

第四章 研究結果與討論

本章共分成七節說明實驗結果，第一節為感應起電讀圖理解測驗性別、學習成就之整體表現；第二節為不同性別在感應起電讀圖理解測驗的表現成效分析；第三節為不同學習成就者在感應起電讀圖理解測驗的表現成效分析；第四節為性別與學習成就對感應起電讀圖理解測驗表現成效之分析；第五節為感應起電讀圖理解結果分析；第六節為不同學習成就者閱讀歷程類型分析；第七節為讀圖文習慣結果分析；第八節為晤談結果資料。

第一節 感應起電讀圖理解性別、學習成就之整體表現

本研究對象合計共 72 人，其中男生 39 人，女生 33 人。主要有兩個測驗工具，分別為「感應起電讀圖理解前測」、「感應起電讀圖理解後測」，茲將所蒐集資料作描述統計與 t 考驗及單因子變異數分析之情形。

一、不同性別之感應起電讀圖理解前測整體表現

本研究之感應起電讀圖理解總共有 25 題，總分為 100 分，其中男生前測總分平均為 38.26 分，女生前測總分平均為 36.85 分，詳細資料如表 4-1-1 所示。且不同性別學生前測總分盒狀圖如圖 4-1-1 所示，確定無極端值存在。

表 4-1-1 不同性別之學生前測總分描述統計表

性別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
男	39	38.26	18.35	2.94
女	33	36.85	18.19	3.17
總平均	72	37.61	18.16	2.14

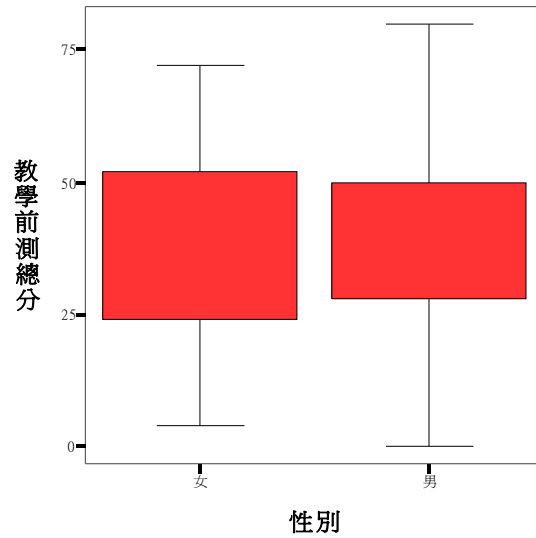


圖 4-1-1 不同性別學生前測總分盒狀圖

經過獨立樣本 t 考驗，如表 4-1-2 所示，發現結果未達顯著水準 ($p=0.75 > 0.05$)，表示不同性別學生的感應起電讀圖理解前測成績並無明顯差異。

表 4-1-2 不同性別學生前測總分之獨立 t 考驗

t 值	自由度	顯著性 (雙尾)	差異的 95% 信賴區間	
			下界	上界
0.33	70.00	0.75	-7.21	10.03

二、不同性別之感應起電讀圖理解後測整體表現

本研究之感應起電讀圖理解總共有 25 題，總分為 100 分，其中男生後測總分平均為 73.13 分，女生後測總分平均為 70.06 分，詳細資料如表 4-1-3 所示。且不同性別學生後測總分盒狀圖如圖 4-1-2 所示，確定無極端值存在。

表 4-1-3 不同性別學生後測總分描述統計表

性別	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤
男	39	73.13	18.56	2.97
女	33	70.06	15.20	2.65
總平均	72	71.72	17.05	2.01

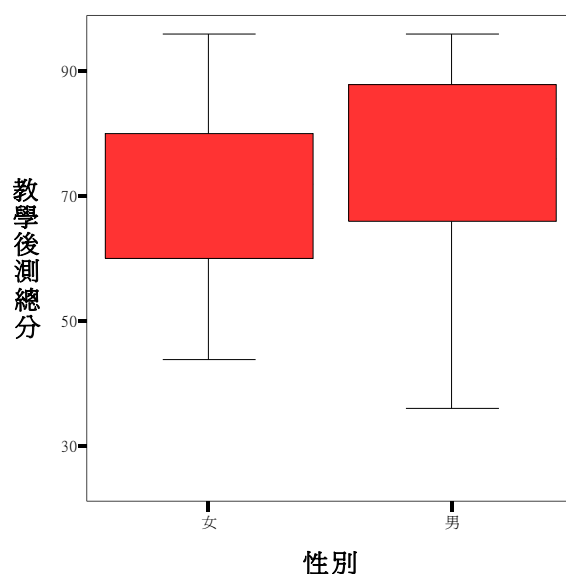


圖 4-1-2 不同性別學生後測總分盒狀圖

經過獨立樣本 t 考驗，如表 4-1-4 所示，發現結果未達顯著水準 ($p=0.45 > 0.05$)，表示不同性別學生的感應起電讀圖理解後測成績並無明顯差異。由此可見，性別的差異對感應起電讀圖理解後測並無顯著差異。

表 4-1-4 不同性別學生後測總分之獨立 t 考驗

t 值	自由度	顯著性 (雙尾)	差異的 95% 信賴區間	
			下界	上界
0.76	70.00	0.45	-5.00	11.14

三、不同學習成就之感應起電讀圖理解測驗前測整體表現

本研究根據在校成績在班級前 1/3、中 1/3、低 1/3 將學生分為高、中、低學習成就。其中高學習成就學生前測總分平均為 49.33 分 ($SD=15.50$)，中學習成就學生前測總分平均為 37.83 分 ($SD=14.83$)，低學習成就學生前測總分平均為 25.67 分 ($SD=16.30$)，詳細資料如表 4-1-5 所示。且不同學習成就學生前測總分盒狀圖如圖 4-1-3 所示，確定無極端值存在。

表 4-1-5 不同學習成就學生之前測總分之描述統計

學習成就	平均數	標準差	個數
高成就	49.33	15.5	24
中成就	37.83	14.83	24
低成就	25.67	16.3	24

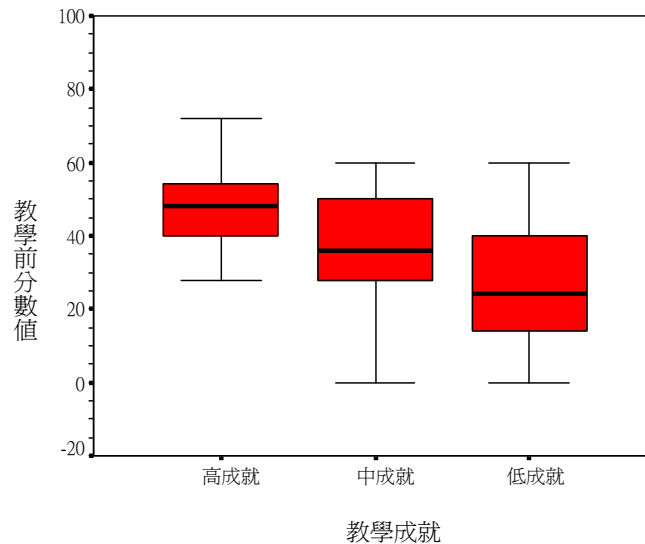


圖 4-1-3 不同學習成就學生前測總分盒狀圖

經過單因子變異數分析，如表 4-1-6 所示，發現結果達顯著水準 ($p=0.000 < 0.05$)，表示不同學習成就學生的感應起電讀圖理解前測成績有明顯差異。由此可見，學習成就的差異對感應起電讀圖理解前測有相當的影響。

表 4-1-6 不同學習成就學生前測總分之單因子變異數分析

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	6723.111	2	3361.556	13.897	0.000*
組內 (誤差)	16690.000	69	241.884		
總和	23413.111	71			

四、不同學習成就之感應起電讀圖理解測驗後測整體表現

高學習成就學生後測總分平均為 81.17 分 ($SD=9.62$)，中學習成就學生後

測總分平均為 77.67 分 (SD=11.49)，低學習成就學生後測總分平均為 56.33 分 (SD=17.21)，詳細資料如表 4-1-7 所示。且不同學習成就學生後測總分盒狀圖如圖 4-1-4 所示，確定無極端值存在。

表 4-1-7 不同學習成就學生之後測總分之描述統計

學習成就	平均數	標準差	個數
高成就	81.17	9.62	24
中成就	77.67	11.49	24
低成就	56.33	17.21	24
總和	71.72	17.05	72

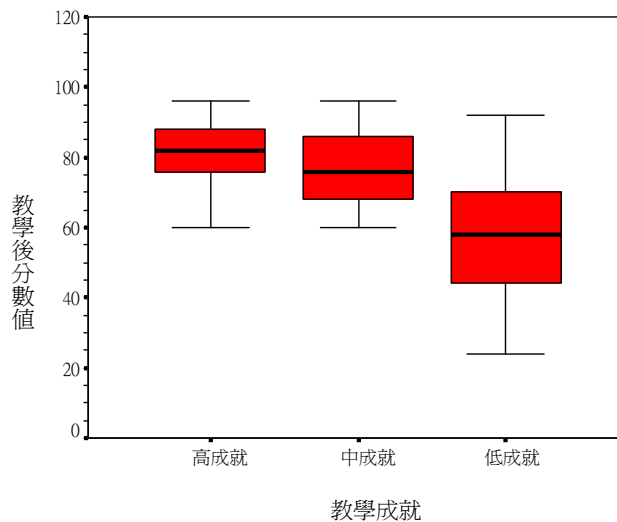


圖 4-1-4 不同學習成就學生後測總分盒狀圖

經過單因子變異數分析，如表 4-1-8 所示，發現結果達顯著水準 ($p=.000 < 0.05$)，表示不同學習成就學生的感應起電讀圖理解後測成績有明顯差異。由此可見，學習成就的差異對感應起電讀圖理解後測是有影響的。

表 4-1-8 不同學習成就學生後測總分之單因子變異數分析

變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	8672.444	2	4336.222	24.979	0.000
組內 (誤差)	11978.000	69	173.594		
總和	20650.444	71			

第二節 不同性別對感應起電讀圖理解測驗的表現成效分析

本章將分兩面向來討論性別對學生在感應起電讀圖理解測驗表現情形，分別為「不同性別之感應起電讀圖理解測驗各向度答對率比較」和「不同性別之感應起電讀圖理解測驗共變數分析」。

一、不同性別之感應起電讀圖理解測驗各向度答對率比較

本研究將感應起電讀圖理解測驗分為五個不同分類向度，分別為「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」和「過程」向度與兩個表徵結構，包括「敘述性結構」、「概念性結構」向度。其中「動作者」向度共有 5 題、「目標」向度共有 4 題、「屬性」向度共有 10 題、「載體」向度則有 4 題、「過程」向度共有 2 題與兩個表徵結構，「敘述性結構」向度有 11 題、「概念性結構」向度有 14 題。以下針對各向度答對率做說明。

(一) 不同性別在圖形成分元素分類向度進步情形

在五個不同的分類向度上，整體男生成績進步表現比女生較佳。其中以「目標」向度進步幅度差異較大。如在「目標」向度上，男生較女生進步比率高達 10.91%；在「載體」中，男生較女生答對進步比率高 9.19%，顯示男生在「目標」、「載體」向度表現皆優於女生；而在「動作者」向度女生明顯高於男生，表示女生在教學後就「動作者」向度，其另有概念降低。比較五個向度中，以「過程」向度整體答對進步比率高於其他四個向度。詳細情形與比較請見表 4-2-1 和圖 4-2-1 所示。

表 4-2-1 不同性別學生在不同分類向度上進步情形

答對進步率 (%)	動作者	目標	屬性	載體	過程
男	37.44	53.85	56.82	46.10	67.95
女	47.33	42.94	54.21	36.91	63.64

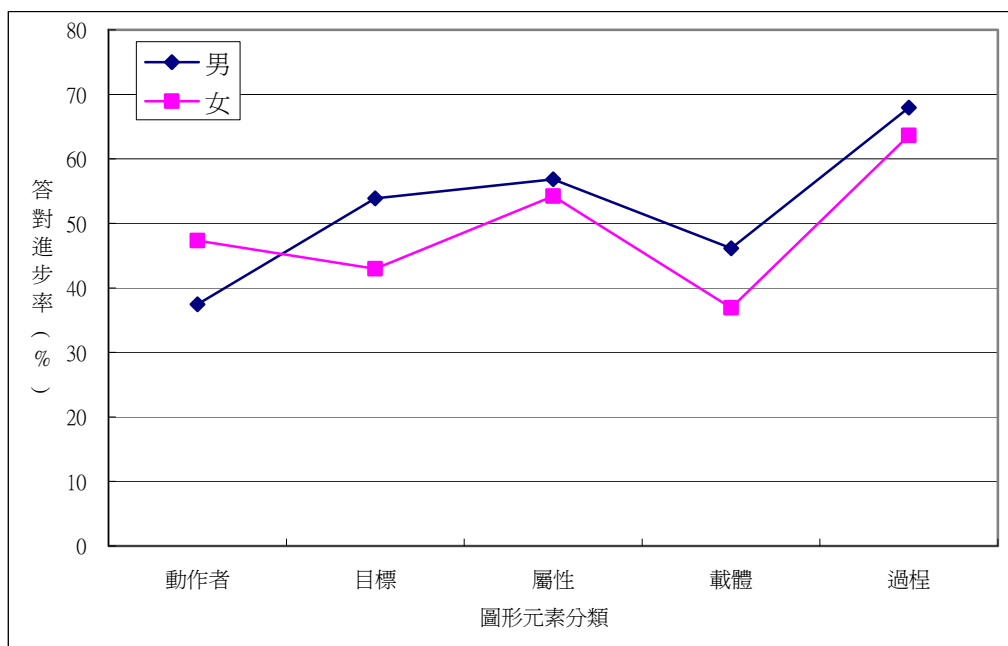


圖 4-2-1 不同性別學生在不同分類向度上進步情形之比較圖

(二) 不同性別在圖形表徵過程向度上進步情形

在兩個不同的表徵結構上，其進步分數差異均較為明顯，其中男生答對進步比率幅度以「概念性結構」向度的 55.56% 高於女生的 51.21%；在「敘述性結構」中，男生答對進步率亦高於女生 4.03%。且比較「敘述性結構」與「概念性結構」兩者，研究發現「敘述性結構」與「概念性結構」整體男生進步幅度明顯高於女生，表示男生經由教學後對於圖形方式的表示較能理解，並且有進步，詳細情形與比較請見表 4-2-2 和圖 4-2-2 所示。

表 4-2-2 不同性別學生在表徵結構上進步情形

答對進步率 (%)	敘述性	概念性
男	55.97	55.56
女	51.94	51.21

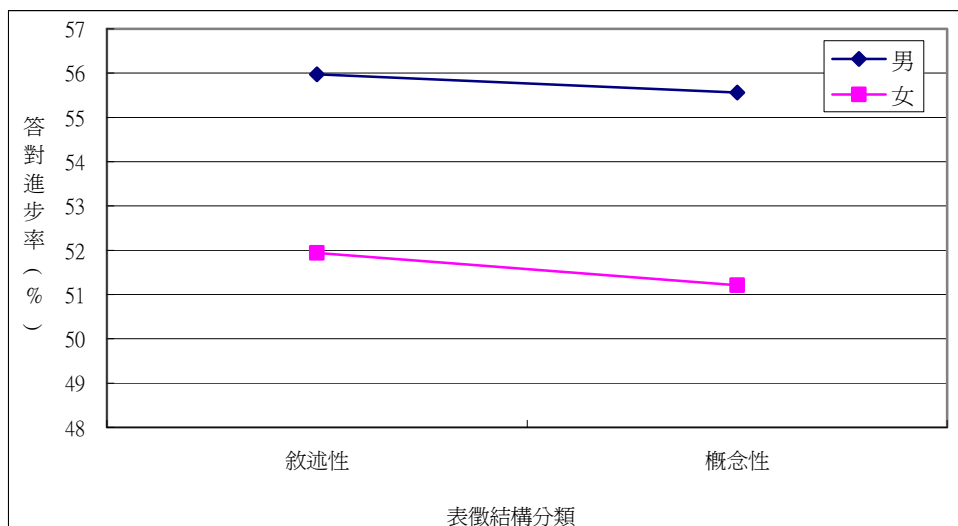


圖 4-2-2 不同性別學生在表徵結構上進步情形之比較圖

二、不同性別之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

本研究在變異數分析中，先經由二因子共變數分析，即以「性別」、「學習成就」為自變數、「後測得分」為依變數、「前測得分」為共變數，進行分析。得知性別和學習成就間並無顯著交互作用 ($F=0.679, P=.511 > .05$)。

因性別和學習成就間並無顯著交互作用，故以下對感應起電讀圖理解測驗的變異數分析，皆以單因子共變數分析法，即「性別」為自變數、「後測得分」為依變數、「前測得分」為共變數進行分析。以下主要分為三部份來討論，分別是「感應起電讀圖理解測驗整體表現之共變數分析」、「圖形內各成分元素分類向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析」、「圖形內表徵結構向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析」。

(一) 感應起電讀圖理解整體表現之共變數分析

男生後測總分平均為 73.13 分 ($SD=18.56$)，女生後測總分平均為 70.06 分 ($SD=15.20$)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-3 所示，男生的表現未顯著優於女生 ($F=0.488, P=.487 > .05$)。

表 4-2-3 感應起電讀圖理解測驗整體表現之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間(性別)	92.323	1	92.323	0.488	0.487
組內(誤差)	13061.664	69	189.299		
全體總和	391024.00	72			

(二) 圖形內各成分元素分類向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

本研究將感應起電讀圖理解測驗分為五個不同分類向度，分別為「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」和「過程」向度。其中「動作者」向度共有 5 題、「目標」向度共有 4 題、「屬性」向度共有 10 題、「載體」向度有 4 題、「過程」向度共有 2 題。以下以此五分類向度來討論其單因子共變數分析。

1. 「動作者」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「動作者」向度前測總分平均為 9.0 分 (SD=4.23)。男生在「動作者」向度後測總分平均為 13.85 分 (SD=4.09)，女生在「動作者」向度後測總分平均為 14.06 分 (SD=4.37)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-4 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 (F=0.328, P=.569 >.05)。

表 4-2-4 「動作者」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間(性別)	4.844	1	4.844	0.328	0.569
組內(誤差)	1020.431	69	14.789		
全體總和	15248	72			

2. 「目標」向度之感應起電讀圖理解測驗變異數分析

「目標」向度前測總分平均為 6.06 分 (SD=4.89)。男生在「目標」向度後測總分平均為 11.90 分 (SD=4.35)，女生在「目標」向度後測總分平均為 10.67 分 (SD=4.65)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-5 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=3.221, P=.077>.05$)。

表 4-2-5 「目標」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	48.601	1	48.601	3.221	0.077
組內 (誤差)	1041.160	69	15.089		
全體總和	10688	72			

3. 「屬性」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「屬性」向度前測總分平均為 16.67 分 (SD=8.88)。男生在「屬性」向度後測總分平均為 31.59 分 (SD=8.45)，女生在「屬性」向度後測總分平均為 30.18 分 (SD=6.79)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-6 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=0.358, P=.552>.05$)。

表 4-2-6 「屬性」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	19.096	1	19.096	0.358	0.552
組內 (誤差)	3679.668	69	53.329		
全體總和	73168	72			

4. 「載體」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「載體」向度前測總分平均為 4.33 分 (SD=4.12)。男生在「載體」向度後測總分平均為 9.85 分 (SD=5.01)，女生在「載體」向度後測總分平均為 9.21 分 (SD=4.18)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-7 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=0.468, P=.496 > .05$)。

表 4-2-7 「載體」向度感應起電讀圖理解測驗表現之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	7.885	1	7.885	0.468	0.496
組內 (誤差)	1163.423	69	16.861		
全體總和	8096	72			

5. 「過程」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「過程」向度前測總分平均為 1.56 分 (SD=2.38)。男生在「過程」向度後測總分平均為 5.95 分 (SD=2.57)，女生在「過程」向度後測總分平均為 5.94 分 (SD=2.67)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-8 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=0.010, P=.919 > .05$)。

表 4-2-8 「過程」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	0.070	1	0.070	0.010	0.919
組內 (誤差)	467.434	69	6.774		
全體總和	3024	72			

(三) 圖形內表徵結構向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

本研究針對圖片內表徵結構，將感應起電讀圖理解測驗分為兩個表徵結構向度，分別為「敘述性結構」、「概念性結構」向度。其中「敘述性結構」向度共有 11 題、「概念性結構」向度共有 14 題。以下針對此兩種表徵結構向度來討論其單因子共變數分析。

1. 「敘述性結構」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「敘述性結構」向度前測總分平均為 16.61 分 (SD=8.80)。男生在「敘述性結構」向度後測總分平均為 31.69 分 (SD=8.07)，女生在「敘述性結構」向度後測總分平均為 30.67 分 (SD=9.26)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-9 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=0.297, P=.587>.05$)。

表 4-2-9 「敘述性結構」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	14.046	1	14.046	0.297	0.587
組內 (誤差)	3261.218	69	47.264		
全體總和	75424	72			

2. 「概念性結構」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「概念性表徵結構」向度前測總分平均為 21.00 分 (SD=11.09)。男生在「概念性結構」向度後測總分平均為 41.44 分 (SD=11.66)，女生在「概念性結構」向度後測總分平均為 39.39 分 (SD=8.07)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-2-10 所示，不同性別學生的表現未顯著優於不同學習成就學生的表現 ($F=0.521, P=.473>.05$)。

表 4-2-10 「概念性結構」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (性別)	45.086	1	45.086	0.521	0.473
組內 (誤差)	5965.774	69	86.460		
全體總和	125424	72			

第三節 不同學習成就者在感應起電讀圖理解測驗的表現成效分析

本節對感應起電讀圖理解測驗的共變數分析，皆以單因子共變數分析法，即「學習成就」為自變數、「後測得分」為依變數、「前測得分」為共變數來進行分析。以下主要分為「不同學習成就之感應起電圖形理解答對率比較」、「不同學習成就學生對感應起電圖形理解整體表現之共變數分析」、「不同學習成就學生對感應起電圖形內成分元素分類向度之共變數分析」和「不同學習成就學生對感應起電圖形內表徵結構向度之共變數分析」。

一、不同學習成就學生之感應起電圖形理解各向度答對率比較

本研究將感應起電讀圖理解測驗分為五個不同分類向度，分別為「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」和「過程」向度與兩個表徵結構，包括「敘述性結構」、「概念性結構」向度。其中「動作者」向度共有 5 題、「目標」向度共有 4 題、「屬性」向度共有 10 題、「載體」向度則有 4 題、「過程」向度共有 2 題與兩個表徵結構，「敘述性結構」向度有 11 題、「概念性結構」向度有 14 題。以下針對各向度答對率做說明。

(一) 不同學習成就學生在圖形元素分類向度進步情形

在五個不同的分類向度上，中學習成就學生成績進步表現比高、低學習成就學生較佳。其中以「過程」進步幅度差異較大。如在「過程」向度上，中學習成就學生較高學習成就學生進步比率高達 16.66%、中學習成就學生較低學習成就學生進步比率高達 35.41%；在「屬性」以及「載體」中，中學習成就學生較高學習成就學生分別答對進步比率 8%，以及答對進步比率 5.5%，顯示中成就者在「過程」、「屬性」、「載體」向度表現皆優於高、低成就者，顯示教學後對中成就者有改變其另有概念；在「動作者」向度低學習成就學生皆低於高、中學習成就者，且答對進步比率明顯比其他向度還低，表示低成就學生在教學後對「動作者」向度改變他的另有概念較為困難，詳細情形與比較請見表 4-3-1 和圖 4-3-1 所示。

表 4-3-1 不同學習成就學生在不同分類向度上進步情形

答對進步率 (%)	動作者	目標	屬性	載體	過程
低成就	27.75	32.29	45.96	33.33	47.92
中成就	40.83	49.29	64.46	48.92	83.33
高成就	57.33	64.96	56.46	43.42	66.67

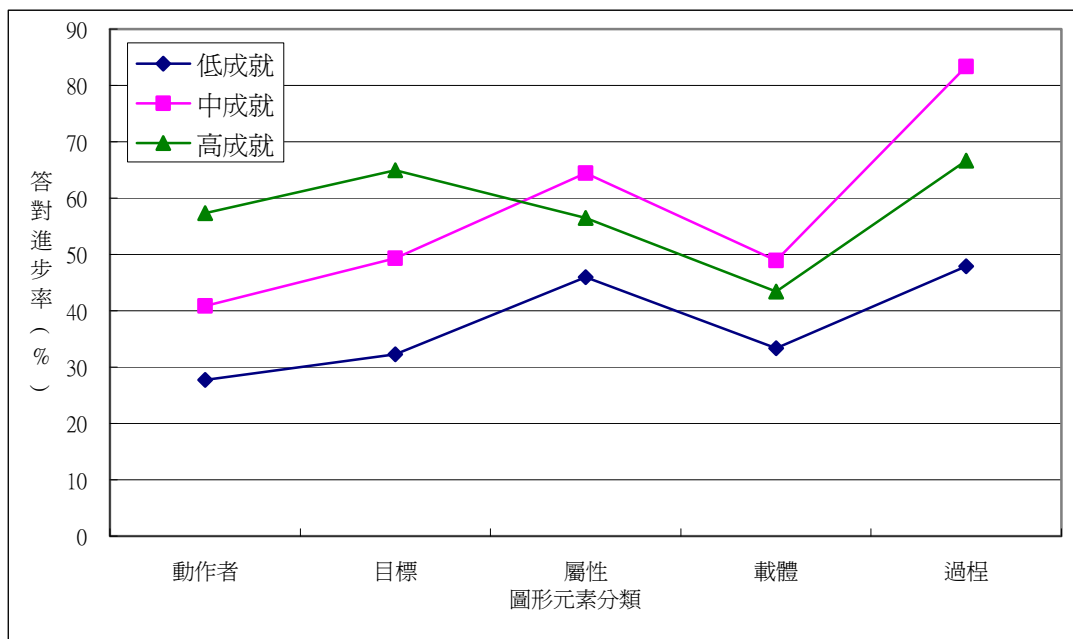


圖 4-3-1 不同學習成就學生在不同分類向度上進步情形之比較圖

(二) 不同學習成就學生在過程表徵上進步情形

在兩個不同的表徵結構上，以「概念性結構」進步分數差異最為明顯，其中以中學習成就學生答對進步比率幅度 62.92% 最高，而高學習成就學生答對進度比率幅度 52.42%，皆比低學習成就學生進步的多；在「敘述性結構」中，高學習成就學生與中學習成就學生答對進步比率皆相近且高於低學習成就學生，表示高、中成就學生經由教學後圖形理解是有進步的，詳細情形與比較請見表 4-3-2 和圖 4-3-2 所示。

表 4-3-2 不同學習成就學生在表徵結構上進步情形

答對進步率 (%)	敘述性結構	概念性結構
低成就	36.83	45.38
中成就	61.38	62.92
高成就	64.17	52.42

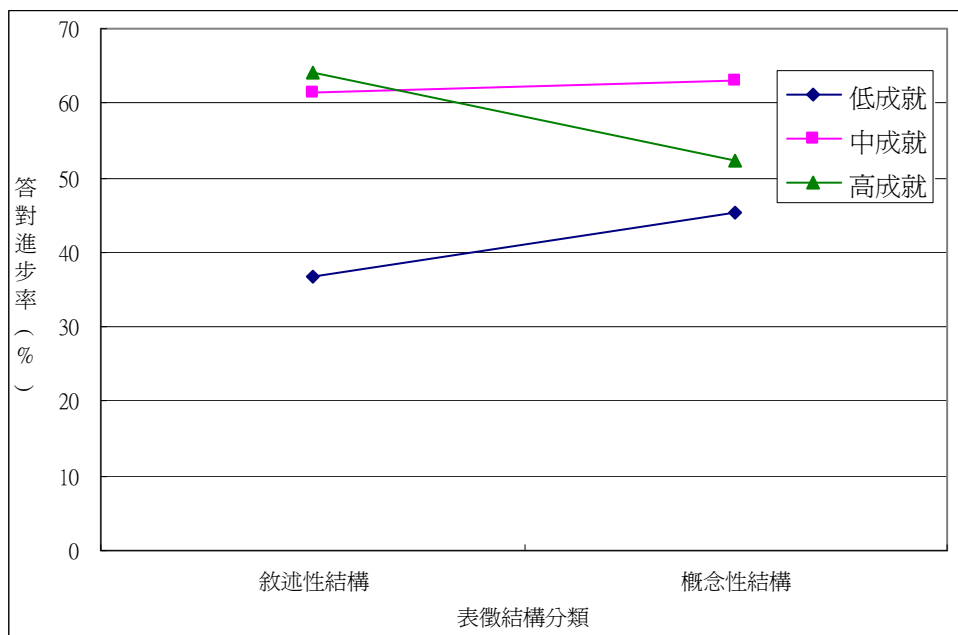


圖 4-3-2 不同學習成就學生在表徵結構上進步情形之比較圖

二、不同學習成就學生之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

以下是不同學習成就學生對感應起電讀圖理解測驗的共變數分析，皆以單因子共變數分析法，即「學習成就」為自變數、「後測得分」為依變數、「前測得分」為共變數進行分析。

(一) 感應起電讀圖理解測驗整體表現之共變數分析

高學習成就學生後測總分平均為 81.17 分；中學習成就學生後測總分平均為 77.67 分；低學習成就學生後測總分平均為 56.33 分。進行單因子共變數分析的結果，如表 4-3-3 顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別的學生 ($F=12.044, P=.000 < .05$)。

表 4-3-3 感應起電讀圖理解測驗整體表現之共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	3440.691	2.000	1720.345	12.044*	0.000
組內 (誤差)	9713.296	68.000	142.843		
全體總和	391024	72			

* $P < .05$

(二) 圖形內各成分元素分類向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

本研究將感應起電圖形理解測驗分為五個不同分類向度，分別為「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」向度和「過程」。其中「動作者」向度共有 5 題、「目標」向度共有 4 題、「屬性」向度共有 10 題、「載體」向度有 4 題、「過程」向度共有 2 題。以下以此五分類向度來討論其單因子共變數分析。

1. 「動作者」向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

「動作者」向度前測總分平均為 9.0 分 (SD=4.23)。高學習成就學生後測總分平均為 16.33 分 (SD=3.10)，中學習成就學生後測總分平均為 14.67 分 (SD=3.05)，低學習成就學生後測總分平均為 10.83 分 (SD=4.33)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-4 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 ($F=9.734, P=.000<.05$)。

表 4-3-4 「動作者」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	228.192	2	114.096	9.734*	0.000
組內 (誤差)	797.082	68	11.722		
全體總和	15248	72			

* $P<.05$

經 Scheffe 事後檢定比較發現，對「動作者」向度而言，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000<.05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000<.05$)，如表 4-3-5 所示。

表 4-3-5 學習成就對「動作者」向度在後測成績之 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P<.05$

2. 「目標」向度之感應起電讀圖理解之共變數分析

「目標」向度前測總分平均為 6.06 分 (SD=4.89)。高學習成就學生後測總分平均為 14.17 分 (SD=2.04)，中學習成就學生後測總分平均 12.00 分 (SD=3.73)，低學習成就學生後測總分平均為 7.83 分 (SD=4.79)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-6 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 (F=10.378, P=.000<.05)。

表 4-3-6 「目標」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	254.842	2	127.421	10.378*	0.000
組內 (誤差)	834.919	68	12.278		
全體總和	10688	72			

*P<.05

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 (P=.000<.05)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 (P=.000<.05)，如表 4-3-7 所示。

表 4-3-7 學習成就對「目標」向度在後測成績之 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

*P<.05

4. 「屬性」向度之感應起電讀圖理解之共變數分析

「屬性」向度前測總分平均為 16.67 分 (SD=8.88)。高學習成就學生後測總分平均為 32.83 分 (SD=5.27)，中學習成就學生後測總分平均 33.83 分 (SD=6.24)，低學習成就學生後測總分平均為 26.17 分 (SD=8.98)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-8 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 ($F=5.355, P=.007<.05$)。

表 4-3-8 「屬性」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	503.314	2	251.657	5.355*	0.007
組內 (誤差)	3195.449	68	46.992		
全體總和	73168	72			

* $P<.05$

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000<.05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000<.05$)，如表 4-3-9 所示。

表 4-3-9 學習成就對「屬性」向度在後測成績之 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P<.05$

5. 「載體」向度之感應起電讀圖理解之共變數分析

「載體」向度前測總分平均為 4.33 分 (SD=4.12)。高學習成就學生後測總分平均為 11.50 分 (SD=4.14)，中學習成就學生後測總分平均 10.17 分 (SD=4.08)，低學習成就學生後測總分平均為 7.00 分 (SD=4.61)，經單因子共變異數分析的結果，如表 4-3-10 所示，顯示不同學習成就學生的表現未顯著優於不同性別學生的表現 ($F=2.807, P=.067>.05$)。

表 4-3-10 「載體」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	89.324	2	44.662	2.807	0.067
組內 (誤差)	1081.984	68	15.912		
全體總和	8096	72			

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000<.05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000<.05$)，如表 4-3-11 所示。

表 4-3-11 學習成就對「載體」向度在後測成績之 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P<.05$

6. 「過程」向度之感應起電讀圖理解之共變數分析

「過程」向度前測總分平均為 1.56 分 (SD=2.38)。高學習成就學生後測總分平均為 6.33 分 (SD=2.33)，中學習成就學生後測總分平均 7.00 分 (SD=1.77)，低學習成就學生後測總分平均為 4.50 分 (SD=2.96)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-12 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 ($F=6.647, P=.002<.05$)。

表 4-3-12 「過程」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	76.447	2	38.224	6.647*	0.002
組內 (誤差)	391.057	68	5.751		
全體總和	3024	72			

* $P<.05$

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000<.05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000<.05$)，如表 4-3-13 所示。

表 4-3-13 學習成就對「過程」向度 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P<.05$

(三) 圖形內表徵結構向度之感應起電讀圖理解測驗共變數分析

本研究將感應起電讀圖理解測驗分為兩個不同表徵結構向度，分別為「敘述性結構」、「概念性結構」向度。其中「敘述性結構」向度共有 11 題、「概念性結構」向度共有 14 題。以下針對此兩表徵結構向度來討論其單因子共變數分析。

1. 「敘述性結構」向度之感應起電讀圖理解測驗表現之共變數分析

「敘述性結構」向度前測總分平均為 16.61 分 (SD=8.80)。高學習成就學生後測總分平均為 36.83 分 (SD=4.41)，中學習成就學生後測總分平均 33.67 分 (SD=5.39)，低學習成就學生後測總分平均為 23.17 分 (SD=8.50)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-14 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 ($F=17.622, P=.000 < .05$)。

表 4-3-14 「敘述性結構」向度感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	1118.082	2	559.041	17.622*	0.000
組內 (誤差)	2157.181	68	31.723		
全體總和	75424	72			

* $P < .05$

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000 < .05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000 < .05$)，如表 4-3-15 所示。

表 4-3-15 學習成就對「敘述性結構」向度 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P < .05$

2. 「概念性結構」感應起電讀圖理解測驗表現之共變數分析

「概念性結構」向度前測總分平均為 21.00 分 (SD=11.09)。高學習成就學生後測總分平均為 44.33 分 (SD=7.07)，中學習成就學生後測總分平均 44.00 分 (SD=8.00)，低學習成就學生後測總分平均為 33.17 分 (SD=10.97)，經單因子共變數分析的結果，如表 4-3-16 所示，顯示不同學習成就學生的表現顯著優於不同性別學生的表現 ($F=6.795, P=.002 < .05$)。

表 4-3-16 「概念性結構」感應起電讀圖理解測驗之單因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間 (學習成就)	1001.182	2	500.591	6.795*	0.002
組內 (誤差)	5009.678	68	73.672		
全體總和	125424	72			

* $P < .05$

經 Scheffe 事後檢定比較發現，後測高學習成就學生與低學習成就學生間有顯著差異 ($P=.000 < .05$)；後測中學習成就學生與低學習成就學生間亦有顯著差異 ($P=.000 < .05$)，如表 4-3-17 所示。

表 4-3-17 學習成就對「概念性結構」向度 Scheffe 事後檢定比較表

	高成就	中成就	低成就
高成就	---	---	*
中成就	---	---	*
低成就	*	*	---

* $P < .05$

第四節 性別與學習成就對感應起電讀圖理解測驗表現成效之分析

以下將就「感應起電讀圖理解測驗整體」、「動作者向度感應起電讀圖理解測驗」、「目標向度感應起電讀圖理解測驗」、「屬性向度感應起電讀圖理解測驗」、「載體向度感應起電讀圖理解測驗」、「過程向度感應起電讀圖理解測驗」六個面向來探討性別和學習成就間之交互作用情形。

一、感應起電讀圖理解整體之交互作用情形

以「感應起電讀圖理解前測得分」為共變數，性別和學習成就為因子，「感應起電讀圖理解後測得分」為依變數進行二因子共變數分析，由表 4-4-1 得知，性別與學習成就之間並無顯著交互作用 ($F=0.679, P=.511 > .05$)。

表 4-4-1 感應起電讀圖理解測驗整體表現之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	51.442	1	51.442	0.353	0.554
教學成就	3289.936	2	1644.968	11.288	0.000
性別 * 學習成就	197.907	2	98.954	0.679	0.511

二、動作者向度感應起電讀圖理解測驗之交互作用情形

以「動作者」向度感應起電讀圖理解前測得分為共變數，性別和學習成就為因子，「動作者」向度感應起電讀圖理解後測得分為依變數，進行二因子共變數分析，由表 4-4-2 得知，性別和學習成就之間並無顯著交互作用 ($F=0.501, P=.608 > .05$)。

表 4-4-2 「動作者」向度感應起電讀圖理解測驗之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	4.492	1	4.492	0.374	0.543
成就分組	232.405	2	116.202	9.666	0.000
性別 * 學習成就	12.045	2	6.022	0.501	0.608

三、目標向度感應起電讀圖理解測驗之交互作用情形

以「目標」向度感應起電讀圖理解前測得分為共變數，性別和學習成就為因子，「目標」向度感應起電讀圖理解後測得分為依變數，進行二因子共變數分析，由表 4-4-3 得知，性別和學習成就間並無顯著交互作用 ($F=0.368$ ， $P=.694 >.05$)。

表 4-4-3 「目標」向度感應起電讀圖理解測驗之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	43.086	1	43.086	3.571	0.063
成就分組	251.805	2	125.902	10.435	0.000
性別 * 學習成就	8.870	2	4.435	0.368	0.694

四、屬性向度感應起電讀圖理解測驗之交互作用情形

以「屬性」向度感應起電讀圖理解前測得分為共變數，性別和學習成就為因子，「屬性」向度感應起電讀圖理解後測得分為依變數，進行二因子共變數分析，由表 4-4-4 得知，性別和學習成就間並無顯著交互作用 ($F=0.725$ ， $P=.488 >.05$)。

表 4-4-4 「屬性」向度感應起電讀圖理解測驗之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	7.352	1	7.352	0.153	0.697
成就分組	470.877	2	235.439	4.905	0.010
性別 * 學習成就	69.559	2	34.780	0.725	0.488

五、載體向度感應起電讀圖理解測驗之交互作用情形

以「載體」向度感應起電讀圖理解前測得分為共變數，性別和學習成就為因子，「載體」向度感應起電讀圖理解後測得分為依變數，進行二因子共變數分析，由表 4-4-5 得知，性別和學習成就間有顯著交互作用 ($F=0.5.045$ ， $P=.009 < .05$)。

表 4-4-5 「載體」向度感應起電讀圖理解測驗之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	8.028	1	8.028	0.560	0.457
成就分組	64.233	2	32.117	2.239	0.115
性別 * 學習成就	144.710	2	72.355	5.045	0.009*

* $P < .05$

從以上二因子共變數分析表，可以發現：排除前測成績之後，性別與學習成就在後測成績的學習效果上有顯著的交互作用 ($F=0.5.045$ ， $P=.009 < .05$)，因此進一步進行單純主要效果比較。由表 4-4-6、4-4-7 得知：

1. 在中學習成就中，男女生平均值有顯著差異，男生 ($M=11.899$) 顯著優於女生 ($M=7.373$)。
2. 就男生整體而言，不同學習成就，其學習結果有顯著不同 ($F=6.658$ ， $P < .05$)，高學習成就男生整體 ($M=10.445$)、中學習成就男生整體 ($M=11.899$)，其學習結果均顯著優於低學習成就男生 ($M=6.597$)。

3. 就女生整體而言，不同學習成就，其學習結果也有顯著不同 ($F=4.852$ ， $P<.05$)，高學習成就女生整體，其學習結果分別顯著優於中學習成就、低學習成就的女生。

表 4-4-6 調整後各細格平均數

性別 \ 學習成就	高成就	中成就	低成就
	男	10.445	11.899
女	10.326	7.373	9.195

表 4-4-7 性別與學習成就在後測成績之單純主要效果比較

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性	事後比較
A 因子(性別)						
在高成就	1.049	1	1.049	0.059	0.811	
在中成就	120.333	1	120.333	10.066	0.004*	男生>女生
在低成就	24.000	1	24.000	1.138	0.298	
B 因子 (學習成就)						
在男生	257.895	2	128.948	6.658	0.003*	高成就>低成就 中成就>低成就
在女生	136.746	2	68.373	4.852	0.015*	高成就>低成就 高成就>中成就

* $P<.05$

六、過程向度感應起電讀圖理解測驗之交互作用情形

以「過程」向度感應起電讀圖理解前測得分為共變數，性別和學習成就為因子，「過程」向度感應起電讀圖理解後測得分為依變數，進行二因子共變數分析，由表 4-4-8 得知，性別和學習成就間並無顯著交互作用 ($F=1.236$ ， $P=.297$ $>.05$)。

表 4-4-8 「過程」向度感應起電讀圖理解測驗之二因子共變數分析

變異來源	型 III 平方和	自由度	平均平方 和	F 檢定	顯著性
性別	1.686	1	1.686	0.292	0.591
成就分組	79.376	2	39.688	6.873	0.002
性別 *學習成就	14.271	2	7.136	1.236	0.297

第五節 感應起電讀圖理解測驗結果分析

本節主要就「感應起電」示意圖中五種不同元素分類「動作者」、「目標」、「屬性」、「載體」、「過程」以及學生閱讀圖形的「起始點」來討論高、中、低成就學生在教學前後的閱讀人數及人數百分比統計作答結果分布情形。為求細部瞭解學生在每一題的表現情形，將學生讀圖理解到的內容經三位自然科教師進行編碼，始進行分析。

一、閱讀圖形的「起始點」情形之作答結果分析

學生閱讀圖形的起始點之命題有 1 題，以下針對該題來討論。

在第 1 題中，學生填的答案共有八項：(A) 圖 A 或 B 或 C 或 D (B) 標題 (C) 背景顏色 (D) 圖中文字解釋 (E) 隨便看、答非所問、空白 (F) 正負符號。

先就高、中、低成就者整體而言，研究發現無論是高、中、低成就者，在教學前後皆以「(A) 圖 A 或 B 或 C 或 D」的答案人數最多，整體比率由 79% 上升至 89%，增加了 10%。教學前，高成就者次之的答案是「(D) 圖中文字解釋」(13%)，也有兩位答案是「(B) 標題」(0.8%)；中成就者次多的答案是「(B) 標題」(17%)；而低成就者除了 92% 都是選 (A)，其餘兩位答案則是空白，顯示答案「(A) 圖 A 或 B 或 C 或 D」是圖形中學生閱讀的起始點，大多數學生先看圖形。

此外，分別就高、中、低成就者，進行教學前後讀圖答案分布的改變做比較分析。分析結果發現，高成就者有 1 位一開始選擇「標題」優先，後測改選「圖 A」；有另 1 位前測答案是「圖中文字解釋」，後測選擇「圖 A」；另外 1 位先前選「背景顏色」，後測改選「圖 A」。中成就者教學前有 70% 選 (A)，教學後有 96% 一致皆選擇 (A)。低成就者教學後卻增加了 2 位答案選「圖中文字解釋」者，顯示低成就者認為文字也是幫助理解圖形的一種方式。詳細如表 4-5-1 所示。

表 4-5-1 教學前後對閱讀圖形「起始點」之情形比較

題目	1. 乍看到圖 6-8，你會先從哪裡看起？															
答案	教學前				教學後											
	高成就		中成就		低成就		全體		高成就		中成就		低成就		全體	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
(A)	18	0.75	17	0.70	22	0.92	57	0.79	20	0.83	23	0.96	21	0.88	64	0.89
(B)	2	0.08	4	0.17	0	.00	6	0.08	1	0.04	0	.00	0	.00	1	0.01
(C)	1	0.04	0	.00	0	.00	1	0.01	0	.00	1	0.04	0	.00	1	0.01
(D)	3	0.13	0	.00	0	.00	3	0.04	1	0.04	0	.00	2	0.08	3	0.04
(E)	0	.00	3	.13	2	0.08	5	0.08	1	0.04	0	.00	1	0.04	2	0.03
(F)	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	0.04	0	.00	0	.00	1	0.01

二、「動作者」向度

「動作者」向度之命題一共有 5 題，以下分別就第 5、11、19、23、25 題來討論。

(一)「動作者」向度之作答結果分析

在第 5 題中，學生填答共有十一項：(A) 中和遠端的電荷(接地)、傳電子給金屬球 (B) 推、碰它 (C) 將正電移出金屬球帶走 (把正電吸在手中) (D) 讓球體保持電中性 (E) 靜電、帶負電 (F) 靜電感應 (G) 導電 (H) 帶負離子 (I) 沒有作用 (J) 中和帶電體 (K) 答非所問、不知道、空白。

就教學前與教學後整體而言，研究發現高、中、低學習成就者，皆以「(A) 中和遠端的電荷(接地)、傳電子給金屬球」的答案人數最多，整體從教學前 31% 至教學後 68%，整體明顯進步。其中又以高學習成就者，教學後佔 88% 最高；中學習成就者，教學後佔 63% 次之；低學習成就者，教學後佔 54%。

此外，分別就教學前與教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前低學習成就者提出「(B) 推、碰它」答案佔了 (38%)，多於高學習成就者與中學習成就者提出同一答案的人數百分比 (分別為 21% 與 29%)，顯示學生會認為手是造成一種推力而產生迷思，無法理解此一概念。此外教學前高學習成就者亦有 17% 提出「(C) 將正電移出金屬球帶走 (把正電吸在手中)」的答

案，顯示圖 B 手的位置造成了學生產生另有概念。教學後顯示學生的另有概念降低了，但是低學習成就學生依然答錯比率（25%）高於高、中學習成就者。最後，研究顯示有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-2 所示。

表 4-5-2 教學前後對「圖 B 手的作用」之比較

題目	5. 你認為在圖 B 中手的作用是什麼？															
	教學前				教學後											
	高成就		中成就		低成就		全體		高成就		中成就		低成就		全體	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
(A)	14	.58	6	.25	2	.08	22	.31	21	.88	15	.63	13	.54	49	.68
(B)	5	.21	7	.29	15	.63	27	.38	0	.00	1	.04	6	.25	7	.10
(C)	4	.17	2	.08	1	.04	7	.10	0	.00	4	.17	3	.13	7	.10
(D)	0	0	1	.04	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	0	0	1	.04	1	.04	2	.03	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(F)	0	0	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(G)	1	.04	1	.04	0	.00	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(I)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(J)	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01
(K)	0	.00	5	.21	3	.13	8	.11	2	.08	2	.08	2	.08	6	.08

在第 11 題中，學生填答共有十六項：(A) 電為超距力，並非接觸（一些距離即可）(B) 圖上沒畫接觸，是分開的 (C) 因為異性相吸 (D) 不然負電會跑到金屬棒、電子會移動 (E) 會互相影響結果 (F) 磁性不一定要接觸 (G) 靜電傳遞能量不需介質 (H) 接觸跟不接觸結果都一樣 (I) 長形物體是支撐用的 (J) 空白、不知道、答非所問 (K) 做靜電感應、才有靜電 (L) 正負電才能流通、不然電荷無法碰撞、因為電子要互相交流、產生摩擦 (M) 物體才會動、才有變化、才能產生能量 (N) 磁鐵要靠吸引物體 (O) 才能中和 (P) 答非所問、空白、不知道。

就教學前後整體而言，研究發現高、中、低學習成就者，皆以「(A) 電為超距力，並非接觸（一些距離即可）」的答案人數最多，整體從教學前 24% 至教學後 57%，整體明顯進步。其中又以高學習成就者與中學習成就者，教學後佔 71

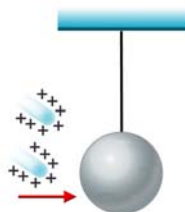
%最高；低學習成就者，教學後佔 29%次之。

此外，分別就教學前與教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前中學習成就者提出「(B) 圖上沒畫接觸，是分開的」答案佔了 (21%)，多於高學習成就者與低學習成就者提出同一答案的人數百分比 (17%)，顯示學生會直接由圖形中判讀概念，圖形傳遞閱讀者的訊息往往讀者只看到表象，因此無法理解此一概念。此外教學前亦有 36%學生提出「(K) ~ (P)」的答案，顯示學生會自行產生另有概念來自圓其說。教學後顯示無論選擇需要或不需要選項的學生另有概念降低了，但是低學習成就學生依然答錯比率高於高、中學習成就者。詳細如表 4-5-3 所示。

表 4-5-3 教學前後對「帶電體與金屬球間作用」之比較

題目	11. 請問長形物體與圓形物體需不需要接觸呢？為什麼？							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
<input type="checkbox"/> 不需要								
(A)	10 .42	5 .21	2 .08	17 .24	17 .71	17 .71	7 .29	41 .57
(B)	4 .17	5 .21	0 .00	9 .13	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(C)	1 .04	1 .04	1 .04	3 .04	1 .04	1 .04	1 .04	3 .04
(D)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	1 .04	3 .13	0 .00	4 .06
(E)	2 .08	0 .00	0 .00	2 .03	0 .00	2 .08	1 .04	3 .04
(F)	2 .08	0 .00	0 .00	2 .03	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(G)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(H)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(I)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(J)	1 .04	2 .08	6 .25	9 .13	4 .17	0 .00	4 .17	8 .11
<input type="checkbox"/> 需要								
(K)	1 .04	2 .08	3 .13	6 .08	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(L)	2 .08	5 .21	1 .04	8 .11	1 .04	1 .04	1 .04	3 .04
(M)	0 .00	2 .08	5 .21	7 .10	0 .00	0 .00	3 .13	3 .04
(N)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(O)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03
(P)	0 .00	1 .04	3 .13	4 .06	0 .00	0 .00	3 .13	3 .04

在第 19 題中，學生填答共有四項：(A) 向左偏 (B) 向右偏 (C) 不動 (D)



圖五

空白、不知道、答非所問。

就教學前後整體而言，研究發現高、中、低學習成就者，皆以「(A) 向左偏」的答案人數最多，整體從教學前 69% 至教學後 83%，整體明顯進步。其中又以高學習成就者，從教學前到教學後答對人數提升 21% 最高與低學習成就者提升比率相同；唯中學習成就者，教學前後答對比率維持不變 (92%)。

此外，再分別就教學前與教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前低學習成就者提出「(B) 向右偏」答案 (29%)，多於高學習成就者與中學習成就者提出同一答案的人數百分比 (分別為 13% 與 4%)，顯示學生亦會因圖形產生另有概念。最後，針對教學後而言，顯示學生的另有概念降低了，但是低學習成就學生答錯比率 (21%) 依然高於高、中學習成就者。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-4 所示。

表 4-5-4 教學前後對「繩子的變化」之比較

題目	19. 請問你認為在圖五中，當兩個帶電體靠近金屬球的過程中，繩子發生了什麼變化？															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率				
(A)	18	.75	22	.92	10	.42	50	.69	23	.96	22	.92	15	.63	60	.83
(B)	3	.13	1	.04	7	.29	11	.15	1	.04	1	.04	5	.21	7	.10
(C)	1	.04	0	.00	3	.13	4	.06	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(D)	2	.08	1	.04	4	.17	7	.10	0	.00	0	.00	4	.17	4	.06

在第 23 題中，學生填答共有五項：(A) 線 (球) 移動後實際位置 (B) 長方形和圓形的連接物 (C) 原本繩子 (球) 的地方 (D) 入射角 (E) 答非所問、不知道、空白。

就教學前後整體而言，研究發現教學前、後，學生皆以「(A) 線 (球) 移動後實際位置」的答案人數最多，整體從教學前 67% 至教學後 88%，整體明顯進步。中學習成就者，從教學前 (58%) 到教學後 (92%) 答對人數比率提升 34% 最高；低學習成就者答對人數比率 (16%) 與高學習成就者，教學前後答對比率 (13%) 差不多。

此外，再分別就教學前與教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就者提出「(A) 線 (球) 移動後實際位置」答案 (79%)，多於中學習成就者與低學習成就者提出同一答案的人數百分比 (分別為 58% 與 63%)；中學習成就者次多的答案是「(B) 長方形和圓形的連接物」(33%)，皆高於高、低學習成就者，顯示學生並不能清楚描述實線的意義。最後，針對教學後而言，分析結果發現高、中學習成就學生選擇正確答案的比率相同 (92%)，且高於低學習成就者 (79%)；教學後提出「(B) 長方形和圓形的連接物」答案以低學習成就者居多，顯示中學習成就者在教學前後選擇 (B) 選項者有明顯降低趨勢。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-5 所示。

表 4-5-5 教學前後對「實線所代表的意義」之比較

題目	23. 請你試著解釋實線是什麼意義？															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體								
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率						
(A)	19	.79	14	.58	15	.63	48	.67	22	.92	22	.92	19	.79	63	.88
(B)	1	.04	8	.33	3	.13	12	.17	1	.04	2	.08	3	.13	6	.08
(C)	2	.08	0	.00	1	.04	3	.04	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(D)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	2	.08	2	.08	4	.17	8	.11	1	.04	0	.00	2	.08	3	.04

在第 25 題中，學生填答共有五項：(A) A (B) B (C) D (D) A、B (E) C (F) B、D。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) A」的答案人數明顯偏低，整體從教學前 56% 至教學後 54%，整體並無進步，卻有稍稍退步。整體教學前次多答案是「(B) B 以及 (C) D」(分別為 19% 和 22%)，而教學後次多的答案是「(B) B 以及 (C) D」(皆為 22%)。其中又以中學習成就者，從教學前 (46%) 到教學後 (58%) 答對人數比率提升 12%；低學習成就者與高學習成就者，教學前後答對比率呈現遞減，顯示學生對於手的位置較無深刻印象，往往不會去注意這一部分。

此外，再分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就者與低學習成就者提出「(A) A」答案 (58~62%)，高於中學習成就者提出同一答案的人數百分比 (為 46%)；中學習成就者次多的答案是「(B) B」(33%)，皆高於高、低學習成就者，顯示學生並不會去注意圖形中的其他部分訊息來幫助記憶手的位置；高學習成就者次多的答案是「(C) D」(33%)，高於中、低學習成就者，由此可知，不同學習成就者從圖形中得到訊息解讀皆不一樣，以致於對手的位置產生不同的詮釋。最後，針對教學後而言，分析結果發現高、低學習成就者皆以選擇「(C) D」答案與中學習成就者選擇「(B) B」並不相同，顯示圖形中手出現的位置與金屬球所偏的角度大小有關，往往會導致學生有迷思概念出現。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-6 所示。

表 4-5-6 教學前後對「手的出現位置」之比較

題目	25. 你認為手的位置會出現在哪一張圖中？(請填代號)															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率				
(A)	14	.58	11	.46	15	.62	40	.56	13	.54	14	.58	12	.50	39	.54
(B)	2	.08	8	.33	4	.17	14	.19	4	.17	7	.29	5	.21	16	.22
(C)	8	.33	4	.17	4	.17	16	.22	6	.25	3	.13	7	.29	16	.22
(D)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(F)	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01

三、「目標」向度

「目標」向度之命題一共有 4 題，以下分別就第 14、17、18、20 題來討論。

(一)「目標」向度之作答結果分析

在第 14 題中，學生填答共有七項：(A) 受帶電體靠近產生靜電感應 (B) 靜電現象 (C) 互相排斥的關係 (D) 兩者電性不相同 (E) 同電荷在一起 (F) 有磁性靠近，靜電感應 (G) 答非所問、不知道。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 受帶電體靠近產生靜電感應」的答案人數整體從教學前 32% 至教學後 72%，整體提升比率 40% 明顯進步。整體教學前次多答案是「(G) 答非所問、不知道」(21%)，以及「(B) 靜電現象」(18%)；而教學後次多答案依然是「(G) 答非所問、不知道」(13%) 但比率明顯降低。其中低學習成就者，教學前答案是「(G) 答非所問、不知道」(33%) 到教學後 (25%) 依然有 6 人選擇皆高於高、中成就者，顯示低成就者雖然閱讀過圖形，但對於圖中的概念仍無頭緒。而高學習成就者，教學前次多答案是「(B) 靜電現象」(29%) 明顯多於中、低學習成就者，顯示高學習成就學生能根據自己的認知作一些回答。

此外，就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發

現教學前中學習成就者提出「(A)受帶電體靠近產生靜電感應」正確答案比率(42%)皆多於高、低學習成就者(分別為38%和17%);低學習成就者提出答案「(G)答非所問、不知道」(33%)多於高、中學習成就者。最後,有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表4-5-7所示。

表 4-5-7 教學前後對「金屬球內正負電荷變化」之比較

題目	14. 你認為圖一中圓形球體裡面符號“-”和“+”為什麼會分開?															
	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率		
(A)	9	.38	10	.42	4	.17	23	.32	23	.96	16	.67	13	.54	52	.72
(B)	7	.29	4	.17	2	.08	13	.18	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(C)	2	.08	2	.08	5	.21	9	.13	0	.00	3	.13	1	.04	4	.06
(D)	2	.08	2	.08	4	.17	8	.11	0	.00	2	.08	3	.13	5	.07
(E)	0	.00	2	.08	0	.00	2	.03	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(F)	1	.04	0	.00	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(G)	3	.13	4	.17	8	.33	15	.21	1	.04	2	.08	6	.25	9	.13

在第17題中,學生填答共有十三項:

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
(F)	(G)	(H)	(I)	(J)
(K)	(L)	(M)		
答非所問、空白	沒變化	正負電隨便分布		

圖三

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A)」的答案人數整體從教學前 64% 至教學後 82%，整體有進步。整體教學前次多答案是「(B)」(11%)，教學後答案明顯降低 (3%)，顯示大部分學生皆能從圖形中產生概念回答正確答案。其中高、中學習成就者，從教學前 (71-75%) 到教學後 (92-96%) 答對人數比率相同且高於低學習成就者，其答對人數比率提升 12%。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前以高、中學習成就者提出「(A)」正確答案 (71-75%) 多於低學習成就者 (46%)，顯示多數學生皆能回答出正確答案；教學前學生的另有概念除了選項 (I) 和 (J) 外皆有選擇。最後，針對教學後而言，分析結果發現高、中學習成就學生答對比率高達 92-96%，幾乎答對，但低學習成就者選擇正確答案 (58%) 只高於半數一些，顯然低成就學生仍有迷思。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-8 所示。

表 4-5-8 教學前後對「帶電體靠近金屬球內發生的變化」之比較

題目	17. 請問你覺得在圖三中，當兩個帶電體靠近金屬球，則金屬球內會產生了什麼變化？							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	18 .75	17 .71	11 .46	46 .64	23 .96	22 .92	14 .58	59 .82
(B)	1 .04	2 .08	5 .21	8 .11	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03
(C)	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01
(D)	2 .08	0 .00	1 .04	3 .04	0 .00	0 .00	3 .13	3 .04
(E)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(F)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(G)	1 .04	1 .04	0 .00	2 .03	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01
(H)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(I)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03
(J)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03
(K)	1 .04	1 .04	4 .17	6 .08	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(L)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(M)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00

在第 18 題中，學生填答共有十三項：

(A)		(B)	(C)
(D)	(E)	(F)	(G)
(I)	(J)	(K)	(M)
(N)	(O)	<p>圖四</p>	
	答非所問、空白		

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A)」的答案人數較多，整體從教學前 21% 至教學後 57%，整體明顯進步。整體教學前次多答案是「(B)」(21%)，顯示學生將最後的金屬球帶電誤認為是靜電感應，教學後仍有 13 位學生認為答案是「(B)」(18%)，顯示學生雖然閱讀過圖形，但對於圖中靜電感應現象仍無法理解。其中又以高學習成就者，從教學前 (38%) 到教學後 (79%) 答對比率高於中、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 41%。低學習成就者教學前後對於此題概念仍有另有概念。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前以高學習成就者答對人數比率（38%）高於中、低學習成就者（分別為17%和8%），次多的答案是「(B)」(29%)；而低學習成就者反而以「(B)」答案（21%）居多，甚至多於正確答案，顯示低學習成就學生較無法從圖中了解感應起電意義。最後，針對教學後而言，分析結果發現學生仍然存在的另有概念為「(B)、(E)」較多。詳細如表4-5-9所示。

表 4-5-9 教學前後對「帶電體離開金屬球內發生的變化」之比較

題目	18. 請問你覺得在圖四中，當兩個帶電體離開金屬球，則金屬球內會產生了什麼變化？															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體								
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率						
(A)	9	.38	4	.17	2	.08	15	.21	19	.79	15	.63	7	.29	41	.57
(B)	7	.29	3	.13	5	.21	15	.21	1	.04	3	.13	9	.38	13	.18
(C)	2	.08	4	.17	3	.13	9	.13	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01
(D)	1	.04	3	.13	2	.08	6	.08	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	1	.04	4	.17	2	.08	7	.10	1	.04	4	.17	3	.13	8	.11
(F)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	1	.04	1	.04	0	.00	2	.03
(G)	1	.04	2	.08	0	.00	3	.04	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(H)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(I)	1	.04	0	.00	1	.04	2	.03	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03
(J)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(K)	0	.00	2	.08	1	.04	3	.04	1	.04	0	.00	1	.04	2	.03
(L)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(M)	1	.04	0	.00	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(N)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(O)	1	.04	1	.04	4	.17	6	.08	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01

在第 20 題中，學生填答共有六項：(A) 均勻分布整顆球 (B) 把+變不見、只有負電、正被帶走 (C) 在球內亂跑 (D) 跑進帶電體內 (E) 逆時鐘旋轉 (F) 靜電 (G) 沒變化 (H) 不知道、空白、答非所問。



圖六

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 均勻分布整顆球」的答案人數較多，整體從教學前 42% 至教學後 63%，整體明顯進步。整體以中學習成就者，從教學前 (42%) 到教學後 (71%) 答對比率多於高、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 29%。選擇「(H) 不知道、空白、答非所問」答案教學前後有下降趨勢，但仍以低學習成就者回答人數最多。反觀選項「(B) 把+變不見、只有負電、正被帶走」的答案，教學前後不減反增，表示學生可能無法正確回答此題意思，因此產生其他答案。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前以高學習成就者答對人數比率 (63%) 多於中、低學習成就者 (分別為 42% 和 21%)。其他次多的答案是「(B) 把+變不見、只有負電、正被帶走」(29%) 以及「(H) 不知道、空白、答非所問」(45%)，以低學習成就者回答最多，顯示低成就者雖有想法離正確答案卻有一個距離。最後，針對教學後而言，分析結果發現另有概念為「(B)、(H)」比率確實減少。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-10 所示。

表 4-5-10 教學前後對「金屬球內負電變化」之比較

題目	20. 在圖六中，你認為符號“-”產生了什麼變化？							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	15 .63	10 .42	5 .21	30 .42	18 .75	17 .71	10 .42	45 .63
(B)	2 .08	6 .25	7 .29	15 .21	5 .21	3 .13	7 .29	15 .21
(C)	0 .00	3 .13	0 .00	3 .04	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03
(D)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(E)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(F)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(G)	2 .08	2 .08	1 .04	5 .07	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01
(H)	5 .21	3 .13	10 .42	18 .25	0 .00	3 .13	4 .17	7 .10

四、「屬性」向度

「屬性」向度之命題一共有 10 題，以下分別就第 2、3、4、6、7、8、12、13、15、22 題來討論。

(一)「屬性」向度之作答結果分析

在第 2 題中，學生填答共有六項：(A) 正離子 (B) 正電荷 (C) 正極 (D) 答非所問 (E) 加號 (F) 帶正電的原子。就高、中、低成就者整體而言，研究發現無論是高、中、低成就者，在教學前後「正電荷」的答案人數最多，整體比率由 78% 提高至 92%，增加了 14%，顯示整體是有進步的。

教學前，高成就者一致選擇答案是「正電荷」(96%)；中成就者教學前有 79% 選 (B)，教學後有 96% 一致皆選出正確答案 (B)；而低成就者前測只有 58% 是選 (B)，後測選對率高達 83%，比率提升 25% 高於中成就的 17%，另外亦有 21% 選「正離子」，顯示學生的另有概念答案包括「正離子」、或「正極」、「加號」。

此外，分別就高、中、低成就者，進行教學前後答案分布變化做分析。分析結果發現，高成就者有 1 位一開始選擇「帶正電的原子」，教學後改選「正離子」，顯示該生將電解質概念與感應起電混淆不清。對中成就學生而言，有 2 位前測答案是「正極」，後測時只有 1 位選擇正確答案「正電荷」，另外 1 位則維持原狀，另一位前測選擇「加號」，後測概念改變改選 (B) 的正確答案。低成就者教學前有 5 位選「負離子」的答案，教學後 3 位概念改變選出正確答案 (B)，但仍有兩位維持原來答案；有 1 位前測選「加號」而後測選「正極」，顯示低成就者教學後有降低其另有概念，仍有少數其想法難以改變。詳細如表 4-5-11 所示。

表 4-5-11 教學前後對「+」所代表的意思為何」之比較

題目	2. 請問圖中黑色的“+”符號代表什麼意思？							
	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	0 .00	0 .00	5 .21	5 .07	1 .04	0 .00	2 .08	3 .04
(B)	23 .96	19 .79	14 .58	56 .78	23 .96	23 .96	20 .83	66 .92
(C)	0 .00	2 .08	2 .08	4 .06	0 .00	1 .04	2 .08	3 .04
(D)	0 .00	2 .08	2 .08	4 .06	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(E)	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(F)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00

在第 3 題中，學生填答共有六項：(A) 負離子 (B) 負電荷 (C) 負極 (D) 答非所問 (E) 減號 (F) 帶負電的原子。就高、中、低成就者整體而言，在教學前後「負電荷」的答案人數最多，整體比率提高至 92%，顯示整體是有進步的。

教學前，高成就者一致選擇答案是「負電荷」(96%) 與教學後是一樣的；中成就者教學前有 79% 選 (B)，教學後有 96% 皆選出正確答案 (B)；而低成就者前測只有 58% 是選 (B)，後測選對率高達 83%，比率提升 25% 高於中成就的 17%，另外亦有 21% 選「負離子」，顯示學生的另有概念答案包括「負離子」、或「負極」、「減號」。

此外，分別就高、中、低成就者，進行教學前後答案分布變化做分析。分析結果發現，高成就者有 1 位一開始選擇「帶負電的原子」，教學後改選「負離子」，顯示該生將電解質概念與感應起電混淆不清。對中成就學生而言，有 2 位前測答案是「負極」，後測時只有 1 位選擇正確答案「負電荷」，另外 1 位則維持原狀；另一位前測選擇「減號」，後測概念改變改選正確答案 (B)。就低成就者在教學前有 5 位選「負離子」的答案，教學後有 3 位概念改變選出正確答案 (B)，但仍有兩位維持原來答案；另外有 1 位前測選「加號」而後測改選「正極」，顯示低成就者教學後有降低其另有概念，仍有少數其想法難以改變。詳細如表

4-5-12 所示。

表 4-5-12 教學前後對「—所代表的意思為何」之比較

題目	3. 請問圖中紅色的“—”符號，你認為它代表什麼意思？							
	教學前				教學後			
答案	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	0 0	0 0	5 .21	5 .07	1 .04	0 0	2 .08	3 .04
(B)	23 .96	19 .79	14 .58	56 .78	23 .96	23 .96	20 .83	66 .92
(C)	0 0	2 .08	2 .08	4 .06	0 0	1 .04	2 .08	3 .04
(D)	0 0	2 .08	2 .08	4 .06	0 0	0 0	0 0	0 0
(E)	0 0	1 .04	1 .04	2 .03	0 0	0 0	0 0	0 0
(F)	1 .04	0 0	0 0	1 .01	0 0	0 0	0 0	0 0

在第 4 題中，學生填答共有十一項：(A) 帶電物體 (B) 玻璃棒 (C) 金屬物質 (導體：鐵、鋁、銀) (D) 磁鐵 (E) 絕緣體 (木棒、塑膠棒、天花板、固體、石板、棒子) (F) 靜電棒 (G) 電極棒 (H) 負電、正電 (I) 電解質 (J) 金屬或玻璃棒 (K) 答非所問、不知道。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 帶電物體」的答案人數增多，整體從教學前 13% 至教學後 57%，整體明顯進步。整體教學前學生的另有概念有「(B) 玻璃棒」、「(C) 金屬物質 (導體：鐵、鋁、銀)」、「(D) 磁鐵」、「(E) 絕緣體 (木棒、塑膠棒、天花板、固體、石板、棒子)」等。其中又以中學習成就者，從教學前 (17%) 到教學後 (71%) 答對比率高於高、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 54%。次多答案的是「(B) 玻璃棒」，且整體學生後測比率明顯比前測高，顯示學生應是運用之前所學之摩擦起電概念進而去推測圖中帶正電的帶電體為何，此題主要是要求學生能從圖形中找到訊息，回答出專有名詞。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前答對人數比率三者都不高，高學習成就者以答案「(B) 玻璃棒」(25%) 居多，顯示高成就者會利用之前概念來推測答案；而中學習成就者反而以「(C)

金屬物質（導體：鐵、鋁、銀）」答案（33%）居多，甚至高於正確答案，顯示較多中學習成就學生認為帶電體是金屬，此與晤談內容中部分學生回答有相似之處；而低學習成就學生則以答案「(D) 磁鐵」、「(K) 答非所問、不知道」居多，顯示低學習成就學生有一部分的人認為吸引就是磁力的表現，誤將磁與電的概念混淆，有一部分學生則是回答不知道。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-13 所示。

表 4-5-13 教學前後對「長形物體為何」之比較

題目	4. 你認為長形物體的部份是什麼物質？															
答案	教學前				教學後											
	高成就		中成就		低成就		全體		高成就		中成就		低成就		全體	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
(A)	4	.17	4	.17	1	.04	9	.13	13	.54	17	.71	11	.46	41	.57
(B)	6	.25	1	.04	4	.17	11	.15	8	.33	4	.17	5	.21	17	.24
(C)	4	.17	8	.33	2	.08	14	.19	0	.00	1	.04	2	.08	3	.04
(D)	1	.04	2	.08	7	.29	10	.14	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	2	.08	1	.04	4	.17	7	.10	3	.13	1	.04	2	.08	6	.08
(F)	1	.04	2	.08	0	.00	3	.04	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(G)	2	.08	1	.04	0	.00	3	.04	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03
(I)	0	0	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(J)	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(K)	2	.08	5	.21	5	.21	12	.17	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03

在第 6 題中，學生填答共有十一項：(A) 表示電子傳向金屬球、地球給予負電 (B) 近端會產生與球異性的電、能跟球中正電接觸（中和）、受正電吸引 (C) 人體是負電 (D) 負電 (E) 手上帶有負離子 (F) 因為有摩擦（靜電）(G) 推球 (H) 人的身體也帶著磁性 (I) 金屬球帶負電 (J) 手為正，空氣為負，才能維持電中性 (K) 答非所問、不知道、空白。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 表示電子傳向金屬球、地球給予負電」的答案人數增多，整體從教學前 24% 至教學後 65%，

整體明顯進步。整體教學前學生的另有概念有「(B) 近端會產生與球異性的電、能跟球中正電接觸 (中和)、受正電吸引」、「(D) 負電」、「(K) 答非所問、不知道、空白」等。其中又以中學習成就者，從教學前 (13%) 到教學後 (71%) 答對比率高於高、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 58%。次多答案的是「(B) 近端會產生與球異性的電、能跟球中正電接觸 (中和)、受正電吸引」(18%) 與「(K) 答非所問、不知道、空白」，顯示學生教學前能從圖中所要傳達的訊息找出答案，但往往並不是正確的，甚至答非所問。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生答對人數比率 (42%) 高於中、低成就者；中學習成就者以答案「(B) 近端會產生與球異性的電、能跟球中正電接觸 (中和)、受正電吸引」(25%) 居多；而低學習成就者反而以「(K) 答非所問、不知道、空白」答案 (33%) 居多，甚至高於正確答案，顯示較多低學習成就學生是不清楚原因為何。詳細如表 4-5-14 所示。

表 4-5-14 教學前後對「手周圍為什麼有一」之比較

題目	6. 你認為在圖 B 中手周圍為什麼有紅色的“  ”？							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	10 .42	3 .13	4 .17	17 .24	16 .67	17 .71	14 .58	47 .65
(B)	5 .21	6 .25	2 .08	13 .18	4 .17	4 .17	2 .08	10 .14
(C)	3 .13	1 .04	0 .00	4 .06	2 .08	2 .08	1 .04	5 .07
(D)	3 .13	5 .21	2 .08	10 .14	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01
(E)	0 .00	1 .04	2 .08	3 .04	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(F)	1 .04	3 .13	2 .08	6 .08	0 .00	1 .04	2 .08	3 .04
(G)	0 .00	0 .00	3 .13	3 .04	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(H)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(I)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(J)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(K)	0 .00	5 .21	8 .33	13 .18	1 .04	0 .00	3 .13	4 .06

在第 7 題中，學生填答共有四項：(A) 黑色的 $+$ (B) 紅色的 $-$ (C) 兩者都會 (D) 不知道。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(B) 紅色的 $-$ 」的答案人數有增加，整體從教學前 33% 至教學後 79%，整體明顯進步。其中又以高學習成就者，從教學前 (42%) 到教學後 (92%) 答對比率高於中、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 50%。也有學生選擇答案是「(A) 黑色的 $+$ 」(36%)，且整體比率在前測中是四個選項中最高，顯示有較多學生從圖形中藉由正負電荷出現或消失情形來判斷是否移動，而無法深入了解內容意思。教學後則有明顯降低，但仍以低學習成就者居多。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現就教學前而言，高學習成就者以正確答案「(B) 紅色的 $-$ 」(42%) 居多；而中、低學習成就者反而以「(A) 黑色的 $+$ 」答案 (42%) 居多，甚至高於正確答案，顯示較多中、低學習成就學生認為正電荷消失，所以正電荷會動，而產生迷思概念；另外高、中學習成就學生則以答案「(C) 兩者都會」(33%) 高於低學習成就者 (21%)。最後，針對教學後而言，以高學習成就者答對進步高於其他兩者，且答案「(A) 黑色的 $+$ 」、「(C) 兩者都會」皆有明顯遞減的趨勢，有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-15 所示。

表 4-5-15 教學前後對「會移動的是 $+$ 或是 $-$ 」之比較

題目	7. 你認為會移動的是黑色的 $+$ 還是紅色的 $-$ 呢？															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體								
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率						
(A)	6	.25	10	.42	10	.42	26	.36	0	.00	3	.13	6	.25	9	.13
(B)	10	.42	6	.25	8	.33	24	.33	22	.92	17	.71	18	.75	57	.79
(C)	8	.33	8	.33	5	.21	21	.29	2	.08	4	.17	0	.00	6	.08
(D)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00

在第 8 題中，學生填答共有十三項：(A) 自由電子傳到另一物體、(正電不動，負電動)(B) 用電荷吸引或排斥的方法來移動 (C) 往中間、向上、向左右移動 (自由移動)(D) 正電和負電互相推擠 (E) 在球體表面移動、和水流動一樣 (F) 均勻分布 (G) 手指接觸金屬球後，正電移到手上、和手上的負電抵消 (H) 轉換電子 (I) 能量傳遞 (J) 用手推 (K) 朝同性移動 (L) 利用傳導 (M) 不知道、答非所問。

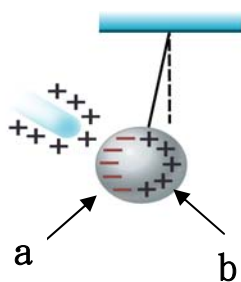
就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 自由電子傳到另一物體、(正電不動，負電動)」的答案人數增多，整體從教學前 29% 至教學後 58%，整體明顯進步。整體教學前學生的另有概念有「(B) 用電荷吸引或排斥的方法來移動」、「(C) 往中間、向上、向左右移動 (自由移動)」、「(F) 均勻分布」、「(G) 手指接觸金屬球後，正電移到手上、和手上的負電抵消」等居多。其中又以中學習成就者，從教學前 (33%) 到教學後 (71%) 答對比率多於高、低學習成就者的答對人數，且提升比率為 38%。整體教學前次多答案的是「(C) 往中間、向上、向左右移動 (自由移動)」(19%) 以及「(M) 不知道、答非所問」(19%)，顯示學生產生另有概念即認為電荷的移動是有方向性的；教學後則兩者回答比率都有遞減。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前，高、中學習成就者回答正確答案「(A) 自由電子傳到另一物體、(正電不動，負電動)」(33%) 高於低學習成就者，顯示高、中成就者會利用圖形內的訊息來推測答案；也有中學習成就者以「(C) 往中間、向上、向左右移動 (自由移動)」答案 (33%) 多於高、低成就者，顯示中學習成就學生認為正負電荷移動是有方向性的；而低學習成就學生則以答案「(M) 不知道、答非所問」居多，顯示低學習成就學生仍舊是不知道電荷移動情形。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-16 所示。

表 4-5-16 教學前後對「電荷是如何移動」之比較

題目	8. 承上題，你認為它們是如何的移動呢？															
	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率			
(A)	8	.33	8	.33	5	.21	21	.29	14	.58	17	.71	11	.46	42	.58
(B)	1	.04	0	.00	3	.13	4	.06	1	.04	0	.00	2	.08	3	.04
(C)	2	.08	8	.33	4	.17	14	.19	0	.00	0	.00	3	.13	3	.04
(D)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	2	.08	1	.04	3	.13	6	.08
(E)	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03	3	.13	1	.04	1	.04	5	.07
(F)	3	.13	1	.04	1	.04	5	.07	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(G)	3	.13	1	.04	0	.00	4	.06	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	2	.08	0	.00	0	.00	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(I)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(J)	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(K)	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01	0	.00	2	.08	1	.04	3	.04
(L)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01
(M)	4	.17	4	.17	6	.25	14	.19	3	.13	3	.13	2	.08	8	.11

在第 12 題中，學生填答共有九項：(A) 球體本身所帶的電 (B) 從別物來、地球來的、從 b 來的 (C) 為了和金屬球內正電相等 (D) 推擠、外力 (E) 被摩擦過 (F) 電子轉換 (G) 規定 (H) 同性相吸 (I) 答非所問、空白、不知道。



圖一

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 球體本身所帶的電」的答案人數增多，整體從教學前 46% 至教學後 79%，整體明顯有進步。整體教學前學生的另有概念以「(B) 從別物來、地球來的、從 b 來的」(31%) 的答案居多，再來就是「(I) 答非所問、空白、不知道」(17%) 的答案。其中

高、中學習成就者，從教學前（50%）到教學後（92%、88%）答對比率高於低學習成就者的答對人數，且提升比率為 42% 及 38%。次多答案的是「(B) 從別物來、地球來的、從 b 來的」，整體學生由教學前（31%）到教學後（7%）的結果表現是降低的，顯示選擇這個另有概念的學生比率降低。

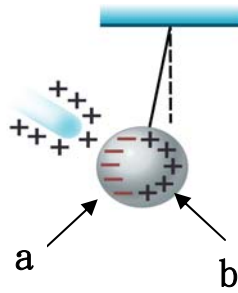
此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高、中學習成就學生選擇「(A) 球體本身所帶的電」答對人數比率高於低成就者；在另有概念方面，高學習成就者答案「(B) 從別物來、地球來的、從 b 來的」（42%）多於中、低成就者；而低學習成就學生則以答案「(I) 答非所問、空白、不知道」（33%）居多，顯示低學習成就學生無法將之前所學金屬導體的概念與感應起電連結，進而回答問題。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-17 所示。

表 4-5-17 教學前後對「金屬球內負電荷從哪裡來」之比較

題目	12. 在圖一中，你認為 a 處符號“-”是怎麼來的？															
	答案	教學前				教學後										
		高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體							
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率						
(A)	12	.50	12	.50	9	.38	33	.46	22	.92	21	.88	14	.58	57	.79
(B)	10	.42	8	.33	4	.17	22	.31	0	.00	1	.04	4	.17	5	.07
(C)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(D)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(E)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(F)	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(G)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01
(I)	1	.04	3	.13	8	.33	12	.17	2	.08	1	.04	4	.17	7	.10

在第 13 題中，學生填答共有九項：(A) 球體本身所帶的電 (B) 從別物來、地球來的、從 a 來的 (C) 有 + 就會有一、為了和金屬球內負電相等 (D) 當帶電體靠近球體，球體會接收帶電體的電性 (E) 摩擦、碰撞而來 (F) 外力 (G)

規定 (H) 異性相斥 (I) 答非所問、空白、不知道。



圖一

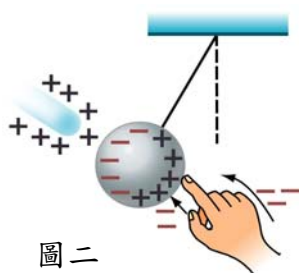
就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 球體本身所帶的電」的答案人數增多，整體從教學前 38% 至教學後 72%，整體明顯有進步。整體教學前學生的另有概念以「(B) 從別物來、地球來的、從 a 來的」(28%) 的答案居多，再來就是「(I) 答非所問、空白、不知道」(21%) 的答案。其中高、中學習成就者，從教學前 (50%、29%) 到教學後 (79%) 答對比率高於低學習成就者的答對人數，且提升比率分別為 29% 及 50%，其中又以中成就者進步幅度最大。次多答案的是「(B) 從別物來、地球來的、從 a 來的」，整體學生由教學前 (28%) 到教學後 (7%) 的結果表現是降低的，顯示選擇這個另有概念的學生比率降低。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生選擇「(A) 球體本身所帶的電」答對人數比率高於中、低成就者；在另有概念方面，高學習成就者答案「(B) 從別物來、地球來的、從 a 來的」(38%) 比率高於中、低成就者；而低學習成就學生則以答案「(I) 答非所問、空白、不知道」(38%) 居多。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-18 所示。

表 4-5-18 教學前後對「金屬球內正電荷從哪裡來」之比較

題目	13. 在圖一中，你認為 b 處符號“+”是怎麼來的？							
	教學前				教學後			
答案	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	12 .50	7 .29	8 .33	27 .38	19 .79	19 .79	14 .58	52 .72
(B)	9 .38	7 .29	4 .17	20 .28	0 .00	2 .08	3 .13	5 .07
(C)	0 .00	4 .17	1 .04	5 .07	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(D)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(E)	1 .04	1 .04	1 .04	3 .04	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(F)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03
(G)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(H)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01
(I)	2 .08	4 .17	9 .38	15 .21	5 .21	2 .08	3 .13	10 .14

在第 15 題中，學生填答共有九項：(A) 球與玻璃棒正電造成的，近端產生負電（異性電）(B) 手有磁性 (C) 地球來的、(接地) (D) 異性相斥 (E) 被圓球負電所吸引 (F) 空氣摩擦 (G) 電子被球上正電吸走、有+就會有一 (H) 手沒有+ (I) 推擠、推力、互相接觸 (J) 空白、答非所問。



圖二

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇「(C) 地球來的、(接地)」的正確答案人數增多，整體從教學前 39% 至教學後 75%，整體明顯有進步。整體教學前學生的另有概念以「(A) 球與玻璃棒正電造成的，近端產生負電（異性電）」(13%) 的答案居多，再來就是「(G) 電子被球上正電吸走、有+就會有一」(10%) 的答案。中、低學習成就者，從教學前 (42%、25%) 到教學後 (83%、58%) 答對比率多於高學習成就者的答對人數，且提升比率分別為 41% 及

33%，其中又以中成就者進步幅度最大。次多答案的是「(J) 空白、答非所問」，整體學生由教學前（24%）到教學後（7%）的結果表現是降低的，顯示不清楚的學生比率降低。以及「(A) 球與玻璃棒正電造成的，近端產生負電（異性電）」，整體學生由教學前（13%）到教學後（4%）的結果表現是降低的。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生選擇「(C) 地球來的、(接地)」答對人數比率高於中、低成就者；在另有概念方面，亦是高學習成就者答案「(A) 球與玻璃棒正電造成的，近端產生負電（異性電）」（25%）比率高於中、低成就者；而低學習成就學生則以答案「(J) 空白、答非所問」（46%）居多。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-19 所示。

表 4-5-19 教學前後對「手周圍的負電荷從哪裡來」之比較

題目	15. 圖二中你認為手周圍的符號“-”是怎麼來？								
	答案	教學前				教學後			
		高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	6 .25	2 .08	1 .04	9 .13	1 .04	0 .00	2 .08	3 .04	
(B)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	
(C)	12 .50	10 .42	6 .25	28 .39	20 .83	20 .83	14 .58	54 .75	
(D)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	
(E)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	
(F)	1 .04	1 .04	1 .04	3 .04	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	
(G)	2 .08	2 .08	3 .13	7 .10	3 .13	3 .13	2 .08	8 .11	
(H)	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	
(I)	0 .00	2 .08	2 .08	4 .06	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	
(J)	1 .04	5 .21	11 .46	17 .24	0 .00	1 .04	4 .17	5 .07	

在第 22 題中，學生填答共有六項：(A) 繩子 (球) 原來位置 (B) 繩子移動的變化 (C) 平衡的線、垂線 (D) 法線 (E) 沒意義 (F) 不知道、空白、答非所問。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 繩子 (球) 原來位置」的答案人數增多，整體從教學前 67% 至教學後 78%，整體明顯有進步。整體教學前學生的另有概念以「(B) 繩子移動的變化」(8%)、「(C) 平衡的線、垂線」(11%) 的答案居多。其中中、低學習成就者，從教學前 (71%、58%) 到教學後 (92%、67%) 答對比率多於高學習成就者的答對人數，且提升比率分別為 21% 及 9%，又以中成就者進步幅度最大。次多答案的是「(C) 平衡的線、垂線」，整體學生由教學前 (11%) 到教學後 (8%) 的結果表現是降低的，顯示選擇這個另有概念的學生比率降低。另外值得注意的是，整體教學前答案為「(B) 繩子移動的變化」(8%)，教學後回答這個答案的學生增加 (13%)，顯示該題學生的認知不同，回答亦不同。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高、中學習成就學生選擇「(A) 繩子 (球) 原來位置」(71%) 答對人數比率高於低成就者 (58%)；在另有概念方面，高、中學習成就者答案「(C) 平衡的線、垂線」(13%) 比率高於低成就者；而低學習成就學生則以答案「(F) 不知道、空白、答非所問」(13%) 居多。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-20 所示。

表 4-5-20 教學前後對「虛線的意義」之比較

題目	22. 請你試著解釋虛線是什麼意義？															
答案	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率				
(A)	17	.71	17	.71	14	.58	48	.67	18	.75	22	.92	16	.67	56	.78
(B)	2	.08	0	.00	4	.17	6	.08	3	.13	1	.04	5	.21	9	.13
(C)	3	.13	3	.13	2	.08	8	.11	3	.13	1	.04	2	.08	6	.08
(D)	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(F)	2	.08	2	.08	3	.13	7	.10	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01

五、「載體」向度

「載體」向度之命題一共有 4 題，以下分別就第 9、10、21、26 題來討論。

(一)「載體參與者」向度之作答結果分析

在第 9 題中，學生填答共有十一項：(A) 圖 A 金屬球為電中性，圖 D 金屬球帶負電 (B) 有無帶電物體靠近 (C) 球中的一分布不同，沒有 + (+被中和)、圖 D 只有負電荷、金屬球只帶負電 (D) 圖 A 有正電，圖 D 只有負電、A 正負電均有，圖 D 只有正電、帶電不同 (E) 一有 +，一個沒有、A 有正電 D 無負電 (F) 圖 A 因異性相吸，而規則排列；圖 D 均勻分布 (G) 一個有外力，一個靜止、A 是觸撞前 D 是觸撞後 (H) 代號不同 (I) $A + = -$ ， $D + < -$ (J) 圖 A 有較少的負電 (K) 不知道、答非所問、沒有差別。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇「(A) 圖 A 金屬球為電中性，圖 D 金屬球帶負電」的正確答案人數增多，整體從教學前 25% 至教學後 65%，整體明顯有進步。整體教學前學生的另有概念是「(B) 有無帶電物體靠近」(15%)、「(C) 球中的一分布不同，沒有 + (+被中和)、圖 D 只有負電荷、金

屬球只帶負電」(14%)、「(E) 一有+，一個沒有、A 有正電 D 無負電」(15%) 的答案較多。中、低學習成就者，從教學前 (21%) 到教學後 (67%) 答對比率多於高學習成就者的答對人數，且提升比率為 46%。次多答案的是「(B) 有無帶電物體靠近」(15%)、「(C) 球中的一分布不同，沒有+ (+被中和)、圖 D 只有負電荷、金屬球只帶負電」(14%)、「(E) 一有+，一個沒有、A 有正電 D 無負電」(15%)，整體學生教學前後的結果表現是降低的。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生選擇「(A) 圖 A 金屬球為電中性，圖 D 金屬球帶負電」(33%) 答對人數比率高於中、低成就者 (21%)；在另有概念方面，中學習成就者答案「(B) 有無帶電物體靠近」(29%) 比率高於高、低成就者；而低學習成就學生則以答案「(E) 一有+，一個沒有、A 有正電 D 無負電」(21%) 居多。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-21 所示。

表 4-5-21 教學前後對「分析圖 A 與圖 D 不同點」之比較

題目	9. 圖 A 和圖 D 有什麼不同？							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	8 .33	5 .21	5 .21	18 .25	15 .63	16 .67	16 .67	47 .65
(B)	2 .08	7 .29	2 .08	11 .15	0 .00	3 .13	2 .08	5 .07
(C)	5 .21	1 .04	4 .17	10 .14	5 .21	1 .04	0 .00	6 .08
(D)	3 .13	1 .04	0 .00	4 .06	2 .08	2 .08	0 .00	4 .06
(E)	2 .08	4 .17	5 .21	11 .15	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(F)	1 .04	0 .00	1 .04	2 .03	0 .00	1 .04	2 .08	3 .04
(G)	0 .00	1 .04	3 .13	4 .06	0 .00	0 .00	3 .13	3 .04
(H)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(I)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01
(J)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01
(K)	2 .08	5 .21	4 .17	11 .15	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03

在第 10 題中，學生填答共有十一項：(A) 近端產生異性電，遠端產生同性電、不同電荷互相吸引、感應 (B) 利用帶電的物體靠近一物體 (C) 兩物體接觸，互相吸引、正負電碰來碰去，互相影響 (D) 感應起電過程 (E) 手碰到正電 (F) 移去帶電體 (圖 D)、剩下負電、將一物體變為單一電極、把金屬球負電變成比正電多 (G) 電子移動 (H) 經由摩擦產生帶電 (I) 以一電性不同者，將物體中的一電荷中和 (J) 將同性電子分布於近端和遠端、異性電荷相斥，同性相吸、異性電與同性電接地、正電和正電，負電和負電 (K) 不知道、空白、沒學過、答非所問。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇「(A) 近端產生異性電，遠端產生同性電、不同電荷互相吸引、感應」的答案人數增多，整體從教學前 28% 至教學後 51%，整體明顯有進步。整體教學前高、低學習成就者，從教學前 (46%、8%) 到教學後 (71%、38%) 答對比率高於中學習成就者的答對人數，且提升比率分別為 25% 及 30%，又以低成就者進步幅度最大。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生選擇「(A) 近端產生異性電，遠端產生同性電、不同電荷互相吸引、感應」(46%) 答對人數比率高於中、低成就者 (29%、8%)；而低學習成就學生則以答案「(K) 不知道、空白、沒學過、答非所問」(71%) 居高，顯示低成就者較多無法從圖形中找出正確的訊息，而無法理解概念。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-22 所示。

表 4-5-22 教學前後對「何謂靜電感應定義」之比較

題目	10. 你能從圖片的說明中了解何謂靜電感應嗎？請說明之。							
答案	教學前				教學後			
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	11 .46	7 .29	2 .08	20 .28	17 .71	11 .46	9 .38	37 .51
(B)	1 .04	2 .08	1 .04	4 .06	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(C)	2 .08	2 .08	1 .04	5 .07	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03
(D)	1 .04	0 .00	1 .04	2 .03	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(E)	1 .04	1 .04	0 .00	2 .03	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00
(F)	1 .04	2 .08	1 .04	4 .06	0 .00	1 .04	0 .00	1 .01
(G)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	1 .04	2 .08	0 .00	3 .04
(H)	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01
(I)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	3 .13	0 .00	3 .04
(J)	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03	3 .13	1 .04	1 .04	5 .07
(K)	5 .21	9 .38	17 .71	31 .43	3 .13	5 .21	11 .46	19 .26

在第 21 題中，學生填答共有十四項：

- (A) 移近帶電體→接地→移開接地線→移開帶電體
- (B) 帶電體靠近→有手靠近→沒有手了→帶電體離開→負電均勻分布
- (C) 帶電體靠近，正負電相斥→手吸正電→棒移開→剩負電
- (D) 帶電體靠近→以手推→擺盪回原位，靜止
- (E) 靜電感應
- (F) 接觸，球動，正電消失，剩負電。
- (G) 某物體靠近，給球體一些正電，手碰觸球體，將球體正電吸走，球體中負電分布均勻。
- (H) 原本是不動，有人用手推它，結果不動
- (I) 負電荷金屬與相吸手中負電，使球中負電往外跑，角度較大，球體會移動，手上負電和球體正電相抵消，只剩負電
- (J) 手推，帶走正電→帶電體也帶走一些負電→負電均勻分散
- (K) 帶電體靠近→手推球→帶電體帶走正電→剩下負電
- (L) 本身只帶負電→正電移入→手觸碰，產生電子轉移→靜電產生
- (M) 一開始正電比較多，接著就變一樣多，再來正負電都減少，最後剩下負電
- (N) 答非所問、不知道

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇「(A) 移近帶電體→接地→移開接地線→移開帶電體」的答案人數增多，整體從教學前 31% 至教學後 60%，整體明顯有進步。整體教學前高、中學習成就者，從教學前 (50%、29%) 到教學後 (83%、67%) 答對比率高於低學習成就者的答對人數，且提升比

率分別為 33% 及 38%。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高學習成就學生選擇「(A) 移近帶電體→接地→移開接地線→移開帶電體」(50%) 答對人數比率高於中、低成就者 (29%、13%)；而中學習成就學生則以答案「(N) 不知道、答非所問」(25%) 居高，顯示中成就者較多無法正確描述過程。最後有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-23 所示。

表 4-5-23 教學前後對「四張圖的過程描述」之比較

題目	21. 請你試著以說故事的方式描述這四張圖的變化過程？																
	答案	教學前								教學後							
		高成就		中成就		低成就		全體		高成就		中成就		低成就		全體	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	
(A)	12	0.50	7	0.29	3	0.13	22	0.31	20	0.83	16	0.67	7	0.29	43	0.60	
(B)	3	0.13	2	0.08	1	0.04	6	0.08	0	0.00	2	0.08	2	0.08	4	0.06	
(C)	0	0.00	2	0.08	5	0.21	7	0.10	0	0.00	4	0.17	2	0.08	6	0.08	
(D)	0	0.00	2	0.08	4	0.17	6	0.08	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.01	
(E)	1	0.04	0	0.00	1	0.04	2	0.03	2	0.08	1	0.04	3	0.13	6	0.08	
(F)	1	0.04	2	0.08	1	0.04	4	0.06	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.01	
(G)	4	0.17	1	0.04	0	0.00	5	0.07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
(H)	0	0.00	0	0.00	3	0.13	3	0.04	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.01	
(I)	0	0.00	2	0.08	1	0.04	3	0.04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
(J)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.04	2	0.03	
(K)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0.08	2	0.03	
(L)	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.01	
(M)	0	0.00	0	0.00	1	0.04	1	0.01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
(N)	3	0.13	6	0.25	4	0.17	13	0.18	2	0.08	0	0.00	3	0.13	5	0.07	

在第 26 題中，學生填答共有十四項：(A) DABC (B) ADBC (C) ABCD (D) ABDC (E) BADC (F) BDAC (G) B (H) CBDA (I) CABD (J) CBAD (K) CDAB (L) D (M) DBAC (N) 答非所問。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇「(A) DABC」的正確答案人數增多，整體從教學前 51% 至教學後 63%，整體明顯有進步。中、低學習

成就者，從教學前（58%、38%）到教學後（71%、50%）答對比率多於高學習成就者的答對人數，且提升比率分別為 13% 及 12%。次多答案的是「(B)ADBC」，整體學生由教學前（22%）到教學後（19%）的結果表現是降低的，顯示選擇這個答案的學生比率降低。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前高、中學習成就學生選擇「(A) DABC」(58%) 答對人數比率高於低成就者 (38%)；高、低學習成就者答案「(B) ADBC」(33%、25%) 比率高於中成就者。教學後中學習成就學生選擇「(A) DABC」(71%) 答對人數比率高於高、低成就者 (67%、50%)；而高學習成就者答案依然是「(B) ADBC」(33%) 多於中、低成就者，顯示圖 A 和圖 D 實線和虛線的夾角大小是造成誤導學生的地方，這與晤談內容學生回答相關。詳細如表 4-5-24 所示。

表 4-5-24 教學前後對「圖的正確擺放為何」之比較

題目	26. 承上題，你認為這四張小圖的位置順序應該如何排列才能說明感應起電的原理？（請填代號）															
	教學前								教學後							
	高成就		中成就		低成就		全體		高成就		中成就		低成就		全體	
答案	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
(A)	14	.58	14	.58	9	.38	37	.51	16	.67	17	.71	12	.50	45	.63
(B)	8	.33	2	.08	6	.25	16	.22	8	.33	2	.08	4	.17	14	.19
(C)	0	.00	2	.08	0	.00	2	.03	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03
(D)	1	.04	1	.04	0	.00	2	.03	0	.00	3	.13	1	.04	4	.06
(E)	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03
(F)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03
(G)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	1	.04	0	.00	3	.13	4	.06	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03
(I)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(J)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(K)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(L)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(M)	0	.00	1	.04	1	.04	2	.03	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(N)	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00

六、「過程」向度

「過程」向度之命題一共有 2 題，以下分別就第 16、24 題來討論。

(一)「過程」向度之作答結果分析

在第 16 題中，學生填答共有十項：(A) 電子傳遞方向 (B) 手推力移動的方向 (C) 異性相吸 (D) 手被吸過去 (E) 帶電方向 (F) 靜電傳導方向 (G) 有正電荷 (H) 磁性傳給球 (I) 負極被吸過去 (J) 答非所問、空白。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 電子傳遞方向」的答案人數明顯偏低，整體從教學前 24% 至教學後 68%，整體明顯進步。整體教學前最多答案是「(B) 手推力移動的方向」(35%)，次多答案是「(A) 電子傳遞方向」(24%)；而教學後最多答案是「(A) 電子傳遞方向」(68%)，次多的答案是「(B) 手推力移動的方向」(22%)，顯示學生會從圖形中產生另有概念。中學習成就者，從教學前 (21%) 到教學後 (79%) 答對人數比率提升 58% 高於高學習成就者，答對人數比率提升 50% 與低學習成就者，答對人數比率提升至 25%。

此外，再分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前低學習成就者提出「(B) 手推力移動的方向」答案佔了半數 (50%) 皆高於高、中學習成就者 (分別為 25% 和 29%)，次多答案「(J) 答非所問、空白」(17%)。最後，針對教學後而言，分析結果發現低學習成就者仍有選擇「(B) 手推力移動的方向」答案 (42%) 明顯偏高。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-25 所示。

表 4-5-25 教學前後對「圖形中箭頭方向為何」之比較

題目	16. 圖二中手周圍有黑色箭頭方向是在說明什麼？															
	教學前				教學後											
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體				
人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率			
(A)	8	.33	5	.21	4	.17	17	.24	20	.83	19	.79	10	.42	49	.68
(B)	6	.25	7	.29	12	.50	25	.35	1	.04	5	.21	10	.42	16	.22
(C)	3	.13	4	.17	1	.04	8	.11	3	.13	0	.00	0	.00	3	.04
(D)	0	.00	1	.04	2	.08	3	.04	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(E)	2	.08	0	.00	0	.00	2	.03	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(F)	2	.08	2	.08	1	.04	5	.07	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(G)	0	.00	1	.04	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(H)	1	.04	0	.00	0	.00	1	.01	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00
(I)	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	0	.00	1	.04	1	.01
(J)	2	.08	4	.17	4	.17	10	.14	0	.00	0	.00	2	.08	2	.03

在第 24 題中，學生填答共有十項：(A) 受帶電體影響，金屬球被吸引角度不同 (B) 正電與負電多寡不一 (C) 因為球（繩子）移動 (D) 手碰觸到 (E) 因為有帶電 (F) 周圍越多東西，角度越大 (G) 一為入射角，另一為反射角 (H) 法線夾角 (I) 沒有差別 (J) 不知道、空白、答非所問。

就教學前後整體而言，研究發現教學前後，學生選擇以「(A) 受帶電體影響，金屬球被吸引角度不同」的答案人數明顯增加，整體從教學前 31% 至教學後 78%，整體明顯進步。整體教學前次多答案是「(J) 不知道、空白、答非所問」(22%)，以及「(B) 正電與負電多寡不一 (C) 因為球（繩子）移動」(13-15%)；而教學後次多的答案是「(J) 不知道、空白、答非所問」(8%) 以及「(B) 正電與負電多寡不一」(6%)，顯示學生雖然閱讀過圖形，但對於圖中最主要之概念仍無頭緒。其中又以中學習成就者，從教學前 (50%) 到教學後 (100%) 全數答對高於高、低學習成就者的答對人數提升比率 46%。

此外，分別就教學前以及教學後，進行高中低學習成就之間的比較。分析結果發現教學前以中學習成就者答對人數比率 (50%) 高於高、低學習成就者 (皆

為 21%)；低學習成就者答案以「(J) 不知道、空白、答非所問」(38%) 居多，甚至多於正確答案，顯示教學前低學習成就學生較無法從圖中了解概念意義。最後，針對教學後而言，分析結果發現中學習成就者幾乎全數選擇正確答案 (100%) 明顯偏高。有關教學後其它答案分布則無太大差異。詳細如表 4-5-26 所示。

表 4-5-26 教學前後對「實虛線間夾角差異」之比較

題目	24. 請你試著解釋虛線和實線間角度為什麼有差別？										
答案	教學前				教學後						
	高成就	中成就	低成就	全體	高成就	中成就	低成就	全體			
	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率	人數 比率
(A)	5 .21	12 .50	5 .21	22 .31	16 .67	24 1.00	16 .67	56 .78			
(B)	6 .25	1 .04	2 .08	9 .13	4 .17	0 .00	0 .00	4 .06			
(C)	3 .13	4 .17	4 .17	11 .15	2 .08	0 .00	0 .00	2 .03			
(D)	0 .00	1 .04	1 .04	2 .03	0 .00	0 .00	2 .08	2 .03			
(E)	1 .04	2 .08	0 .00	3 .04	1 .04	0 .00	1 .04	2 .03			
(F)	2 .08	0 .00	0 .00	2 .03	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00			
(G)	0 .00	0 .00	1 .04	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00			
(H)	1 .04	0 .00	0 .00	1 .01	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00			
(I)	0 .00	3 .13	2 .08	5 .07	0 .00	0 .00	0 .00	0 .00			
(J)	6 .25	1 .04	9 .38	16 .22	1 .04	0 .00	5 .21	6 .08			

結語

綜合以上 25 題的正確答對進步情形，整理成表 4-5-27。顯示其中有 7 題是不同學習成就者整體後測表現較佳，有 1 題後測表現呈現退步。而細部分析圖中不同分類向度測驗的顯著進步題數結果發現，以「過程」向度之顯著進步比率最高 (44-47%)。

以下就整體學生有較明顯進步的第 4、6、7、9、14、16、24 題，來討論教學前後學生讀圖與作答結果之關係。

第 4 題主要是問圖形中參與者長形物體為何？此題答對進步情形對教學前答對率 13%，而教學後則為 57%。教學前學生應以其先前知識去猜測長形物體是什麼？經教學後，學生閱讀過圖與文因此較能了解長形物體是一帶電體，應是讓答對比率差異大之原因。

第 6 題主要是要學生解釋圖 B 手周圍為什麼有負電荷。此題答對進步情形對教學前答對率 24%，而教學後則為 65%。在教學前學生必須自行推理從圖形中去猜測可能是因為有正電荷所以才有負電荷，容易造成學生誤以為負電荷是突然跑出來的；教學後因教師講解其原因，且學生會連貫前後圖形可澄清學生的迷思。

第 7 題主要是了解學生對於正負電荷是否能移動？藉由從圖形中前後去判斷之。此題答對進步情形對教學前答對率 33%，而教學後則為 79%。教學前學生從圖 A 發現金屬球內正負電荷分開，學生往往會誤以為正負電荷會移動，且圖 C 中金屬球內正電荷消失，更使學生相信正電荷也會動，經由教師教學講解過程學生從圖 A 看到圖 B 再到圖 C 得知移動的部分是負電荷，觀看前後圖形之後澄清學生的另有概念。

第 9 題主要是要學生分析比較圖 A 與圖 C 間的不同點。此題答對進步情形對教學前答對率 25%，而教學後則為 65%。教學前學生都只從表面圖形所呈現的訊息去判斷，得到圖 A 有正負電，圖 C 正電消失不見，因為此時學生早已認定正電荷也會移動，因此產生迷思；藉由教師教學解說概念原理，圖 C 中並非金屬球消失而是被圖 B 中手中負電荷中和存於金屬球中，因此提升了學生的理解。

第 14 題主要是詢問學生是否從圖形中瞭解圖 A 中正負電荷分開的原因是周圍帶電體的影響。此題答對進步情形對教學前答對率 32%，而教學後則為 72%。教學前學生誤以為靜電現象就是靜電感應，對於兩者定義模糊不清，因此造成誤解，教學過程教師強調此處，說明清楚因此降低學生迷思。

第 16 題主要是要學生瞭解圖 B 中手周圍的箭號說明什麼意思？此題答對進步情形對教學前答對率 24%，而教學後則為 68%。教學生學生會誤以為箭號方向是說明手去推金屬球，所以造成金屬球移動位置，教學後經教師說明箭號是指

手周圍負電荷移動的方向，因此學生的另有概念會降低，答對情形也會增加。

第 24 題主要是要學生瞭解圖形中實線與虛線的差異如何來？此題答對進步情形對教學前答對率 31%，而教學後則為 78%。教學前學生誤以為是手碰觸金屬球因此造成的結果或是金屬球內正負電荷多寡所造成的；教學後經由教師說明時虛線的差異是來自受帶電體的影響所造成的，降低了學生誤解的情形。

表 4-5-27 教學前後對學生整體的讀圖理解之正確答對情形

各成份元素分類 向度	題號	前測人數比率 (%)	後測人數比率 (%)	進步較大
動作者	5	31%	68%	37%
	11	24%	57%	33%
	19	69%	83%	14%
	23	67%	88%	21%
	25	56%	54%	-2%
過程	16	24%	68%	44%
	24	31%	78%	47%
目標	14	32%	72%	40%
	17	64%	82%	17%
	18	21%	57%	36%
	20	42%	63%	21%
屬性	2	78%	92%	14%
	3	78%	92%	14%
	4	13%	57%	44%
	6	24%	65%	41%
	7	33%	79%	46%
	8	29%	58%	29%
	12	46%	79%	33%
	13	38%	72%	34%
	15	39%	75%	36%
	22	67%	78%	11%
	載體	9	25%	65%
10		28%	51%	23%
21		31%	60%	29%
26		51%	63%	12%

第六節 不同學習成就者閱讀感應起電圖形歷程類型結果分析

本節主要就不同學習者讀圖歷程類型分析，以「是否閱讀標題」、「讀圖順序」、「讀圖歷程類型」來討論受試者作答情形。以下針對三方面說明。

一、不同學習成就者「閱讀標題」情形

本研究對象共有 72 人，男生有 39 人，女生有 33 人。由表 4-6-1 得知，就 Pearson 卡方而言，漸近顯著性 (p-value) 為 0.31。在顯著水準 α 為 0.05 的情形下，漸近顯著性 $0.31 > 0.05$ ，故不拒絕虛無假設的獨立性，不能認為不同學習成就學生和有無閱讀標題是有關的。

從表 4-6-2 的列聯表顯示，就整體而言，有閱讀標題者與無閱讀標題者的比例分別為 65.3%，有 47 人、34.7%，有 25 人，但若只針對高學習成就而言，則有無閱讀標題比例分別為 75%、25%，若只針對中學習成就而言，則有無閱讀標題比例分別為 54.2%、45.8%，若只針對低學習成就而言，則有無閱讀標題比例分別為 66.7%、33.3%，因此初步看來高、中、低學習成就有無閱讀標題上雖有差異，但並無太大差異。其中又以高、低學習成就者（分別為 75% 和 66.67%）比率最高，顯示學生在觀看圖片時，會試圖找尋與圖形相關的文字訊息，以閱讀標題為優先。

表 4-6-1 不同學習成就者閱讀圖形標題之卡方檢定

	數值	自由度	漸近顯著性 (雙尾)
Pearson 卡方	2.33 ^a	2	0.31^b
概似比	2.33	2	0.31
線性對線性的關連	0.36	1	0.55
有效觀察值的個數	72.00		

a. 0 格 (.0%) 的預期個數少於 5。最小的預期個數為 8.33。

b. p-value

表 4-6-2 不同學習成就者閱讀圖形標題之交叉表

		標題		總和
		無	有	
高成就	個數	6	18	24
	成就分組內的 %	25.0	75.0	100.0
	標題內的 %	24.0	38.3	33.3
中成就	個數	11	13	24
	成就分組內的 %	45.8	54.2	100.0
	標題內的 %	44.0	27.7	33.3
低成就	個數	8	16	24
	成就分組內的 %	33.3	66.7	100.0
	標題內的 %	32.0	34.0	33.3
總和	個數	25	47	72
	成就分組內的 %	34.7	65.3	100.0
	標題內的 %	100.0	100.0	100.0

二、不同學習成就者讀圖順序

由表 4-6-3 得知，整體學生有 86.11% 讀圖順序為 ABCD，是一種類似 Z 字形的方式閱讀，此為依照圖形給予的編碼為主。有五位學生是以圓形方式順時鐘方向讀圖，而圖形本身就成了意義來源，顯示學生可能將圖形配置以類似核心為中央的訊息方式閱讀。另外五位學生則是以左下方為起點閱讀，可能是礙於標題在左下角所造成的。又以低學習成就學生讀圖順序正確比率低於高、中學習成就者，顯示低學習成就者無法抓住圖形重點而有所偏差。

表 4-6-3 不同學習成就者讀圖順序

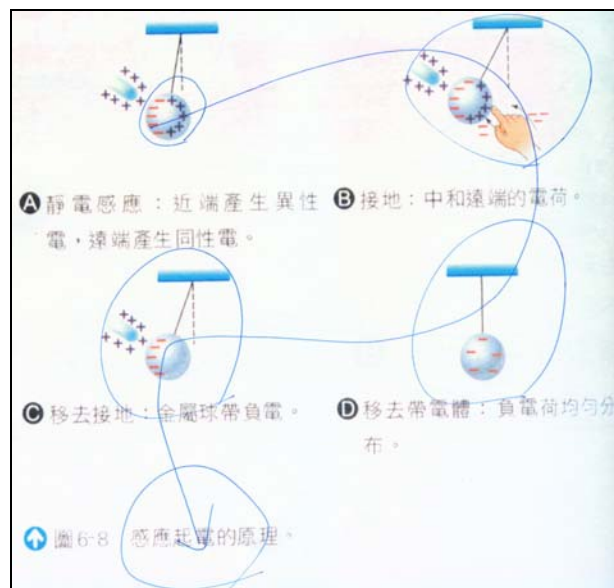
讀圖順序	高成就		中成就		低成就		全體	
	人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
ABCD	22	91.67%	21	87.50%	19	79.17%	62	86.11%
ABDC	1	4.17%	1	4.17%	3	12.50%	5	6.94%
CABD	1	4.17%	2	8.33%	2	8.33%	5	6.94%

此為學生繪製整張圖之讀圖歷程類型：

讀圖順序 ABCD (Z 型)



讀圖順序 ABDC (圓形)



三、不同學習成就者閱讀圖 ABCD 的情形

由表 4-6-4 得知，閱讀圖 A、B、C、D 四部份圖形，幾乎整體是以直線形垂直往上閱讀，代表是一種層次上的關係，從一般移向明確，從「標題」移到「圖形」。表示學生多是由下而上閱讀，且整體超過五成以上先讀文再看圖，學生會從較為重要的地方，例如帶正負電金屬球或帶正電的帶電體先看起，逐次閱讀到較為不重要的參與者。

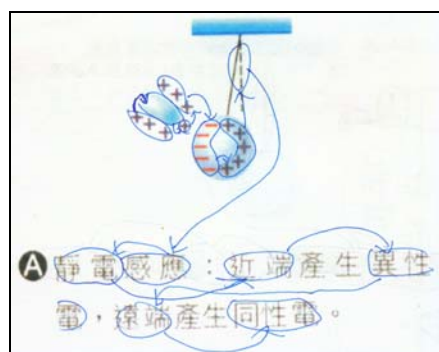
也有學生選擇以 Y 字型方式閱讀，較多者是中學習成就學生；S 型的讀圖類型亦是以中學習成就學生居多；以圓形讀圖歷程類型而言，高學習成就學生比率多於中、低學習成就，從圖形中可瞭解學生會直接注視圖形的正中央金屬球開始。顯示高學習成就學生會從圖形中很快的找到重點，而中、低學習成就學生則較無法立刻抓到重點因此會出現不同的讀圖類型。

表 4-6-4 不同學習成就學生讀圖歷程

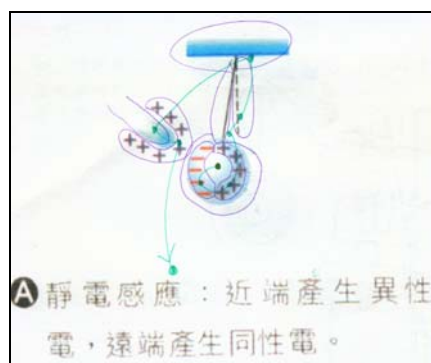
圖片	讀圖類型	高成就		中成就		低成就		全體	
		人數	比率	人數	比率	人數	比率	人數	比率
圖 A	Y 字型	2	8.33%	3	12.50%	0	0.00%	5	6.94%
	圓形	5	20.83%	4	16.67%	4	16.67%	13	18.06%
	直線向下	5	20.83%	6	25.00%	4	16.67%	15	20.83%
	直線向上	12	50.00%	11	45.83%	16	66.67%	39	54.17%
圖 B	直線向上	13	54.17%	9	37.50%	15	62.50%	37	51.39%
	直線向下	5	20.83%	6	25.00%	4	16.67%	15	20.83%
	圓形	3	12.50%	2	8.33%	2	8.33%	7	9.72%
	S 型	3	12.50%	7	29.17%	3	12.50%	13	18.06%
圖 C	直線向上	12	50.00%	9	37.50%	14	58.33%	35	48.61%
	直線向下	4	16.67%	8	33.33%	4	16.67%	16	22.22%
	S 型	2	8.33%	5	20.83%	2	8.33%	9	12.50%
	圓形	6	25.00%	2	8.33%	4	16.67%	12	16.67%
圖 D	直線向上	13	54.17%	11	45.83%	18	75.00%	42	58.33%
	直線向下	6	25.00%	8	33.33%	4	16.67%	18	25.00%
	圓形	5	20.83%	5	20.83%	2	8.33%	12	16.67%

以下為學生所繪製的讀圖歷程類型。

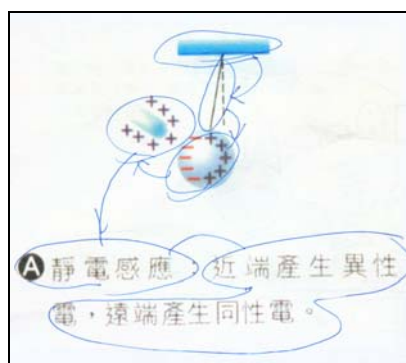
Y 字型



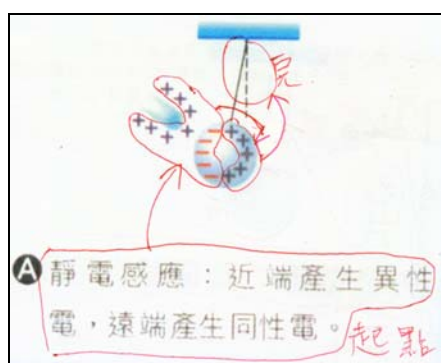
圓形



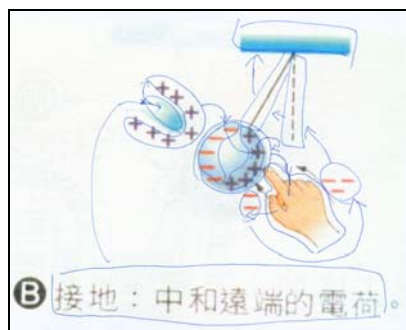
直線型(由上而下)



直線型(由下而上)



S 型



結論

經卡方考驗可知學習成就高低與有無閱讀標題無顯著差異，由表格中發現學生讀圖歷程中，整體學生仍然是以圖片標題為主要先著眼的位置，更可由表 4-5-1 可瞭解高成就者、低成就者閱讀標題比率高於中成就者，故圖片的標題對學生學習是很重要的。

由表 4-6-3 得知，學習成就不同其讀圖歷程亦有所不同，圖形中有列出標記使得學生照順序閱讀，但也發現有少數學生會以圓形方式 (ABDC、CABD) 不同順序閱讀。就 ABCD 四張圖形而言，大部分學生以先閱讀文字接著再看圖，以直線形由下而上方式閱讀，顯示學生依然習慣先讀文再讀圖。其中對中學習成就學生而言，以 Y 字型、S 型方式閱讀的讀圖類型居多；高學習成就學生以圓形讀圖歷程類型多中、低成就學生。

第七節 讀圖文習慣結果分析

一、學生閱讀圖形順序的情形

此題是瞭解學生讀圖順序，可看出整體學生是以文章和圖片配合一起看比率（34.72%）最高，表示圖與文對學生學習時是同等重要的。其中高學習成就學生閱讀課本時，習慣是文章、圖片一起看，比率佔 50%；中學習成就學生有三成是習慣文章、圖片一起看，比率佔 33.33%；而低學習成就學生則是選擇先看圖片再看文章，所佔 25% 較高，可推測圖片對低學習成就學生學習較為重要。

問題 1：請問你平時在看理化課本時，閱讀順序為：（有圖片也有文章）

- 1-1 先看一小段文章，後看圖片
- 1-2 先看圖片，後看一小段文章
- 1-3 先看整篇文章，後看圖片
- 1-4 先看圖片，後看整篇文章
- 1-5 文章和圖片配合一起看
- 1-6 有時先看圖，有時先看文章
- 1-7 其他

表 4-7-1 學生閱讀圖形順序的情形

	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7
整體	9.72%	20.83%	8.33%	12.50%	34.72%	9.72%	4.17%
高成就	12.50%	12.50%	4.17%	4.17%	50.00%	12.50%	4.17%
中成就	8.33%	25.00%	4.17%	20.83%	33.33%	0.00%	8.33%
低成就	8.33%	25.00%	16.67%	12.50%	20.83%	16.67%	0.00%

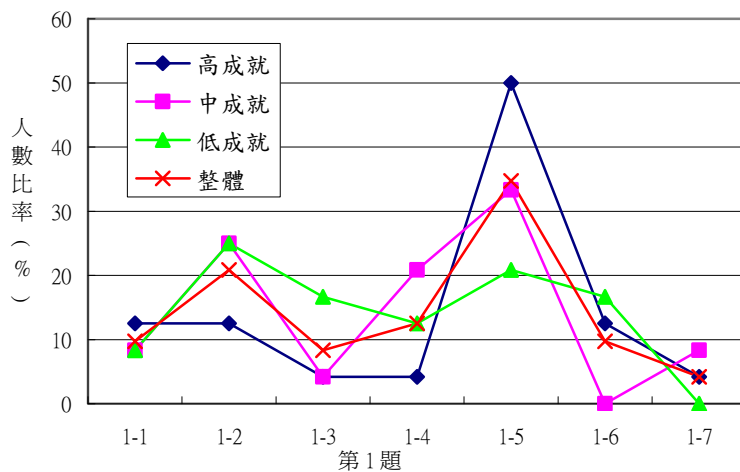


圖 4-7-1 學生閱讀圖形順序的情形

二、學生對於使用圖片的頻率

整體來看學生對於圖片的使用頻率，有 34.72% 選擇幾乎都會仔細看。其中高學習成就學生有將近七成五對於課本中的圖片幾乎且經常會看；中學習成就學生有六成二是會幾乎且經常看圖片；有五成八的低學習成就學生也都會經常看圖片，表示不同學習成就學生有超過半數以上都屬於經常會閱讀圖片，對圖片的需要是不可忽視的。

問題 3：請問你使用理化課本中圖片的情況：

- 3-1 幾乎都會仔細看，
- 3-2 經常看，
- 3-3 有時候會看，
- 3-4 偶爾看，
- 3-5 不懂文章內容才看
- 3-6 幾乎不看
- 3-7 其他

表 4-7-2 學生使用圖片的頻率

	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7
整體	34.72%	30.56%	13.89%	9.72%	1.39%	5.56%	4.17%
高成就	37.50%	37.50%	12.50%	8.33%	0.00%	0.00%	4.17%
中成就	29.17%	33.33%	16.67%	12.50%	0.00%	0.00%	8.33%
低成就	37.50%	20.83%	12.50%	8.33%	4.17%	16.67%	0.00%

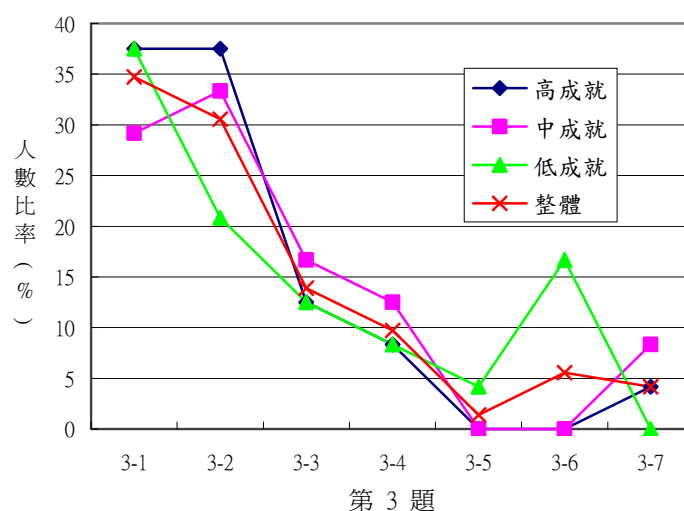


圖 4-7-2 學生使用圖片的頻率

三、學生對於標題的互動情形

整體而言，有四成二左右學生認為觀看圖片下方文字說明可更了解圖片意義。其中有六成二的高學習成就學生認為圖片的文字說明可以了解圖片意義；而中、低學習成就學生卻一致認為圖片的文字說明具有說明或解釋的功能。由此可知當學生讀圖過程適時在圖形周圍加入一些文字，有助學生進一步了解知識內容。

問題 4：請問你覺得圖片下方（或周圍）的文字說明，對於你看理化課本時，有什麼幫助？

- 4-1 可以更了解圖片意義
- 4-2 可以增加記憶與了解，加深印象
- 4-3 具有說明、解釋的功能
- 4-4 先看說明，再聽老師解說更易吸收
- 4-5 不必自己猜想圖片內容
- 4-6 沒有太大的幫助
- 4-7 其他

表 4-7-3 學生對於標題的互動情形

	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7
整體	41.67%	11.11%	29.17%	9.72%	5.56%	1.39%	1.39%
高成就	62.50%	4.17%	12.50%	12.50%	8.33%	0.00%	0.00%
中成就	33.33%	12.50%	41.67%	8.33%	0.00%	0.00%	4.17%
低成就	29.17%	16.67%	33.33%	8.33%	8.33%	4.17%	0.00%

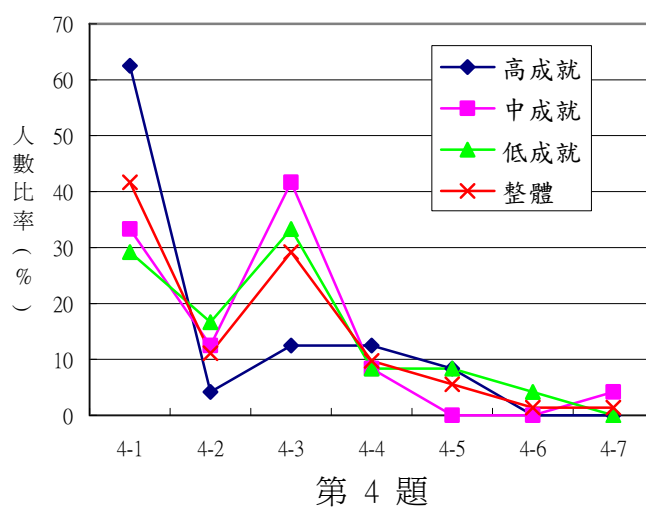


圖 4-7-3 學生對於標題的互動情形

四、學生閱讀圖片與文字互動情形

整體而言，學生若遇到不懂尋求解決的方法是多讀圖片周邊的文字敘述 (45.83%)。其中高、中、低學習成就學生有近四成五一致認為會先看圖旁邊的文字說明，但鮮少學生會請教老師，以高、低成就學生幾乎不問，這可能造成懂得還是懂，不會的還是不會。低成就學生有近兩成遇不懂會問同學，反而高成就學生問同學的比率最低，有可能是高成就學生不願去求助於人。

問題 7：請問你在看理化課本圖片時，遇到不懂，你會用哪一種方法去瞭解圖片中所含的意義？

- 7-1 多讀幾遍課本
- 7-2 先看圖片旁邊的文字敘述
- 7-3 請教老師
- 7-4 問同學
- 7-5 翻閱相關的書籍做參考
- 7-6 放棄
- 7-7 其他

表 4-7-4 學生閱讀圖片與文字互動情形

	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7
整體	23.61%	45.83%	2.78%	13.89%	6.94%	4.17%	2.78%
高成就	33.33%	45.83%	0.00%	4.17%	12.50%	4.17%	0.00%
中成就	16.67%	45.83%	8.33%	16.67%	4.17%	0.00%	8.33%
低成就	20.83%	45.83%	0.00%	20.83%	4.17%	8.33%	0.00%

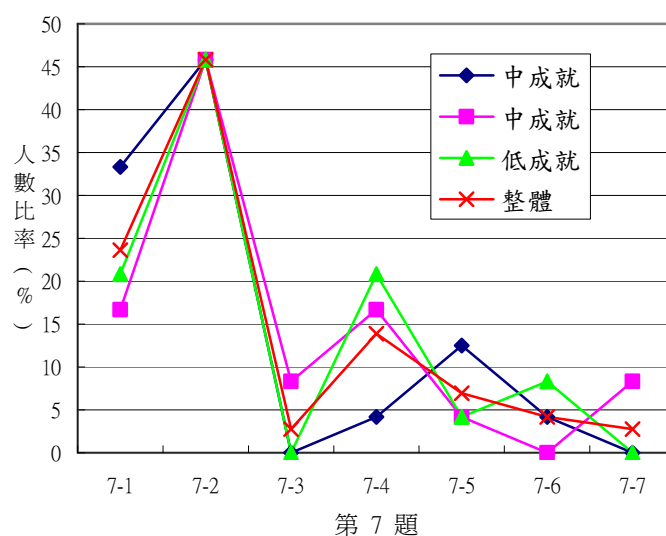


圖 4-7-4 學生閱讀圖片與文字互動情形

五、學生對於本身讀圖理解的自省情形

整體而言，學生有二成二及二成六分別認為樹狀圖及曲線圖較難理解。從分析中發現不同學習成就學生，對於難理解的圖片類型都不一樣，高學習成就的學生有三成八認為照片式的圖片較難理解，這可能是照片式只有表徵功能而沒有解釋功能；中學習成就學生有近三成認為樹狀圖較難理解，可能因為樹狀圖中每一階層的關係必須非常清楚，才能徹底了解；而低學習成就學生有三成三認為是曲線圖較難理解，這可能是因為學生對於二維座標 x 軸和 y 軸無法理解組合起來的意義，因此無法解釋而認為較難。

問題 10：請問你，理化課本中最難讓你理解的圖片是哪一類型的？為什麼？

- 10-1 流程圖 10-2 樹狀圖 10-3 分解圖 10-4 曲線圖
10-5 表格式 10-6 掛圖式 10-7 照片式 10-8 漫畫式

理由：因為

表 4-7-5 學生本身讀圖理解的自省情形

	10-1	10-2	10-3	10-4
整體	12.50%	22.22%	11.11%	26.39%
高成就	16.67%	25.00%	8.33%	20.83%
中成就	8.33%	29.17%	8.33%	25.00%
低成就	12.50%	12.50%	16.67%	33.33%
	10-5	10-6	10-7	10-8
整體	6.94%	2.78%	19.44%	5.56%
高成就	4.17%	4.17%	37.50%	4.17%
中成就	12.50%	0.00%	12.50%	4.17%
低成就	4.17%	4.17%	8.33%	8.33%

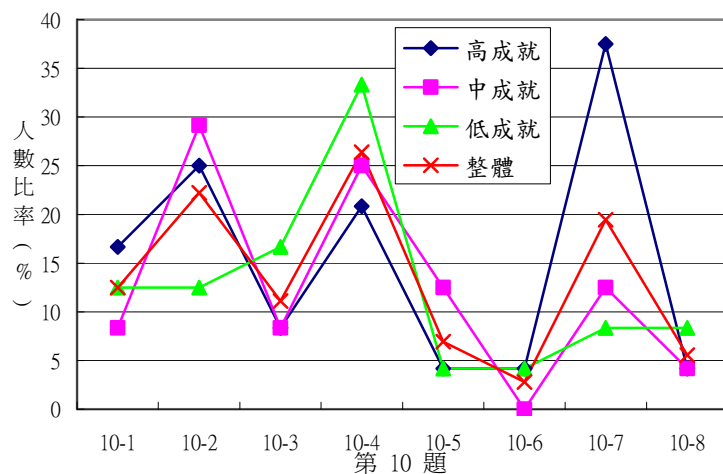


圖 4-7-5 學生對於本身閱讀理解的自省情形

六、學生對於圖片出現的頻率

整體而言，有三成三左右學生一致認為理化課本中以照片式圖片居多，顯示理化課本對於解釋概念部分學生認為較少。另外高學習成就學生有二成二認為流程圖式的圖片亦居多；中學習成就學生有二成一左右認為表格式的圖片也佔滿多的，低學習成就則認為照片較多。由此得知理化課本以照片式、流程圖、表格式三者佔最多。

問題 9：請問你認為理化課本中哪一類型的圖片最多？（可複選）

- 9-1 流程圖 9-2 樹狀圖 9-3 分解圖 9-4 曲線圖
9-5 表格式 9-6 掛圖式 9-7 照片式 9-8 漫畫式
9-9 其他

表 4-7-6 學生對於圖片出現的頻率

	9-1	9-2	9-3	9-4	9-5
整體	17.18%	1.23%	9.82%	6.13%	16.56%
高成就	22.41%	0.00%	6.90%	12.07%	17.24%
中成就	15.69%	1.96%	11.76%	1.96%	21.57%
低成就	12.96%	1.85%	11.11%	3.70%	11.11%

	9-6	9-7	9-8	9-9
整體	7.98%	32.52%	6.13%	2.45%
高成就	3.45%	31.03%	5.17%	1.72%
中成就	7.84%	33.33%	1.96%	3.92%
低成就	12.96%	33.33%	11.11%	1.85%

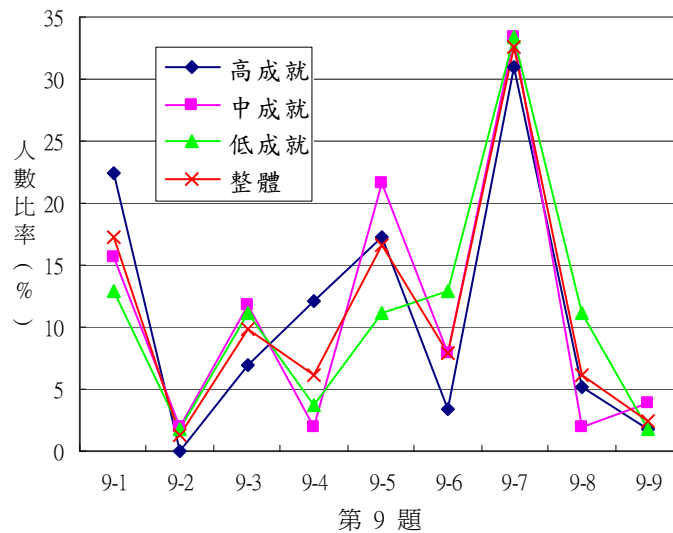


圖 4-7-6 學生對於圖片出現的頻率

七、學生對於教師使用圖片的情形

整體而言，學生對於教師以圖片教學有四成八認為方便、淺顯易懂。就高、中、低學習成就學生而言，分別有六成六、四成一及三成七皆認為可縮短學習時間。另外也有二成至二成九的高、中、低成就學生一致認為教師講解課本中的圖片有加深印象的作用；但也有少部份低學習成就學生認為教師以圖片教學是很無聊的，可能是因為對於圖片內容概念無法理解導致。

問題 6：請問你對於老師藉著講解課本中圖片來解釋理化概念的教法，我認為：

- 6-1 很有趣
- 6-2 圖片講解比課文重要一些
- 6-3 很方便，淺顯易懂
- 6-4 可有可無
- 6-5 可以加深印象
- 6-6 講解不夠明確
- 6-7 很無聊
- 6-8 其他

表 4-7-7 學生對於教師使用圖片的情形 (1)

	6-1	6-2	6-3	6-4
整體	5.56%	5.56%	48.61%	5.56%
高成就	0.00%	0.00%	66.67%	4.17%
中成就	4.17%	12.50%	41.67%	4.17%
低成就	12.50%	4.17%	37.50%	8.33%
	6-5	6-6	6-7	6-8
整體	25.00%	0.00%	2.78%	6.94%
高成就	29.17%	0.00%	0.00%	0.00%
中成就	20.83%	0.00%	0.00%	16.67%
低成就	25.00%	0.00%	8.33%	4.17%

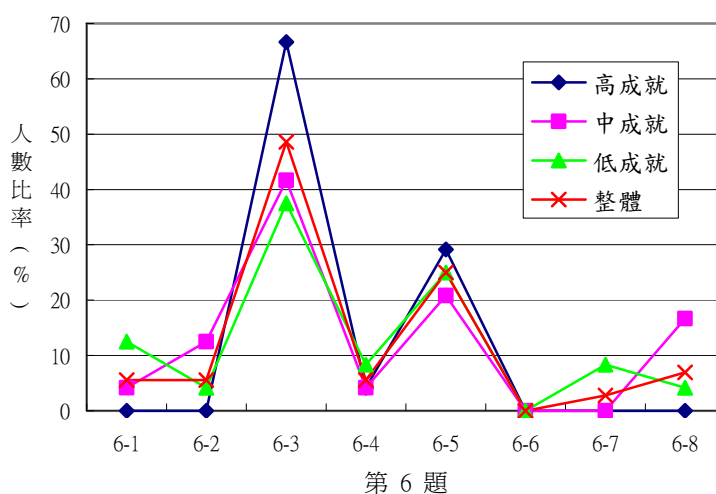


圖 4-7-7 學生對於教師使用圖片的情形 (1)

由表 4-6-8 得知整體而言，有二成二學生喜歡老師以照片式教學，其次一成四至一成六喜歡教師以流程圖和表格方式呈現。其中有近二成五的高學習成就學生，對於理化教學時喜歡教師在教學時以表格的方式整理有關理化科的概念，其次是一成七以流程圖來教學，這兩種形式皆是摘錄重點的方法。但對於中、低學習成就學生一致有佔二成五較喜歡教師以照片式的圖片教學，其次為中成就學生有一成五喜歡流程圖和表格式的教學；而低成就學生有一成四至一成五喜歡教師以分解圖和掛圖式教學，由此可知教學時教師可以針對不同特質的學生採不同方式教學。

問題 8：請問你在上課時，喜歡老師使用哪一類型圖片教學？（可複選）

- 8-1 曲線圖
- 8-2 流程圖
- 8-3 樹狀圖
- 8-4 分解圖
- 8-5 表格式
- 8-6 掛圖式
- 8-7 照片式
- 8-8 示意圖
- 8-9 其他

表 4-7-8 學生對於教師使用圖片的情形 (2)

	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5
整體	3.38%	14.49%	8.21%	11.59%	16.43%
高成就	4.62%	16.92%	9.23%	7.69%	24.62%
中成就	2.86%	15.71%	8.57%	12.86%	15.71%
低成就	2.78%	11.11%	6.94%	13.89%	9.72%
	8-6	8-7	8-8	8-9	
整體	10.14%	22.22%	12.08%	1.45%	
高成就	9.23%	15.38%	10.77%	1.54%	
中成就	5.71%	25.71%	11.43%	1.43%	
低成就	15.28%	25.00%	13.89%	1.39%	

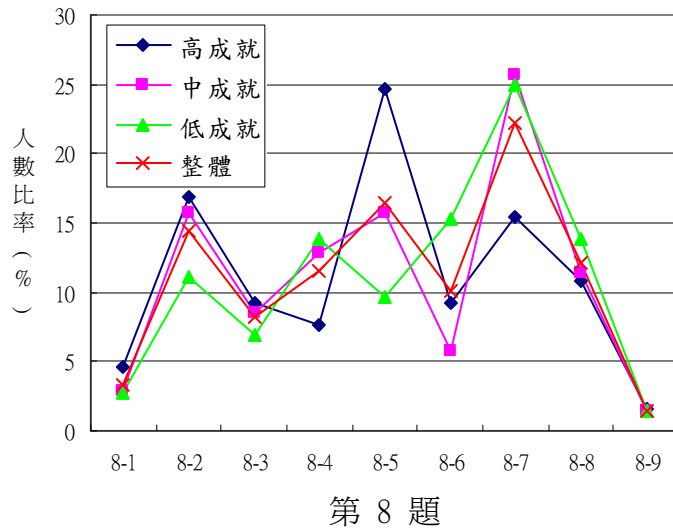


圖 4-7-8 學生對於教師使用圖片的情形 (2)

八、學生對於理化圖片使用價值

整體而言，有三成六學生認為理化課本內的圖片較容易了解、想像，以幫助記憶。其中有三成三的高學習成就學生認為理化科圖片不只幫助記憶亦可與文章相對照以及容易了解並且幫助記憶；分別有三成七的中、低學習成就學生亦認為理化圖片可以幫助記憶。

問題 2：請問你覺得理化課本中的圖片，對你了解內容是否有幫助？

- 2-1 是，可以和文章做對照
- 2-2 是，文有時複雜，圖清楚易懂
- 2-3 是，有些圖片比較容易了解、想像，幫助記憶
- 2-4 是，不喜歡看文章時可以看圖片
- 2-5 否，光是圖片沒說明文字會不了解過程
- 2-6 否，圖片內容太亂，難以理解，會更混淆
- 2-7 其他

表 4-7-9 學生對於理化圖片使用價值 (1)

	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7
整體	26.39%	19.44%	36.11%	4.17%	6.94%	4.17%	2.78%
高成就	33.33%	20.83%	33.33%	4.17%	4.17%	4.17%	0.00%
中成就	20.83%	20.83%	37.50%	4.17%	8.33%	0.00%	8.33%
低成就	25.00%	16.67%	37.50%	4.17%	8.33%	8.33%	0.00%

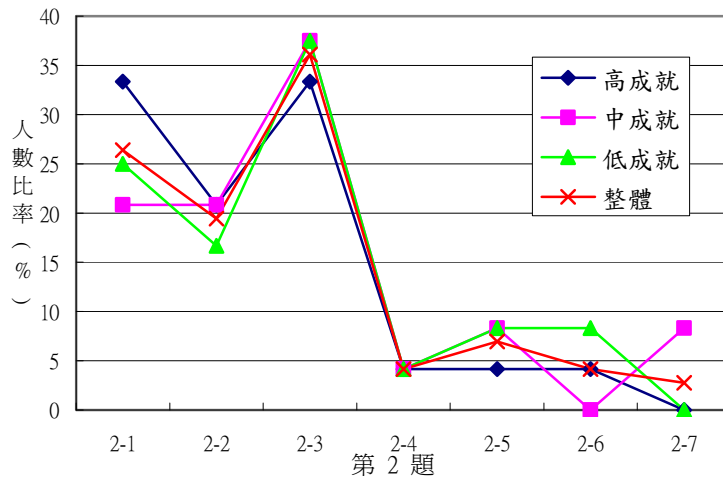


圖 4-7-9 學生對於理化圖片使用價值 (1)

由表 4-6-10 得知整體而言，有四成九左右的學生認為理化課本的圖片對於學習理化方面可以更快速地了解文章中所要傳達的意義。其中有將近七成的高學習成就學生認為理化的圖片可以更了解文字的意思，及幫助理解概念內容。而中低學習成就學生亦有四成一及三成三認為理化圖片具有一定的重要性，其中有二成九的中學習成就學生認為圖片可以幫助他們去想像，加深印象；有二成的低學習成就學生認為就算沒做實驗，看圖片也能瞭解實驗過程和結果。

問題 5：請問你覺得理化課本的圖對您學習理化有什麼重要性？

- 5-1 更容易了解文字所想表達的意思，幫助理解課本的內容
- 5-2 知道現在教什麼

- 5-3 學習較有效率
- 5-4 幫助我們去想像，加深印象
- 5-5 就算沒做實驗，也能了解實驗過程和結果
- 5-6 對考試作答有幫助
- 5-7 並沒有幫助
- 5-8 不死板，較輕鬆，對理化更有興趣
- 5-9 其他

表 4-7-10 學生對於理化圖片使用價值 (2)

	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5
整體	48.61%	5.56%	4.17%	20.83%	9.72%
高成就	70.83%	4.17%	4.17%	16.67%	0.00%
中成就	41.67%	4.17%	4.17%	29.17%	8.33%
低成就	33.33%	8.33%	4.17%	16.67%	20.83%
	5-6	5-7	5-8	5-9	
整體	2.78%	2.78%	2.78%	4.17%	
高成就	0.00%	4.17%	0.00%	0.00%	
中成就	4.17%	0.00%	4.17%	4.17%	
低成就	4.17%	4.17%	4.17%	8.33%	

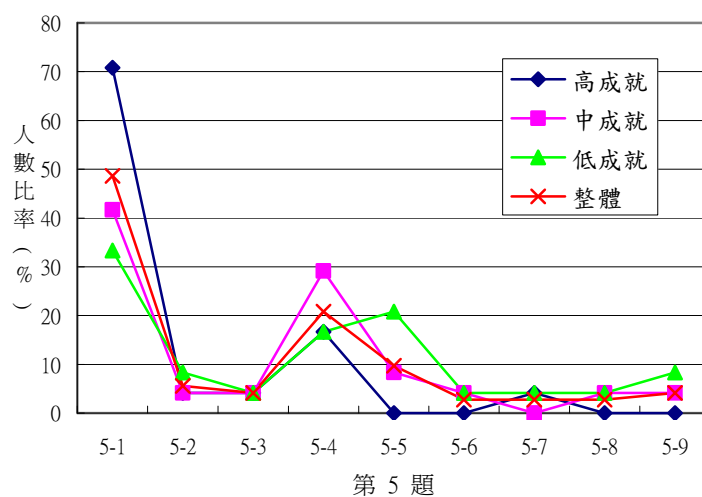


圖 4-7-10 學生對於理化圖片使用價值 (2)

由表 4-6-11 得知整體而言，有七成左右的學生認為理化課本圖片的功能是輔助文字，加快瞭解文章內容。除了以上功能之外，高、中、低學習成就學生接一至認為另一功能是可幫助學習。

問題 11：請問對你的學習而言，理化課本圖片有哪些重要功能：

- 11-1 幫助學習
- 11-2 輔助文字，快速了解文章內容
- 11-3 可以應用在生活中
- 11-4 可以預習也可以複習
- 11-5 具有美觀
- 11-6 不重要
- 11-7 其他

表 4-7-11 學生對於理化圖片使用價值 (3)

	11-1	11-2	11-3	11-4	11-5	11-6	11-7
整體	16.67%	70.83%	1.39%	2.78%	1.39%	2.78%	4.17%
高成就	16.67%	79.17%	0.00%	0.00%	4.17%	0.00%	0.00%
中成就	16.67%	62.50%	4.17%	4.17%	0.00%	0.00%	12.50%
低成就	16.67%	70.83%	0.00%	4.17%	0.00%	8.33%	0.00%

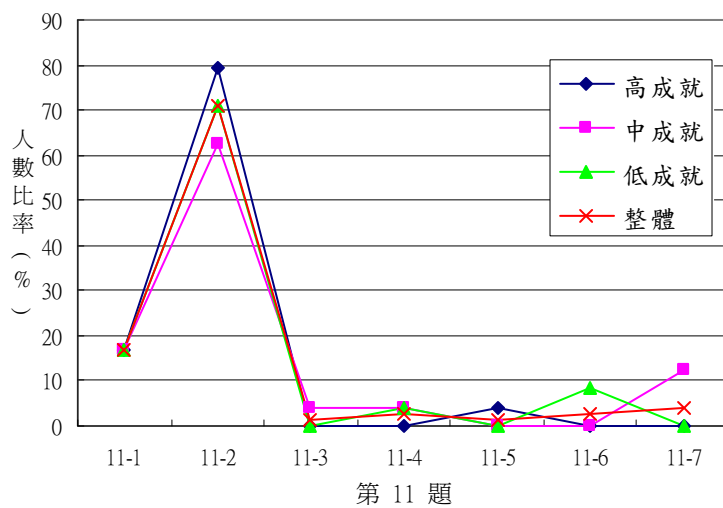


圖 4-7-11 學生對於理化圖片使用價值 (3)

由表 4-6-12 得知整體學生較不重視某些理化圖片原因有三成六認為很清楚該圖片的意思，也有二成學生認為畫太複雜而忽略它。就高、中學習成就學生有五成八左右及三成三較不重視圖片原因是已經很了解圖片意思，因此會忽略；惟獨低學習成就學生與高、中成就學生不同，有三成八左右學生較不重視學生的原因是課本圖片畫的太複雜難以理解。

問題 12：根據你的經驗，你比較不重視某些理化課本中的圖片，是因為：

- 12-1 畫得太複雜
- 12-2 已經很清楚該圖片的意思
- 12-3 無關課程內容
- 12-4 只是在介紹科學家
- 12-5 不感興趣
- 12-6 那是補充資料，不會考
- 12-7 老師沒有提到
- 12-8 其他

表 4-7-12 學生對於理化圖片使用價值 (4)

	12-1	12-2	12-3	12-4
整體	20.83%	36.11%	2.78%	9.72%
高成就	12.50%	58.33%	0.00%	8.33%
中成就	12.50%	33.33%	8.33%	12.50%
低成就	37.50%	16.67%	0.00%	8.33%
	12-5	12-6	12-7	12-8
整體	18.06%	4.17%	2.78%	5.56%
高成就	8.33%	4.17%	8.33%	0.00%
中成就	16.67%	4.17%	0.00%	12.50%
低成就	29.17%	4.17%	0.00%	4.17%

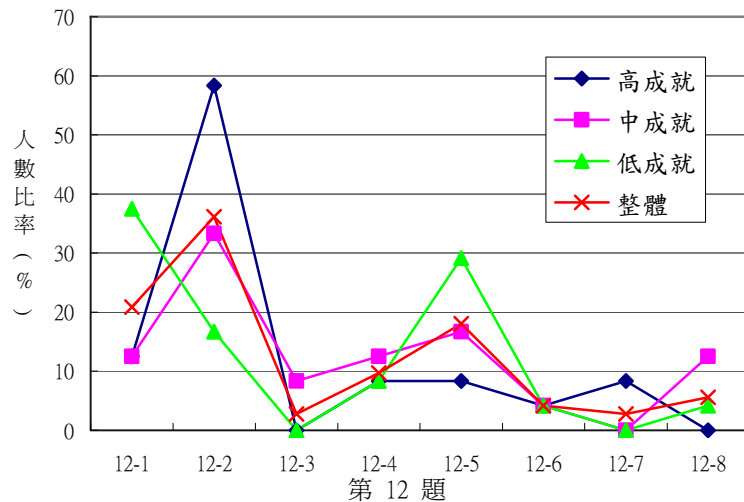


圖 4-7-12 學生對於理化圖片使用價值 (4)

九、學生對於不同科目圖片比較情形

整體而言，有一成一至一成四學生認為理化課本異於非理化課本有六點：

一、理化圖片專有名詞較多；其他科目則較少

二、理化圖片需花時間思考；其他科目則否

三、理化圖片要看文章才知道內容；其他科目課本圖片較容易了解

四、理化圖片較難懂；其他科目則簡單

五、理化圖片有生活應用、實驗流程；其他科目則沒有

六、理化圖片偏向理性、有論點；其他科目則沒有

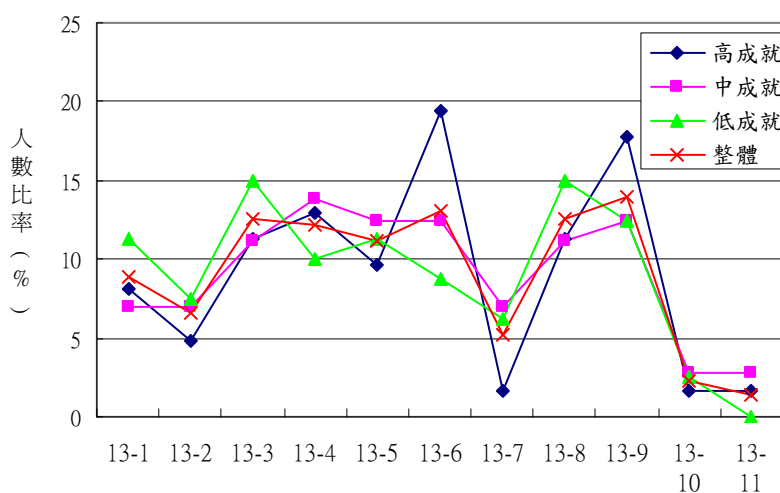
其中高學習成就學生有四成五至五成認為理化與非理化圖片不同是因為理化須花時間思考，且理化的專有名詞較多異於其他科目。中學習成就的學生則有四成一認為理化圖片在生活中可以應用及實驗流程。低學習成就學生異於前面兩者，有五成左右均認為理化圖片較難懂必須看了文章內容才能稍微了解。由此可知高中成就學生能將理化相異處指出來，而低成就學生只看到表面無法針對差異比較出來。因此學生認為理化和非理化的差異是理化須思考、有較多專有名詞、可應用於生活中、有實驗流程。

問題 13：請問你認為理化課本的圖片與非理化課本圖片（其他科目）最大的不同為何？（可複選）

- 13-1 理化圖片具有複雜性；其他科目則否
- 13-2 理化圖片有分解圖；其他科目圖片和照片是一樣的
- 13-3 理化圖片較難懂；其他科目則簡單
- 13-4 理化圖片有生活應用、實驗流程；其他科目則沒有
- 13-5 理化圖片偏向理性、有論點；其他科目則沒有
- 13-6 理化圖片需花時間思考；其他科目則否
- 13-7 理化圖片都是實物的照片，感覺嚴肅；其他科目比較輕鬆、好玩
- 13-8 理化圖片要看文章才知道內容；其他科目課本圖片較容易了解
- 13-9 理化圖片專有名詞較多；其他科目則較少
- 13-10 沒什麼不同
- 13-11 其他

表 4-7-13 學生對於不同科目圖片比較情形

	13-1	13-2	13-3	13-4	13-5	13-6
整體	8.88%	6.54%	12.62%	12.15%	11.21%	13.08%
高成就	8.06%	4.84%	11.29%	12.90%	9.68%	19.35%
中成就	6.94%	6.94%	11.11%	13.89%	12.50%	12.50%
低成就	11.25%	7.50%	15.00%	10.00%	11.25%	8.75%
	13-7	13-8	13-9	13-10	13-11	
整體	5.14%	12.62%	14.02%	2.34%	1.40%	
高成就	1.61%	11.29%	17.74%	1.61%	1.61%	
中成就	6.94%	11.11%	12.50%	2.78%	2.78%	
低成就	6.25%	15.00%	12.50%	2.50%	0.00%	



第 13 題

圖 4-7-13 學生對於不同科目圖片比較情形

結論

由表 4-6-14 整理而得整體學生讀圖文習慣情形，分述如下，在讀圖順序方面仍以圖文並重為主；圖片使用很重要；圖形標題有助加強了解其意義；學生仍以具有二維座標空間之曲線圖認為是較難理解的部分；課本常出現照片式的圖片；圖片仍具有幫助瞭解記憶、想像之價值；理化課本比一般其他領域教科書具有較多的專有名詞。

表 4-7-14 整體學生讀圖文習慣之比較摘要

項目	題號	內容	比率 (%)
閱讀圖形順序情形	1-5	文章和圖片配合一起看	34.72%
使用圖片的頻率	3-1	幾乎都會仔細看	34.72%
標題的互動情形	4-1	可以更了解圖片意義	41.67%
閱讀圖片與文字互動情形	7-2	先看圖片旁邊的文字敘述	45.83%
讀圖理解自省情形	10-4	曲線圖	26.39%
圖片出現頻率	9-7	照片式	32.52%
教師使用圖片情形	6-3	很方便，淺顯易懂	48.61%
	8-7	照片式	22.22%
理化圖片使用價值	2-3	有些圖片比較容易了解、想像，幫助記憶	36.11%
	5-1	更容易了解文字所想表達的意思，幫助理解課本的內容	48.61%
	11-2	輔助文字，快速了解文章內容	70.83%
	12-2	已經很清楚該圖片的意思	36.11%
不同科目圖片比較情形	13-9	理化圖片專有名詞較多；其他科目則較少	14.02%

第八節 晤談結果分析

質性研究對象一共選取 12 位學生，進行一對一半結構式晤談，以進一步瞭解學生對於「感應起電」示意圖內關於模態、版面配置等，學生對它的觀感。每位學生平均訪問時間為 8~10 分鐘。以下分別介紹本研究之晤談取樣方式和晤談問題方向。

本研究選出 12 位學生進行晤談。主要是從研究兩個班中取樣，本研究晤談的重心放在學生對圖形的瞭解以及圖的版面配置和模態的使用，茲將分為下列七個方向，「標題的互動情形」、「參與者角色的拆解情形」、「圖形的自省情形」、「過程角色的理解情形」、「目標角色的理解情形」、「版面配置情形」、「色彩濃度的模態使用情形」來討論。

一、學生對於標題的互動情形

問題 1. 請問你知道這是一張說明什麼概念的圖片嗎？你從哪裡得知？

(一)「標題互動問題」晤談結果類別

此題晤談結果，可分為兩類回答。第一類大部分學生直接回答標準答案「感應起電的原理」「標題」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問你知道這是一張說明什麼概念的圖片嗎？

高成就女一：它說明感應起電的原理。

晤談者：你從哪裡得知？

高成就女一：最下面的圖 6-8 感應起電的原理。

第二類答案為「靜電感應的原理」「標題」，如高成就女二之晤談結果。

晤談者：請問你知道這是一張說明什麼概念的圖片嗎？

高成就女二：說明靜電感應的原理

晤談者：你從哪裡得知？

高成就女二：從底下，下面有標示圖 6-8 靜電感應的原理

第三類答案為「靜電摩擦」「圖 A」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：請問你知道這是一張說明什麼概念的圖片嗎？

低成就女一：嗯…它是說明靜電摩擦的圖。

晤談者：你從哪裡得知？

低成就女一：嗯…從它圖的解說看的。

晤談者：你可以指出來嗎？

低成就女一：在圖 A。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-1 所示。

表 4-8-1 「標題互動問題」晤談結果摘要表

學習成就	性別	說明什麼概念的圖片	從哪裡得知
高學習成就	女一	感應起電的原理	標題
	女二	靜電感應的原理	標題
	男一	感應起電	標題
	男二	感應起電	標題
中學習成就	女一	感應起電	標題
	女二	感應起電的原理	標題
	男一	感應起電	標題
	男二	感應起電	標題
低學習成就	女一	靜電摩擦	圖 A
	女二	感應起電	標題
	男一	感應起電	標題
	男二	感應起電	標題

二、學生對於圖中參與者角色的拆解情形

問題 2. 請問這張圖片中包含了哪些東西？

(二)「參與者拆解問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為八類回答。第一類大部分學生回答答案「文字、圖片、正離子、負離子、金屬球、手、帶電金屬棒、牆壁、繩子」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

高成就女一：文字說明、然後…感應起電原理發生的圖片順序、然後…嗯…。

晤談者：圖片裡面有什麼東西嗎？

高成就女一：有……正離子、負離子，還有…金屬球，然後…手去接地的動作、還有帶正電的金屬棒、然後最後看到一個帶負電的金屬球。

晤談者：沒了嗎？

高成就女一：嗯嗯…，還有牆壁、繩子吊著金屬球。

第二類答案為「鐵棒、鐵球、線、手、電性」，如高成就男一之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

高成就男一：嗯…鐵棒、鐵球、還有線。

晤談者：只有這些嗎？

高成就男一：嗯…還有支撐鐵球的導體。

晤談者：沒了嗎？

高成就男一：嗯嗯…，還有一隻手，嗯…電性。

第三類答案「圖案、文字、代號、正電、負電、手、線、金屬棒、金屬球」，如高成就男二之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

高成就男二：圖案、文字，還有代號。

晤談者：圖裡面有什麼東西？

高成就男二：嗯…就正電荷、負電荷，還有手接地。

晤談者：還有什麼東西嗎？

高成就男二：還有線，嗯…還有虛線，還有…金屬棒，還有…嗯……還有
金屬物體、金屬球。

第四類答案「圖、文字、球、線、正負電、玻璃棒、手、箭頭」，如低成就男一之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

低成就男一：嗯…有圖解還有文字說明。

晤談者：圖裡面有什麼東西嗎？

低成就男一：有球、有線、還有正負電、還有玻璃棒，還有一隻手，還有
箭頭，還有虛線，就這樣。

第五類答案「鐵球、正極、負極、正極棒、手」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

低成就女一：它有鐵球跟正極、負極，嗯…就這樣。

晤談者：還有嗎？

低成就女一：還有一根棒子…一根帶正極的棒子。

晤談者：裡面的東西只有這些？

低成就女一：帶負極的手。

第六類答案「金屬球、帶電體、線、支撐架」，如低成就男二之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

低成就男二：嗯…金屬球，然後帶電體、手，還有線和那個支撐架，然後線。

晤談者：還有別的東西嗎？

低成就男二：嗯……沒了。

第七類答案「正極、負極、電棒、手跟線、虛線、天花板、金屬球」，如低成就女二之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

低成就女二：正極、然後負極，還有電棒，然後還有手跟線。

晤談者：還有別的東西嗎？

低成就女二：還有虛線、天花板、金屬球…沒了。

第八類答案「金屬球、金屬棒、手、繩子、天花板、電子和質子」，如中成就男二之晤談結果。

晤談者：請問這張圖片中包含了哪些東西？

中成就男二：嗯…就有一個嗯…金屬球，還有一個金屬棒，然後還有一隻手，然後還有繩子，把那個球掛在天花板上，嗯…還有那個…金屬棒是帶正電，然後因為它靠近金屬球，所以就會…正負就會，球裡面的電子和質子就會分開。

在此題中，12位學生的晤談結果摘要如表4-8-2所示。

表 4-8-2 「參與者拆解問題」晤談結果摘要表

		圖片中包含了哪些東西
高學習成就	女一	文字、圖片、正離子、負離子、金屬球、手、牆壁、繩子
	女二	圖片、文字、金屬球、線、手、正電、負電
	男一	鐵棒、鐵球、線、手、電性
	男二	圖案、文字、正電、負電、手、虛線、金屬棒、金屬球
中學習成就	女一	金屬棒、金屬球、線、板子、手、虛線、正電、負電
	女二	金屬球、正電、負電、手、金屬棒
	男一	金屬球、負電、正電、天花板、繩子、手
	男二	金屬球、金屬棒、手、繩子、天花板、電子和質子
低學習成就	女一	鐵球、正極、負極、正極棒、手
	女二	正極、負極、電棒、手跟線、虛線、天花板、金屬球
	男一	圖、文字、球、線、正負電、玻璃棒、手、箭頭、虛線
	男二	金屬球、帶電體、線、支撐架

三、學生對圖形的自省情形

問題 3：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？為什麼不懂？

(三)「圖形自省問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為四類回答。第一類大部分學生回答答案「手接地的部份」，如高成就男二、低成就女二、低成就男二之晤談結果。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？

高成就男二：嗯…接地的部份

晤談者：在哪裡，可不可以指出來？

高成就男二：圖 B 的部份，手接地的部份。

晤談者：手接地的哪一部分不清楚呢？

高成就男二：嗯…負電荷轉移到帶電體上。

晤談者：為什麼會不理解呢？

高成就男二：因為比較不清楚。

晤談者：哪裡標的不清楚？

高成就男二：嗯…圖案的上下左右周圍沒有加文字說明。

晤談者：那你覺得要加什麼文字在裡面呢？

高成就男二：嗯…負電荷由手接地轉移到那個…金屬球上。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？為什麼？

低成就女二：…這張圖，圖B。

晤談者：圖B的哪一個位置？

低成就女二：圖的右邊手的位置。

晤談者：為什麼讓你難以理解？

低成就女一：不知道負極哪裡來。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？為什麼？

低成就男二：圖B。

晤談者：哪一個位置？

低成就男二：手跟金屬球接觸的部分，電子怎麼上去的。

晤談者：為什麼讓你難以理解？

低成就男二：人是穿著鞋子是絕緣體，那你沒有辦法經由地表，經由手傳達到金屬球。

第二類為「實線與虛線的夾角」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？

高成就女一：拉著金屬球的那一個繩子，四張圖中它和原本線角度的大小不同。

晤談者：你可以指出來嗎？

高成就女一：圖A的這個部份，那個角度，B的角度顯然比圖A大，但我不知道為什麼？然後C的角度又比D小，我不知道是因為它手碰金屬球的關係還是怎麼樣。

晤談者：為什麼不懂？

高成就女一：因為沒有辦法從圖片和文字中了解角度大小的問題。

第三類為「圖A靜電感應」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？為什麼？

低成就女一：嗯...，A近端產生異性電，遠端產生同性電。

晤談者：為什麼看不懂？

低成就女一：因為...不知道它那根棒子接觸它是要做什麼？

第四類為「圖C」，如中成就女一之晤談結果。

晤談者：請問在圖中最難讓你理解、看不懂的地方是哪一個部份？

中成就女一：圖C。

晤談者：為什麼讓你難以理解？

中成就女一：因為會不知道金屬球中的正電跑到哪裡去。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-3 所示。

表 4-8-3 「圖形自省問題」晤談結果摘要表

		最難理解的地方	為什麼不懂
高學習成就	女一	實線和虛線的夾角	夾角大小不同
	女二	手接地的地方	負電荷從手來
	男一	球與手接地的地方	不知道它的原理
	男二	手接地的部份	周圍沒有加文字說明
中學習成就	女一	圖 C	不知道金屬球中的正電跑到哪裡去
	女二	手碰到金屬球	手旁邊為什麼有負電荷
	男一	無	無
	男二	圖 B 手碰正電的地方	不懂那邊的負電是怎麼樣來的
低學習成就	女一	圖 A 靜電感應	不知道那根棒子接觸球要做什麼
	女二	圖 B 手的位置	不知道負極哪裡來
	男一	圖 B 接地	為什麼負電往裡面跑
	男二	圖 B 手跟金屬球接觸的部分	電子怎麼上去的

四、學生對過程角色的理解情形

問題 4. 請問圖 B 中箭號代表什麼意思？你覺得箭號放在這裡的位置恰當嗎？若不恰當，應該放在哪裡呢？

(四)「過程理解問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為五類回答。第一類大部分學生回答正確答案「負電荷的移動方向」，如高成就男二之晤談結果。

晤談者：請問圖 B 中箭號代表什麼意思？

高成就男二：嗯…移動的方向。

晤談者：誰的移動方向？

高成就男二：負電荷的移動方向

晤談者：你覺得箭號放在這個位置恰當嗎？

高成就男二：恰當

第二類為「接地」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問圖 B 中箭號代表什麼意思？

高成就女一：手…手去接觸金屬棒，地底下的電子經由人體游到手再到金屬球去中和靠近手這邊的正離子。

晤談者：那可以用簡單幾個字說明嗎？

高成就女一：接地

晤談者：接地的另一個意義，箭頭代表什麼意思？

高成就女一：電性中和。

晤談者：你覺得箭號放在這裡的位置恰當嗎？

高成就女一：還可以

晤談者：可以幫助你理解意義是不是？

高成就女一：嗯…

第三類為「手去碰觸到金屬球」，如中成就男二之晤談結果。

晤談者：請問圖 B 中箭號代表什麼意思？

中成就男二：手去碰觸金屬球的方向。

晤談者：你覺得箭號放在那個位置恰當嗎？

中成就男二：不太恰當，我覺得可以把箭號放在手指裡面會清楚，因為它有可能在說明負電的方向。

晤談者：你認為箭號的意義是什麼？

中成就男二：有兩個箭號，其中一個可能是說明手碰的方向，另外一個可能是說明電荷往金屬球移動。

第四類為「負電移動路徑」，如低成就男一之晤談結果。

晤談者：請問圖 B 中箭號代表什麼意思？

低成就男一：負電到球裡面中和正電。

晤談者：所以箭號代表？

低成就男一：移動路徑。

晤談者：你覺得箭號放在手的外面，這個位置恰當嗎？

低成就男一：沒有很好，可以直接畫在那根手指頭上。

第五類為「手移過去的方向」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：請問圖 B 中箭號代表什麼意思？

低成就女一：手移過去的方向。

晤談者：你覺得箭號放在那個位置恰當嗎？

低成就女一：恰當。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-4 所示。

表 4-8-4 「過程理解問題」晤談結果摘要表

		箭號代表什麼意思	位置是否恰當
高學習成就	女一	接地，電性中和	恰當
	女二	手去碰觸到金屬球	恰當
	男一	負電荷移動	恰當
	男二	負電荷的移動方向	恰當
中學習成就	女一	負電荷傳遞方向	還可以，箭號可以畫在手中間
	女二	負電荷傳遞方向	恰當
	男一	負電荷的移動方向	恰當
	男二	手碰金屬球的方向	不太恰當
低學習成就	女一	手移過去的方向	恰當
	女二	手碰金屬球	恰當
	男一	負電移動路徑	不恰當，直接畫在那根手指頭上
	男二	電子移動方向	恰當

五、學生對於目標角色的理解情形

問題 5. 請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

(五)「目標理解問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為五類回答。第一類大部分學生回答正確答案「手中負電荷將正電荷中和」，如高成就男一之晤談結果。

晤談者：請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

高成就男一：因為從圖 B 的手中的負電荷移到上面將正電荷中和掉了，所以就不見了。

第二類為「正離子被接地的動作中和」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

高成就女一：它沒有不見，它只是沒有標示出來而已，因為在圖 B 中正電…

正離子已經被接地的動作中和了，然後…所以…整個金屬球

當中負離子的數目多於正離子，所以他只標示出負離子。

第三類為「負電荷大於正電荷，所以帶負電」，如高成就男二之晤談結果。

晤談者：請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

高成就男二：嗯……因為它負電荷大於正電荷，所以它帶負電，正電荷就
消失了，

晤談者：那它跑到哪裡去了？

高成就男二：嗯…還是在帶電體上

晤談者：在哪個帶電體上？

高成就男二：在金屬球上

第四類為「被棒子吸走」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

低成就女一：被棒子吸走了。

第五類為「被電棒吸過去」，如低成就女二之晤談結果。

晤談者：請問為什麼圖 C 中金屬球內正電不見了呢？

低成就女二：……應該被電棒吸過去。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-5 所示。

表 4-8-5 「目標理解問題」晤談結果摘要表

		為什麼圖 C 中金屬球內正電不見
高學習成就	女一	正離子接地的動作中和
	女二	被負電中和掉
	男一	手中負電荷將正電荷中和
	男二	負電荷大於正電荷，所以帶負電
中學習成就	女一	負電荷比正電荷多一點，正電不會消失
	女二	負電和正電抵銷
	男一	被 B 圖中的負電荷中和
	男二	跟負電中和了，就變成中性
低學習成就	女一	被棒子吸走
	女二	被電棒吸過去
	男一	圖 B 的負電中和球裡面正電
	男二	被圖 B 經由地表到金屬球的電子中和掉

六、學生對於版面配置情形

問題 6. 請問你覺得這張圖裡的擺放順序恰不恰當？若不恰當，你認為要怎麼擺放才好？

(六)「版面配置問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為三類回答。第一類大部分學生回答答案「由左至右」，如高成就女一之晤談結果。

晤談者：請問你覺得這張圖裡的擺放順序恰不恰當？

高成就女一：還好

晤談者：有沒有其他擺放會更清楚呢？

高成就女一：其他的擺放？……

晤談者：有沒有比這樣的排序更好的呢？

高成就女一：由左至右吧，會比較好。

第二類為「只要有 ABCD 就可以」，如高成就女二之晤談結果。

晤談者：請問你覺得這張圖裡的擺放順序恰不恰當？

高成就女二：可以啊，因為只要有 ABCD 就可以了

晤談者：有沒有其他擺放會更好呢？

高成就女二：只要有 ABCD，知道順序就好了。

第三類為「由上往下」，如中成就男一之晤談結果。

晤談者：請問你覺得這張圖裡的擺放順序恰不恰當？

中成就男一：還可以，可以在每兩張圖中加箭頭。

晤談者：有沒有其他擺放會更好呢？

中成就男一：可以垂直由上往下排，每兩張圖中加箭頭，在圖右邊加上文字說明。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-6 所示。

表 4-8-6 「版面配置問題」晤談結果摘要表

		擺放順序恰不恰當	擺放位置
高學習成就	女一	還好	由左至右
	女二	還可以	只要有編號即可
	男一	還好	無
	男二	恰當	無
中學習成就	女一	恰當	無
	女二	恰當	無
	男一	還可以	由上往下
	男二	恰當	有 ABCD 的順序即可
低學習成就	女一	恰當	無
	女二	恰當	無
	男一	恰當	無
	男二	不恰當	由左至右

七、學生對色彩濃度的模態使用情形

問題 7. 你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當，清不清楚？若不恰當，你認為要怎麼配才好？

(七)「模態使用問題」晤談結果類型

此題晤談結果，可分為五類回答。第一類大部分學生直接回答答案「顏色濃度恰當」，如高成就男一之晤談結果。

晤談者：你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當？

高成就男一：嗯…嗯…恰當，很清楚，所以就不會搞混

第二類為「字可以再深一點」，如高成就女二之晤談結果。

晤談者：你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當？

高成就女二：很恰當啊，呵…，字可以再深一點。

第三類為「正極換成別的颜色」，如低成就女一之晤談結果。

晤談者：你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當？

低成就女一：恰當

晤談者：有沒有需要哪裡要加強？

低成就女一：把正極換成別的颜色

晤談者：你認為應該換成什麼颜色比較好？

低成就女一：換成跟別的東西不同颜色就可以了。

晤談者：你為什麼認為正極那個部分要換掉？

低成就女一：因為…覺得它的颜色跟球的颜色有一點接近。

第四類為「金屬棒可以用別種颜色」，如中成就女一之晤談結果。

晤談者：你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當？

中成就女一：嗯…不是很恰當，金屬棒可以用別種颜色，這樣就可以和接線的板子作區別。

晤談者：你覺得可以用什麼颜色呢？

中成就女一：就是…就是避免和中間這些颜色相同。

第五類為「正電和負電颜色可以互相掉換」，如低成就男二之晤談結果。

晤談者：你認為這張圖裡每一樣東西和背景所搭配的颜色濃度恰不恰當？

低成就男二：還可以，正電和負電顏色可以互相掉換，像測電壓或電流的儀器，正電是用紅色代表、負電是用黑色代表。

在此題中，12 位學生的晤談結果摘要如表 4-8-7 所示。

表 4-8-7 「模態使用問題」晤談結果摘要表

		顏色濃度恰不恰當	修改之處
高學習成就	女一	恰當	無
	女二	恰當	字體可以再深一點
	男一	恰當	無
	男二	恰當	無
中學習成就	女一	不是很恰當	金屬棒換成其他顏色
	女二	恰當	無
	男一	恰當	無
	男二	恰當	無
低學習成就	女一	恰當	正極換成別的顏色
	女二	恰當	無
	男一	恰當	無
	男二	還可以	正電和負電顏色互相掉換

結語

在晤談學生對「感應起電」示意圖的理解中，發現學生對圖形的理解仍有困難。尤其是晤談學生在「圖形的自省情形」方面以及「箭號角色的理解情形」方面，很多學生並無法了解作者圖形中各元素符號的意思。在「標題的互動情形」晤談方面學生幾乎都能回應，表現較佳。在「參與者角色的拆解情形」、「目標角色的理解情形」晤談方面學生會出現迷思概念。在「版面配置情形」、「色彩濃度的模態使用情形」晤談方面有少部分學生提出一些觀點建議改變的地方，大致上認為圖形整體是恰當的。