

教育部九十五年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：

「文本閱讀」、「範例學習」及「自我解釋」對氣體動力論概念學習的影響

主持人：劉俊庚

執行單位：臺北市立中崙高級中學

一、計畫目的

「自我解釋」是指學習者在閱讀範例或文本時，為澄清或補充句子的敘述所產生的推論，可以提供學習者將範例的解題程序與本身的知識相結合的機會，而且也會產生新的知識，因此有助於概念的理解，進而促使程序性知識的獲得（Chi et al., 1989; 1992）。邱美虹（1994）則將自我解釋的意涵更加以擴大，認為監控自我解釋是否得宜？是否統整、連結前後所教的內容？是否類比得當等，均可視為自我解釋。教師若能在教學過程中強調這些學習策略與知識建構之間是密不可分，則更可透過教師的示範，加深學生的理解，進應用於自我的學習歷程中。

臺灣現行的高中教科書在氣體動力論的敘述上，均從巨觀的角度出發，忽略微觀角度的氣體粒子概念（陳郡鳳，2005）。而許多研究也指出（de Berg, 1989; de Berg & Treagust, 1993）教科書在氣體粒子課程內容呈現和教師的教學，大多是以數字、圖形或代數的方式來呈現，並沒有說明這些氣體定律的質性關性，此外，教師的教學過程也重視計算能力，常忽略了氣體粒子的行為，或是未將概念說明清楚，如此對於學生自我學習是相當不利的。Chi（2000）的研究中即指出文本通常是不完整的，自我解釋的目標即是去獲得自我解釋，而去填滿文本所忽略的部分，當文本或範例是不完整時，自我解釋所獲得的推論將可以填滿在人們轉譯心智模式的裂縫，並且也可以使人們去發現所忽略的地方。

綜合上述，我們企圖使用自我解釋的學習策略，而來彌補學生學習上的困難，並且探討學生在氣體動力論的自我學習情況，本研究即設計三種學習策略，分別是「文本閱讀組」、「範例學習組」和「自我解釋組」進行教學，探討學生在不同的學習策略下，對於氣體動力論的學習成效與所形成的的心智模式。

本研究主要是探討學在利用不同的教學策略－「文本閱讀」、「範例學習」及「自我解釋」，探討對氣體動力論概念學習的影響。研究主要目的如下：

1. 探討學生關於氣體動力論的迷思概念
2. 探討「文本閱讀」、「範例學習」和「自我解釋」對於學生在氣體動力論概念學習成效的影響。

3.不同能力學生對於氣體動力論概念學習之差異。

二、研究方法

為探討高中學生有關氣體動力論概念的學習，本研究的受試者為 18 名高中二年級學生（均未學習過有關氣體動力論），分為三組，每組 6 人，分別對三組受試者施以不同的訓練；「文本閱讀組」閱讀有關氣體動力論的文本；「範例學習組」則閱讀有關氣體動力論的文章，並且附以範例說明與練習；而「自我解釋組」閱讀上述附以範例說明的文章後，並對文章與範例的內容提出自己的推論及解釋。

（一）研究工具

本研究使用的研究工具包含了文本和測驗工具兩個主要部分，而測驗工具部分又包含氣體動力論概念前測、氣體動力論概念後測和氣體動力論量化的問題等三個。各工具詳述如下：

1.教材文本部分

本研究所使用之文本乃根據現行高中課本（A 版和 B 版）和本研究的命題陳述，刪除部分內容，再由研究者親自重新排版而成。以氣體動力論的概念切入主題，介紹氣體的性質、氣體定律和理想氣體。此兩文本分別由 2 位學生試讀，並要求學生進行自我解釋，以瞭解文本對於學生理解之情形。此外，也針對文本進行內容分析，文本的分析主要是採取 de Berg 和 Treagust (1993) 的分析模式，分別從文本呈現模式和文本的內容兩個向度來予以分析。

依據 de Berg 和 Treagust (1993) 對於文本的分析，他們將文本的呈現順序分為四種類型，如下表所示：

表 1：文本呈現順序的類型

模式	定義	範例
S-0	從簡單到複雜，且沒有認知的隔閡	$P \propto 1/V \rightarrow V \propto T \rightarrow V \propto T/P \rightarrow V \propto n \rightarrow V \propto nT/P \rightarrow PV/nT=R \rightarrow PV=nRT$
S-1	從簡單到複雜，有認知的隔閡	$V \propto 1/P \rightarrow V \propto T \rightarrow P \propto T \rightarrow V \propto T/P \rightarrow PV/T=c \rightarrow PV=Nrt$
S-2	不是從簡單到複雜，但沒有認知的隔閡	$V \propto n \rightarrow V \propto 1/P \rightarrow V \propto T \rightarrow V \propto T/P \rightarrow PV=nRT \rightarrow PV=c \rightarrow PV/nT=c$
S-3	不是從簡單到複雜，但有認知的隔閡	$V \propto n \rightarrow PV=nRT \rightarrow V \propto T \rightarrow PV/nT=c \rightarrow V \propto 1/P \rightarrow PV=c \rightarrow V \propto T/P$

（資料來源：de Berg 和 Treagust (1993)，作者自行整理）

教材設計主要分為二種版本，分別為「氣體動力論文本教材」和「氣體動力論附範例文本教材」。研究文本並經由二位專家、二位高中教師審核，以求教材設計符合所欲達成的教學目標，並適合高二學生閱讀。

2.測驗工具

本研究測驗的工具具有三種，分別是氣體動力論概念前測、氣體動力論概念後測和問題解決測驗，分別對三組學生施測。

(1)氣體動力論概念前測

氣體動力論概念前測部分主要由參考史嘉章（2002）、陳盈吉（2004）和陳郡鳳（2005）等三人的碩士論文所使用的氣體粒子概念試題，設計本研究使用的氣體動力論概念前測，主要是評量學生關於氣體動力論的概念性問題。主要包括有：氣體粒子的本質、影響氣體行為的因素（壓力、體積、溫度和分子數）等二個主要部分。

(2)氣體動力論概念後測

氣體動力論概念後測部分，為了比較學習的成效，除了前測所包含的氣體粒子的本質、影響氣體行為的因素（壓力、體積、溫度和分子數），另外加入理想氣體的部分。如此可以和前測比較，進而了解學生學習的成效。

(3)氣體動力論量化的問題

氣體動力論量化的問題部分，學生主要是解 12 個類似且同形 (isomorphic) 的氣體定律問題，這些問題是隨著文本所提供之範例之相似性的程度來設計，每個氣體定律均包含了 3 個問題，題目的安排是採取隨機的方式，並且要求學生計算時需列出所使用的定律。

(三) 資料處理與分析

為了理解學生在閱讀文本、使用範例學習和自我解釋在學習的成效的差異，和理解學生在學習歷程中所產生的推論形式，主要可以分為下列的處理方式：

1.前、後測的差異－量化分析

- (1)在前測的資料方面：使用單因子變異數分析「文本閱讀組」、「範例學習組」和「自我解釋組」三組在氣體動力論前測的表現是否有顯著的差異。
- (2)教學後的後測資料方面：使用單因子變異數分析，檢驗不同學習策略對於學生學習成效的影響，主要是比較「文本閱讀組」、「範例學習組」和「自我解釋組」三組在氣體動力論後測的表現是否有顯著的差異；並且比較三組在情境問題與量化問題的答對率是否有顯著的差異存在。

(3)前後測資料的比較方面：主要是比較「文本閱讀組」、「範例學習組」和「自我解釋組」三組於前、後測總答對率是否有顯著的差異存在；並且分析不同學昂策略對於學生學習的影響。

2.自我解釋的口語資料分析

根據 Chi 等人 (1989) 所列的原案分析方式，將學生自我解釋的口語資料，分段落予以分析，探討學生自我解釋的推理形式和不同能力學生自我解釋的差異。

三、目前完成程度

(一) 完成文本分析工作與版本之選擇

我們檢驗文本 A 和文本 B，依其內容中出現的氣體定律，整理如下表 3，文本 A 氣體定律呈現的順序大致與 S-0 的類型相符合，故我們將它歸類為 S-0 類型；文本 B 呈現的順序與 S-1 相類似，文本 B 的 $V \propto n$ 僅在文本內以描述的方式來呈現，並未列出式子，且類型 S-1 中包含的 $P \propto T$ ，文本 B 也未出現，因此我們將文本 B 歸類為 S-1 類型。

表 3：文本呈現順序的類型

文本	氣體定律出現的順序	類型	說明
文本 A	$PV=k \rightarrow V=KT \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \rightarrow V \propto n$ $\rightarrow V=cn \rightarrow V \propto \frac{nT}{P} \rightarrow PV \propto T \rightarrow PV = nRT$	S-0	
文本 B	$P=k \frac{1}{V} \rightarrow PV=k \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $\rightarrow V \propto \frac{1}{P} Tn \rightarrow V=R \frac{1}{P} Tn \rightarrow PV=nRT$	S-1	$V \propto n$ 僅在文本內以描述的方式來呈現，且未有 $P \propto T$ 的關係式。

(資料來源：de Berg 和 Treagust (1993)，作者自行整理)

2.文本內容難易的呈現順序

很明顯地，我們從兩個文本中氣體定律呈現的順序也可以看出兩個文本內容的呈現，均屬於由簡單到複雜。惟文本 B 屬於 S-1 類型，具有認知的隔閡存在。那自我解釋是否能夠去除此認知的隔閡，即為我們所欲探討的項目，故本研究選擇龍騰版為本研究之文本。

(二) 前測工具之施測

如研究步驟所述，前測部份主要是評量學生對於氣體動力論概念問題的了解(教學前)，在研究者教學的班級中，選取高二 38 名學生進行前測。除要了解學生在教學前，對氣體動力論的迷思概念外，也將依據成績選取 12 位同學，進行第二階段本文閱讀、自我解釋和後測。學生的迷思概念類型與頻率如下所述：

1. 氣體的性子性

(1) 粒子本身體積不會隨著狀態而改變

粒子本身的體積不會隨著狀態而改變。本研究結果顯示，有 15.8% 的學生認為由氣體轉變成固體時，粒子的體積會慢慢地變大；而有 23.7% 的學生認為粒子的體積會慢慢地變小。

(2) 粒子分布情形

“氣體粒子分佈在容器的上方”的先前概念，主要是學生認為氣體粒子的重量是非常地小，所以他們會認為氣體粒子會分佈在容器的上方，而本研究有 18.4% 的學生認為氫氣分子會分布於容器的上方，而有 23.7% 的學生認為二氧化碳分子會分布於容器的下方。然而，若是在真空密閉容器內，置入一定量的氫氣與二氧化碳，問這兩種氣體分佈的情況？有高達 71.1% 的學生會認為氫氣分子分佈在容器的上層，二氧化碳分子分布在容器的下層，而其中有 42.1% 的學生在前兩題(1-2-1、1-2-2 題)答對，第 1-2-3 題則答錯，而且大多數學生的理由為“因為氫氣較輕，二氧化碳較重。”由此可見，學生對於混合氣體所表現的性質，仍有一定程度的迷思存在。這樣的結果，也與邱美虹(2005)的研究結果相呼應，學生會使用輕在上，重在下的重量模式來解釋氣體的分布情形。

(3) 粒子的運動

氣體粒子在容器內不斷地運動，惟有高達 28.9% 的學生認為氣體粒子僅會些微地振動，而當容器內同時置入氫氣和二氧化碳氣體，有 39.5% 的學生認為此兩種氣體的運動速率相等，其理由是溫度相同，顯示學生對於氣體粒子運動的情形仍存有迷思概念。

2. 壓力形成的原因

密閉容器氣體的壓力形成，主要是氣體粒子撞擊器壁所形成，不會受到地點的影響。在本研究結果顯示，有 26.3% 的學生認為密閉容器從地球移至月球後，其壓力會變小，他們的理由是：月球大氣壓力是地球的 1/6 倍，或是月球沒有空氣，由此可以了解學生並不清楚密閉容器的壓力是由氣體粒子撞擊器壁所造成，僅從月球本身的環境因素來考量密閉容器的壓力；此外，有 21.1% 的學生認為密閉容器分別置入相同數量的氫氣和二氧化碳，則置入二氧化碳的容器壓力較

大，其理由為二氧化碳較重，或是原子數較多。

3.體積改變對粒子性質的影響

有 15.8%的學生認為密閉容器的體積變大後，個別的粒子體積會膨脹；而有 10.5%的學生擁有密閉容器的體積變小，個別的粒子體積會變小，由此顯示學生認為壓力會影響粒子的體積；此外，在改變體積與粒子平均運動速率方面，學生常會認為改變容器的體積會影響粒子的平均運動速率，研究結果顯示，有 26.3%的學生認為密閉容器的體積變大後，容器內粒子的平均運動速率會變快，同理，有 21.1%的學生認為容器體積變小，粒子的平均運動速率會變快。然而，有 23.6%的學生認為容器體積變小，粒子的平均運動速率會變快。

4.溫度改變對粒子性質的影響

溫度改變對氣體粒子的大小與分佈情形的影響，研究結果顯示，有 23.7%的學生認為溫度升高，氣體粒子會變大，Lin 等人（2000）也有類似的結果；此外，有高達 36.8%的學生認為溫度升高會使得氣體粒子向外擴張，將氣球撐大，而且氣體粒子會全部分布於容器的上方。此研究結果與 Novick 和 Nussbaum（1981）的結果相呼應。

四、預期成果

- 1.探討使用範例學習與自我解釋的學習策略，彌補學生在學習上的困難，並且探討學生在氣體動力論的自我學習情況，期能做為推展學生平時自我學習的有效學習模式。
- 2.培養學生自我解釋的能力，進而運用於未來其他課程的使用。
- 3.探討學生自我解釋的推理形式和不同能力學生自我解釋的差異，此教師平時教學時需加以關注的情況。
- 4.利用此研究結果對於教科書之撰寫提出建議。
- 5.發表論文於相關科學教育期刊。