容難易程度的感受。第四部分則調查比較兩組學生對高中生物課程大綱所列十六個實驗難易程度的感受。

乙卷第一、二部分與甲卷的內容相同，乙卷為學生的自我評鑑，甲卷則為高中教師客觀的評鑑，兩者相比較以了解學生學習態度的趨向。乙卷第三、四部分係藉以了解高中與國中生物科教材的銜接情形。

甲卷調查結果以 t 考驗 (t -test) 分析兩組（實驗班與對照班學生）的差異顯著性。乙卷則用 χ^2 法 (chi-square) 統計分析兩組差異顯著性，如 χ^2 值達到顯著水準，再經 χ^2 統計法的事後比較 (post hoc comparison, 註一) 以找出每題所造成顯著差異的選目。各卷統計分析結果之差異顯著水準定為 0.05。

除了主觀的問卷調查（甲、乙卷）之

外，另由研究小組研製高中生物科成就測驗卷一份，以測驗比較實驗班及對照班學生高中生物科的學習成就。此卷包含二十個選擇題，均以高中生物第一冊為內容。測驗成績亦用 t 考驗，以 t 值為其差異性考驗的依據。

肆、取樣與配對

根據各實驗學校所提供資料，這七所實驗學校實驗班畢業總人數為 319 人，目前在學者有 287 人，其中有 133 人 (41.69%) 考取公立高級中學，16 人 (5.02%) 考上私立高中，還有 138 人 (43.26%) 分別考取公私立高級職業學校、五年制專科學校、師範專科學校、及各軍事學校等。

考取公立高中的實驗班學生 (133 人) 分布甚廣，分別就讀省立基隆中學等共達 26 校，人數最多 14 人 (省立台東中學)，少的只有 1 人 (如：景美高中、彰化高中、台南一中、岡山高中等)。以基隆市的中正國中實驗班為例：畢業 46 人，考取公立高中 22 人，其中考取基隆中學有 6 人，基隆女中 5 人，台北建國中學 2 人，北一女 3 人，師大附中及中山女高各 1 人，成功高中 2 人，中正高中及復興高中各 1 人。

考上私立高中者亦復如此，各校實驗班學生共考取 16 人，分別就讀 12 個不

同的私立高中。

各校對照班學生升學情形與實驗班者相類似，其分布亦甚廣，分別升學各地區各種各類不同的學校。在這種情形下，實不能以原校實驗班與對照班為兩個樣羣來考驗其差異顯著性，乃決定運用「配對組法 (matched-group method)」來調查分析實驗班與對照班兩羣學生的差異。

配對的條件：

1. 均由同一國民中學同年畢業。
2. 同時考取並就讀同一所公立或私立高中。
3. 性別相同。
4. 國中智力測驗分數相差百分之五以內。

5. 國中自然學科總成績 (140 分滿分) 相差不超過百分之十。

根據上列條件，由各實驗學校為每一位考取公私立高級中學的實驗班學生分別配對對照學生。結果配對公立高中者 110 對，私立高中 5 對，總共 115 對，而實際出席本 (73) 年寒假中由各實驗學校分別舉辦之「追蹤輔導返校座談會」接受問卷 (乙卷) 調查及測驗的學生共達 63 對 (126 人)；其中 61 對收回到甲卷 (由高級中學生物科任課教師所填)。

伍、研究工作進度

日期	工作項目 (內容)
72年7月 ~8月	● 籌劃及收集資料。
9月	● 確定研究目的及範圍。
10月	● 調查兩組學生異動情形。
~12月	● 進行配對工作。
	● 設計並修訂問卷、測驗卷。
73年1月	● 召開「國民中學生物課程改進計畫追蹤輔導」協調會議 (確定實驗班及配對對照學生返校座談會日期、活動內容及有關工作分配等)。
2月	● 各實驗學校分別舉行實驗班學生返校座談會，實施問卷 (乙卷) 調查及高中生物成就測驗，並進行分組座談。
3月	● 寄出問卷 (甲卷) 請各配對學生之高中生物任課教師填寫。
4月	● 收回甲卷進行統計分析。

~5月	• 統計分析乙卷。
6月	• 閱卷高中生物成就測驗。 • 撰寫並編印追蹤調查研究報告。

陸、問卷調查結果之統計與分析

一、甲卷（高中生物任課教師的觀察）

本卷係調查學生的學習興趣、態度、方法及能力，請高中任課老師填寫，共收回實驗班及對照班學生問卷各 61 份。

該研究問卷的調查結果係採用 t-test 進行分析，為配合分析需要，各選答分別以不同數值代表，詳述於下：

“經常有此表現”以“+2”表示。

“偶而有此表現”以“+1”表示。

“尚無具體事實可觀察”以“0”表示。

“剛好相反”以“-1”表示。

沒有鈎選者亦以“0”表示。

接著，求出對照組及實驗組的平均值（mean）和標準誤差（standard deviation），再求 t 值，t 值的計算方法如下：

$$t_{\text{obs}} = \frac{\bar{x}(\text{實}) - \bar{x}(\text{對})}{\sqrt{\frac{\sigma^2(\text{實})}{n(\text{實})} + \frac{\sigma^2(\text{對})}{n(\text{對})}}$$

然後，查表找出 t 值的臨界值，得 $t_{\text{cri}} =$

$t_{.05(60)} = 2.000$ 當 $|t_{\text{obs}}| > |t_{\text{cri}}|$ 時，表示 t 值達到 95% 的顯著水準，於 t 值之後以星號註明，也就表示實驗組和對照組對該題的看法有顯著差異，當 $|t_{\text{obs}}| < |t_{\text{cri}}|$ 時，表示 t 值未達到 95% 的顯著水準，於 t 值之後以 n.s. 註明，也就表示實驗組和對照組對該題的看法沒有顯著差異。

經統計除第一題「他喜歡上生物課」與第十七題「他操作實驗時都充滿信心」，實驗組與對照組有顯著差異外，其他項目，兩組之間沒有顯著的不同。

1. 他喜歡上生物課

	n	$\bar{x}$ (平均值)	σ (標準誤差)
對照組	61	1.56	0.59
實驗組	61	1.26	0.66

$$t_{\text{obs}} = -2.648^*$$

$$t_{\text{cri}} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{\text{obs}}| > |t_{\text{cri}}| \therefore \text{顯著差異}$$

18. 他能適應本校生物科的教學方式

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.41	0.72
實驗組	61	1.41	0.67

$$t_{\text{obs}} = 0.000^{\text{n.s.}}$$

$$t_{\text{cri}} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{\text{obs}}| < |t_{\text{cri}}| \therefore \text{無顯著差異}$$

第一題實驗班較多的學生比較不喜歡上生物課，可能是實驗組的學生比較懷念國中生物實驗教材以實驗為主的教學方法，面對高中以演講為主的教學方式，產生一種情緒性的反應，由第十八題「他能適應本校生物科教學方式」，實驗組與對照組沒有差異，即可得到印證。

17. 他操作實驗時都充滿信心

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.97	0.80
實驗組	61	1.26	0.70

$$t_{obs} = 2.131^*$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| > |t_{cri}| \therefore \text{顯著差異}$$

實驗組的學生在實驗操作時較具信心，是因實驗教材強調實驗，學生在國中時有較多的機會參與實驗的操作，因此在做實驗時較具信心。

8. 他喜歡動手做實驗

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.43	0.87
實驗組	61	1.33	0.79

$$t_{obs} = -0.664^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

實驗組與對照組都經常有此表現，二組平均值 1.38，顯示學生對生物實驗的

興趣很濃厚，因此只要實驗教材注重實驗的精神，就會引起學生的學習動機。

9. 他操作實驗的能力較高

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.85	0.75
實驗組	61	1.08	0.76

$$t_{obs} = 1.760^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

實驗組與對照組沒有顯著差異，可能是高中實際所做的實驗次數少，而所做實驗的操作技術都很簡單，在此情況下，老師不易觀察與判別學生實驗操作能力的高下。

2. 他的記憶力強

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.92	0.74
實驗組	61	0.77	0.74

$$t_{obs} = -1.119^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

3. 他的生物知識豐富

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.67	0.72
實驗組	61	0.66	0.73

$$t_{obs} = -0.076^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

7. 他的思考推理能力較高

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.85	0.70
實驗組	61	0.79	0.73

$$t_{obs} = -0.463^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

第二、三、七題等關係學習能力的項目，可能因實驗組與對照組學生按智商配對，因此二組之間沒有顯著的差異，如果老師與學生平時的接觸少，僅依據考試成績，來評鑑學生的記憶力與推理能力是有困難的，因此這幾題的平均值在 0.5 與 1 之間。

4. 在上課時，他喜歡發問

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.43	0.88
實驗組	61	0.35	0.89

$$t_{obs} = -0.503^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

5. 在上課時，他都會做筆記

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.25	0.87
實驗組	61	1.49	0.74

$$t_{obs} = 1.642^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

6. 在上課時，他很用心聽講

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.56	0.65
實驗組	61	1.38	0.76

$$t_{obs} = -1.406^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

10. 他懂得如何處理數據

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.58	0.78
實驗組	61	0.62	0.82

$$t_{obs} = 0.276^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

11. 他能根據數據下適當的結論

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.54	0.85
實驗組	61	0.67	0.81

$$t_{obs} = 0.865^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

第四、五、六、十及十一題等關係學習方法的項目，實驗組與對照組沒有顯著的差異，二組學生很少表現發問、處理數據與根據數據下結論的學習方式（第四、十、十一題平均值在 0.5 與 1 之間），而二組學生上課都專心聽講與做筆記（第五

、六題平均值在 1 與 1.5 之間)，上述資料再一次暴露學生缺乏主動探討與追求的學習精神，而習慣於被動接受的學習方法，這種根深蒂固的學習方式，並不因教材不同，而有所改進，這是值得深入探討的問題。

12. 他的實驗數據都是實驗時記錄下來的，他堅持不任意更改數據

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.69	0.83
實驗組	61	0.95	0.78

$$t_{obs} = 1.783^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

13. 他樂意幫助同學做實驗

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.34	0.75
實驗組	61	1.41	0.67

$$t_{obs} = 0.543^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

14. 他較喜歡講有根據的話

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.92	0.82
實驗組	61	0.97	0.80

$$t_{obs} = 0.341^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

15. 在班上討論問題時，他會虛心接受別人的批評或意見

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	1.23	0.76
實驗組	61	1.08	0.80

$$t_{obs} = -1.022^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

16. 無論有沒有權威人士在座，他都敢發表他的想法或意見

	n	$\bar{x}$	σ
對照組	61	0.25	0.81
實驗組	61	0.13	0.72

$$t_{obs} = -0.865^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \therefore \text{無顯著差異}$$

第十二、十三、十四、十五及十六題關係學習態度的項目，實驗組與對照組都沒有顯著差異，老師的教學態度與方式比教材對學生學習的方式與態度影響力大，如果老師教學的態度與方式不改進，期望教材的精神得以發揮，當然是緣木求魚，不會落實的。

二、乙卷（實驗班學生及其配對學生的感受與看法）

本卷分四部分分別調查各配對學生對高國中生生物課程教材教法的感受與看法。

第一部分：

第一部分的十個問題，包涵國中與高中生物課程的內容、教材的編排及教師的教法等項目，在調查實驗組與對照組學生對這些問題的感受，所得數據用同質性 χ^2 法統計，如果 χ^2 值達到顯著水準，在 χ^2 值之後以星號註明，表示實驗組和對照組對該題的看法有顯著的差異，如果 χ^2 值未達到顯著水準，在 χ^2 值之後以n.s.註明，表示實驗組和對照組對該題的看法沒有顯著的差異。

統計結果實驗組與對照組學生對第一、二、三、四、六、七、八、十等題的反應有顯著的差異，這些有顯著差異的問題再經 χ^2 統計法的事後比較（註一），找出每題造成顯著差異的選目，如該選目有差異，就在選答號碼前用星號表示。現將每題的統計結果簡單分析說明如后：

1. 我覺得學過國中生物課程之後，對學習現在的生物課程之最大的幫助是：

- (1) ☐ 學過的生物知識較多
- (2) ☐ 思考推理的技巧比較好
- (3) ☐ 實驗的能力比較強

	實 驗 組		對 照 組		
** (1)	8	12.70 %	30	47.62 %	38
(2)	10	15.87 %	20	31.75 %	30
** (3)	45	71.43 %	13	20.63 %	58
	63		63		126

$$\chi^2 = 33.725^{**}$$

$$> \chi^2_{.99(2)} = 9.210$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.99(2)}} = 3.035$$

2. 我覺得學過國中生物課程之後，對學習現在的生物課程最不利的一點是

- (1) ☐ 學過的生物知識較少
- (2) ☐ 思考推理能力比較差
- (3) ☐ 實驗的能力比較差

	實 驗 組		對 照 組		
** (1)	47	75.81 %	15	23.81 %	62
(2)	14	22.58 %	19	30.16 %	33
** (3)	1	1.61 %	29	46.03 %	30
	62		63		125

註：實驗組 1 位同學空白

$$\chi^2 = 43.402^{**}$$

$$> \chi^2_{.99(2)} = 9.210$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.99(2)}} = 3.035$$

第一題與第二題是學生對國中生物課程的評價，兩組學生對這兩題的反應顯著

（註一） 林清山： χ^2 統計法的事後比較，中國測驗學會測驗年刊，民國七十年，第28輯，121～130頁。

不同，造成此差異是實驗組認為國中生物增強了他們的實驗能力，但學到的知識較少，而對照組剛好相反。實驗教材以實驗為中心，預期提升學生的實驗能力，在此得到印證。實驗教材與現行教材的份量相差不多，而實驗教材分二年教授，可能是實驗組感覺所學得生物知識較少的主要原因。

3. 我覺得國中生物老師跟現在的老師在課堂上：

- (1) ☐ 國中較注重操作實驗，現在較注重聽講
- (2) ☐ 國中較注重聽講，現在較注重操作實驗
- (3) ☐ 國中與現在都注重操作實驗
- (4) ☐ 國中與現在都注重聽講

	實 驗 組		對 照 組		
** (1)	49	79.03 %	6	9.52 %	55
** (2)	2	3.23 %	31	49.21 %	33
(3)	10	16.13 %	12	19.05 %	22
** (4)	1	1.61 %	14	22.22 %	15
	62		63		125

註：1位同學選(3)(4)

$$\chi^2 = 70.548^{**}$$

$$> \chi^2_{.99(3)} = 11.345$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.99(3)}} = 3.368$$

4. 我覺得國中生物老師跟現在的老師比較起來：

- (1) ☐ 國中較注重記憶，現在較注重思考
- (2) ☐ 國中較注重思考，現在較注重記憶
- (3) ☐ 國中與現在都注重記憶
- (4) ☐ 國中與現在都注重思考

	實 驗 組		對 照 組		
** (1)	15	23.81 %	44	69.84 %	59
** (2)	29	46.03 %	7	11.11 %	36
(3)	9	14.29 %	10	15.87 %	19
(4)	10	15.87 %	2	3.17 %	12
	63		63		126

$$\chi^2 = 33.085^{**}$$

$$> \chi^2_{.99(3)} = 11.345$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.99(3)}} = 3.368$$

第三題與第四題是學生對國中與高中生物老師教學方式的感受，二組學生對這二題的反應有顯著的不同，造成此差異是實驗組覺得國中老師較注重思考與實驗操作，而對照組覺得高中老師較注重思考與實驗。實驗教材強調實驗，分二年教授，教師有較充裕的時間應用啟發思考教學法，故實驗組有此反應，在乙卷第四部分，對照組反應高中生物十二個實驗只做了六個，如果對照組的反應沒有錯誤，一般國中生物的實驗教學需要加強了。

5. 我認為國中生物教材內容跟現在的

教材比較起來：

- (1) ☐ 國中較實用，現在較理論
 (2) ☐ 國中較理論，現在較實用
 (3) ☐ 國中跟現在都理論
 (4) ☐ 國中跟現在都實用

	實 驗 組		對 照 組		
(1)	39	61.90 %	34	53.97 %	73
(2)	6	9.52 %	10	15.87 %	16
(3)	13	20.63 %	16	25.40 %	29
(4)	5	7.94 %	3	4.76 %	8
	63		63		126

$$\chi^2 = 2.153^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

二組學生對本題的反應沒有顯著差異，二組學生的反應主要分布在選目(1)與選目(3)，可能是因為學生判斷教材內容的理論與實用的標準不同而造成的。

6. 我認為國中生物的表達方式跟現在的表達方式比較起來：

- (1) ☐ 國中較易了解
 (2) ☐ 現在較易了解
 (3) ☐ 國中跟現在都易了解
 (4) ☐ 國中跟現在都不容易了解

	實 驗 組		對 照 組		
(1)	55	87.30 %	43	68.25 %	98
* (2)	0	0 %	8	12.70 %	8
(3)	8	12.70 %	10	15.87 %	18
(4)	0	0 %	2	3.17 %	2
	63		63		126

註：對照組 有位中正國中學生選(1)

並附言：並非表達方式較佳，只因內容較淺。

$$\chi^2 = 11.692^{**}$$

$$> \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.05(3)}} = 2.796$$

雖經統計二組學生的反應不同，但二組大多數的學生認為國中生物較易了解，因國中生物實驗多、插圖多、內容比較少的緣故，經 χ^2 統計法的事後比較，造成差異的是選目(2)。

7. 我認為：

- (1) ☐ 「現在的生物」教材與我所學過「國中生物」課程銜接得很好
 (2) ☐ 現在的生物教材應該修改，使能跟學過的國中生物課程相銜接
 (3) ☐ 現在的生物教材很不錯，應修改學過的國中生物課程，以便跟現在的教材相銜接

	實 驗 組		對 照 組		
(1)	14	22.22 %	15	23.81 %	29
** (2)	45	71.43 %	17	26.98 %	62
** (3)	4	6.35 %	31	49.21 %	35
	63		63		126

註：對照組 有位中正國中學生選(3)
並附言：國中生物應加深內容，並附以較多之圖片。

$$\chi^2 = 33.508^{**}$$

$$> \chi^2_{.99(2)} = 9.210$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.99(2)}} = 3.035$$

二組學生對本題的反應有顯著的不同，二組大多數學生選選目(2)與(3)，顯示國中生物（現行與實驗）與高中生物在銜接上確實有問題，經 χ^2 統計法的事後比較，造成差異是因實驗組認為應修改高中生物，而對照組認為應修改國中生物（現行），來解決銜接的問題，二組學生使用不同的教材，所以反應也不同，國中實驗教材與修訂中的基礎生物，在開始時就注意銜接的問題，將來新教材銜接較好，是可預期的。

8. 我認為學習現在的生物如果有困難的話，其最主要的原因是由於：

- (1) ☐ 國中的教材不理想
- (2) ☐ 國中的教學方式不理想
- (3) ☐ 我自己沒有學好國中的生物
- (4) ☐ 現在的教材不理想

- (5) ☐ 現在的教學方式不理想
- (6) ☐ 我現在的用功程度不夠

	實 驗 組		對 照 組		
(1)	4	6.56 %	5	8.06 %	9
(2)	0	0 %	7	11.29 %	7
(3)	5	8.20 %	2	3.23 %	7
(4)	10	16.39 %	7	11.29 %	17
(5)	13	21.31 %	4	6.45 %	17
(6)	29	47.54 %	37	59.68 %	66
	61		62		123

註：實驗組 2位同學選(5)(6)
對照組 有位中正國中學生選(2)
並附言：應儘量加強實驗
有位永和國中學生選(3)(5)(6)

$$\chi^2 = 14.654^{*}$$

$$> \chi^2_{.95(5)} = 11.070$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.95(5)}} = 3.327$$

雖二組學生對本題的反應不同，但近50%的學生選選目(6)，這種自省的反應，令人可喜又可憂，不可諱言的，高中的教學方式與成績的評定也有許多地方是需要改進的。

9. 我對現在的生物老師的教學方式：

- (1) ☐ 大部分能適應
- (2) ☐ 能適應
- (3) ☐ 尚能適應
- (4) ☐ 不能適應

	實 驗 組		對 照 組		
(1)	18	28.57 %	19	30.16 %	37
(2)	18	28.57 %	24	38.10 %	42
(3)	25	39.68 %	18	28.57 %	43
(4)	2	3.18 %	2	3.17 %	4
	63		63		126

$$\chi^2 = 2.024^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

二組學生對本題的反應沒有差異，二組約有 30 % 的學生選選目(3)，再一次顯示高中老師的教學方式，學生不是很適應，需要調整與改進。

10. 我對國中生物老師的教學方式

- (1) ☐ 很懷念
 (2) ☐ 懷念
 (3) ☐ 有點懷念
 (4) ☐ 不懷念

	實 驗 組		對 照 組		
*(1)	24	38.10 %	9	14.29 %	33
(2)	20	13.75 %	19	30.16 %	39
(3)	17	26.98 %	27	42.86 %	44
(4)	2	1.17 %	8	12.70 %	10
	63		63		126

$$\chi^2 = 12.717^{**}$$

$$> \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

事後考驗臨界值：

$$\sqrt{\chi^2_{.05(3)}} = 2.796$$

二組學生對本題的反應有顯著的不同

，經 χ^2 統計法的事後比較，造成此差異的是選目(1)，實驗組有 38 % 很懷念國中生物老師的教學方式，而對照組只有 14 % 有此反應。所以有此差異的原因，可能是實驗組的學生與老師相處的時間較長（二年），日久產生較濃厚的感情，加上實驗組老師配合實驗教材，改良教學方法，而更受到學生的歡迎。

第二部分：

第二部分的敘述（第十一題至第二十題）欲調查學生的科學態度，在甲問卷中有與第二部分內容相同的敘述，參照老師客觀的評鑑與學生的自評，可了解學生科學態度的趨向。

調查經同質性 χ^2 法統計，結果實驗組與對照組學生對各項敘述的反應沒有顯著的差異，與甲問卷比較，二者的調查結果相當一致。

學生科學態度的養成，受到各方面的影響，學校教育固然重要，但家庭與社會的影響也不可忽視。調查結果實驗組與對照組在科學態度上沒有顯著的差異，顯示實驗教材本身對學生這方面的影響很有限。在學校教育中，老師的教學方式、為人處事的態度，對學生科學態度的形成影響很大，因此教材需要教師的詮釋，才能發揮預期的效果。

因為實驗組與對照組對本部分的反應沒有差異，所以僅就二組學生對各項敘述

反應的共同趨勢，簡單分析說明如下：

11. 我希望進一步研究有關生物的知識與資料

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	16	25.81%	21	33.33%	37
同 意(2)	24	38.71%	28	44.44%	52
還不能決定(3)	16	25.81%	10	15.87%	26
不 同 意(4)	5	8.06%	4	6.35%	9
非常不同意(5)	1	1.61%	0	0%	1
	62		63		125

註：實驗組 1 位同學空白

$$\chi^2 = 3.452^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 60% 的學生同意本題的敘述，生物科學的通俗性、趣味性、吸引學生的學習興趣，並不因教材不同，而受到影響。

12. 我絕不更改實驗所得的數據(結果)

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	11	17.46%	18	28.57%	29
同 意(2)	20	31.75%	19	30.16%	39
還不能決定(3)	12	19.05%	6	9.52%	18
不 同 意(4)	19	30.16%	16	25.40%	35
非常不同意(5)	1	1.59%	4	6.35%	5
	63		63		126

$$\chi^2 = 5.772^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 30% 的學生不同意本題

的敘述，可能係敘述中強烈字眼「絕不」影響到學生的反應，但學生所反應的態度值得玩味。

13. 我相信「科學研究是種艱苦的工作」

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	16	25.81%	16	25.40%	32
同 意(2)	28	45.16%	21	33.33%	49
還不能決定(3)	5	8.06%	5	7.94%	10
不 同 意(4)	11	17.74%	17	26.98%	28
非常不同意(5)	2	3.22%	4	6.35%	6
	62		63		125

註：實驗組 1 位同學空白

$$\chi^2 = 2.954^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 60% 的學生同意本題的敘述，學生在沒有參予與體驗科學研究工作前，有此反應，可能會造成不良的後遺症，而對科學研究工作裹足不前，所以在教材與教學中，應多強調科學研究的趣味性與成就性。

14. 我相信我會虛心接受實驗數據(實驗結果)所表示的事實

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	17	26.98%	24	38.10%	41
同 意(2)	31	49.21%	30	47.62%	61
還不能決定(3)	9	14.29%	5	7.94%	14
不 同 意(4)	5	7.94%	4	6.35%	9
非常不同意(5)	1	1.59%	0	0%	1
	63		63		126

$$\chi^2 = 3.465^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 90 % 的學生同意本題的敘述，本題使用「相信會接受」的字眼與第十二題使用「絕不更改」，可能是造成不同反應的主因。

15. 我認爲「知識是科學的產品，但那不過是暫時性的結論，將來如有新發現，隨時都會修改」

	實驗組		對照組		
非常同意(1)	42	66.67%	46	74.19%	88
同意(2)	19	30.16%	16	25.81%	35
還不能決定(3)	1	1.59%	0	0%	1
不同意(4)	1	1.59%	0	0%	1
非常不同意(5)	0	0%	0	0%	0
	63		62		125

註：對照組 有位中正國中學生未選答

$$\chi^2 = 2.462^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 90 % 的學生同意本題的敘述，顯示學生對科學知識的本質有很清楚的認識。

16. 無論有沒有權威人士在席，我都敢表示我自己的意見

	實驗組		對照組		
非常同意(1)	7	11.11%	10	15.87%	17
同意(2)	15	23.81%	20	31.75%	35
還不能決定(3)	30	47.62%	22	34.92%	52
不同意(4)	9	14.29%	9	14.29%	18
非常不同意(5)	2	3.17%	2	3.17%	4
	63		63		126

$$\chi^2 = 2.474^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 40 % 的學生對本題的反應是不能決定，這些學生可能是要視情況才能決定「是否要表示自己的意見」，在現階段學校與社會的環境下，學生有此世故的反應，是很正確的。

17. 我會接受任何人的「批評」，也能忍受任何「挫折」

	實驗組		對照組		
非常同意(1)	17	26.98%	7	11.29%	24
同意(2)	33	52.38%	40	64.52%	73
還不能決定(3)	10	15.87%	13	21.00%	23
不同意(4)	2	3.17%	2	3.23%	4
非常不同意(5)	1	1.59%	0	0%	1
	63		62		125

註：對照組 有位大甲國中學生選(1)(4)

$$\chi^2 = 6.229^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 70 % 的學生同意本題的敘述，約 15 % 的反應是不能決定，約 3 % 不同意，發現這些少數不能忍受挫折的學生，而適時給予輔導，是全體老師的重要工作之一。

18. 我較喜歡「有證據有根據的敘述」，不喜歡「沒有證據沒有根據的意見」

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	40	63.49%	35	55.56%	75
同 意(2)	17	26.98%	22	34.92%	39
還不能決定(3)	3	4.76%	2	3.18%	5
不 同 意(4)	3	4.76%	4	6.35%	7
非常不同意(5)	0	0%	0	0%	0
	63		63		126

$$\chi^2 = 1.317^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 85 % 的學生同意本題的敘述，因此在教材的編輯與教學時，應多提供這方面的材料，以滿足學生的興趣。

19. 我喜歡連貫而有條理的敘述，不喜歡片斷的敘述

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	39	61.90%	41	65.08%	80
同 意(2)	22	34.92%	20	31.75%	42
還不能決定(3)	1	1.59%	1	1.59%	2
不 同 意(4)	1	1.59%	1	1.59%	2
非常不同意(5)	0	0%	0	0%	0
	63		63		126

$$\chi^2 = 0.145^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 90 % 的學生同意本題的敘述，因此在教學與考試時，應注意材料的條理性與連貫性。

20. 當我做實驗時，我都有成功的信心

	實 驗 組		對 照 組		
非常同意(1)	6	9.52%	8	12.70%	14
同 意(2)	33	52.38%	25	39.68%	58
還不能決定(3)	13	20.64%	19	30.16%	32
不 同 意(4)	11	17.46%	8	12.70%	19
非常不同意(5)	0	0%	3	4.76%	3
	63		63		126

$$\chi^2 = 5.988^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

二組中各約 50 % 的學生同意，約 20 % 不能決定，約 15 % 不同意。不能決定的學生可能是視實驗的難易後，才能決定。上述比例真實的反應了學生的看法。

第三部分：

第三部分為調查實驗組與對照組學生，學習高中生物時，對教材內容難易程度的感受，以了解現行國中教材及實驗教材與高中生物銜接的情形。

調查經同質性 χ^2 法統計，結果實驗組與對照組對所有十九個單元的反應都沒有顯著差異。

1. 研究生物的目的與方法

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	24	38.10 %	23	36.51 %	47
適 中	30	47.62 %	37	58.73 %	67
較 難	9	14.29 %	3	4.76 %	12
很 難	0	0 %	0	0 %	0
	63		63		126

$$\chi^2 = 3.753^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

2. 生物的基本構造—細胞

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	15	23.81 %	19	30.16 %	34
適 中	32	50.79 %	36	57.14 %	68
較 難	15	23.81 %	6	9.52 %	21
很 難	1	1.59 %	2	3.17 %	3
	63		63		126

$$\chi^2 = 4.896^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

3. 生物的基本機能—代謝

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	16	25.40 %	18	28.57 %	34
適 中	30	47.62 %	31	49.21 %	61
較 難	14	22.22 %	14	22.22 %	28
很 難	3	4.76 %	0	0 %	3
	63		63		126

$$\chi^2 = 3.134^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

4. 細胞的生理作用

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	3	4.76 %	4	6.35 %	7
適 中	32	50.79 %	22	34.92 %	54
較 難	24	38.10 %	33	52.38 %	57
很 難	4	6.35 %	4	6.35 %	8
	63		63		126

$$\chi^2 = 3.416^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

5. 細胞與個體的生殖

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	10	15.87 %	12	19.05 %	22
適 中	27	42.86 %	28	44.44 %	55
較 難	26	41.27 %	20	31.75 %	46
很 難	0	0 %	3	4.76 %	3
	63		63		126

$$\chi^2 = 3.983^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

6. 生命的起源

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	26	41.27 %	27	42.86 %	53
適 中	21	33.33 %	24	38.10 %	45
較 難	15	23.81 %	11	17.46 %	26
很 難	1	1.59 %	1	1.59 %	2
	63		63		126

$$\chi^2 = 0.834^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

7. 植物界的分類

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	11	17.46%	19	30.16%	30
適 中	23	36.51%	28	44.44%	51
較 難	22	34.92%	11	17.46%	33
很 難	7	11.11%	5	7.94%	12
	63		63		126

$$\chi^2 = 6.624^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

8. 濾過性毒—生物界邊緣的物體

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	12	19.35%	17	26.98%	29
適 中	30	48.39%	33	52.38%	63
較 難	15	24.19%	13	20.63%	28
很 難	5	8.06%	0	0%	5
	62		63		125

註：實驗組 1位同學空白

$$\chi^2 = 6.137^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

9. 細菌—具備細胞的最原始生物

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	6	9.52%	10	15.87%	16
適 中	35	55.56%	35	55.56%	70
較 難	18	28.57%	14	22.22%	32
很 難	4	6.35%	4	6.35%	8
	63		63		126

$$\chi^2 = 1.500^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

10. 黏菌與真菌

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	6	9.52%	13	20.64%	19
適 中	28	44.44%	30	47.62%	58
較 難	20	31.75%	17	26.98%	37
很 難	9	14.29%	3	4.76%	12
	63		63		126

$$\chi^2 = 5.891^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

11. 海洋裏的綠色植物

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	5	7.94%	10	15.87%	15
適 中	24	38.10%	28	44.44%	52
較 難	26	41.27%	24	38.10%	50
很 難	8	12.70%	1	1.59%	9
	63		63		126

$$\chi^2 = 7.499^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

12. 最早的陸生植物—蘚苔植物

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	7	11.11%	8	12.70%	15
適 中	25	39.68%	32	50.80%	57
較 難	28	44.45%	22	34.92%	50
很 難	3	4.76%	1	1.59%	4
	63		63		126

$$\chi^2 = 2.646^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

13. 維管束植物的演化

	實驗組		對照組		
容易	7	11.11%	5	7.94%	12
適中	26	41.27%	25	39.68%	51
較難	22	34.92%	28	44.44%	50
很難	8	12.70%	5	7.94%	13
	63		63		126

$$\chi^2 = 1.765^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

14. 光合作用—能的吸收、轉變、與儲藏

	實驗組		對照組		
容易	4	7.02%	7	11.86%	11
適中	26	45.61%	16	27.12%	42
較難	19	33.33%	28	47.46%	47
很難	8	14.04%	8	13.56%	16
	57		59		116

註：實驗組 6 位同學空白

對照組 4 位同學空白

$$\chi^2 = 4.889^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

15. 呼吸作用

	實驗組		對照組		
容易	7	12.07%	11	18.64%	18
適中	34	58.62%	27	45.76%	61
較難	15	25.86%	18	30.51%	33
很難	2	3.45%	3	5.08%	5
	58		59		117

註：實驗組 5 位同學空白

對照組 4 位同學空白

$$\chi^2 = 2.155^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

16. 吸收與固著的器官—根

	實驗組		對照組		
容易	9	17.31%	10	17.86%	19
適中	28	53.85%	36	64.29%	64
較難	14	26.92%	9	16.07%	23
很難	1	1.92%	1	1.79%	2
	52		56		108

註：實驗組 11 位同學空白

對照組 7 位同學空白

$$\chi^2 = 1.997^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

17. 支持與輸導的器官—莖

	實驗組		對照組		
容易	8	15.69%	9	16.07%	17
適中	29	56.86%	33	58.93%	62
較難	14	27.45%	13	23.21%	27
很難	0	0%	1	1.79%	1
	51		56		107

註：實驗組 12 位同學空白

對照組 7 位同學空白

$$\chi^2 = 1.134^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

18. 開花植物的生殖

	實驗組		對照組		
容易	1	1.92%	7	12.73%	8
適中	25	48.08%	20	36.36%	45
較難	19	36.54%	23	41.82%	42
很難	7	13.46%	5	9.09%	12
	52		55		107

註：實驗組 11 位同學空白

對照組 7 位同學空白

有位同學同時選適中、較難。

$$\chi^2 = 5.697^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

19. 植物的感應與生長的調節

	實驗組		對照組		
容 易	13	25.00 %	14	25.93 %	27
適 中	19	36.54 %	19	35.19 %	38
較 難	18	34.62 %	18	33.33 %	36
很 難	2	3.85 %	3	5.56 %	5
	52		54		106

註：實驗組 11 位同學空白

對照組 9 位同學空白

$$\chi^2 = 0.198^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(3)} = 7.815$$

現行國中教材與高中生物銜接不良，是早已存在的問題，而國中實驗教材是設計與實驗中的高中基礎生物相銜接的，調查結果也顯示，不管國中學生使用那一種教材，在學習高中生物時，並沒有顯著的差異，現僅就二組學生反應的趨勢，簡單說明於后，供修訂高中生物教材時參考。

二組各約 70 % 以上的學生反應，第一、二、三、六、十七等單元容易與適中，這些單元在國中生物教材中（現行或是實驗）也佔有相當的份量，而且都有實驗配合，學生升入高中學習這些單元時，自然會感覺比較容易。

二組各約 40 % 以上的學生反應第四、五、十、十一、十二、十三、十四、十八、十九等單元較難，這些單元所包涵的知識概念都超出國中課程大綱，因此沒有編入國中教材內（現行與實驗），學生學習這些陌生的教材時，在心理上感到比較難，故在編寫這些單元時，應根據學生的

經驗、能力、興趣和需要來組織教材，以學生的經驗為教材的出發點，而逐漸擴大其範圍，這種教材自然會引起學生濃厚的學習興趣，不至於感覺困難了。

第四部分：

第四部分將高中生物課程大綱中的十六個實驗列出，調查實驗組與對照組學生對高中生物實驗難易程度的反應是否不同，調查經同質性 χ^2 法統計：

1. 複式顯微鏡、觀察木栓細胞

	實驗組		對照組		
容 易	41	66.13 %	43	68.25 %	84
適 中	15	24.19 %	14	22.22 %	29
較 難	3	4.84 %	2	3.18 %	5
很 難	0	0 %	0	0 %	0
沒有做	3	4.84 %	4	6.35 %	7
	62		63		125

$$\chi^2 = 0.416^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

2. 植物細胞與動物細胞

	實驗組		對照組		
容 易	26	42.62 %	30	47.62 %	56
適 中	27	44.26 %	25	39.68 %	52
較 難	4	6.56 %	5	7.94 %	9
很 難	1	1.64 %	0	0 %	1
沒有做	3	4.92 %	3	4.76 %	6
	61		63		124

註：實驗組 1 位同學空白

$$\chi^2 = 1.451^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

3. 有絲分裂（觀察切片）

	實驗組		對照組		
容易	10	16.39%	7	11.11%	17
適中	17	27.87%	26	41.27%	43
較難	22	36.07%	18	28.57%	40
很難	3	4.92%	6	9.52%	9
沒有做	9	14.75%	6	9.52%	15
	61		63		124

註：實驗組 1 位同學空白

$$\chi^2 = 4.383^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

4. 微生物的分布

	實驗組		對照組		
容易	8	13.79%	6	9.84%	14
適中	15	25.86%	12	19.67%	27
較難	8	13.79%	12	19.67%	20
很難	3	5.17%	0	0%	3
沒有做	24	41.38%	31	50.82%	55
	58		61		119

註：實驗組 1 位同學選容易、沒有做，3 位同學空白。

對照組 2 位同學空白

$$\chi^2 = 5.252^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

5. 介於動植物間的生物—眼蟲

	實驗組		對照組		
容易	13	21.31%	14	22.22%	27
適中	26	42.62%	25	39.68%	51
較難	9	14.75%	6	9.52%	15
很難	0	0%	0	0%	0
沒有做	13	21.31%	18	28.57%	31
	61		63		124

註：實驗組 1 位同學選適中、沒有做。

$$\chi^2 = 1.430^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

6. 菌類的觀察

	實驗組		對照組		
容易	15	24.19%	8	12.70%	23
適中	22	35.48%	26	41.27%	48
較難	16	25.81%	15	23.81%	31
很難	1	1.61%	0	0%	1
沒有做	8	12.90%	14	22.22%	22
	62		63		125

$$\chi^2 = 5.103^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

7. 常見的綠藻—新月藻、水綿及石蓴

	實驗組		對照組		
容易	11	17.74%	13	20.64%	24
適中	17	27.42%	21	33.33%	38
較難	20	32.26%	12	19.05%	32
很難	2	3.23%	1	1.59%	3
沒有做	12	19.35%	16	25.40%	28
	62		63		125

$$\chi^2 = 3.485^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

8. 蘚苔植物的孢子體及配子體

	實驗組		對照組		
容易	6	9.68%	5	7.94%	11
適中	18	29.03%	15	23.81%	33
較難	21	33.87%	22	34.92%	43
很難	4	6.45%	3	4.76%	7
沒有做	13	20.97%	18	28.57%	31
	62		63		125

$$\chi^2 = 1.330^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

9. 蕨類的觀察

	實驗組		對照組		
容易	10	16.13%	10	15.87%	20
適中	27	43.55%	18	28.57%	45
較難	15	24.19%	17	26.98%	32
很難	2	3.23%	2	3.17%	4
沒有做	8	12.90%	16	25.40%	24
	62		63		125

$$\chi^2 = 4.578^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

10. 葉的構造與功能

	實驗組		對照組		
容易	13	21.31%	10	15.87%	23
適中	18	29.51%	22	34.92%	40
較難	17	27.87%	8	12.70%	25
很難	2	3.28%	2	3.17%	4
沒有做	11	18.03%	21	33.33%	32
	61		63		124

註：實驗組 1位同學空白

$$\chi^2 = 7.125^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

11. 二氧化碳與光合作用

	實驗組		對照組		
容易	6	10.00%	7	11.48%	13
適中	14	23.33%	9	14.75%	23
較難	11	18.33%	9	14.75%	20
很難	2	3.33%	1	1.64%	3
沒有做	27	45.00%	35	57.38%	62
	60		61		121

註：實驗組 2位同學空白

對照組 1位同學空白，1位同學同時選容易、沒有做。

$$\chi^2 = 2.721^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

12. 蒸散作用

	實驗組		對照組		
容易	3	5.17%	3	5.00%	6
適中	17	29.31%	9	15.00%	26
較難	6	10.35%	5	8.33%	11
很難	1	1.72%	1	1.67%	2
沒有做	31	53.45%	42	70.00%	73
	58		60		118

註：實驗組 4位同學空白

對照組 3位同學空白

$$\chi^2 = 4.175^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

13. 莖的觀察

	實驗組		對照組		
容易	9	15.79%	8	13.12%	17
適中	23	40.35%	16	26.23%	39
較難	8	14.04%	10	16.39%	18
很難	1	1.75%	1	1.64%	2
沒有做	16	28.07%	26	42.62%	42
	57		61		118

註：實驗組 5位同學空白

對照組 2位同學空白

$$\chi^2 = 3.786^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

14. 根的觀察

	實驗組		對照組		
容易	12	21.05%	5	8.20%	17
適中	21	36.84%	16	26.23%	37
較難	5	8.77%	8	13.12%	13
很難	1	1.75%	1	1.64%	2
沒有做	18	31.58%	31	50.82%	49
	57		61		118

註：實驗組 5位同學空白

對照組 2位同學空白

$$\chi^2 = 7.578^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.95(4)} = 9.488$$

15. 花

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	7	12.28 %	6	10.00 %	13
適 中	19	33.33 %	12	20.00 %	31
較 難	10	17.54 %	7	11.67 %	17
很 難	1	1.75 %	1	1.67 %	2
沒有做	20	35.09 %	34	56.67 %	54
	57		60		117

註：實驗組 5 位同學空白

對照組 3 位同學空白

$$\chi^2 = 5.752^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

16. 種子萌發

	實 驗 組		對 照 組		
容 易	9	15.79 %	2	3.39 %	11
適 中	12	21.05 %	16	27.12 %	28
較 難	5	8.77 %	5	8.47 %	10
很 難	0	0 %	2	3.39 %	2
沒有做	31	54.39 %	34	57.63 %	65
	57		59		116

註：實驗組 5 位同學空白

對照組 4 位同學空白

$$\chi^2 = 7.110^{n.s.}$$

$$< \chi^2_{.05(4)} = 9.488$$

附註：實驗組有一位同學在此部分全頁空白

結果對所有的實驗，實驗組與對照組的反應都沒有差異。但其中第四、十一、十二、十四、十五、十六等實驗，40 % 以上學生反應沒有做過這六個實驗，不能評估，因此這些實驗的統計結果，也就沒有意義了。第一、二、五、六、十、十三等實驗，二組各約 50 % 以上學生感覺容易與適中，其中第一、二、五、十、十三

等實驗，在國中都做過相似的實驗，是有此反應的主要原因。

三、成就測驗

內容為 20 個單一選擇題，均為高中生物學上冊（第一學期）的教材。

本測驗二組總成績如下表，顯示實驗班學生雖未經任何升學輔導，按正常教學過程而升學，其高中第一學期的生物科成績與配對對照學生之間並無顯著差異。

	n	$\bar{x}$	σ
實驗班	63	13.16	2.77
對照班	63	12.11	3.12

$$t_{obs} = -1.996^{n.s.}$$

$$t_{cri} = t_{.05(60)} = 2.000$$

$$|t_{obs}| < |t_{cri}| \text{ 故無明顯差異}$$

成就測驗各題選答情形分別統計如下（均無顯著差異）：

- 如將細胞中的細胞核除去（而不傷害其他任何部位），這個細胞就
 - 不能貯存養料
 - 不能分泌激素
 - 不能行細胞分裂
 - 不能利用 ATP 中的能量

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	55	87.30
實驗組	63	56	88.89

$$\chi^2 = 0.009^{n.s.}$$

2. 植物細胞生活所需能量的根本來源為

- A. 土壤中的肥料
- B. 水中所溶解之離子
- C. 空氣中的二氧化碳
- D. 太陽的輻射能

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	48	76.19
實驗組	63	47	74.60

$$\chi^2 = 0.010^{n.s.}$$

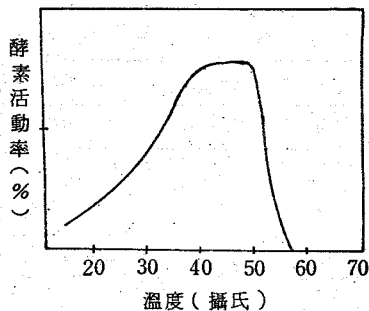
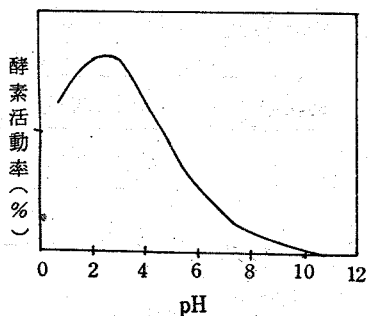
3. 吸取一滴蛙的血液，置於載玻片上，加一滴某種溶液，再蓋上蓋玻片後用顯微鏡觀察。結果發現所有的紅血球都慢慢膨脹，最後都破裂。最可能的原因為

- A. 水分子滲透進去
- B. 某溶液中含有高濃度的離子
- C. 水分子擴散出來
- D. 某種溶液含有高能分子

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	51	80.95
實驗組	63	48	76.19

$$\chi^2 = 0.091^{n.s.}$$

4. 試根據下面二圖之數據回答下面問題：



這種酵素活動最合適的環境為

- A. 酸性環境、溫度 60～70°C
- B. 鹼性環境、溫度 60～70°C
- C. 酸性環境、溫度 40～50°C
- D. 鹼性環境、溫度 40～50°C

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	60	95.24
實驗組	63	61	96.83

$$\chi^2 = 0.008^{n.s.}$$

5. 有一種疾病使生物細胞中產生不正常的粒線體，結果可能直接影響到細胞

- A. 有絲分裂的功能
- B. 合成蛋白質的功能
- C. 吸收養料的功能
- D. 供應能量的功能

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	35	55.56
實驗組	63	33	52.38

$$\chi^2 = 0.059^{n.s.}$$

6. 當生物學家分類生物時，先要觀察牠們之間的共同特徵。

- A. 以推論牠們始祖的特徵
- B. 以推論牠們之間的親緣關係
- C. 以推論其演化的原因與過程
- D. 以推論其遺傳基因的異同

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	44	69.84
實驗組	63	38	60.32

$$\chi^2 = 0.439^{n.s.}$$

7. S型肺炎菌會使鼠患肺炎，R型則否。試根據下面的實驗數據回答問題：用熱殺死S型與活的R型肺炎菌同時注射入健康鼠體，結果鼠致病死亡。其死因為

- A. 死S型菌分解所生成的毒素與R型菌的共同作用
- B. 死S型菌因高溫死亡時所改變的遺傳物質使活R型菌產生毒素
- C. 死S型菌因活R型菌所分泌物質的作用而復活分泌毒素
- D. 因死S型菌中的物質使R型菌遺傳物質改變而成為有毒菌

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	41	65.08
實驗組	63	38	60.32

$$\chi^2 = 0.114^{n.s.}$$

8. 下列構造何者是有些細菌具有而有些細菌則不具有的

- A. 纖維素的細胞壁
- B. 粒線體
- C. 葉綠體
- D. 鞭毛

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	31	49.21
實驗組	63	27	42.86

$$\chi^2 = 0.276^{n.s.}$$

9. 有關酵素的敘述，下列何者是錯的

- A. 酵素都是蛋白質
- B. 酵素在強酸的環境中都會失去作用
- C. 酵素會因高溫而破壞
- D. 酵素不但可在生物體內產生作用，也可在生物體外產生作用

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	43	68.25
實驗組	63	36	57.14

$$\chi^2 = 0.620^{n.s.}$$

10. 光合作用

- A. 光反應將水分解產生氫、氧及電子
- B. 暗反應時將ADP轉變成ATP
- C. 光反應時將CO₂合成葡萄糖
- D. 暗反應在葉綠體外進行

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	32	50.79
實驗組	63	31	49.21

$$\chi^2 = 0.016^{n.s.}$$

11. 下列有關黏菌的敘述，那一項是錯誤的？

- A. 具有偽足可以運動
- B. 子實體、孢子等構造和植物者相同
- C. 配子不需水分運送
- D. 體表沒有細胞壁

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	31	49.21
實驗組	63	26	41.27

$$\chi^2 = 0.438^{n.s.}$$

12. 在植物世代交替的過程中，孢子體常常

- A. 由配子經受精作用後產生
- B. 由孢子產生
- C. 含有單倍數的染色體
- D. 體小而不易察見

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	51	80.95
實驗組	63	44	69.84

$$\chi^2 = 0.516^{n.s.}$$

13. 蘚苔植物能在陸上生活，因為

- A. 體內有葉綠體
- B. 莖內有維管束
- C. 具有假根
- D. 精子不需靠水來運送

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	29	46.03
實驗組	63	26	41.27

$$\chi^2 = 0.164^{n.s.}$$

14. 研究光合作用的暗反應，利用下列那一種同位素最合理？

- A. H^3 B. S^{35} C. C^{14}
- D. O^{18}

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	15	23.81
實驗組	63	13	20.63

$$\chi^2 = 0.143^{n.s.}$$

15. 下列的各項敘述，何者可見於植物的光合作用，亦見於植物的呼吸作用？

- A. 任何時間皆發生
- B. 產生 CO_2
- C. 為涉及酵素的反應
- D. 發生於粒線體中

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	44	69.84
實驗組	63	34	53.97

$$\chi^2 = 1.282^{n.s.}$$

16. 水分自植物的根部上升至葉，下列那一項敘述與之無關？

- A. 導管為很細的管道
- B. 葉的蒸散作用
- C. 水的黏附力
- D. 細胞的呼吸作用

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	53	84.13
實驗組	63	55	87.30

$$\chi^2 = 0.037^{n.s.}$$

17. 莖向一邊彎曲生長的理由是因為生長素可以

- A. 刺激光強的一側生長
- B. 刺激光弱的一側生長
- C. 抑制光強的一側生長
- D. 抑制光弱的一側生長

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	20	31.75
實驗組	63	24	38.10

$$\chi^2 = 0.364^{n.s.}$$

18. 保衛細胞內的水分多時可以促進光合作用，因為這些水分可以

- A. 吸收 CO_2
- B. 促使其他細胞的葉綠體發生作用
- C. 使氣孔開放
- D. 使進入的光線增加

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	55	87.30
實驗組	63	48	76.19

$$\chi^2 = 0.476^{n.s.}$$

19. 比較雙子葉和單子葉植物，下列那一項是錯誤的？

- | 雙子葉植物 | 單子葉植物 |
|-----------------|-------------|
| A. 葉片具網狀葉脈 | 葉片具平行脈 |
| B. 維管束具有形成層 | 維管束不具形成層 |
| C. 花的各部為4、5或其倍數 | 花的各部為3或3的倍數 |
| D. 維管束散生於莖中 | 維管束排列成環狀 |

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	56	88.89
實驗組	63	48	76.19

$$\chi^2 = 0.615^{n.s.}$$

20. 根據雷尼蕨的化石，科學家推測這種植物能行光合作用，因為他們

- A. 具有葉
- B. 表皮有氣孔
- C. 具有維管束
- D. 莖枝具有根的功用

	總人數	答對人數	答對百分率
對照組	63	35	55.56
實驗組	63	30	47.62

$$\chi^2 = 0.385^{n.s.}$$

柒、問卷調查的分析結果

本計畫研究結果顯示，國中生物課程實驗班學生頗能適應高中生物科的教學。

(一)其實驗能力顯然比對照組強，(二)比較喜

表 一

日 期	舉辦之實驗學校	返校出席 實驗班人數	指 導 教 授	科 教 中 心 輔 導 教 授
2 月 7 日	北縣永和國中	23	諸亞農、張路西	魏 明 通
	北市明德國中	27	溫永福、楊榮祥	趙 文 敏
2 月 8 日	高市五福國中	33	溫永福、楊榮祥	許 榮 富
	北市忠孝國中	24	諸亞農、張路西	洪 志 明
2 月 9 日	臺東新生國中	37	溫永福、楊榮祥	許 榮 富
	中縣大甲國中	44	諸亞農、張路西	趙 文 敏
2 月 10 日	基隆中正國中	38	溫永福、張路西	洪 志 明

歡推理思考的學習活動，(三)雖然表示「學過的生物知識較少」，但實驗班學生的高中生物成就測驗成績並不比對照班差(差異未達顯著水準)。

國中生物新課程將自本年度新學期開始實施，如能維持本計畫實驗班的教材與正常教學型態，當可發揮本課程之理想。

捌、追蹤輔導座談會結果之分析

根據本小組研究計畫，除了書面的問卷與測驗資料之外，再藉寒假期間由各實驗學校分別舉辦實驗班學生返校座談會，經由面對面的晤談溝通有關高國中生物課程，包括教材教法等問題。

各地區追蹤輔導座談會日期內容等簡列如表一。

這七個梯次的追蹤輔導座談會所獲得

之資料甚為豐富，一方面核對書面(問卷)資料的可靠性，另一方面亦收集到解釋問題調查結果的資料。此外，本座談會尚有下列各點為值得注意的成效：

一、了解實驗班學生的適應能力：實驗班的教材以及教學方法均與一般國中者不盡相同，高中生物教師都無法顧及此因素，難免忽略這一批學生的學前評估，而使他們發生學習困難。但，輔導座談會上溝通結果顯示這群實驗班學生頗能克服障礙，在很短時間內適應新的學習環境。顯示大部分實驗班學生都已養成主動積極的學習態度，以及較高的推理思考能力。

二、充分達成溝通與輔導的功能：實驗班學生接受不同的國中自然學科課程教育，到高中以後，無論對於高中教材、教學方法、乃至學習態度等，難免對過去在國中的教育產生疑惑，經輔導教師之輔導，均能恢復其信心，重新把握其正確的學

習態度。

三、了解高國中教材銜接與教學方式的正常化問題；實驗班學生大都表示懷念國中時代的學習環境，其主要原因包括教材與教學方法的銜接問題。由國中至高中生物，其概念發展體系極待重新研討，正常化的教學（重推理思考及從做中學）更需設法極力推行，否則可能使任何優良的課程目標盡失效能。

由以上各種客觀（測驗）與主觀（問卷、晤談）資料分析結果顯示國中生物課程改進計畫所編製之試用教材有很重要的特色，實有推廣的價值。教育部已決定自本年度新學年開始實施新課程。雖然國中生物課程仍然安排在一年級，每星期三小時的課程（實驗課程為每星期二小時在一、二年級修習的課程），但，其教材將以本試用教材為基礎，如各校能像本計畫實驗班一樣實施「重推理思考」「重實驗操作」「從做中學習」的正常化教學，當可充分發揮本課程之一切理想效能。

結 論

中研院第十五屆 新選數理及生物組院士簡介

編 輯 室

丘成桐 （數理組）

民國卅八年四月生，廣東人，現為美國普林斯頓高等研究所教授。

他的最主要成就是解決了許多微分幾何學與偏微分方程理論上懸疑已久的問題，這些問題的解決掃除了許多數學進展上的障礙，因此在一九八二年獲得有「數學界諾貝爾獎」之稱的國際數學聯盟的菲爾茲獎章，此獎每四年頒發一次，是數學研究上的最高榮譽。

丘成桐的當選，成為中研院最年輕的院士。

吳耀祖 （數理組）

民國十三年三月生，江蘇人，現為美國加州理工學院正教授及美國國家工程學院院士。

他在流體力學及生物流體力學方面，有傑出貢獻，在美國引起相當普遍重視，其工作範圍既深且廣。