

運用問題表徵方式評量七年級學生之化學概念理解

劉文雄* 周進洋**

摘要

本研究為個案研究旨在探討問題表徵作為評量學生概念理解的可行性。研究者使用Kolb的學習風格量表篩選四種不同學習風格的四位七年級學生為研究對象。自行發展化學反應速率問題解決評量工具，以收集學生的問題表徵內容；並另外發展化學反應速率情境評量工具做為評量學生概念理解的工具，以了解學生對化學反應速率的概念理解。研究發現：1.學生的問題表徵內容能反映其科學概念和迷思概念，而且與其概念理解也呈現相當高的一致性。2.使用問題表徵來評量學生的概念理解，不僅能評量學生無法解題時，是因為無法理解問題或不瞭解概念；也能評量學生正確問題解決時，是認識概念（僅知道名詞，無法提出解釋）或理解概念（瞭解概念的意義，且能提出解釋）。

關鍵字：問題表徵、概念理解、問題解決

責任編輯：楊龍立

投稿日期：2011年5月18日，2011年7月25日修改完畢，2011年12月1日通過採用

*劉文雄，高雄市立大灣國中教師，E-mail: s0006@m1.qtm.ks.edu.tw

**周進洋，國立高雄師範大學科學教育研究所教授

壹、緒論

一、研究背景與動機

「學生具有什麼概念？」一直是科學教育研究的重心。過去四十多年來，科學教育學者對於學生概念的研究，已從早期瞭解學生具有何種的迷思概念（Gilbert & Swift, 1985; Osborne, 1984），轉向到瞭解學生的概念理解（蔡嘉興，2006；蔡嘉興，連坤德和周進洋，2005；Mintzes, Wandersee, & Novak, 1999；Tsai, 2003；Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994）。近年來，甚至有學者將評量做為促進概念理解的工具（Mintzes, Wandersee, & Novak, 2000），由此可知，評量不僅可以作為評估學生學習成果的工具，還可以利用評量的內容來刺激學生的科學思考，藉以促進學生的概念理解。

概念評量的目的在瞭解學生的學習困難和可能的迷思概念，而評量時學生容易答題錯誤的可能來源包括「沒有理解問題」和「沒有理解概念」。雖然科學教育學者發展出了多樣化的概念評量工具，包括紙筆測驗、晤談法、實作評量、二段式診斷測驗（劉文雄，2001）和概念構圖等（White & Gunstone, 1992），用以探測學生的概念理解。但是這些方法大都在探究學生賦予概念什麼意義，將學生的迷思概念歸因於日常生活經驗的影響、教科書的不當敘述、字義的混淆，或者是學生過度的推理等等，主要聚焦於「學生有沒有理解概念？」相對的，對於學生理解問題題意的能力之探討則相對較少，也就是說，學生的錯誤解題可能導因於無法正確的理解題意，無法形成正確的問題表徵（problem representation），進而導致產生理解與解題的困難。

問題表徵為問題解決者以其原有概念知識和知識的組織為基礎，對問題情境加以解釋後所形成的認知結構（Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Mayer, 1991; Nodding, 1985）。在形成問題表徵的過程中，學生會根據其所擁有的知識概念，選擇性地收集問題所提供的訊息，也就是說學生的知識會影響問題表徵的形式，而且問題表徵會因學習風格不同而有所不同（劉文雄，2006）。此外，問題表徵不只是對問題語意的理解，還包括學生運用概念對問題的重新解釋、建構問題和學科知識的相關性，進而運用多元的方式來表徵他們對問題的理解（Jonassen, Howland, Moore, & Marra, 2003）。因此，問題表徵的品質與形式，是問題解決成功與否的關鍵，美國數學教師學會也在

「學校數學教育原則與標準」一書中，將問題表徵列為學習評量的標準（李宗哲，2009；National Council of Teachers of Mathematics, 2000），故問題表徵是評量學生概念理解的可行方法之一。本研究擬探討學生在問題解決中，學生建構的問題表徵內容之差異，並評估以問題表徵評量學生概念理解的可行性。

二、研究目的

1. 探討學生問題解決時，問題表徵的差異。
2. 評估以問題表徵評量學生概念理解的可行性。

貳、文獻探討

一、概念評量

當一個符號被用來代表一組具有共同特性的事物時，稱之為「概念」（鍾聖校，1990）。若將思考定義為解決問題的心理活動歷程與能力時，「概念」是認知發展的重要單位（陳彥杰，1998；劉文雄，2001）。概念是一種心智的表徵，包括我們知道有關於這些的事情，而範疇是利用概念挑選出的範例集合（Spalding & Ross, 1994）。

「學生如何學習科學」一直是科學教育研究的取向之一，因為不論是有關教學、學習或課程的研究，最後須回到學生的學習。而學生的學習可以藉助評量來瞭解。評量是指「任何可以用來了解學生目前學習狀況的方法」（王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯和張淑慧，2000）。概念評量的方式很多，大致上可分為質性與量化兩方面。在質性評量方面較常見的是晤談（interview）方式；在量化評量方面，有傳統筆試測驗與概念圖的評量等等（吳昆榮，2007）。

認知的評量是多元的，要兼顧推理、問題解決和創造的能力。現今認知的評量，常常強調零碎的記憶和片段的知識。評量的內容往往是單一概念或事實的呈現，忽略高層次的問題解決和創意，常脫離學生日常生活的經驗。皮亞傑提到學生認識外在世界時，是以自己既有的認知結構去學習和解釋其遭遇的外在現象（王文中等人，2000）。因此，學生的學習必須和個人的經

驗相結合，學習既然要結合學生的個人經驗，評量當然也必須與學生的經驗相結合，才能有效的評量學生的學習。因為評量其中一項很重要的目的是檢驗學生的學習（Bell, 2007）。

現今國中的概念評量大多要求學生要有標準答案，但是不同的學生，對相同試題的理解並不見得相同（王文中等人，2000），不同學生對答案的呈現方式也不見得相同，要求學生都以一種標準答案來作答，並不一定能評量出有個別差異學生的學習。而問題表徵的呈現，可以讓不同的學生，以其自身理解的內容和方式來呈現答案。除了可以評量學生的概念理解，也能發現學生不同的呈現方式與其創意。學生對知識了解了就能分析並應用它，當學生應用出來時，我們才能知道他們理解了。因此，教師在評量上最重要的是提供學生需要應用知識與技能的評量情境（王文中等人，2000）。

不是使用傳統的紙筆測驗的評量方式稱為另類評量（范佳恩，2007；Tillema, 1998），科學教育研究較常使用的另類評量有實作評量、晤談評量、概念構圖、Vee圖和POE等。實施另類評量符合學生生活情境，達到多樣化的原則，也可以評量學生的能力，啟發學生進行創造思考。它也是一種評估學生思考和解決問題的方式，能讓學生運用已知的知識和想法來解決問題（林芳如，2003；National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing, 1993）。

二、問題解決

Popper把「問題」放在科學知識發展的突出地位上，認為科學始於「問題」，也終於「問題」，「問題」成為承上啟下的發展環節，Kuhn, Popper, Lakatos, Laudan, 和Toulmin等學者的科學發展觀，都有一個重要的共同主張，即科學研究總是從「問題」開始（洪振方，1994）。理解的活動——本質上就是解決問題的全部活動（Popper, 1972）。科學最主要就是在於解決問題（陳衛平譯，1992）。科學教育的目的是走向培養解決問題的人，強調教育的目的主要在培養學生如何思考，並運用所學的知識解決問題（洪文東，2003）。學生的學習過程可說是一種問題解決的思考歷程。

唯有將知識成功地運用在「問題解決」的認知過程裡，才是有意義的學習。而「問題解決」其中一個重要因素即為「學習者對問題所建立的心智表

徵」，也就是所謂的「問題表徵」（Mayer, 1992）。研究概念學習的學者會將「概念認知的精熟」等同於「問題解決能力」。他們以「概念如何有效地被應用來解決問題」的角度來分析，認為所謂「概念」的認知有不同的層次，最低層次是「知道」，再深入一層的認知是「理解」（黃茂在與陳文典，2004）。

三、問題表徵

問題表徵具有兩種意義，一是代表傳遞某種訊息，另一是代表內在的心理結構。就問題解決的層次而論，好的表徵有助於問題的解決，而不當的表徵會妨礙問題的解決（楊敦州，2004）。Greenbowe（1983）針對影響化學問題解決變因的研究，也發現成功的問題解決者對於問題能建構和使用適當的表徵，並且他們的概念理解將影響問題的表徵。學生若能用更多的方法去表徵問題和它們與領域知識的關係，會有比較好的能力轉換他們問題解決的技巧（Plötzner & Spada, 1998）。為了能轉換問題解決技巧，學生必須建構問題如何相關於領域知識的概念理解，並且要求學生以不只一種方法表徵他們的理解（Jonassen et al., 2003）。為了發展必要的概念理解和轉換技巧，學生必須理解問題和領域知識之間內在的連結（Singly & Anderson, 1989）。學生在解決問題之前必須幫助他們建構一個質的問題表徵，就像量的表徵一樣，藉以支持學生概念理解（Jonassen et al., 2003）。

人類的思考活動需要運用並整合外在產生的表徵系統（Duval, 2000）。內在表徵和外在表徵是二種不同的人類表徵的方式。Hayes（1981）對內在表徵和外在表徵提出解釋，有兩種表徵的類型存在於人們試著去理解問題的方式：第一，「內在的表徵」是反映人如何想像這個主題和在他心中的關係。「內在的表徵」也被定義為在腦中被編碼、修正和儲存的訊息。第二，「外在表徵」是人們利用描繪略圖、圖形、寫下符號或方程式去創造它。內在表徵為「這個方法是儲存在問題解決者心中問題的內在成分」；外在表徵為「訊息的物理顯示」，它可能是一個字被使用來描述一個內在表徵、一個圖或一個訊息列表的結果，而引起內在表徵或方程式（Bodner & Domin, 2000; Yang, 2000）。茲整理問題表徵相關文獻如下表1所示：

表1 問題表徵相關文獻

作者與年份	研究題目	有關問題表徵的研究結果
Plötzner, Fehse, Kneser, & Spada (1999)	在模式化的情境下，合作解決問題，學習去敘述質性和量化問題表徵	善用質性問題表徵的學生，其學習成效明顯高於善用量化問題表徵的學生
Jonassen, Howland, Moore, & Marra, (2003)	使用認知工具去表徵問題	認知工具——語義網路、專家系統和系統模式化能具體化學習者的內在表徵。這些工具也能支持學生問題解決。
Koedinger & Nathan (2004)	在故事問題背後的真實故事：量化推理表徵的效應	較易被理解、和能引導出較確實與有意義之解決策略的表徵，對學生的表現和學習較能發生作用
Lee & Nelson (2005)	提高問題解決表現的認知工具設計	介紹對於知識的外在表徵的認知工具去支持問題解決表現。有五個設計原理和二個限制
張麗芬 (2006)	相似性對兒童類比問題解決的影響	能形成表徵都比未形成表徵更有助於類比問題解決
洪志峰 (2007)	不同題目表徵型式對國小五、六年級學童多步驟應用問題解題表現之研究	學生最喜歡的題目表徵型式是圖示表徵，而對文字或符號表徵的喜好則各有不同。
邱欣慧 (2008)	國二學生在兩種表徵題中商高定理概念及解題歷程之研究	文字題使用的解題概念種類比圖文題多。 解題所需時間文字題是圖文題的1.25倍。
李宗哲 (2009)	國小四年級學生在不同意義分數加減問題的表徵表現	1. 大部分學生無法正確運用圖畫表徵來解同分母分數加減問題 2. 超過七成學生能正確運用文字符號表徵來解同分母分數加減問題 3. 學生在不同分數意義的同分母分數加減問題中，運用文字表徵的解題表現顯著優於運用圖畫表徵的解題表現
蔡琵琶 (2010)	國小數學領域教科書整數加減表徵轉譯活動之內容分析——以一至三年級為例	1. 整數加減表徵形式與表徵轉譯活動由具體化逐漸變成抽象化。 2. 表徵轉譯活動，皆以文字表徵轉譯為數學符號最多。

問題表徵為學生問題解決時的認知能力（Parnes, 1967）。當學生在做一個問題時，第一步是去發現和理解問題。Bruner（1986）的學習理論也認為思想的發展是一個經驗的功能和獨立的成熟因素，關鍵的概念是「表徵」。假如學生開始不能理解問題，他們不可能成功地解決問題（Yang, 2000）。因此，從學生問題表徵的內容與品質去探討學生概念理解的情形是可行的研究方向。

參、研究方法

一、研究對象

本研究為個案研究，希望能選取不同類型的學生，使個案學生更具有代表性。化學反應速率單元的概念，包含抽象概念和具體概念。Kolb（1984）的經驗學習理論，經常被使用作為問題解決的研究。其學習風格量表亦具有抽象向度和具體向度。因此，本研究利用Kolb的學習風格量表，從高雄縣某一所縣立國中選取一班七年級35位學生，做為選取研究對象的個案班級，再依全班學習風格量表得分，分別在四個向度（發散者、同化者、收斂者和調適者），各選取一位得分最高的學生，做為本研究的研究對象（其中S1為發散者、S2為同化者、S3為收斂者、S4為調適者）。

二、研究工具

本研究的研究工具有：「化學反應速率問題解決評量工具」和「化學反應速率情境評量工具」兩種。其中，「化學反應速率問題解決評量工具」是做為學生問題表徵的評量工具，收集學生的作答內容，藉以了解學生的問題表徵；再以「化學反應速率情境評量工具」，收集學生的作答內容，藉以了解學生對化學反應速率的概念理解。茲將這二種研究工具分別敘述如下：

（一）化學反應速率問題解決評量工具

化學反應速率問題解決評量工具的目的，是為了收集個案學生的作答內容，藉以了解學生的問題表徵，並比較個案學生問題表徵的差異。在工具設



計上，依據反應速率的四大主要概念——濃度、表面積、溫度和催化劑，分別設計了一題文字題和一題圖形題，整份工具共包含四個文字題和四個圖形題，所有問題皆為開放性問題，可讓學生充分呈現其知識。不僅提供個案學生多樣性的訊息來源，也確保評量工具具有良好的效度。每一個題目都經過專家審查以建立專家效度，及對不同班級的七年級學生做預試，藉以建立評量工具的表面效度。

個案學生問題表徵的內容來自於化學反應速率問題解決評量工具的施測結果，由二位就讀於科學教育研究所博士班的自然科教師共同評分。評分者針對四位個案學生的作答內容評分，一個科學概念得一分。將二位評分者有共識的概念個數除以四位個案學生的概念總數，以建立評分者信度，評分者信度為 .86。

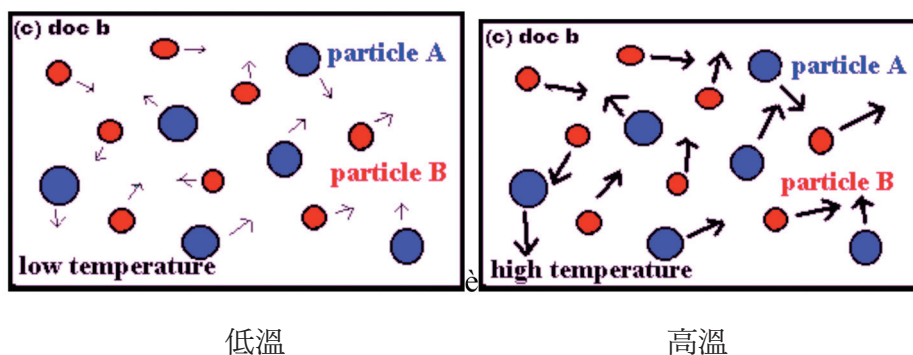
評量工具中有關溫度概念的文字題和圖形題如圖1所示，文字題以日常生活中的現象作為題幹設計的素材，呈現主要概念對反應速率的影響；圖形題則以圖形的比較來呈現主要概念與反應速率的關係。在題幹說明後，都有兩個學生必須回答的子問題，第一個子問題目的在瞭解學生是否能夠理解題目，第二個子問題才進一步要求學生提出問題的解答和解釋。

文字問題1.化學反應速率問題解決評量工具的文字題：

在家裡媽媽經常將沒有煮完的食物（例如，魚、蝦和青菜）冰在冰箱裡，這是為了保存食物。請問：

- (1)這個現象在說明什麼？
- (2)根據你對(1)的了解有什麼方法可以使食物保存較久的時間？請詳細敘述你的答案。並請詳細說明你的理由（附註：請你盡可能寫出你所知道的方法和理由，也請依你的方法對照理由來說明）。

圖形問題3.化學反應速率問題解決評量工具的圖形題：



- (1)你覺得這兩個圖片在說明什麼？
- (2)根據這二個圖的意義？你有什麼方法使反應的速率加快？請詳細寫出你的方法和理由。

圖片取自GCSE-AS(basic)

http://www.wpbschoolhouse.btinternet.co.uk/page03/3_31rates.htm#3

圖1 化學反應速率問題解決評量工具中與溫度相關的文字題與圖形題

（二）化學反應速率情境評量工具

「化學反應速率情境評量工具」的目的，為收集學生的作答內容，以瞭解學生的概念理解，因此，所選取的單元和概念必須與「化學反應速率問題解決評量工具」完全相同，讓學生在不同情境之下，呈現其對化學反應速率的概念理解。整份工具共包含四個開放式問題，每個題目都至少包含了2~3個與反應速率相關的主要概念，確保評量工具具有良好的效度；發展完成的工具初稿，透過專家審查以建立專家效度。並對另一班七年級學生做預試，確立評量工具的表面效度。

由二位就讀於科學教育研究所博士班的自然科教師，針對四位個案學生的作答內容進行評分，一個科學概念得一分。將二位評分者有共識的概念個數除以四位個案學生的概念總數，建立評分者信度。化學反應速率情境評量工具的評分者信度為 .87

圖2是評量工具的第3題。每一個開放式情境問題皆由三個部分組成：第一部份是問題情境的敘述，仍以與學生生活貼近的科學現象作為題幹設計的主軸；第二部份是待答問題的說明，第三部分則是可供選擇來解決問題的不同器材。透過學生所提出的問題解決策略與使用器材的方法，使得研究者得以收集並分析個案學生理解與應用科學概念的能力。

情境問題1.背景

寶琦參加班上的期末聯誼烤肉活動，這一班，國中一年六班的同學都顯得相當的興奮，準備了各式各樣的食材，希望能夠有個快樂又有趣的歡樂時光。但是，到了現場大家手忙腳亂，就是很難將火升起。於是大家七嘴八舌地討論如何解決生火的問題。

2.問題

如果你是班上的同學，如何利用每組所擁有的器材幫忙想出可以儘快將木炭生火的各種方法。並提出說明敘述這些方法為何可以將木炭儘快生火？

3.每組器材

鐵鎚	一支	大塊木炭	三包	瓦斯噴槍附瓦斯	一組
扇子	一支	打火機	一個		

圖2 化學反應速率情境評量工具

三、資料收集

本研究的資料收集分二個部份來進行：首先，以化學反應速率問題解決評量工具對個案學生施測，收集學生的作答內容，分析學生的作答內容，以建立學生問題表徵的內容。再以化學反應速率情境評量工具對個案學生施測，收集學生的作答內容，並對學生做晤談，確認學生的作答內容。分析學生的作答內容，以了解學生在化學反應速率單元的概念理解情形。

四、資料分析

（一）問題表徵內容的分析

將個案學生的問題表徵內容，根據Spalding和Ross概念範疇的觀點，分類為濃度、表面積、溫度和催化劑等四個範疇。再將四個範疇內的概念分類為科學概念和迷思概念。

（二）概念理解情形的分析

Spalding和Ross（1994）定義概念是一種心智的表徵；而範疇是利用概念挑選出的範例集合。他們更進一步說明範疇的功能有分類、推論、結合和溝通。為了能做更清楚的分析。因此，利用Spalding和Ross概念範疇的觀點，將學生在「化學反應速率問題解決評量工具」的作答內容和「化學反應速率情境評量工具」的作答內容與晤談內容，分類為濃度、表面積、溫度和催化劑等四個範疇。再將四個範疇內的概念分類為科學概念（這類概念的首位編碼是S）和迷思概念（這類概念的首位編碼是M）。個案學生在反應速率所呈現出的科學概念與迷思概念整理如表2所示。（M代表迷思概念、S代表表面積、T代表溫度、Ca代表催化劑、C代表濃度，後面數字代表概念個數）



表2 「化學反應速率」概念編碼表

編號	概念內容
MC1	數量增加
MC2	數量增加，反應較快
SA1	顆粒變小，總表面積增加
SA2	表面積愈大，接觸機率愈大，反應愈快
SA3	顆粒變小
SA4	顆粒變小，反應較快
SA5	顆粒變小，表面積愈大，反應愈快
SA6	表面積愈大，反應愈快
SA7	顆粒變小，總表面積增加，反應機率增加
SA8	增加接觸面積
ST1	溫度愈高，反應愈快
ST2	溫度愈低，反應愈慢
ST3	增加溫度
ST4	加熱，反應較快
ST5	加熱，溫度愈高，反應愈快
ST6	加熱
SCa1	加催化劑
SCa2	加催化劑，反應較快
SCa3	粉狀催化劑
SCa4	粉狀催化劑，反應愈快
SCa5	粉狀催化劑，表面積愈大，反應愈快
SC1	增加濃度
SC2	增加濃度，反應愈快

探討學生無法解決問題時，是因無法理解問題或理解問題但不瞭解概念；學生能解決問題時，是認識概念或是理解概念。例如學生解決表面積問題時，回答把木炭敲碎，如此只有答案沒有解釋，屬於認識概念；學生回答把木炭敲碎，因為表面積愈大，反應愈快。這不但有答案，還有解釋，屬於理解概念。各個概念的例子如表3：

表3 化學反應速率四個主要概念（以學生的概念層次為例）

概念範疇	概念理解的層次	實例說明
濃度	認識概念	增加濃度（只有答案沒有解釋，屬於認識概念）
	理解概念	增加濃度。因為增加濃度，反應速率愈快
表面積	認識概念	把木炭敲碎（只有答案沒有解釋，屬於認識概念）
	理解概念	把木炭敲碎，因為表面積愈大，反應愈快。
溫度	認識概念	升高溫度（只有答案沒有解釋，屬於認識概念）
	理解概念	升高溫度。因為升高溫度，反應速率愈快
催化劑	認識概念	加入催化劑
	理解概念	加入催化劑。因為加入催化劑，反應速率變快

肆、結果與討論

以個案學生的問題表徵內容分析、個案學生的概念認知層次分析及個案學生的問題表徵內容與概念理解的關係。

一、結果

（一）個案學生的問題表徵內容分析

1. 個案學生的問題表徵內容

個案學生問題表徵的內容，依發散者、同化者、收斂者和調適者四種學習風格的個案學生，分別來呈現其問題表徵的內容，結果如表4所示，其中S1為發散者、S2為同化者、S3為收斂者、S4為調適者。



表4 個案學生的問題表徵內容

學生 編號	概念類別	概念範疇			
		濃度	表面積	溫度	催化劑
S1	科學概念	1.增加濃度 2.增加濃度， 反應速率愈 快	1.顆粒變小 2.表面積愈 大，反應速 率愈快	1. 升高溫度， 反應速率愈快 2.降低溫度， 反應速率愈慢	1.加入催化劑 2.加入催化劑 ，反應速率 變快
	迷思概念	1.數量增加			
S2	科學概念	1.增加濃度 2.增加濃度， 反應速率愈快	1.顆粒變小 2.表面積愈 大，反應速 率愈快	1.升高溫度 2.升高溫度， 反應速率愈快	1.加入催化劑 2.加入催化劑 ，反應速率變 快
	迷思概念	1.數量增加			
S3	科學概念	1.增加濃度， 反應速率愈快	1.顆粒變小 2.表面積愈 大，反應速 率愈快	1.低溫 2.加熱 3.升高溫度， 反應速率愈快	1.加入催化劑 2.加入催化劑 ，反應速率變 快
	迷思概念	1.數量增加 2.數量增加， 反應速率變快			
S4	科學概念	1.增加濃度 2.增加濃度， 反應速率愈快	1.顆粒變小 2.表面積愈 大，反應速 率愈快	1. 升高溫度 2.升高溫度， 反應速率愈快 3.降低溫度， 反應速率愈慢	1.加入催化劑 2.加入催化劑 ，反應速率變 快
	迷思概念	1.數量增加			

從四種不同學習風格的個案學生所呈現的問題表徵內容，可以發現問題表徵能夠評量出個案學生所具有的概念。個案學生在四種概念範疇皆呈現科學概念。舉例來說，調適者（S4）在濃度範疇的科學概念有「增加濃度」和「增加濃度，反應速率愈快」；在表面積範疇有「顆粒變小」和「表面積愈大，反應速率愈快」；在溫度範疇有「升高溫度」、「升高溫度，反應速率

愈快」和「降低溫度，反應速率愈慢」；在催化劑範疇有「加入催化劑」和「加入催化劑，反應速率變快」。以下呈現調適者（S4）對文字問題第二題（濃度範疇）的作答內容和晤談內容如下：

作答內容：用濃度較高的鹽酸。因為，反應物的濃度越高，反應速率越快。

晤談內容：師：用什麼方法可以較快清洗汙垢？

S4：鹽酸的濃度高一點。

師：為什麼？

S4：因為濃度愈大，侵蝕愈快。

問題表徵能評量出個案學生在四個概念範疇的科學概念，也能評量出個案學生的迷思概念。個案學生呈現最主要的迷思概念，是學生將外延性質（數量大小）和內含性質（濃度大小）混用。例如發散者（S1）在濃度範疇同時呈現迷思概念「數量增加」和科學概念「增加濃度」和「增加濃度，反應速率愈快」，即是有時使用外延性質，有時使用內含性質，因而造成了問題表徵的混淆。以下呈現發散者（S1）對文字問題第二題（濃度範疇）的作答內容和晤談內容如下：

作答內容：增加鹽酸濃度。因為鹽酸濃度愈高，反應速率愈快。

晤談內容：師：用什麼方法可以較快清洗汙垢？

S1：鹽酸加多一點。

師：為什麼？

S1：不知道。

2. 不同學習風格學生的問題表徵內容之差異

a. 相同點：個案學生所呈現的問題表徵，在四個概念範疇所評量出的科學概念大致

相同。S1、S2、S3和S4在濃度範疇皆呈現「增加濃度，反應速率愈快」；在表面積範疇皆呈現「顆粒變小」和「表面積愈大，反應速率愈快」；在溫度範疇皆呈現「升高溫度，反應速

率愈快」和在催化劑範疇皆呈現「加入催化劑」和「加入催化劑，反應速率愈快」。問題表徵評量出個案學生的迷思概念也大致相同，S1、S2、S3和S4皆呈現「數量增加」。

- b. 相異點：個案學生所呈現的問題表徵在科學概念方面，最大的差異是S1和S4有

反向陳述的科學概念，S2和S3則無。S1和S4在溫度範疇所呈現的正向陳述為「升高溫度，反應速率愈快」；反向陳述為「降低溫度，反應速率愈慢」。

在迷思概念方面，最大的差異是，S1、S2、S3和S4皆呈現「數量增加」這個迷思概念，只有S3呈現「數量增加，反應速率變快」這個迷思概念。

（二）個案學生的概念理解分析

1. 個案學生的概念理解

本研究以化學反應速率情境評量工具施測個案學生，收集個案學生作答資料，藉以了解個案學生對化學反應速率概念的理解。依發散者、同化者、收斂者和調適者四種學習風格的個案學生，分別呈現其對化學反應速率概念的理解，呈現如表5所示，其中S1為發散者、S2為同化者、S3為收斂者、S4為調適者。

表5 四位個案學生對化學反應速率的概念理解情形

學生 編號	概念類別	概念理 解層次	概念範疇			
			濃度	表面積	溫度	催化劑
S1	科學概念	認識概念		顆粒變小	升高溫度	加入催化劑
		理解概念		表面積愈大，反 應速率愈快	1.升高溫度，反 應速率愈快 2.降低溫度，反 應速率愈慢	
			迷思概念	數量增加		
S2	科學概念	認識概念		顆粒變小	升高溫度	加入催化劑
		理解概念	增加濃度， 反應速率 愈快	表面積愈大，反 應速率愈快	升高溫度，反 應速率愈快	加入催化劑， 反應速率變快
			迷思概念	1.數量增加		
S3	科學概念	認識概念		顆粒變小	升高溫度	
		理解概念		表面積愈大，反 應速率愈快	升高溫度，反 應速率愈快	加入催化劑， 反應速率變快
			迷思概念	數量增加 數量增加， 反應速率變 快		
S4	科學概念	認識概念	增加濃度	顆粒變小	升高溫度	加入催化劑
		理解概念		表面積愈大，反 應速率愈快	升高溫度，反 應速率愈快	加入催化劑， 反應速率變快
			迷思概念	1.數量增加		

四位個案學生的概念理解內容和呈現的問題表徵內容呈現相當高的一致性，在四個概念範疇皆呈現科學概念。在濃度範疇亦呈現迷思概念，而且迷思概念類型亦是外延性質和內含性質的混用。例如，同化者（S2）在表面積、溫度和催化劑這三個範疇，概念理解內容和呈現的問題表徵內容相同（如表6），僅在濃度範疇呈現的內容數量上稍有不同。概念理解的科學概念僅有「增加濃度，反應速率愈快」。但是問題表徵的內容有「增加濃度」和「增加濃度，反應速率愈快」。雖然在濃度範疇稍有不同，但是，「增加濃度」應可涵蓋在「增加濃度，反應速率愈快之內」，學生的概念理解內容

和問題表徵內容呈現相當高的一致性。因此以問題表徵來評量這四位個案學生的概念理解，是可行的方法。

表6 同化者（S2）概念理解內容和問題表徵內容對照表

概念範疇 作答內容	濃度	表面積	溫度	催化劑
問題表徵內容	1.增加濃度 2.增加濃度， 反應速率愈快 3.數量增加	1.顆粒變小 2.表面積愈大， 反應速率愈快	1.升高溫度 2.升高溫度， 反應速率愈快	1.加入催化劑 2.加入催化劑， 反應速率變快
概念理解內容	1.增加濃度， 反應速率愈快	1.顆粒變小 2.表面積愈大， 反應速率愈快	1.升高溫度 2.升高溫度， 反應速率愈快	1.加入催化劑 2.加入催化劑， 反應速率變快

以下呈現同化者（S2）對圖形問題第一題（濃度範疇）的作答內容和晤談內容如下：

問題表徵呈現的作答內容和晤談內容：

作答內容：把鹽酸濃度提高。濃度愈高，反應速率愈快。

晤談內容：師：用什麼方法可以較快清洗污垢？

S2：增加鹽酸濃度。

師：為什麼？

S2：鹽酸濃度愈大，產生二氧化碳較快。

概念理解作答內容和晤談內容：

作答內容：增加濃度，可以把污垢洗得更快。

晤談內容：師：用什麼方法可以較快清洗污垢？

S2：加強洗碗精濃度，可以洗得更快。

師：為什麼？

S2：因為濃度增加，反應較快。

2. 不同學習風格學生的概念認知層次之差異

- a. 相同點：從個案學生概念理解的分析，可以發現個案學生在認識概念和理解概念的差異不大。在四個概念範疇大都能呈現到理解概念，只有S3在濃度範疇，連認識概念都未達到。S1在催化劑範疇僅達認識概念。
- b. 相異點：在認識概念和理解概念，最大的差異是S3在濃度範疇連認識概念都未達到。這從迷思概念的呈現可略知一二，S1、S2和S4在濃度範疇的迷思概念，只有「數量增加」，但是S3除呈現「數量增加」，尚有「數量增加，反應速率變快」。顯示其迷思概念較固著，因此較不易有概念改變的發生。

從個案學生呈現的概念理解，可發現S2有理解濃度的概念，而S3和S4並未達到理解概念。而在溫度概念範疇的理解，僅S1有正向和反向的陳述。

（三）個案學生的問題表徵內容與概念理解的關係

問題表徵可以評量(1)個案學生無法問題解決的關鍵，包括a.無法理解問題與b.理解問題但不瞭解概念，和(2)個案學生對概念理解的層次，包括a.個案學生是否「認識」評量的主要概念、b.個案學生是否「理解」評量的主要概念。

依發散者、同化者、收斂者和調適者四種學習風格的個案學生，分別呈現其在八個問題中，對問題和概念理解或不理解的情形如下表7所示：其中S1為發散者、S2為同化者、S3為收斂者、S4為調適者。

若個案學生無法理解問題，表格中註記為無法理解問題；理解問題但無法問題解決則註記為不瞭解概念（包括不認識概念和不理解概念）；能正確問題解決，但無法解釋原因，則註記為認識概念；能正確問題解決，且能解釋原因，則註記為理解概念。

表7 個案學生對問題和概念理解或不理解的情形

	文字問題				圖形問題			
	1	2	3	4	1	2	3	4
S1	理解 概念	理解 概念	理解 概念	理解 概念	無法理 解問題	無法理 解問題	理解 概念	認識 概念
S2	認識 概念	不瞭解 概念	無法理 解問題	無法理 解問題	理解 概念	理解 概念	理解 概念	理解 概念
S3	認識 概念	不瞭解 概念	無法理 解問題	理解 概念	理解 概念	理解 概念	理解 概念	理解 概念
S4	理解 概念	理解 概念	理解 概念	理解 概念	認識 概念	不瞭解 概念	理解 概念	無法理 解問題

從資料分析發現個案學生無法正確問題解決，除了具有迷思概念之外。尚有無法理解問題，「例如S1在圖形問題第1題「評量濃度概念（圖形問題第1題在附錄）」，回答看不懂」。以及理解問題，但不瞭解概念（包括不知道概念和沒有理解概念），「例如S2在文字問題第2題「評量濃度概念（文字問題第2題在附錄）」，作答內容為愈髒的東西愈難洗，花費的時間也愈長，僅是理解問題內容，並沒有問題解決，所以是理解問題，但不瞭解概念」。

能正確問題解決者，也有可能只是認識概念，並沒有理解概念，「例如S1在圖形問題第4題「評量催化劑概念（圖形問題第4題在附錄）」，作答內容為加入二氧化錳為黑色粉末，當作催化劑。只有問題解決，並沒有解釋。因此是屬於認識概念，並沒有理解概念」。能正確問題解決者，也有可能是理解概念，「例如S1在文字問題第1題「評量溫度概念（文字問題第1題在p.7）」，作答內容為升高溫度時，會使反應速率加快，因為溫度高，反應速率快；溫度低，反應速率則較慢」。

問題表徵除可評量個案學生「無法理解問題」、「理解問題，但不瞭解概念、認識概念和理解概念」之外，也能評量出個案學生的迷思概念。

二、討論

問題表徵可以評量出個案學生無法問題解決時，是「無法理解問題」或是「理解問題但不瞭解概念」；若能問題解決是「認識概念」或是「理解概念」。以往的評量大多評量學生的學習成果，例如施貴善（2004）的化學反應速率的概念評量、劉文雄（2001）化學反應速率二段式診斷工具……等等，並未評量學生無法解題時，其原因是在前端的問題理解時，就無法理解問題的題意；或是學生理解題意，但是不瞭解評量的概念。評量的目的之一為診斷學生的學習，再針對評量結果做補救教學。因此，了解學生學習的問題所在，便顯得更加重要。

在評量學生學習成果方面，以往大多是評量學生是否理解概念，而將學生認識概念和理解概念皆歸類為學生理解概念。直到黃茂在和陳文典（2004）才將認知分成「知道」概念和「理解」概念二個層次。如果評量未能診斷出學生僅是認識概念，而非理解概念，可能錯失對學生做補救教學，加強其概念理解教學的最佳時機。導致學生誤以為認識專有名詞等同於理解概念，可能影響其日後對概念學習的層次。

研究發現個案學生的問題表徵內容和概念理解內容相似度非常高。Jonassen等人（2003）的研究發現為了能轉換問題解決技巧，學生必須建構問題如何相關於領域知識的概念理解，並且要求學生以不只一種方法表徵他們的理解。所以，利用問題表徵去評量個案學生對單元內容概念的理解是可行的方法。Parnes（1967）即提到問題表徵為學生問題解決時的認知能力。Bransford, Brown, Cocking, Donovan和Pellegrino（2000）也提到問題表徵的方式是區分學科專家和生手的技能之一。

伍、結論與建議

本研究獲得以下結論及提出幾項建議。

一、結論

- （一）對照個案學生的問題表徵內容和概念理解內容，發現有相當一致的結果。顯示個案學生的問題表徵內容，能呈現其對評量概念的理解程

度。因此利用個案學生的問題表徵，來評量個案學生對概念的理解是可行的方法。

- (二) 問題表徵可以評量出個案學生問題解決時作答的層次：(1)無法理解問題，(2)理解問題但不瞭解概念，(3)具有迷思概念，(4)認識概念，和(5)理解概念。以問題表徵來評量個案學生的概念理解，能評量出個案學生無法問題解決的關鍵所在。教師可針對學生的關鍵問題所在，進行補救教學，而不是將其籠統地歸類為「不懂」，如此較易促進學生的概念學習。

二、建議

(一) 對研究上的建議

1. 研究結果顯示以問題表徵來評量個案學生的概念理解，能呈現個案學生對概念學習的理解。以及無法問題解決關鍵，但應用在國中階段的科學概念評量，缺乏計分方式是其不足的地方，如此在國中教學現場的教師使用問題表徵來評量學生的概念理解，將造成不方便。因此，在後續的研究，將針對問題表徵評量學生概念理解的計分方式，做進一步的研究，使問題表徵當作概念理解的另類評量的研究，能有更完善的研究成果。
2. 研究結果顯示能以問題表徵來評量個案學生的概念理解，但是，研究總是以某一單元做為研究主題，藉以做深入研究，若將來時間允許，可以針對不同單元繼續做研究，建立更完善的各單元評量，使教學現場的教師方便使用。

(二) 對教學上的建議

1. 學生的問題表徵內容，呈現出四位個案學生皆將外延性質（數量大小）和內含性質（濃度大小）混用，顯示學生在日常生活中擁有這種經驗。因此，教師教學時不能只是著重科學概念的教學而已，必須做科學概念和迷思概念的區別，以及何時科學概念和迷思概念會誤用。讓學生知道何時使用和何種概念是誤用、是迷思概念；何時使用何種概念和如何使用才是科學概念的正確使用。如此教學，學生才易理解並正確使用科學概念。
2. 不同學習風格的學生，對於不同類型問題有不同的偏好。因此在教學時，

教師必須針對不同學習風格的學生，設計教學內容及練習的問題，讓學生都能有其偏好的學習內容和題型，使他們都能透過自己偏好的內容和題型來學習而理解概念。當然教師設計評量內容時，也必須針對不同學習風格學生的偏好來設計，使學生都能有其偏好的評量內容，去呈現他們概念理解的內容。以免因問題類型的不同，而使學生無法呈現其概念理解的內容，而被誤認為對學習內容沒有理解，甚至被誤認為是無法學習的學生。因此教師在設計評量內容或做評量時，必須考慮學生的學習風格，使學生的評量更精確。

參考資料

- 王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯和張淑慧（2000）。**教育測驗與評量**。臺北：五南。
- 邱欣慧（2008）。**國二學生在兩種表徵題中商高定理概念及解題歷程之研究**（未出版之碩士論文）。國立中山大學，高雄。
- 李宗哲（2009）。**國小四年級學生在不同意義分數加減問題的表徵表現之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺南大學，臺南。
- 吳昆榮（2007）。**國中生能源動力科技概念知識評量之研究**（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄。
- 林芳如（2003）。**主題式學習繪本之另類評量設計對兒童自然科學學習影響與家長接受度之探討**（未出版之碩士論文）。國立臺中師範學院，臺中。
- 洪文東。（2003）。國小「酸鹼」與「氧化還原」教學模組設計及學童科學創造力之實作評量。**屏東師院學報**，18（下），495-531。
- 洪振方（1994）。**從孔恩異例的認知與論證探討科學知識的重建**（未出版之博士論文）。國立臺灣師範大學，臺北。
- 洪志峰（2007）。**不同題目表徵型式對國小五、六年級學童多步驟應用問題解題表現之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，臺北。
- 范佳恩（2007）。**試行融入式圖像評量對七年級學生分類概念學習之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北。
- 陳彥杰（1998）。**學生對「化學平衡」迷思概念之研究**（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄。
- 陳衛平（譯）（1992）。L. Laudan著。**科學的進步與問題**。臺北：桂冠圖

- 書。
- 黃茂在、陳文典（2004）。「問題解決」的能力。載於教育部、國立臺灣師範大學（主編），**科學素養的內涵與解析**。臺北：教育部。
- 張麗芬（2006）。相似性對兒童類比問題解決的影響。**兒童與教育研究**2（8），115-144。
- 楊敦州（2004）。**型態化數學解題與表徵能力之初探——以國中數學為例**（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄。
- 蔡嘉興、連坤德、周進洋（2003）。國三學生電流概念診斷與教學改進之研究。**2002年中華民國物理教育學術研討會發表之論文**，彰化：國立彰化師範大學。
- 蔡嘉興（2006）。**從量子論探討概念理解本質之研究：以國三學生電流概念為例**（未出版之博士論文計畫書）。國立高雄師範大學，高雄。
- 劉文雄（2001）。國三學生化學反應速率的另有架構之探究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄。
- 劉文雄（2006，7月）。學習風格與問題表徵的相互作用。Peter Aubusson（主持人），**The School of Education and Community Studies**。the 37th Annual Conference of the Australasian Science Education Research Association Ltd，坎培拉：坎培拉大學。
- 施貴善（2004）。**探究式教學對理化學習環境及學生學習動機之影響**（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化。
- 鍾聖校（1990）。**認知心理學**。臺北：心理。
- 蔡琵琶（2010）。**國小數學領域教科書整數加減表徵轉譯活動之內容分析——以一至三年級為例**（未出版之碩士論文）。國立臺中教育大學，臺中。
- Bell, B. (2007). Classroom assessment of science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman(eds.), *Handbook of research on science education* (pp.965-1006). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2000). Mental Models: the role of representations in problem solving in chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1), 22-28.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking R. R., Donovan, M. S., & Pellegrino, J. W. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (expanded

- ed). Washington, DC: National Academy Press.
- Bruner, J. S. (1986). *Actual Minds, possible world*. USA: Harvard College.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problem by experts and novices. *Cognitive Sciences*, 5(2), 121-152.
- Duval, R. (2000). Basic issues for research in mathematics education. *The 24th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 24(1), 55-69.
- Gilbert, J. K., & Swift, D. J. (1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piagetian and alternative conception research programs. *Science Education*, 69(5), 681-696.
- Greenbowe, T. J. (1983). *An investigation of variables involved in chemistry problem solving*. Unpublished doctoral dissertation, Purdue University, Lafayette.
- Hayes, J. R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia, PA: The Franklin Institute press.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2003). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective*. (2nd ed.). Columbus, OH: Merrill/Prentice-Hall.
- Koedinger, K. R., & Nathan, M. J. (2004). The real story behind story problems: Effects of representation on quantitative reasoning. *Journal of the Learning Sciences*, 13(2), 129-164.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Laudan, L. (1992). *Progress and its problems: Toward a theory of scientific growth*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Lee, Y., & Nelson, D. (2005). Viewing or visualizing which concept map strategy works best on problem-solving performance? *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 193-203.
- Mayer, R. E. (1991). *Thinking, problem solving, cognition*. New York, NY: W.H. Freeman and Company.
- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition*. (2nd ed.). New York, NY: Freeman.



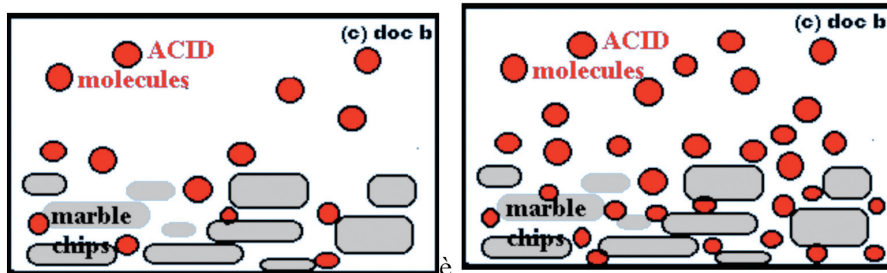
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (1999). *Teaching science for understanding : A Human Constructivist View*. San Diego, CA: Academic Press.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (2000). *Assessing Science Understanding: A Human Constructivist View*. San Diego, CA: Academic Press.
- National Center for Research on Evaluation, Standards and Student Testing. (1993). *Alternative assessments in practice database: User's Manual*. Los Angeles, CA: UCLA Graduate School of Education.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- Nodding (1985). Small groups as a setting for research on mathematic problem solving. In E. A. Silver (Ed.) , *Teaching and learning mathematic problem solving: Multiple research perspectives* (pp.349-359). London, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Osborne, R. (1984). Children's dynamic. *The Physics Teacher*, 22(8), 504-508.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York, NY: Scribner's.
- Plötzner, R., Fehse, E., Kneser, K., & Spada, H. (1999). Learning to relate qualitative and quantitative problem representations in a model-based setting for collaborative problem solving. *The Journal of the Learning Sciences*, 8 (2), 177-214.
- Plötzner, R., & Spada, H. (1998). Constructing quantitative problem representations on the basis of qualitative reasoning. *Interactive Learning Environments*, 5(2), 95-107.
- Popper, K. (1972). *Conjectures and Refutation*. London: Routledge.
- Singly, M. K., & Anderson, J. R. (1989). *The transfer of cognitive skill*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Spalding, T. L., & Ross, B. H. (1994). Comparison-based learning: Effects of comparing instances during category learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 20(6), 1251-1263.
- Tillema, H. H. (1998). Design and Validity of a Portfolio Instrument for Professional Training. *Studies in Educational Evaluation*, 24(3), 263-278.
- Tsai, C. C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student

- alternative conceptions in simple series electric-circuits. *International Journal of Science Education*, 25(3), 307-327.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp.177-210). New York, NY: Macmillan.
- White, R., & Gunstone, R. (1992). Predictionobservation-explanation. In R. White & R. Gunstone (Eds.), *Probing understanding*(pp.44-64). London, UK: The Falmer Press.
- Yang, M. J. (2000). *Problem Solving in Chemistry at Secondary School*. Unpublished doctoral dissertation, University of Glasgow, Glasgow, England.

附錄

文字題2. 一般家裡都會使用鹽酸來清洗衛浴設備的污垢，可是如果污垢沉積蠻厚的或較長時間未清洗，即使使用鹽酸來清洗也必須花費很長時間才能夠清洗乾淨，請問（1）這個敘述說明了什麼？（2）根據你對（1）的了解，你有什麼方法可以讓清洗衛浴設備污垢的速率更快？請你詳細敘述你的答案。並請你詳細說明你的理由（附註：請你盡你的可能寫出你所知道的方法和理由，也請你依你的方法對照理由來說明）。

圖形題1.大理石 + 鹽酸 → 氯化鈣 + 水 + 二氧化碳



圓形代表酸 marble chips代表大理石

- （1）你覺得這兩張圖片在說明什麼？
- （2）根據這二張圖的意思？你有什麼方法使二氧化碳產生的速率加快？請你詳細寫出你的方法和理由？

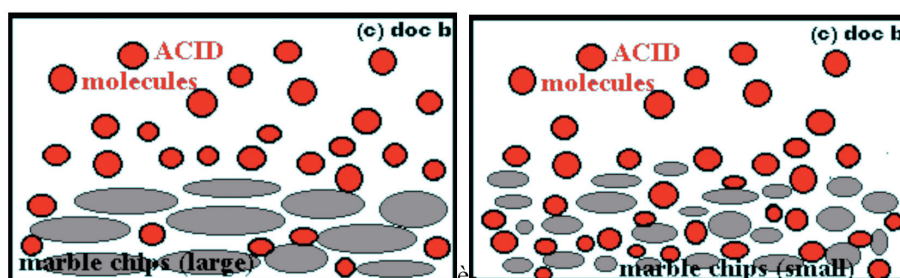
圖片取自GCSE-AS(basic)

http://www.wpbschoolhouse.btinternet.co.uk/page03/3_31rates.htm#3.



文字題3. 同學為連絡感情經常舉辦烤肉活動，但是在烤肉的時候，最累人的事情，就是木炭生火。請問（1）這個敘述在說明什麼？（2）根據你對（1）的了解，你有什麼方法可以讓木炭更容易生火或是燃燒的更旺盛。請你詳細敘述你的答案。並請你詳細說明你的理由（附註：請你盡你的可能寫出你所知道的方法和理由，也請你依你的方法對照理由來說明）。

圖形題2.大理石 + 鹽酸 → 氯化鈣 + 水 + 二氧化碳



圓形代表酸 marble chips代表大理石

圓形代表酸，它的各項條件都一樣

（1）你覺得這二張圖片在說明什麼？

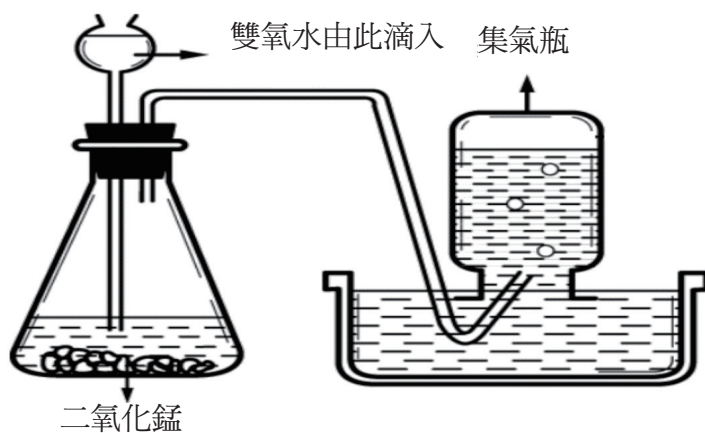
（2）根據這二張圖片的意思？你有什麼方法可以使二氧化碳產生的速率加快？請你詳細寫出你的方法和理由？

圖片取自GCSE-AS(basic)

http://www.wpbschoolhouse.btinternet.co.uk/page03/3_31rates.htm#3.

文字題4. 家中經常會放一瓶雙氧水，預防有人受傷時，可以拿來消毒傷口，可是存放一段時間之後，雙氧水就會失效。(1) 這個敘述說明了什麼？(2) 根據你對(1)的了解，你有什麼方法可以讓雙氧水分解的速率更快速？請你詳細敘述你的答案。並請你詳細說明你的理由（附註：請你盡你的可能寫出你所知道的方法和理由，也請你依你的方法對照理由來說明）。

圖形題4. 雙氧水 $\rightarrow$ 氧 + 水



圖片取自康軒題庫

- (1) 你覺得這這個圖片在說明什麼？
- (2) 根據這這個圖的意思？你有什麼方法可以使氧產生的速率加快？請你詳細寫出你的方法和理由？

