

發展初中科學實驗試對教與學的啟示

關玉萍

香港中國婦女會馮堯敬紀念中學

初中學生常在實驗室上科學課，學習過程多以實驗為基礎，學生透過實驗探究，學習本科知識和技能。Kempa (1986, p. 65) 提到所有科學都以實驗為理論本質及基礎。香港科學課的設計，就正正配合學習科學的精神，教師提供學生從實驗中學習的經歷。但每當評核學生表現時，大都只集中用紙筆形式的測驗或考試，究竟評核過程中，能否真正考核學生日常所學？在認知層面可說談得上，但在技能上則只屬紙上談兵，沒有實際表現的機會。下文談論校本初中科學實驗試發展過程、學生表現及對教與學的啟示，從中了解學生在學習上的未知，不能真正反映在筆試中，然而可在實驗試中表現出來。

評核的意義

評核不只是給學生一個測驗或等級，「當教師作出評估時，就表示她／他應該怎樣去改善教學。評估可作為教學過程中的一個回饋，教師一定要經歷過，才變得更有技巧。」(Trowbridge, 2000, p. 288)。評核在很多人眼中會集中在學生的學習成果，而忽略了

作為教學回饋及改進的重要一環。學生在實驗試的表現正正為教師提供改善教學及實驗技巧的導引性方向。

開發實驗試的目的

開發實驗試的動力來自一次教學反思，「教師發現筆試不能評核學生在課堂上的科學技能。這種課程與評核的不配合應受關注。」

(Chiappetta & Koballa, 2002, p. 278)。既然學生在課堂上用了四分之三課時以實驗作為學習的過程，他們所學的實驗技巧及應用為什麼一直以來都不用考呢？Trowbridge (2000, p. 290) 提到需然傳統上在知識領域中，較少關注技能範疇 (psychomotor domain) 的成果，但它在科學上的重要性不比認知範疇 (cognitive domain) 低，可見技能目標在科學學習的重要。

我校是一所男女校，學生多來自第三組別，學習動機不一致。從日常的觀察，不難發現有很多學生在課堂上表現較被動，常坐在一角看人家做實驗，只在看或作有限度的參與，尤其是女生。男生多主動動手做及發表意見，在實驗室內分組上課的安排下，動手的往往都是固定一批學生，那些參與度低的學生反映，因上課所做的實驗在考試中不需考核，不參與也沒大不了，只要在考筆試前努力溫習課本便成。結果發現有部分成績好的學生，在課堂上真的很少參與實驗。相反在課堂上活躍的學生，在筆試中表現不一定理想。這樣下去，以實驗為基礎的課堂有甚麼意思呢？教師要想辦法增加學生在課堂的參與度，同時針對學生認為課堂所學不需考核的想法，教師會意識到「當學生得悉課堂所學為其考核內容時，在課堂上會更集中」(Chiappetta & Koballa, 2002, p. 276)。就以上兩點，觸發教師探討實驗試作為考核之一的可行性。

從學生有多元智能的角度分析，對於一些動力或語文能力較好的學生（語言智慧），筆試對他們較為有利，但對於在課堂上較主動參與的活躍學生來說，重視肢體運動智慧的實驗試則讓這些學生有發揮機會。在科學評估策略中也鼓勵以不同的評估方式進行，而

實驗評估是其中一種（課程發展議會，2002，頁47）。以上種種因素推動科學教師開發實驗試。

實驗試安排及評核方法

中一作試點

實驗試在2002年6月於中一級試行，當時中一級除了有一般筆試外，在考試期間加入實驗試。每節實驗試為時1.5小時，考核一班學生。實驗內設有8組不同的實驗，每組包含2個實驗，1個為燃點本生燈，另一個則為其它實驗。同一時間8位學生參與實驗試，每位學生只需參與一組。正式做實驗前，學生在實驗室後方坐着，有十分鐘閱卷時間，期間學生可計畫將要做的實驗。十分鐘後，學生到各組進行實驗，其間由兩位教師評核（每人評核四位學生）學生實驗技巧，即場給分，學生亦需記錄實驗結果。學生進行實驗期間，下一組的8位學生就在實驗室後方，背着正做實驗的同學閱卷。

傳統的實驗試評核模式和筆試一樣，只看學生的實驗結果便等於知其實驗技巧。從Kempa（1986, p. 73）的研究所得，實驗技巧與實驗結果的相關係數偏低，即實驗結果理想不一定代表其有高的實驗技巧。我們希望學生在學習過程中不只短視的着重結果，還需重視技巧及過程，所以在評核過程中加入評核實驗技巧一環，使學生明白平日學習過程的重要性。

推廣至中二

經過中一的實驗試，本校教師發覺學生在使用儀器的技巧上出現很多意想不到的問題，而這些問題是執教鞭以來從沒有察覺或不知道情況是那麼嚴重的，下文會詳細道出。實驗試中學生的表現及結果展示實驗試有存在的必要，藉以了解學生使用儀器的技巧及應用能力，並將實驗試推廣至中二級。至今每學期除筆試外，初中每級都考實驗試。

困難

開發實驗試的期間遇到不少難題，包括擬題：當時坊間較少實驗試題目的書籍，幸得教統局校本課程發展組的同工借來友校一些參考資料作藍本，其他大部分題目都是由科學教師自行構思，所以用了較多時間。

基於科學教師監考實驗試耗時太多，原本需監考其它科目的時間相對減少，而其他非科學教師監考時間大增，引起其他教師微言，教務組要求實驗試須在非考試期間進行，科內自行安排時間考試。2002年12月的實驗試就在兩個星期五放學後及星期六上午舉行，當時在放學後及假期回校，學生表現欠認真，又有學生因留堂、補習、比賽等原因不能在指定時間內應考，做成考試過程出現混亂，事後又因要配合學生時間，安排多次補考，十分不便。事後經科學教師檢討，認為實驗試有存在意義，決定向校方爭取實驗試在考試期間舉行，監考實驗試則不計入中央監考時間內。與校方商討期間，校長曾諮詢科主任實驗試的必要性和其它學校的情況。科內教師堅持開設實驗試，校方最後支持科內的決定，作出安排。

另外是實驗儀器的不足，要到校內其它實驗室借用儀器，幸得多位實驗室助理的協助，還包括更換儀器及看管正在等候的學生。

實驗試題目形式變化

實驗試題目由最初像課本內的實驗形式，給予實驗步驟及指引，學生按步驟進行。第二年開始教師自創一些課本內沒有的實驗應用題，同時減少提供步驟，如測試四種物質（固體及液體）在水內的溶解情況，看看哪些可溶於水。第三年開始發展情境式題目，如糖水店東主想加快甜品銷售，叫學生利用提供的儀器加快製作糖水加入飲料中，讓學生在應考時加深實驗在日常生活應用的概念，使實驗更加有意義。第四年加入要求學生創作製成品，如提供一橡皮圈及紙張，設計一玩意並說明當中能量轉換的過程。

學生的評核結果作為改善教學的策略

實驗試作為學期的期考，考核學生實驗技巧及應用能力，是一個總結性評估（summative assessment）模式。但教師在檢討學生表現時發現學生在多方面未如理想或有不合理的表現，第一年實驗試時發現有半數學生不會燃點本生燈、有多位學生量度正在燒熱中水的溫度時，溫度計還套着膠一起放在水中量、利用量筒量3毫升溶液時，只滴了3滴。平時在教統局的科學評估試中，學生表現最好的量度範疇（在試卷上觀看平面儀器錶板），實驗試中量度反而表現最差，多位同學不能量出35克的糖，在閱讀量度結果非常失準，尤其是閱讀量筒及天秤、不會使用顯微鏡對焦等。

教師討論教學策略：來年計劃

以上種種意想不到的學生表現，帶給教師一個反省的機會，反思教學過程中常以為簡單而估計學生已學到的技能，卻有那麼多人誤用或錯用，現在從實驗試中發現了，即場當頭棒喝。實驗試本作為總結性評估，現在教師當進展性評估（formative assessment）結果處理，反思學生在學習上的困難，改進教學模式，加強及改善學生學習效能。教師在每次實驗試後的檢討會上都會列出下年度需要加強教授的環節。如規定每位學生起碼要成功燃點本生燈一次；加強教授使用量筒技巧，利用攝影器材投影在大銀幕示範使用量筒方法，每兩位學生用一支量筒互相比賽量度技巧；由其它實驗室借取物資，每組兩座顯微鏡，讓學生有更多機會學習使用技巧等。

與學生討論實驗試表現

實驗試另外重要的一環就是與學生試後檢討，教師會列出各種他們常犯的錯誤的正確做法，但必需減少示範錯誤步驟，以加強學生在視覺上接收正確訊息的機會。檢討過程中，當教師問學生正確步驟時，常有學生大聲道出，但教師不要高興以為學生真的會，只是那些知道答案的學生才叫出來，還有一大批概念模糊的學生靜靜坐著。較多學生出錯的實驗讓學生再做一次，從新再教授。

學生學習行為改變

態度和技巧

自從開始了實驗試後，學生經過中一的挫敗，教師觀察所得，在中二實驗課堂上認真多了，可喜的是連一些不主動的女孩子或被動的學生都開始動手做實驗。當教師在課堂上講解步驟時，學生大多留心聆聽，「發夢」的學生少了。做實驗時他們也多了注重準確性和技巧。

開始實驗試後一年，教師就學生在實驗中的失誤技能，加強教授下年度的中一學生。結果在第二年的實驗試中，中一生只有5%不會燃點本生燈、大部分學生都能適當使用量筒、沒有學生將溫度計連膠套使用。教師對學生表現滿意，也顯出適當使用評核資料對教學上的改善及幫助。

教師也有訪問學生對實驗試的感受，他們大多認為實驗試加強對上課的專注力，因為所學的要考核，不像以前學不好也沒有大影響。那些愛做實驗但筆試成績不太好的學生覺得，實驗試可讓他們多取點分數。學生著眼多看重評核結果，教師著重學生能學到的知識及技能，兩者都能從實驗試中各得其所。

高中教師及實驗室助理回應

任教化學科的廖老師發現中三學生在上化學課時，使用儀器的技巧和對實驗的投入程度，與那些中一、二未曾參與實驗試的學生比較，有明顯進步。由於學生對實驗技能熟練，教學過程也比前順利。對於學生態度上的改變，他認為有利學生升讀新高中時的校內評核表現。實驗室助理員亦觀察學生在中二或高中做實驗時技巧較前純熟及態度較認真，學生出錯也減少。

總結

實驗試本為配合學生在科學課堂上的經歷而設，考其所學，使其課堂實驗經歷更有意義，從而加強學生在課堂的投入感。實驗試過程中發現學生多種意想不到的失誤，使教師反思其教學，原來一直以來我們忽略了學生在技能層面方面的學習，只集中培育認知層面。初中科學課是學生初次以實驗為學習的過程，做實驗亦是科學家研究學問的過程，教師的責任是引導學生學習的方向，認真處理過程及技巧。除了實驗試外，在教學過程中，教師宜提供學生多元學習經歷及評估方式，發揮以學生為中心的教學。

參考文獻

- 課程發展議會(2002)。《學習領域課程指引：科學教育(小一至中三)》。香港：政府印務局。
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2002). Science instruction in the middle and secondary schools (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.
- Kempa, R. (1986). Cambridge science education series: Assessment in science. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2000). Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy. Upper Saddle River, NJ: Merrill Prentice Hall.