

教育部九十五年度中小學科學教育專案期末報告大綱

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）。

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）。de Berg 和 Treagust（1993）分析澳洲的化學教科書在氣體粒子課程內容呈現和教師的教學程序也發現，大多數的教材是以數字、圖形或代數的方式來呈現，並沒有說明氣體定律的質性關係，此外，教師的教學也著重於計算能力，忽略關於氣體粒子的行為，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。而在 Ainsworth 和 Loizou（2003）的研究更顯示，利用圖示能夠促進學生做自我解釋。他們認為圖形將會減少記憶的負載與認知的作用。

綜合上述，我們企圖使用自我解釋和圖示的學習策略，彌補學生在氣體動力論學習上的困難。因此，本研究即利用不同文本與附加圖示的教學策略來進行教學，探討學生在閱讀不同的文本與附加圖示的教學策略下，對於氣體動力論的學習成效與差異。

（一）研究目的

本研究主要是探討學生在不同教學策略與不同文本，對於氣體動力論概念學習的影響。研究主要目的如下：

1. 探討學生在氣體動力論概念的迷思概念類型
2. 「自我解釋」對於學生氣體動力論概念學習的影響
3. 粒子模型圖示對於學生自我解釋與氣體動力論概念學習的影響

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 名高中一年

級學生（皆未學過氣體動力論），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（主要為巨觀與文字描述）；「自我解釋組」則閱讀與文本閱讀組相同的氣體動力論文本，然學生在閱讀過程中需要對文本的內容提出自己的推論及解釋；而「自我解釋（圖示）組」閱讀上述附以粒子模型的文本後（文本內容加入粒子模型的相關圖示），也要求學生需針對文本與圖示的內容提出自己的推論及解釋。

（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，學生學習過基礎化學（皆未學習過氣體動力論的概念），總計有兩班學生共 62 人參與氣體動力論概念前測的施測，再由施測的結果，選出成績落在平均以及平均上下各一個標準差的學生為研究對象共 18 人，隨機分配至三組，每組 6 人，由研究者本身進行個別教學。

（二）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和氣體動力論概念後測問題。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和本研究的命題陳述，刪除部分內容，因本研究欲比較不同文本，故在自我解釋（圖示）組閱讀的文本內加入有關氣體定律的相關圖示與說明。

表 1. 文本閱讀組、自我解釋組和自我解釋（圖示）組文本內容之比較

概念	文本閱讀組和自我解釋組	自我解釋（圖示）組
物質三態	1. 物質有三種狀態，並且隨著溫度與壓力的改變，物質會發生狀態的變化。	1. 物質有三種狀態，並且隨著溫度與壓力的改變，物質會發生狀態的變化。 2. 固體→液體→氣體：粒子紊亂的程度增加，且氣體粒子可振動和移動。 3. 加入圖示。
氣體粒子本質	1. 氣體是由不斷運動的分子所組成，當氣體導入任何容器中，則見該氣體迅速擴散而充滿此容器，故氣體無一定形狀，但具壓縮性。	1. 氣體是由不斷運動的分子所組成，當氣體導入任何容器中，則見該氣體迅速擴散而充滿此容器，故氣體無一定形狀，但具壓縮性。 2. 加入圖示。
體積	1. 物質所占的空間	1. 物質所占的空間
壓力	1. 氣體分子撞擊容器的器壁而產生壓力。	1. 氣體分子撞擊容器的器壁而產生壓力。 2. 加入圖示。
溫度	1. 氣體分子平均動能大小的一種量度。 2. 溫度和平均動能成正比。	1. 氣體分子平均動能大小的一種量度。 2. 溫度和平均動能成正比。

波以耳定律	1. 壓力逐漸變大時，其體積逐漸變小，且壓力與體積的乘積為一常數。 2. $PV = k$	1. 壓力逐漸變大時，其體積逐漸變小，且壓力與體積的乘積為一常數。 2. $PV = k$ 3. 氣體的體積減半，氣體粒子碰撞器壁的頻率增加，壓力加倍。 4. 加入圖示。
查理定律	1. 在定壓時，定量氣體的體積和絕對溫度成正比。 2. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$	1. 在定壓時，定量氣體的體積和絕對溫度成正比。 2. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ 3. 溫度升高，分子運動速率增加，欲維持定壓，須擴大體積，以減少碰撞頻率。 4. 加入圖示。
給呂薩克定律	1. 定量氣體在固定體積的容器中，壓力與絕對溫度成正比。 2. $P \propto T$	1. 定量氣體在固定體積的容器中，壓力與絕對溫度成正比 2. $P \propto T$ 3. 溫度升高，分子運動速率增加，因體積固定，故壓力升高。 4. 加入圖示。
亞佛加厥定律	1. 同溫同壓時，氣體的體積與莫耳數成正比。	1. 同溫同壓時，氣體的體積與莫耳數成正比。 2. 加入圖示。
理想氣體方程式	1. $PV = nRT$ 公式推導。 2. 理想氣體的假定。	1. $PV = nRT$ 公式推導。 2. 理想氣體的假定。

(資料來源：作者自行整理)

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和氣體動力論概念後測，分別對三組學生施測

三、研究 成果

(一) 三組學生前後測結果比較與分析

1. 總答對率分析

依學生前測的結果選擇 18 位學生，隨機分配至三組，針對三組學生在前測部分的平均答對率進行單因子變異數分析，結果三組學生前測答對率並未達顯著水準，且針對三組學生前測平均答對率變異數同質性進行考驗，三組學生在教學前的前測答題表現並未達顯著性差異 ($p = .468$)，更顯示學生在教學前對概念理解程度是相同的。

2. 答對率分析－前後測比較

氣體動力論概念後測部分，研究結果顯示，文本閱讀組學生在後測答對率僅增加 12.67%；自我解釋學生後測答對率則增加 25.33%，而自我解釋（圖示）組學生後測

答對率增加 32.00%，整體前後測答對率結果比較，如表 2 和圖 1 所示。

表 2. 三組學生前後測答對率之比較

	前測	後測
文本閱讀組	54.00	66.67
自我解釋組	56.67	82.00
自我解釋（圖示）組	52.67	84.67

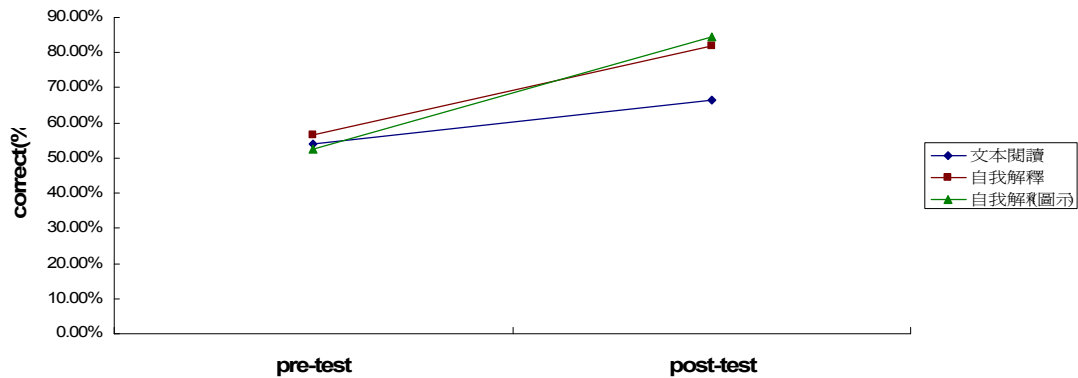


圖 1.三組學生前後測答對率之比較

3.後測單因子變異數分析

研究結果顯示，三組學生在後測答對率 p 值達顯著水準 ($p = .006$)，即三組學生在後測答對率的表現上有差異。再以 Scheffe 檢定法進行事後多重比較，結果如表 3，在答對率部分，自我解釋組優於文本閱讀組，自我解釋（圖示）組也優於文本閱讀組，且皆達顯著水準 ($p = .030$ 和 $.011$)，而自我解釋（圖示）組平均答對率雖優於自我解釋組，惟未達顯著水準 ($p = .874$)。

表 3. 三組學生後測答對率單因子變異數分析

組別	平方和	自由度	平均平方和	F 值	顯著性
組間	1132.44	2	566.22	7.206	.006**
組內	1178.67	15	78.578		
總和	2311.11	17			

** $p < .01$

表 4. 三組學生答對率單因子變異數分析事後比較

組別(I)	組別(J)	平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	意義
文本閱讀組	自我解釋組	-15.33	5.12	.030*	自我解釋 > 文本 閱讀

	自我解釋(圖示)組	-18.00	5.12	.011*	自我解釋(圖示)> 文本閱讀
自我解釋	自我解釋(圖示)組	-2.67	5.12	.874	自我解釋=自我 解釋(圖示)

* $p < .05$

(二) 學生在不同概念表現之比較

對於學生閱讀不同文本後，在不同概念表現的差異情形，結果如下所述：三組學生在閱讀文本後，他們在氣體粒子的概念(conception 1)前後測比較分別增加 16.67%、30.67%、38.66%；壓力形成概念(conception 2)部分，三組學生前後測比較分別增加 3.33%、30.00%、33.33%；體積改變概念(conception 3)部分，三組學生前後測比較分別減少 7.17%和增加 17.00%、27.00%；溫度改變部分(conception 4)，三組學生前後測比較分別增加 20.00%、30.00%、30.00%。最後，在理想氣體概念(conception 5)部分，三組學生前後測比較分別增加 41.66%、33.33%、41.66%。由上述五個概念均可顯示「自我解釋組」和「自我解釋(圖示)組」均優於「文本閱讀組」，而「自我解釋(圖示)組」與「自我解釋組」兩者之間較無差異存在。

表 5. 三組學生在不同概念前後測之比較

	conception 1	conception 2	conception 3	conception 4	conception 5
文本閱讀(前測)	47.33%	46.67%	73.67%	63.33%	16.67%
自我解釋(前測)	41.50%	43.33%	76.00%	60.00%	41.67%
自我解釋(圖示) 前測)	44.67%	60.00%	47.67%	60.00%	41.67%
文本閱讀(後測)	64.00%	50.00%	66.50%	83.33%	58.33%
自我解釋(後測)	72.17%	73.33%	93.00%	90.00%	75.00%
自我解釋(圖示) 後測)	83.33%	93.33%	73.67%	90.00%	83.33%

(三) 學生在不同類別問題表現之比較

三組學生在閱讀文本後，他們在類別 1 之前後測比較分別增加 16.65%、26.20%、28.59%，差異不大。而在類別 2 部分，文本閱讀組學生前後測比較僅增加 8.33%，而自我解釋組和自我解釋(圖示)組則增加高達 23.34%、35.00%。惟再針對全部 18 位學生前後測不同類別題目答對率增加採取單因子變異數分析結果如表 6 所示，顯示三組學生在類別 2 題目前後測答對率差未達顯著水準($p = .105$)，即是三組學生在類別 2 前後測答對率增加的表現上沒有差異。然而，再以 LSD 檢定法進行事後多重比較，在類別 2 前後測答對率，自我解釋組優於文本閱讀組，但未達顯著水準($p = .144$)，而自我解釋(圖示)組也優於文本閱讀組，且達顯著水準($p = .041$)，而自我解釋(圖示)組平均答對率雖優於自我解釋組，惟未達顯著水準($p = .494$)。

表 6. 三組學生在不同類別問題前後測之比較

	category 1	category 2	category 3
文本閱讀（前測）	57.13%	61.67%	41.67%
自我解釋（前測）	59.50%	58.33%	52.08%
自我解釋（圖示）（前測）	69.03%	51.67%	43.75%
文本閱讀（後測）	73.78%	70.00%	56.25%
自我解釋（後測）	85.70%	81.67%	81.25%
自我解釋（圖示）（後測）	97.62%	86.67%	70.83%

綜合上述研究結果顯示，自我解釋組和自我解釋（圖示）組學生透過自我解釋後，前後測成績均有明顯的差異，特別是在類別 2 和 3，屬於理解與知識推理等問題，自我解釋組和自我解釋（圖示）組的學生表現更是優於文本閱讀組的學生，如此也顯示自我解釋有助於學生知識概念的推理與理解。

（四）文本的認知隔閡與自我解釋

先前我們分析文本內容，結果顯示我們採用的文本則屬於 S-1 類型，屬於從簡單到難，但有認知的隔閡存在。此外，在文本內容分析部分，我們在文本閱讀組所採用之文本的內容不論在氣體的本質、影響氣體性質的因素和理想氣體方程式的描述，大多為巨觀的描述。經過自我解釋的教學策略後，自我解釋組和自我解釋（圖示）組學生其後測成績明顯優於文本閱讀組，特別是在理解與知識推理等問題，雖未能達到顯著性差異，惟也顯示透過自我解釋可消除原先文本中所潛藏的認知隔閡，並且可以促進學生對於氣體粒子性質的理解。如此的結果即呼應了 Chi（2000）的研究中所指出的，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。

（五）文本的圖示與自我解釋

Ainsworth 和 Loizou（2003）的研究顯示，利用圖示能夠促進學生做自我解釋。在本研究自我解釋（圖示）組與自我解釋組之研究結果顯示，自我解釋（圖示）組平均答對率雖然優於自我解釋組（83.19%>82.18%），惟未達顯著水準（ $p=.865$ ）。而在類別 2 題目之比較，自我解釋（圖示）組優於自我解釋組（35.00%>23.34%），其他類別則差異不多。推測其原因可能為本研究採用之題目其抽象度與難易度不高，我們可從後測的成績看來，不論在自我解釋組或自我解釋（圖示組）其答對率均高達 82.18%和 83.19%，即可看出。