

計畫名稱：高中化學實驗評量規準建立與實作評量對於學生學習之影響

主持人：劉俊庚、鄭泰中

執行單位：臺北市立中崙高級中學

## 一、計畫目的

近幾年，世界各國無不積極地推展教育改革，其中最為重要的即是教學評量方式的轉變。傳統的評量方式因其去情境化的特質，以及過度重視認知層次一直為人所詬病，在建構主義的時期，強調學生多元能力發展及主動建構知識，評量已成為教學的一環，其目的不再只是給學生一個分數，更是要了解學生學習過程、提供回饋與協助學生成長的活動。邱美虹和湯偉君（2000）認為在教育環境不斷變革中，評量方式的改革應與課程規劃相呼應。而美國國家科學標準（1996）則提及現今科學教育的目標應重視學生在真實世界中問題解決的能力，且因為教學目標的改變，使得評量方式的應用也需隨之改變。在科學教育白皮書（2003）則提及「課程」、「教學」與「評量」三者之間的結構需要緊密的連結，才能得到最好的教學效果。由此可見，評量對於學生學習的影響是顯而易見，因為評量方式的改變，無可避免地也將改變教師的教學與學生的學習方式。

然而，現今關於實驗室的評量仍付之闕如，課程綱要也幾乎僅對概念的層次與發展做詳盡的敘述，對於學生其他能力，則以大尺度的定義方式，如「培養學生思考的能力」，至於如何評量？則並未有清楚的指示與說明，如此更容易使基層教師忽略此非知識能力之教導（邱美虹和湯偉君，2000）。猶如上所述，教育的變革也意謂評量方式必須做調整與改革，但現今教師卻缺乏有效的評量工具以減輕其評量時的負擔，更使得評量工作無法因應時代而做適當的改革。近年來，許多國內外學者已開始倡導實作評量（邱美虹，2000；魯俊賢和吳毓瑩，2007），其均強調評量的工作應更為準確地反映與測量我們評估的工作，然實作評量之信度與效度受到極大的批評，且實施時較為耗時耗力，在實務上仍讓許多教師裹足不前。

因此，本研究期望能建立評量規準，提供高中化學教師未來在基礎化學實驗課程評量的參考與依據，透過標準化的評量工作，教師在教學歷程中可參照評分規準（scoring rubrics）進行相關實驗教學活動之評量，並且依學生的表現給予相對應的評量結果，如此將提高評量的信、效度，更可大幅地減少教師在實驗課程評量工作的負擔，對於學生的學習也將會有很大的助益。

如上所述，本研究之目的如下：

- （一）建立高一基礎化學實驗課程評量規準。
- （二）探討實作評量對於高一學生在基礎化學學習之影響，並針對應用於實驗課程的結

果提出建議。

## 二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

### (一) 執行單位對計畫支持的情形

本校對於本計畫持完全支持的態度，不論是在經費、人力或場地部分，均大力支持，使本研究能順利進行。

### (二) 本研究參與計畫人員

研究主持人：劉俊庚、鄭泰中

評分者：劉俊庚、賴俊文（臺北市立中崙高級中學教師）

專家學者：邱美虹教授（國立臺灣師範大學 科學教育研究所）

鍾曉蘭老師（國立三重高級中學化學教師、國立臺灣師範大學 科學教育研究所博士生）

## 三、研究方法

本研究為建立高一基礎化學實驗課程之評量規準，並且探討此規準應用於實際課程之情形，並針對實施後相關問題與建議做適當的修正，藉以提供高中化學教師未來在基礎化學實驗課程評量的參考與依據。

### (一) 研究樣本

本研究選取的受試者為臺北市某公立高中一年級學生，總計學生共 35 人參與本研究。

### (二) 評量的向度

在評量的形式部分，為達到多元評量的方式，本研究從下列幾個向度來評量學生的實際表現，如此的方式可透過學生的表現，讓教師了解學生不同的認知、科學過程技能和情意的表現。而不同的評量形式也可提供更為豐富的訊息來描述學生的成就與表現。

表 1. 實作評量的向度

評量向度	向度說明	配分比例	備註
紙筆測驗 (Written tests)	每次實驗前，均針對實驗內容做相關知識、概念和技能方面的測驗(實驗 1、2、4 和 5)，每題 1 分。	20%	
實驗操作與技能 (Manipulation and Skill)	每次實驗過程，由兩位研究者針對學生實驗操作做評量，並依下列評量規準做評量，評量層次分為三個層次，分別為完全做到 (2pt)、部分做到 (1pt) 和完全未做到	30%	

	(0pt)，最後則計算學生在每次實驗總分。	
小組計畫與合作 (Group Project)	兩位評量教師透過實際觀察，評量小組團隊合作學習之情形。	10%
實驗報告 (Reports)	每次實驗完畢，均針對學生實驗報告做評量，並依下列評量規準做評量，最後則計算學生在每次實驗總分。	40%

### (三) 評量規準的訂定

本研究參閱美國新標準 (New Standards) 的評量規準，依據新標準 (New Standards) 其分為概念理解 (conceptual understanding)、科學性思維 (scientific thinking)、科學探究 (investigation) 和工具 (tool)、技術 (techniques) 和溝通 (communication)，如下表 3 所示。

表 3. New Standards 的評量規準

評量向度	評量規準說明
概念理解	可以使用這些概念去描述熟悉的現象，或是解釋你的觀察。當你使用概念去做預測或解釋不熟悉的現象時，表示有較深層的理解。 可以利用多重的方式來表徵概念，如文字、圖畫、圖表、數學表格和模型。 解釋概念包括顯示它如何被使用，如何被表徵，和與其他科學概念的關係。
科學性思維	就因果來書寫問題。 確認影響情境的變數，並且能控制它。 解釋與模型的思想，並基於證據和邏輯來改變。 提出與分析不同的解釋。 認識事實與觀點之間的差異。 確認問題：在許多不同的設計中選擇，然後試著解決與判斷其結果。
科學探究	控制性實驗 (Controlled experiment) 現場觀察晤談 (Field work) 設計 (Design) 次級研究 (Secondary research)
工具、技術與溝通	可以顯示你使用科學性工具與技術，並且你如何傳達你所學。

此外，本研究亦依據新標準的八項特點 (邱美虹，2000)，並參考相關文獻與書籍後，針對高中基礎化學實驗課程中相關實驗操作技能與實驗報告相關問題，擬訂評量規準，隨後經兩位專家 (科學教育和化學領域) 審查，依專家審查結果討論後修正作為本研究之評量規準。最後，再將此評量規準應用於實際教學上，再針對教學中所面臨的問題做修正。

#### (四) 實驗教學活動與評量工作

本研究之教學活動採取「整合性教學單元」(Integrated Instructional Units)，其與一般典型的實驗教學之比較，如表 2 所示。整體來說，整合性教學單元較傳統的科學教學模式更能提供學生學科素材的理解、科學性推理的發展和學習興趣，這也是本研究採取此教學模式的主要因素。此外，每次實驗課程也予以錄影記錄，作為後續研究或評量工作之參考。而各個實驗活動進行時間如表 3 所示，因課程進行因素，編號 4-6 仍未進行評量。

表 2. 整合性教學單元與典型的實驗室教學之比較

目的	典型的實驗室經驗	整合性教學單元
精熟學科素材	並未較其他教學模式較佳或較差	相較於其他教學模式更能增進精熟度
科學性推理	協助某些部分的發展	協助某些更為精緻部分的發展
科學本質理解	很少改善	當明確地指示目的時，有部分的改善
科學興趣	僅有部分證據顯示能增進興趣	有很多證據顯示能增進興趣
複雜度理解與實證工作的多樣性	沒有充分的證據	沒有充分的證據
實務技能的發展	沒有充分的證據	沒有充分的證據
小組合作的發展	沒有充分的證據	沒有充分的證據

(資料來源：Singer et al., 2006: p.100)

表 3. 實驗教學活動與評量時間表

編號	實驗名稱	實驗活動時間	備註
1	我們的實驗室	2008.09.20-21	建議此活動可利用非課堂時間，如午休或課餘時間。
2	氮的製備與性質	2008.10.08	
3	電解碘化鉀水溶液	2008.11.15	
4	未知溶液測試	2008.12.05	因課程安排，仍未實施
5	化學電池	2008.12.19	因課程安排，仍未實施
6	耐綸的合成	2008.12.26	因課程安排，仍未實施

#### (五) 資料收集

為探討實作評量對於高一學生在基礎化學學習之影響，本研究結果的資料收集係以每個實驗活動為收集的單位。並且，整個實驗課程完畢後，則以訪談的方式，詢問學生在實作評量後之感受，訪談過程予以錄音。

## (六) 資料分析

### 1. 評分者信度

評分者間一致性部分，本研究評量工作由兩位評分者分別針對每個實驗與活動進行評量，然後根據所評量的結果，使用皮爾遜積差相關係數 (Pearson product moment correlation) 和斯皮爾曼等級相關 (Spearman rank correlation) 做為評分者一致性之依據。評分結果，如下表所示。由表4顯示，本評分工作有相當良好的信度。

表 4. 評分者在不同實驗活動的一致性

編號	實驗名稱	實驗前測 紙筆測驗	實驗操作與技 能評量規準	小組計畫與合 作評量規準	實驗報告 評量規準
1	我們的實驗室				
	Pearson r	—	—	—	.776*
	Spearman rs	—	—	—	.763*
2	氮的製備與性質				
	Pearson r	—	.831*	.614*	.892*
	Spearman rs	—	.839*	.598*	.909*
3	電解碘化鉀水溶液				
	Pearson r	—	.782*	.652*	.875*
	Spearman rs	—	.790*	.667*	.912*
4	未知溶液測試				
	Pearson r	—	—	—	—
	Spearman rs	—	—	—	—
5	化學電池				
	Pearson r	—	—	—	—
	Spearman rs	—	—	—	—
6	耐綸的合成				
	Pearson r	—	—	—	—
	Spearman rs	—	—	—	—

### 2. 學生實作評量表現評分

為了解學生在實驗整體的表現，本研究以編號2—氮的製備與性質為例 (評分者1)。分析結果如下：

表5. 學生實作評量表現評分

	實驗前測 (20%)	實驗操作與技能 (30%)	小組合作 (10%)	實驗報告 (40%)	總分 (100%)
11001	5	17	4	19	<b>72.8</b>
11002	6	15	3	26	<b>78.0</b>
11003	3	16	4	28	<b>78.8</b>

11004	9	15	3	24	<b>81.5</b>
11005	5	15	3	24	<b>73.5</b>
11006	3	15	3	22	<b>66.9</b>
11007	6	15	3	26	<b>78.0</b>
11008	8	16	4	21	<b>79.8</b>
11009	8	17	4	22	<b>82.7</b>
11010	10	16	4	27	<b>91.5</b>
11011	8	17	4	21	<b>81.4</b>
11012	2	18	4	23	<b>73.7</b>
11013	6	18	4	24	<b>83.0</b>
11014	9	17	4	19	<b>80.8</b>
11015	7	15	3	23	<b>76.2</b>
11016	8	16	3	28	<b>86.3</b>
11017	2	18	3	21	<b>68.6</b>
11018	10	17	4	28	<b>94.5</b>
11019	6	17	4	24	<b>81.3</b>
11020	4	12	2	21	<b>60.1</b>
11021	8	16	3	19	<b>74.7</b>
11022	8	11	2	19	<b>63.8</b>
11023	8	17	3	21	<b>78.9</b>
11024	5	11	2	19	<b>57.8</b>
11025	4	12	2	22	<b>61.4</b>
11026	7	12	2	20	<b>64.8</b>
11027	8	16	3	22	<b>78.6</b>
11028	6	16	3	22	<b>74.6</b>
11029	1	16	3	24	<b>67.1</b>
11030	9	17	4	27	<b>91.2</b>
11031	4	17	4	24	<b>77.3</b>
11033	10	16	3	24	<b>85.1</b>
11034	10	16	3	26	<b>87.7</b>
10135	7	17	4	21	<b>79.4</b>
10136	8	17	4	25	<b>86.6</b>
平均	<b>6.51</b>	<b>15.69</b>	<b>3.28</b>	23.03	<b>77.10</b>

#### 四、目前完成程度

##### (一) 評量規準的擬定

從評量規準的訂定、專家委員的審查與修正，和現行實際應用於基礎化學課程，目前已完成實驗課程評量規準分為下列 4 部分：(詳細評量規準請參閱手冊)

- 1.紙筆測驗 (Written tests) 工具
- 2.實驗操作與技能 (Manipulation and Skill) 評量規準
- 3.小組合作與計畫 (Cooperation and Plan) 評量規準
- 4.實驗報告 (Reports) 評量規準

#### (二) 實作評量對於學生基礎化學學習之影響

評量規準實際應用於基礎化學實驗課程上，探討實作評量對於高一學生在基礎化學學習之影響，和修正原先所擬訂之評量規準。針對現行實施的結果，學生的表現經過評分後，教師可從這些評分結果得知學生在實驗活動中達成的情形，如此即可協助教師了解實驗過程的問題，以及接下來的教學工作如何改進。

而實作評量對於學生的影響，一般學生對於此種評量方式並不會感到排斥或負擔更多，他們認為此種評量方式可以讓他們更了解實驗的內容，且老師也會適時地更予回饋，讓他們了解錯誤與需要改進的地方。

### 五、預期成果

#### (一) 評量規準部分

期望本評量規準的建立能提供高中化學教師未來在基礎化學實驗課程評量的參考與依據。

#### (二) 實作評量部分

本研究為探討實作評量對於高一學生在基礎化學學習之影響，期望能了解實作評量實際應用於實驗教學中將會遇到的問題與解決策略。最後，將研究結果寫成報告發表。