

科學筆記評量在集中式特殊教育班 引導式探究課程之應用

吳雅萍*

國立嘉義大學 特殊教育學系

摘要

科學筆記是常見的輔助科學學習材料，過去在普通班也曾被視為課堂評估工具，然而，很少有研究去探討科學筆記在集中式特教班的應用。本研究採用混合研究，探討特教教師在集中式特教班引導式探究課程實施科學筆記評量的情形。兩間集中式特教班為研究樣本，共兩位特教教師和七位輕、中度認知障礙的低中高年級生。資料蒐集於教學影片、科學筆記評量影片、團隊會議紀錄、科學筆記評量結果、單元成就測驗結果、教學者省思與研究者省思，且資料分析採用量化和質性方法。研究結果發現集中式特教班的科學筆記評量尺規有良好的信效度，科學筆記具有評量的潛力，雖然受限小樣本，但仍可觀察到隨著介入單元數增加，科學筆記分數與單元成就測驗分數也越來越高，顯示兩者評量有其關聯性。接著，透過個案分析，呈現學生在引導式探究課程之科學筆記評量情形。最後提出電子式科學筆記設計、科學教師協助檢核科學筆記評分示例、累積科學筆記樣本數量、訓練特教教師執行科學筆記評量計分等建議，供未來教學與研究之參考。

關鍵詞：引導式探究、科學筆記評量、集中式特教班、過程技能

壹、導論

一、科學筆記在普通科學教育之應用

過去科學筆記主要被視為學生上自然課的紀錄，只是一種轉換教師資訊的書面紀錄。然而，科學筆記在探究課程被廣泛應用，如：透過科學筆記的繪圖和書寫來建構科學理解(Shepardson & Britsch, 2001)；科學素養(Paek & Fulton, 2021)。在探究教學脈絡下，學生被鼓勵要學習科學實務技能(science

practices) (Next Generation Science Standards Lead States [NGSS Lead States], 2013)，因此學生使用科學筆記，能描述想要解決的問題，規劃程序，記錄觀察結果，甚至事後檢討(Ruiz-Primo et al., 2004)，最後學生也能從筆記本上的觀察和測量紀錄吸取知識和資訊，有助於類化未來知識。因此，科學筆記在過去或許僅提供紀錄，但是在探究科學課程，研究者可以透過分析科學筆記，瞭解學生展現科學實務技能，探索科學概念的情

*通訊作者：吳雅萍，ping78kimo@gmail.com

(投稿日期：民國111年5月31日，修訂日期：民國111年11月14日，接受日期：民國111年11月16日)

形。因此，基於科學筆記的這些潛能，普通科學領域為科學筆記發展出評量尺規，將它視為一種形成性評量工具(如：Aschbacher & Alonzo, 2006; Fitts et al., 2020)。

二、科學筆記在認知障礙學生之應用

儘管科學筆記可發展為形成性評量，但應用於集中式特殊教育班(以下簡稱集中式特教班)的探究課程，是否對身心障礙學生也有相似作用？雖然探究課程對身心障礙學生較挑戰，但過去研究顯示，嚴重認知障礙學生可以透過工作分析步驟來參與引導式探究課程(guided-inquiry) (詳見吳雅萍、陳明聰，2017)，Collins與Fulton (2017)更提出科學筆記可以幫助身心障礙學生有效參與探究課程，透過教學調整與使用科學筆記，促進身心障礙學生的概念理解，若又搭配Harris等(2002)所提的精確教學法(explicit instruction)來指導自我管理策略，更可促進科學核心概念與概念知識的發展。目前已有研究教導嚴重認知障礙學生使用科學筆記(如：Jimenez et al., 2012; Miller et al., 2013; Miller & Taber-Doughty, 2014)，但是上述研究僅將科學筆記當作探究課程的輔助材料，少數研究雖有檢核科學筆記的使用獨立程度(如：Miller & Taber-Doughty)，然並非將科學筆記用在評量用途。我們希望推進目前的實證研究，提出在集中式特教班引導式探究課程實施科學筆記評量，具體研究問題為：(一)科學筆記評量尺規之信效度為何？(二)科學筆記評量結果與單元成就測驗總結性評量之間關係為何？

貳、文獻探討

一、科學筆記評量尺規與信效度研究

Ruiz-Primo等(1999)進行前導研究，

將科學筆記的溝通品質分為完整性(completeness)、清晰度(clarity)與組織性(organization)。溝通的完整性與清晰度：0分(無)和1分(有)。溝通的組織性：0分——沒有組織性(如：沒有組織的跡象)；1分——少量組織(如：只有使用日期來分類資訊或只有羅列出資訊)；2分——強烈組織(如：適當地使用標題、副標題和標籤)。然而，評量結果卻僅讓分數稍有不同，因為多數溝通內容被評量為完整性與清晰度(1分)，和少量組織(1分)，所以此評量尺規無法精確區分學生之間的溝通品質。Ruiz-Primo等(2004)又改良科學筆記的評量架構，除溝通品質外，增加理解評量。溝通品質指溝通是否符合正確的科學溝通形式，又根據科學筆記體裁分主要類型(如：實驗報告)、次要類型(如：下定義)，每個類型的表現予以溝通品質評分(0分——沒有理解；1分——可以理解但沒有使用體裁特性；2分——可以理解且使用部分體裁特性；3分——可以理解且使用全部體裁特性)。理解指科學筆記內容是否指出概念性理解與程序性理解。當評定科學筆記溝通品質後，再根據科學溝通形式的類型(屬概念性知識或程序性知識)來評定科學理解程度。當科學溝通形式被評為無法溝通與無法理解，則無需再評定科學理解。概念性理解與程序性理解之尺規分四等級(0分——沒有理解；1分——部分理解；2分——適當理解；3分——進階理解)。該科學筆記評量可產生五種分數：單元介入、溝通品質、概念理解、程序理解、教師回饋。該研究開始為科學筆記界定嚴謹的信效度，研究結果呈現跨分數型態之間有很強的信度(.82 ~ .99)。效度證據有兩種，一是筆記本分數(溝通品質、概念理解、程序理解分數)之間具相關性(.49 ~ .73)。二是科學筆記的操作分數和三種不同使用程度的部頒課程

實作評量分數之相關性，結果顯示筆記本的操作分數越高，在實作表現評量分數也是越高，筆記本操作分數可視為成就指標。

Aschbacher與Alonzo(2006)為四五年級學生發展電路和通路單元科學筆記評量尺規，每個大概念(簡單電路、串聯電路、並聯電路)又有數個子概念。針對每個大概念，筆記本有畫出電路型態得一分，針對子概念又給額外分數。簡單電路量表總分是7分、串聯電路量表4分，並聯電路量表3分。該研究無報導評量尺規信度，但從總樣本245位學生的線性回歸分析顯示，筆記本分數能預測其他測驗的表現(單元的後測選擇題、單元的實作評量)，但僅少量的解釋變異量($R^2 = .036 \sim .109$)，有經驗的教師班級較有預測性，這也反映專業發展可能幫助筆記本的產出，也能精確反映學生的知識。Huerta等(2014)針對經濟不利西班牙裔英語學習者和以英語為母語的非裔或西班牙裔者，發展五年級科學筆記評量尺規，以Ruiz-Primo等(2004)研究為框架，設計兩個主要結構(學業性語言和概念理解)之評量尺規。在科學筆記先界定五種任務：(一)定義；(二)圖解和標註圖表；(三)使用二維圖形組織信息(即圖表、表格、圖形和示意圖)；(四)記錄觀察和預測；(五)反思。並為每種任務設計1 ~ 4級的特徵，如：圖解和標註圖表之圖像是可識別的，且要標註正確的技術詞彙。最後蒐集英語學習者20份筆記本、英語母語者10份筆記本。三位評估者抽取八本筆記進行信度評量，以概化理論建立信度，語言尺規概化係數.71，相對誤差.032；概念尺規概化係數.61，相對誤差.047。語言尺規和概念尺規之一致性百分比皆為.93。採用審查者回饋的內容效度、語言分數和概念分數之相關性(物理科學 $r = .861$ 、地科／太空科學 $r = .909$ 、生活科學 $r =$

.825)，與英語學習者和英語母語者之間在性別分數比較之描述性分析。

Shelton等(2016)為四年級發展磁性單元的科學筆記評量尺規，含三個評分向度：符號向度(0 ~ 3分)，指繪圖、書寫文字是否具標誌性(iconic) (僅用文字和圖像表示具體想法)或象徵性(symbolic) (用文字或繪畫元素表示抽象概念並超越物理表徵)或介於兩者之間。動態性向度(0 ~ 2分)，指書寫是否提及隨時間發生的變化。科學準確性向度(0 ~ 4分)，指書寫在永久磁體、磁性物體(如迴紋針)、非磁性物體(如紙板)之準確描述。該研究採Cohen's Kappa (k)呈現一致性信度(繪圖 $k = .88$ 、書寫 $k = .76$)。Fitts等(2020)為四年級發展力與運動單元科學筆記評量尺規，探討科學概念理解與科學筆記書面溝通之間的連結。從兩個教室蒐集16位四年級學生的科學筆記，但分析重點是其中5名多元語言者的科學筆記，探討科學寫作評分，使用形成性評量工具和系統功能語言學工具，界定16個特定體裁、文本類型和／或想法溝通的代碼，這些代碼捕捉了學生對多元寫作形式的解釋和使用，如使用數據表、圖形組織者或視覺表徵。最後有整體評分標準來評估科學解釋(1弱、2適當、3強大)。該研究無報導信效度，但詳細描述編碼手冊和評分標準的發展。

國內王琬琚(2007)自編科學筆記評量尺規和科學過程技能測驗，探討科學筆記對科學過程技能的效益。取兩個六年級班級，一班是實驗組(實施科學筆記評量)，另一班是控制組則無。科學筆記評量活動實施三個階段：六上實施三個單元、六下兩個單元、六下一個單元。最後科學筆記評量尺規包括兩個向度：擬定實驗問題向度分四層級(0 ~ 3分) (參考香港寰宇學校計畫科學探究的評分架構)；實驗設計向度分三層級(0 ~ 2分) (其評分

方式參考：Ruiz-Primo et al., 2004)。科學筆記之斯皮爾曼相關係數.953 ~ .964，皆達顯著水準，評分者一致性85.19 ~ 86.90%。還有效標關聯效度，兩組學生的實驗設計得分與三次自然段考成績均有顯著相關，但低中度相關(.35 ~ .63)，顯示紙筆測驗與科學筆記的實驗設計所測得的能力非全然相同。另外現職國小自然教師回饋的內容效度，最後也顯示科學筆記評量活動具有提升科學過程技能的效益。

二、科學筆記評量研究對本研究的啟示

(一)筆記本品質問題

Aschbacher與Alonzo(2006)、Ruiz-Primo等(2004)都曾提及科學筆記品質會影響評量正確性，因為筆記本有太多複製於黑板或教科書的內容，或者未經教師校正回饋，這也反映出與教師教學專業不足有關，導致科學筆記品質很差，很難找到解釋和結論，或者內容無法聚焦在核心概念上。本研究為了確保科學筆記品質，密集支持特教教師教學需求，也檢驗特教教師的探究教學影片，以掌握學生科學筆記品質。另外，在試探性研究發現，特教教師和特教生都需要練習使用科學筆記，因此每單元設計兩種相似的探究活動，讓特教教師和學生在活動一練習使用科學筆記，接著在活動二將科學筆記當作形成性評量。

(二)科學筆記評量信效度的選擇

由上述研究可得知，有些研究並沒有報導信效度(Aschbacher & Alonzo, 2006; Fitts et al., 2020; Ruiz-Primo et al., 1999)，但有些研究使用多元的信效度，如：Ruiz-Primo等(2004)首先為科學筆記界定嚴謹的信效度，信度使用跨評量者的一致性百分比，效度則使用兩種證據(筆記本各分項分數間的相關性、科學

筆記分數與其他測驗分數之相關性)。Huerta等(2014)使用兩種信度證據(概化理論的概化係數、百分比一致性)，兩種效度證據(審查者回饋的內容效度、科學筆記各分項分數間的相關性)。Shelton等(2016)使用Cohen's Kappa (k)呈現一致性信度，但沒有效度證據。王琬琚(2007)使用斯皮爾曼等級相關分析和評分者一致性百分比來呈現信度，效度使用內容效度、效標關聯效度(科學筆記與三個不同時間點的自然段考成績之相關性)。由於本研究的集中式特教班學生人數不多，因此無法使用斯皮爾曼等級相關分析和效標關聯效度，但可選擇內容效度，和科學筆記分數與成就測驗分數之間的描述性分析；信度也是受限人數，無法使用 G 係數、 k 係數，但可呈現評量者一致性信度。

(三)筆記本分數與其他測驗之相關性有不一致結果

有些研究想把筆記本分數當作預測成就測驗的指標，如：Ruiz-Primo等(2004)顯示筆記本的操作分數(performance scores)與成就測驗的實作評量分數(performance assessments)是高度正相關，故筆記本操作分數可視為成就指標。Aschbacher與Alonzo (2006)顯示筆記本分數能預測其他測驗表現(單元概念的後測選擇題、單元的實作評量)，但僅有少量的解釋變異量，且針對有經驗的教師的班級較有預測性。王琬琚(2007)也顯示實驗組和控制組在科學筆記的實驗設計得分與三個不同時間點的自然段考成績均有顯著相關，但僅低中度相關。相關程度不一致原因可能是科學筆記與總結性評量代表不同能力(Aschbacher & Alonzo)，筆記本項目是需要被建構的、需要課堂立即反應、搭配開放性問題，但後測成就測驗通常是選擇題型，搭配有限答案，涉及再認能力，因此就算學生能在成就測驗獲

得很高分數，但可能無法在科學筆記精確畫出或寫出概念。另一種原因是成就測驗範圍通常比較廣泛，相較於科學筆記可能僅是探究能力或實驗設計能力的表現。雖然這兩種測驗代表不同功能，但科學筆記應可以視為形成性評量，而成就測驗可以視為總結性評量，從評量的觀點而言，形成性評量的成績越高，總結性評量亦越好，然前提是教師必須有良好教學品質，才能確保高品質的科學筆記。

三、科學筆記在認知障礙學生之相關研究

過去教導中重度認知障礙學生使用KWHL圖表(what do you Know, K; what do you Want to know, W; How will you find out, H; what did you Learn, L)之相關研究，雖然非使用科學筆記一詞，但也在引導式探究課程使用KWHL圖表將科學學習歷程記錄下來(如：Jimenez et al., 2012)。雖然僅把KWHL圖表當作教學材料，但Jimenez等的研究檢驗學生使用KWHL圖表的獨立情形。值得一提的是，相關研究為了促進中重度認知障礙學生的獨立使用，改用圈選式KWHL圖表，因此無法呈現學生畫出、寫出或表達的內容。

至於Miller等(2013)探討在引導式探究課程，四位中度認知障礙高中生(17 ~ 18歲)使用傳統科學筆記和電子科學筆記之效益。該研究使用KWHOL圖表，即學生知道(Knew)什麼、想要(Wanted)知道什麼、要如何(How)做才能找到(find out)答案、觀察(Observed)什麼、學到(Learned)什麼；該研究首度嘗試呈現中重度認知障礙學生的科學筆記內容，雖然已呈現學生的繪圖或簡單文字，但仍把科學筆記當成輔助學習材料。

接著，Miller與Taber-Doughty (2014)教導

集中式特教班三位輕度至中度認知障礙學生(12 ~ 13歲)，運用自我監控檢核表檢驗探究式問題解決技巧的獨立性，自我監控檢核表包含五個探究步驟(產生一個問題、做觀察、設計一個計畫來回答問題、執行實驗、解釋他們的發現)，五個探究步驟都有圖示表徵補償學生識字困難，每步驟設計兩欄勾選式的檢核框(to do, completed)，訓練學生獨立檢核每個探究步驟。Miller等(2015)又繼續訓練14 ~ 19歲的中度認知障礙學生，使用在iPad mini上獨立操作自我監控檢核表的情形。自我監控檢核表依據五E模式：投入(engagement)、探索(exploration)、解釋(explanation)、精緻化(elaboration)、以及評量(evaluation)，此表同樣有圖示表徵，每步驟有兩欄位(first I need to, all done)。這兩個研究已經把科學筆記結合探究步驟，但仍然沒有圖文內容可以分析筆記本的使用情形。

因此，即使目前已開始訓練認知障礙學生使用科學筆記，但僅是輔助學習角色，尚未針對科學筆記的內容和品質做進一步分析與評量，無法得知探究學習歷程。本研究欲發展具信效度的科學筆記評量尺規，用以評量集中式特教班學生在引導式探究課程的過程技能與科學概念學習之情形。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採用解釋型序列混合設計(Creswell, 2014/2015)，在第一階段，蒐集小瑤老師和小如老師(皆化名)在引導式探究課程，科學筆記形成性評量與後測單元測驗總結性評量之量化資料，以建立科學筆記評量尺規的信效度證據，再利用科學筆記分析結果來計畫第二階段個案研究要選取的個案，藉以協助深入瞭解第一階段集中式特教班學

生在引導式探究科學課程，應用科學筆記形成性評量之情形。

二、研究參與者

本研究招募兩位正式特教教師，皆擁有特教碩士學位。A校小瑤師有四年資源班經歷、三年集中式特教班自然科學領域的經歷，雖然是首次使用探究教學，研究者事先提供兩個月的暑期個別增能與教案、教學材料，確保小瑤師有信心實施探究教學。B校小如師有四年集中式特教班自然科學領域教學經歷，過去曾參與研究者的科技部計畫，有探究教學經驗。

兩位特教教師的任教學生是主要研究參與者，A校特教班三位學生全部參與研究，B校特教班原有六位學生，但在自然課時段，兩位學生回歸普通班上課，因此只有四位學生參與研究。七位個案皆獲得學校和家長的知情同意，以下表1為基本能力概況。

三、跨年級且適齡引導式探究課程與科學筆記評量

本研究依循研究倫理審查委員會規範，獲得科技部補助後，再依據兩校原本課程計畫的自然科單元，再進行引導式探究課程與評量設計。最終本研究歷經一學年，A校執行「植物」、「溶解」、「空氣與燃燒」、「神奇

磁力」等四個單元；B校執行「神奇磁力」、「溶解」、「空氣與燃燒」等三個單元。下列僅以「空氣與燃燒」單元為例，說明集中式特教班的跨年級且適齡的引導式探究課程與科學筆記評量之發展步驟。

(一)跨兩個領綱選取適齡的學習重點

第一學習階段(低年級)從《十二年國民基本教育課程綱要》生活課程(生活領綱)(教育部，2018a)選取與科學相關的學習內容，第二與第三學習階段(中、高年級)則從《十二年國民基本教育課程綱要》自然科學領域(自然領綱)(教育部，2018b)的學習內容中挑選出相近的學習主題(如：風、空氣、燃燒)，據此設計自編課程，並命名此單元為「空氣與燃燒」。如：生活領綱選取C-I-1學習內容，自然領綱選取中年級INa-II-2、INc-II-5；高年級INa-III-4、INc-III-3的學習內容，共同組織成「空氣與燃燒」單元。

(二)界定跨年級且適齡的核心概念

審視三個學習階段學習內容的前後邏輯關係，從每個學習階段的學習內容界定出兩個核心概念，據此統整出符合跨年級且適齡的科學單元。例如：「空氣與燃燒」單元的第一概念，低年級「風的特性」、中年級「空氣的特性」、高年級「空氣的熱漲冷縮性質」。

表1：AB兩校集中式特教班學生基本能力一覽表

學生	年級	年齡	性別	障礙類別／程度	托尼非語文測驗	畢保德圖畫詞彙測驗	文蘭適應行為量表
A1	一年級	6	女	智能障礙／中度	PR = 0 (無法對應)	PR = 23	3歲8個月
A2	五年級	10	女	智能障礙／中度	PR = 0 (無法對應)	PR = 6	4歲8個月
A3	五年級	10	男	智能障礙／輕度	PR = 5	PR = 86	7歲4個月
B1	一年級	7	男	智能障礙／輕度	PR = 19	缺	3歲4個月
B2	一年級	7	男	智能障礙／中度	PR = 16	PR = 1	1歲6個月
B3	二年級	8	男	智能障礙／中度	PR = 7	PR = 68	3歲10個月
B4	三年級	9	男	智能障礙／中度	PR = 3	PR = 8	4歲0個月

(三)對應領綱核心素養

根據兩個領綱的附錄一，建立單元學習重點與核心素養之關聯表，以確保接下來發展的課程內容可以呼應兩個領綱的核心素養。如：「空氣與燃燒」單元對應「生活-E-A2」和「自-E-A1」、「自-E-A2」。

(四)每個核心概念設計兩個相似的操作活動

依據每個核心概念，參考生活領綱附錄三「生活課程主題教學設計之內容參考素材」、自然領綱附錄四「學習內容說明」，再參考《十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範》(簡稱特教課程規範)(教育部，2019)的課程規劃與調整原則，因應兩間學校的特教班學生皆屬自然科學領域學習功能嚴重缺損學生，因此本研究根據調整後學習重點，以課程與教材鬆綁的方式安排學習活動，各單元的操作活動和科學筆記評量任務先經個案教師確認適合學生。又為了要師生學習使用科學筆記，每個核心概念設計兩個相似的操作活動，操作活動一由教師指導學生使用科學筆記，操作活動二教師則要引導學生獨立使用科學筆記，形成性評量的資料來源則使用操作活動二的科學筆記。例如：「空氣與燃燒」單元的高年級第二概念「空氣中含有助燃性的氧氣」，操作活動一在不同杯子(有無蓋玻璃片)的蠟燭燃燒情形，操作活動二則換成薰香臺內(有無封洞)蠟燭燃燒實驗。

(五)發展引導式探究教案(第一操作活動)與科學筆記評量教案(第二操作活動)

A、B兩班跨兩個學習階段，本研究發展的教案皆涵蓋低中高年級，供兩位教師自己選取符合學生學習階段的内容。所有單元課程與評量設計，皆先由研究者設計初稿，再與兩位個案教師討論是否符合班級學生程

度，最後經本研究的三位自然科學專家教師(一位科學教育專長的大學教授，與兩位自然科學輔導團教師)審查是否符合引導式探究的原則。表2為「空氣與燃燒」單元的科學筆記評量實施示例，因字數限制，原有七個評量實施步驟，下列僅呈現第二步驟定題、第三步驟預測為示例，完整內容請見附錄一。

四、研究工具與發展

(一)科學筆記評量

1.科學筆記項目與形式

本研究根據學生被要求的探究任務來設計科學筆記的項目，包括：我的問題(我想知道)、我的假設(猜猜看)、我的觀察結果(我發現什麼)、(若需要)校正預測、報告自己的發現。過去普通教育的科學筆記，已允許學生有不同的溝通方式(如：口語、書寫、繪圖)，且文字書寫也能用概要方式取代(如：列表、列舉、製圖)，本研究為了因應特教生識字量低、書寫困難的特質，除了在科學筆記的重點文字提供圖示表徵，以擴大對题目的閱讀理解，又依據特教課程規範之規定(教育部，2019)，可請教師或教師助理員協助代抄寫特教生口述內容。本研究為確保代抄寫的客觀性，又讓兩位評分者獨立觀看科學筆記評量影片加以檢核，以控制評分客觀性(詳見研究結果的「科學筆記評量之信效度」)。

本研究的科學筆記形式，經研究者與兩位個案教師討論、三位自然科學專家教師審查、非參與研究特教班試探使用等歷程，最後將單欄式修成雙欄式，左欄為操作活動一科學筆記，教學練習用；右欄為操作活動二科學筆記，實施評量用。另提供灰底圖案，促進特教生近端臨摹技能、提供勾(圈)選方式替代開放式記錄。

表2：科學筆記評量實施流程(以「空氣與燃燒單元」第二概念為例)

2.教師依序為低中高年級示範操作材料，再以三層次引導學生發現問題，並在科學筆記定題。
教師為高年級學生播放薰香臺蠟燭燃燒的影片。接著進行三層次提問，第一層次引導獨立提問，教師：「剛剛影片中，大家注意到薰香臺的外表有什麼特別地方？」學生：「有洞」，教師：「薰香臺裡的火有燃燒？」學生：「有」，老師：「在有洞薰香臺，火可繼續燃燒，大家感到好奇嗎？練習問一個火燃燒需要有什麼東西的問題？」讓學生獨立提問。(定題技能評量：3分)
當學生在第一層次無法提問，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示：「我們已經注意到薰香臺有洞，火可以繼續燃燒，有洞會有什麼，從這裡開始問火燃燒需要有什麼東西的問題？」引導學生提問。(2分)
當學生在第二層次無法提問，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說：「火燃燒需要有空氣嗎？」若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師口語示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要提問什麼。(1分)
當學生在第三層次無法提問，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0分)
3.當全部學生完成定題後，繼續引導學生猜猜看(預測)剛才提問問題的原因。
教師：「接著大家再猜猜看，薰香臺裡的火燃燒需要有空氣嗎？」讓學生獨立猜測原因。(猜測技能評量：3分)
當學生在第一層次無法猜測，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示：「大家猜猜看薰香臺裡面的火燃燒需要有空氣嗎？或沒有空氣嗎？」再次引導學生猜測。(2分)
當學生在第二層次無法猜測，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說：「我猜火燃燒需要有空氣」若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師口語示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要猜測什麼。(1分)
當學生在第三層次無法猜測，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0分)

2. 科學筆記評量尺規

本研究的科學筆記評量應用在引導式探究課程的歷程性評量，透過探究任務，來引導學生學習，評量任務本身就是學習活動。本研究依據課堂的探究任務，發展出科學筆記評量尺規，且探究任務又對應自然領綱的探究能力，共有五個評量項目(見表3)。

科學筆記的每個評量項目聚焦在過程技能和科學概念理解。過程技能依據動態評量觀點(Vygotsky, 1978)，採漸進提示方式，依據過程技能的獨立性或所需提示系統，協助量層層上昇，由少而多，由一般至具體的順序來安排，評分尺規共四層級：3分——獨立不須提示；2分——口語提示(給予關鍵提示)；1分——示範提示(直接示範)或肢體提示(畫圖)；0分——上述提示後仍不知道或無回應。提示目的是為了擴大特教生對評量項目之理解，個案教師實施在每位學生的每個

評量項目之提示系統，皆遵照上述漸進提示系統。

科學概念理解評分尺規乃參考Shepardson與Britsch(1997)與Ruiz-Primo等(2004)的做法，針對每項過程技能是否符合該過程技能的特徵定義，再根據符合程度訂四層級：3分——內容多數符合；2分——內容部分符合；1分——內容符合但經老師的示範或肢體提示下產生的；0分——內容完全不符合或空白。每份筆記皆以得分百分比呈現三種分數：過程技能分數、概念理解分數、總分。科學筆記評量尺規經過三位自然科學專家教師審查與試探性評分等修正歷程。由於本研究首次讓未具科學專業背景的個案教師學習引導式探究教學，與執行科學筆記評量，考量個案教師每單元都需要詳讀兩個核心概念的詳案，評量內容也需要反覆練習以求精準實施，且還須個別實施單元成就測驗，因此

表3：科學筆記評量的分項能力、尺規說明與示例(因字數限制，下列僅列部分示例)(續)

科學筆記本評量項目	評量尺規與示例(以高年級溶解單元第二概念「不同物質的溶解量不同」為例)			
	0分	1分	2分	3分
五、報告自己的發現 過程技能：做結論	回答不知道或沒有回應	經老師的示範或肢體提示下，在科學筆記依據提問做結論	經老師的口語提示下，在科學筆記依據提問做結論	能獨立在科學筆記依據提問做結論
科學概念理解：科學筆記本的結論內容	內容完全錯誤或此欄位空白	科學筆記結論的內容傳達單元的核心概念，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容	科學筆記結論的內容部分傳達單元的核心概念	科學筆記結論的內容完整傳達單元的核心概念
過程技能：溝通	回答不知道或沒有回應	經老師的示範或肢體提示下，上臺報告提問、實驗結果、做結論	經老師的口語提示下，上臺報告提問、實驗結果、做結論	獨立上臺報告提問、實驗結果、做結論
科學概念理解：上臺報告的內容	內容完全錯誤或沒有回應	上臺報告的內容傳達單元的核心概念，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容	上臺的內容部分傳達單元的核心概念	上臺報告的內容完整傳達單元的核心概念

本研究的科學筆記評量的評分乃由訓練過的兩位兼任助理擔任主要評分者，各自負責一間學校的科學筆記評分工作。再者，本研究又想要同時訓練個案教師熟悉科學筆記評量的評分系統，鼓勵個案教師在科學筆記圈出引導的提示系統，以利在每單元結束後的團隊會議討論，也能釐清與促進個案教師逐漸熟悉評分系統。科學筆記評量的分項能力與尺規請見表3，因字數限制，每分項之評分示例請見附錄二。評分實例探討則見研究結果之「個案分析」。

(二)科學單元成就測驗

本研究自編單元成就測驗，內容反映內容知識。為獲得測驗的內容效度，初稿經兩位特教教師確認題意符合學生程度；再以雙向細目表呈現與預期教學目標的關係，經三位自然科學專家教師審查，確認題目符合單元核心概念。每單元有兩個核心概念，各設計4題，因此每單元測驗共8題，低中高年級學生各有適齡的成就測驗，題目舉例：「空氣與燃燒」單元，低年級「風可以有什麼用途？」；中年級「下列哪一個是空氣的特性？」；高年級「空氣是由什麼組成的？」。測驗題型為三選一的選擇題，題目與選項皆有圖示表徵，特教教師以口語報讀題目加上手指圖片，以擴大學生的理解程度，總分採計以獨立答對的百分比。施測時間為教學前後。

五、資料蒐集與分析

(一)資料蒐集來源

量化與質性資料來源包括：科學筆記評量結果(A校三位學生在四個單元有24份科學筆記、B校四位學生在三個單元有24份科學筆記)、單元成就測驗前後測成績、教學影片、科學筆記評量影片、團隊會議紀錄、特教教師省思與研究者省思。

(二)資料分析

依據解釋型序列混合設計，第一階段先進行量化資料分析：科學筆記得分百分比、單元成就測驗正確百分比，和科學筆記的評分者一致性百分比。第二階段進行質性資料分析，先將資料化名處理，再依資料屬性和日期進行編碼(如：「團1081118」代表研究團隊討論紀錄，討論日期是民國108年11月18日)，依據量化分析結果，從樣本中選取有持續進步或進步不明顯的中度認知障礙學生進行第二階段的個案分析。個案分析方式先詳細描述實施科學筆記評量的歷程，再呈現依據尺規的評定判斷，以瞭解當預期結果與實際結果不符時，後續的個案分析資料將有助於解釋量化分析結果。

六、研究信效度

本研究採用解釋型序列混合設計所需建立的信效度證據(Creswell, 2014/2015)，第一階段是建立科學筆記評量尺規的信效度，科學筆記得分的一致性百分比。第二階段採用Creswell提出的驗證策略，包括：三角檢核(科學筆記評分、影片分析、團隊會議紀錄、特教教師省思、研究者省思)、參與者的檢核(個案教師檢核會議紀錄與研究報告初稿)；使用豐富的、厚實的描述傳達研究發現等。

肆、研究結果與討論

一、科學筆記評量之信效度

(一)內容效度

以下呈現科學筆記評分系統內容效度之建構歷程。

1. 自然科學專家教師審查雙向細目表

本研究的專家問卷發展步驟如下：

(1)先界定出科學筆記要評量的能力項目，並

為每種能力項目界定有關科學過程技能和科學概念理解的特徵定義。

- (2)由於本研究採用動態評量觀點設計科學筆記評量評分系統，除了先與三位有自然科學授課經驗的特教教師(一位參與試探性研究、兩位參與正式研究)根據集中式特教班學生的典型能力現況，為每一種評量項目界定出不同提示程度下0~3分的評分尺規，也將科學筆記評量計分系統送請具有動態評量專長的一位大學教授審查，以確保二向度評分(過程技能、概念理解)之適當性。
- (3)確認特教班引導式探究課程內涵與筆記本評量的各項能力之相關性，設計雙向細目表，確定科學筆記評量尺規要測量的能力，符合引導式探究課程可以評量的過程技能與概念理解。
- (4)請本研究的三位自然科學專家教師，針對每一評量項目的評量尺規與過程技能與科學概念的特徵定義進行審查(非常符合、符合、不符合、非常不符合)。其結果為非常符合，僅一位專家建議可以為特教生的高低能力組，設計不同版本的科學筆記的評量尺規。

2. 試用評分的回饋

研究者使用專家審查後的科學筆記評量尺規，訓練兩位主要評分者與研究者一起評分，我們使用A校單元一的概念一科學筆記與影片，各自進行試用評分。最後針對兩點疑義諮詢科學專家教師，包括：若學生在筆記本第二項目(預測)已經得3分，在第四項目就不需要校正預測，因此建議加上「若需要」。並在評分時改以有採評分的項目為分母，得分為分子，計算百分比。以及在專家審查問卷，曾建議為高低能力學生發展不同版本的評量尺規，但是經過評分試用後，發

現0 ~ 3分的尺規已包含不同的提示程度，便可適用不同障礙程度的特教生。

3. 科學筆記評量實施的效度

為了確保實施科學筆記評量問題的代表性，每個單元的教學教案(指第一操作活動)和科學筆記評量的教案(指第二操作活動)會先與個案教師討論過，以確保符合學生理解程度，接著請科學教育專家審查教案內容是否符合科學概念與探究教學技巧。每單元經個案教師介入後，再透過團隊會議共同討論科學筆記評量後的成效，並彙整出教學改進建議，以供個案教師進行後續單元的教學修正。

(二) 評量者一致性信度

本研究訓練兩位特教系畢業的實習教師，負責科學筆記的主要評分者，從試用評分階段開始訓練，研究者先說明科學筆記評量的分項能力、特徵定義與尺規說明，選取一位中度認知障礙學生、一位重度認知障礙學生的科學筆記與評量影片進行訓練，兩位主要評分者與研究者各自使用評量尺規進行評分，接著再邀請個案教師共同討論，最後將評量疑義送請科學教育專家教師釋疑，以利評分者和個案教師釐清不一致之處。接著兩位主要評分者再選取另一位的中度認知障礙者、重度認知障礙者的科學筆記與評量影片，各自使用評量尺規進行評分，此階段兩位的評分一致性達97%。兩位主要評分者各自針對負責學校所有學生的科學筆記與評量影片進行評分，再從彼此學校每單元抽取50%的科學筆記進行一致性評量，亦即先計算每位學生在每個分項分數的一致性百分比，計算方式為兩位評分者之一致性次數除以一致性次數加不一致性次數後，再乘以100(杜正治，2006)，以得出每位學生的評量者一致性百分比。最後再計算該單元的所有學生一致性百分比之平均數，即為該單元的評量

者一致性信度。結果顯示兩間學校在各單元皆有良好的評量者一致性信度(平均91%，範圍85 ~ 97%)。

(三) 討論

目前尚無研究探討特教班的科學筆記評量，然而普通教育科學筆記評量研究已有不錯的信效度證據(如：Ruiz-Primo et al., 2004; Shelton et al., 2016)。對照本研究首次嘗試將科學筆記評量應用在特教班的引導式探究課程，由於特教班學生人數較少，未能蒐集大樣本取得統計分析的信效度，然而本研究首次克服過去文獻提及科學筆記樣本的品質問題(如：Aschbacher & Alonzo, 2006; Ruiz-Primo et al., 2004)，這些研究雖然蒐集到大樣本，但筆記本身存在著一些問題(如：複製教師與教材內容、未被校正回饋)，且即使事先控制教學品質，仍有科學教師樣本流失和無法達到品質要求等問題，上述皆顯示科學筆記評量與教學品質、科學筆記品質之關聯性。本研究為確保科學筆記評量品質，提供教案、教學材料和團隊討論來支持個案教師；運用教學影片檢核教學品質；並為每單元設計兩個操作活動，一個練習使用科學筆記，另一個則是應用於科學筆記評量，最後又經內容效度建構流程，才能建立良好信效度的科學筆記評量品質。

相較於過去普通教育的科學筆記評量研究，多聚焦於科學筆記內容的完整性、清晰度和組織性，對於集中式特教班學生而言並非是評量重點。因特教班學生常有握筆、書寫或繪圖等困難，加上障礙特質影響回應的完整性和組織性。反而對特教生而言，常仰賴教師的鷹架提示，因此本研究採用動態評量觀點，提供標準化漸進提示階層(graduated prompting hierarchy) (Campione & Brown, 1987)，以事先設計之提示量漸增階層，作為

實施科學筆記評量及評分之核心，希望能提升歷程性評量特教生學習過程技能與科學概念之精準性。

二、科學筆記評量與單元成就測驗之關係

(一)科學筆記評量與單元成就測驗之關係

表4和表5為A校和B校學生的科學筆記平均得分百分比(過程技能與科學概念理解之平均得分)與單元成就測驗後測得分百分比，藉以呈現科學筆記評量與總結性評量之間的關係。由於特教班學生樣本很少，無法進行推論統計分析，故先以長條圖呈現此兩項分數，再用Excell全班平均分數之趨勢線，呈現出整體學生隨著單元進展，在科學筆記平均分數與單元後測分數皆呈現進步趨勢，顯示在科學筆記評量分數越高，單元後測分數也越高(參見圖1、圖2)。然而，從個別學生

的科學筆記得分仍可觀察到部分下降，如：A3「溶解」單元、A1和A2「神奇磁力」單元、B3和B4「溶解」單元。從科學筆記的分項得分、影片、團隊會議、個案教師教學省思等資料，得知高年級若涉及數學、英文能力，則會影響過程技能表現，例如：A3 (五年級)在溶解單元第一概念「物質溶解前後總重量一樣」實驗，涉及觀察記錄電子秤重量數據、大於、小於或等於的符號；第二概念「不同物質的溶解量不同」實驗，涉及計數、記錄平匙數量等數學技能，而計數又受專心和耐心影響，造成在觀察記錄、做結論的過程技能需要教師提示。A2 (五年級)在神奇磁力單元第一概念「地球有磁場」實驗，涉及報讀與理解N S極的涵義，造成在溝通的過程技能需要提示。而中、低年級若涉及記錄格數和需繪圖東西較多，則會影響過程技能和概念理解，如：B4 (三年級)在溶解單

表4：A校學生的科學筆記平均得分百分比與單元成就測驗後測得分百分比

A校	第一單元植物		第二單元溶解		第三單元空氣與燃燒		第四單元神奇磁力	
	科學筆記	單元測驗	科學筆記	單元測驗	科學筆記	單元測驗	科學筆記	單元測驗
A1 (中度)一年級	37	50	70	88	99	100	94	100
A2 (中度)五年級	62	75	62	75	100	88	96	100
A3 (輕度)五年級	95	63	87	63	100	88	100	100
全班平均	65	63	73	75	100	92	97	100

表5：B校學生的科學筆記平均得分百分比與單元成就測驗後測得分百分比

B校	第一單元神奇磁力		第二單元溶解		第三單元空氣與燃燒	
	科學筆記	單元測驗	科學筆記	單元測驗	科學筆記	單元測驗
B1 (中度)一年級	37	100	73	88	86	100
B2 (輕度)一年級	47	88	66	100	94	100
B3 (中度)二年級	87	100	53	100	97	100
B4 (中度)三年級	80	75	66	100	87	100
全班平均	63	91	65	97	91	100

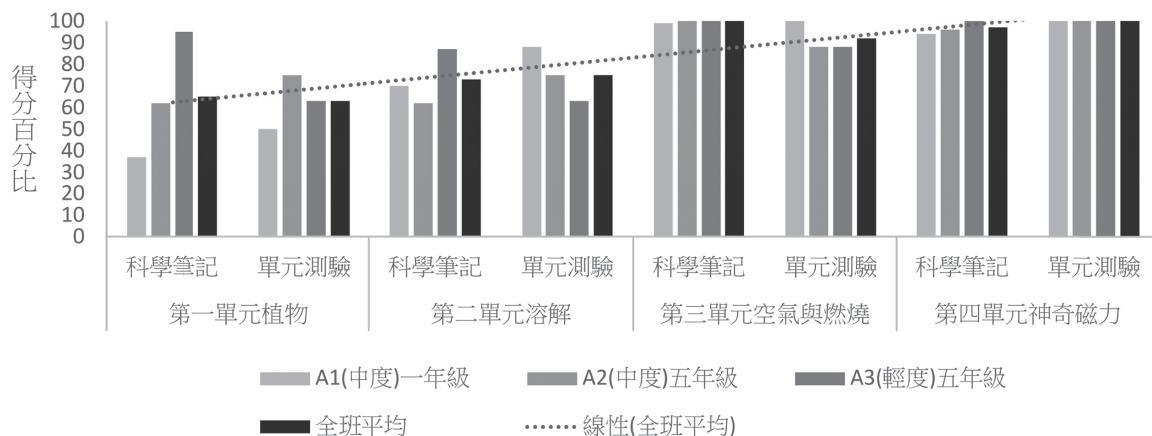


圖1：A校學生的科學筆記平均分數與單元成就測驗後測分數之長條圖與趨勢線

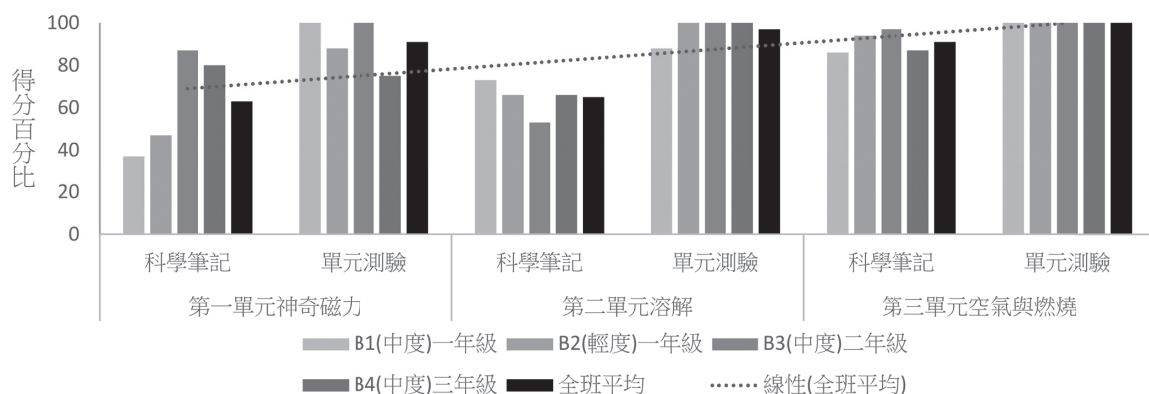


圖2：B校學生的科學筆記平均分數與單元成就測驗後測分數之長條圖與趨勢線

元第一概念「可溶物與不可溶物的分辨」實驗，涉及四種調味料的溶解特性，需要記錄較多表格，以及第二概念「影響物質溶解速度的四大因素」也因操作變因較多，又受專心和耐心影響，造成在各項過程技能需要提示，也影響科學概念理解。低年級亦有相同情形，如：A1 (一年級)在神奇磁力單元的實驗，要測試生活物品的磁性有九項；B3 (二年級)在溶解單元的實驗，要用五官測試四種調味料的特徵。雖然各單元教學與科學筆記評量內容，會先和個案教師確認是否符合學生程度，然而，對於高年級而言，數學和英文仍需少量提示，而中低年級也顯示當單元

內容比較複雜(如：溶解)，則需要更長的教學時間，才能培養記錄多元表格的能力。

(二)討論

過去普通科學教育的相關研究結果顯示，科學筆記評量分數與單元成就測驗分數有相關性，例如：Ruiz-Primo等(2004)發現筆記評量的操作分數可能視為成就測驗指標；Aschbacher與Alonzo (2006)發現筆記分數能預測後測選擇題分數、實作評量分數；Shelton等(2016)發現筆記的繪圖分數是唯一顯著預測後測分數的變量。然而本研究受限於特教班學生人數和特教教師的科學教學專業背景，

較難取得大樣本進行相關分析和預測分析。因此本研究試圖從分數長條圖與趨勢線，觀察到特教生隨著單元介入越多，科學筆記分數與成就測驗分數也越高，顯示科學筆記在引導式探究課程也能發揮形成性評量的角色。另外，特教生的過程技能需要在引導式探究課程長期被培養，若可以在特教班長時間蒐集不同科學單元的科學筆記評量結果，也許能觀察到更多樣態的過程技能。

三、個案分析

高年級A2中度認知障礙生為特教班典型個案，在本研究呈現持續進步，有其代表性，足以佐證量化分析結果。下列個案分析結果，取自A校第三單元空氣與燃燒第二概念第二操作活動的三部評量影片分析(影1090424-1、影1090424-2、影1090428)、獲得A2第三單元空氣與燃燒的科學筆記評量結果(圖3為A2生的部分科學筆記；本文受限篇幅，完整圖請見附錄三)、再透過團隊會議紀錄(團20200522)、特教教師教學省思(A師誌

三1090501)、研究者省思(研誌20200424-A校)進行三角檢核工作。

小瑤師為兩位高年級生(A2、A3)展示蠟燭、薰香臺、膠帶，A2都能回答桌上多數的物品名稱(但是薰香臺是老師命名的)，老師播放薰香臺的燃燒影片，老師：「剛剛影片中，大家注意到薰香臺的外表有什麼特別的地方？」學生：「有洞」，老師：「薰香臺裡面的火有燃燒？」學生：「有」，老師：「在有洞的薰香臺，火可以繼續燃燒？大家感到好奇嗎？練習問一個火燃燒需要什麼東西的問題？」，A2一開始能獨立提問：「為什麼這個(手指薰香臺)火裡面有空氣？」，後來教師引導她並協助整理出完整句子，她便能提問出：「薰香臺裡面有空氣嗎？」，並且在科學筆記上畫出觀察到的現象與問題。雖然老師在筆記本上圈選「老師提示下做到」，但是根據影片分析與後續與小瑤師討論，A2一開始便可以獨立說出並指出薰香臺裡的火燃燒是否有空氣，雖然受限於語言能力，提問的句子不夠完整，但是她已能透

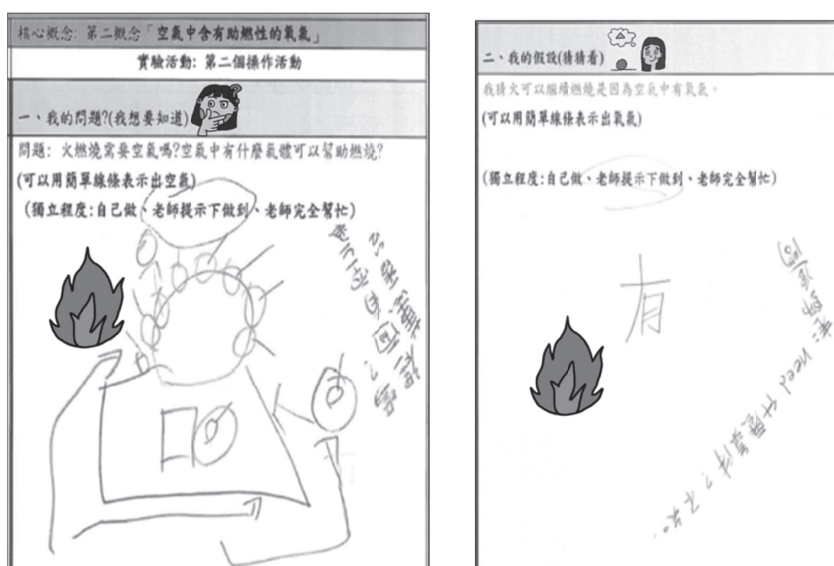


圖3：高年級個案A2在空氣與燃燒單元第二概念的科學筆記

過手指薰香臺的火，也能說出關鍵詞「有空氣嗎？」我們的評量不因學生的口語能力，而阻礙定題能力，因此，符合在「一、我的問題」的3分評分尺規，A2可以觀察老師呈現的現象並獨立提出問題，因此過程技能評為3分，且提問內容與老師呈現的現象多數相關，且是該單元要探究的問題，因此科學概念理解評為3分。

老師接著讓學生猜猜看，薰香臺裡面的火燃燒需要空氣嗎？在「二、我的假設」欄位，A2在火的旁邊寫出「有」，口說「有空氣」，老師追問：「火燃燒需要什麼空氣？」A2回答：「不知道」。由於A2可以獨立猜測且猜測的內容符合正確答案，因此過程技能和科學概念理解都被評3分。

接著，老師帶領學生操作實驗後，A2在「三、我的觀察結果」欄位上，自己觀察無洞的薰香臺，獨立圈出蠟燭熄滅的圖形；有洞的薰香臺獨立圈出蠟燭繼續燃燒的圖形，老師引導討論火燃燒需要無空氣的實驗結果，並在黑板上介紹氧氣，她在燃燒蠟燭旁仿寫出氧。因此，A2可以獨立記錄觀察的結果，過程技能評為3分，且記錄內容可以反映觀察結果的多數特徵或變化，科學概念理解被評為3分。

在「四、(若需要)校正預測」欄位，教師：「看看你圈起來的蠟燭燃燒情形，有洞薰香臺的蠟燭有燃燒，表示燃燒需要什麼東西？」A2：「空氣」，再繼續：「對照二、猜猜看，你如果已經寫對，就不用校正，如果寫錯，要重新回答問題」。A2在預測已寫「有」空氣，不需要訂正，老師鼓勵再說仔細，A2說出：「燃燒需要氧氣」，並仿寫氧氣。

教師：「在科學筆記『五、報告自己的發現』，自己根據實驗結果表達結論」，A2獨立圈出「助燃」，且在氧氣的箭頭旁寫出

「燃燒」，因此做結論過程技能評為3分，且內容能完整傳遞單元核心概念，科學概念理解被評為3分。接著，教師：「拿著科學筆記上臺發表，要先說提問的問題、實驗結果和結論是什麼？」，從影片得知，A2上臺報告雖受限口語能力語句不完整，老師需要提供口語支持，但她自己看科學筆記的「一、我的問題？三、我的觀察結果，五、報告結論」，報告一開始的提問，又說：「有洞就會有氧氣可以幫助燃燒、沒洞就沒有氧氣，不會燃燒」，所以「空氣中的氧氣幫助燃燒」，因此溝通過程技能評為3分，且報告內容能完整傳遞單元核心概念，科學概念理解被評為3分。

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究選取兩所普通學校的集中式特教班為研究樣本，共兩位特教教師和七位特教生，年齡層涵蓋低中高年級，障礙程度跨及輕度與中度認知障礙。本研究目的探討特教教師在集中式特教班實施科學筆記評量的情形，針對二個研究問題提出結論。

(一)集中式特教班科學筆記評量尺規有良好的內容效度與評量者一致性信度

本研究的科學筆記評量尺規，透過專家審查回饋與試探性評分之循環修正歷程，建立內容效度，且兩間學校在各單元皆有良好的評量者一致性信度(平均91%，範圍85～97%)。

(二)科學筆記評量與總結性單元成就測驗之間具關聯性

從科學筆記評量平均分數與單元成就測驗後測分數的長條圖和趨勢線，呈現整體學生

隨著探究單元增加，科學筆記分數與單元後測分數也越高，呈現出兩者分數有其關聯性。

二、建議

(一)科學筆記評量

由本研究可知，集中式特教班科學筆記亦具有評量潛力，可以反映特教生的過程技能和科學概念，因此鼓勵應用在集中式特教班的引導式探究課程。在科學筆記評量設計方面，建議可運用圖示組織與科學詞彙的圖形表徵，以及要提供鷹架式的題目，幫助特教生繞過製表、書寫、識字、繪圖與認知能力受限之挑戰，建議未來可提供鷹架式的電子科學筆記形式，以提升特教生發展過程技能的獨立性。在科學筆記評量實施方面，由於評量任務與引導提問的良窳，會影響學生在科學筆記評量的表現，又受限於特教教師科學背景的不足，因此建議特教教師發展科學筆記評量任務時，需請科學教師檢核科學筆記的評量內容與評分示例，以及為了達到實施科學筆記評量的精準性，建議特教教師也要事先練習與精熟評量內容，未來考慮設計能協助特教教師完整執行評量的提醒系統(如：投影片)，以降低特教教師的教學與評量負荷。

(二)未來研究

本研究受限科學筆記樣本數，無法執

行統計分析，建議未來研究可招募更多特教班，並規劃相同單元，且控制單元教學的順序，以利累積足夠樣本進行統計分析。再者本研究考量特教教師參與探究教學與評量研究的負荷，只有讓個案教師執行科學筆記評量任務，與執行單元成就測驗，沒有再請個案教師執行科學筆記評分工作，建議未來研究可繼續訓練個案教師執行科學筆記評分工作，甚至訓練個案教師在科學筆記上提供符合特教生閱讀程度的回饋意見，再進一步訓練特教生閱讀回饋意見，幫助學生自己修正過程技能與科學概念。由於科學筆記評量的項目、評量任務皆與探究能力有關，最後也建議未來研究能設計更豐富的評量任務和項目，以利在科學筆記評量可發展出更多的過程技能評量尺規。

誌謝

研究者謹向參與試探性與正式研究之三間國小特教老師、特教班學生和家長，以及協助本計畫的三位自然科學專家教師致上由衷的謝意。也特別感謝審查委員和編審委員會的寶貴意見，使本文更臻完善。本研究承科技部專題研究計畫補助(計畫編號MOST 108-2511-H-415-001-)，特此致謝。

參考文獻

- 王琬琚(2007)。科學筆記在教學評量應用上之研究——以過程技能為例。未出版之碩士論文。國立臺南大學。
- [Wang, W.-C. (2007). *Application of the science notebooks in classroom assessment—Using process skills as an example*. [Unpublished master thesis]. National University of Tainan.]
- 杜正治(2006)。單一受試研究法。心理。

[Du, Z.-Z. (2006). *Single subject research*. Psychological Publishing.]

吳雅萍、陳明聰(2017)。嚴重認知障礙學生學習適齡科學課程之實證本位教學建議。中華民國特殊教育學會年刊，2017，1-20。

[Wu, Y.-P., & Chen, M.-C. (2017). Evidence-based practice for teaching grade-aligned science curriculum to students with significant cognitive disabilities. *Annual Journal of Special Education*, 2017, 1-20.]

教育部(2018a)。十二年國民基本教育課程綱要——國民小學：生活課程。https://reurl.cc/913yG8

[Ministry of Education. (2018a). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary school—Life curriculum*. https://reurl.cc/913yG8]

教育部(2018b)。十二年國民基本教育課程綱要——國民中小學暨普通型高級中等學校：自然科學領域。https://reurl.cc/ymvXk6

[Ministry of Education. (2018b). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—Natural sciences*. https://reurl.cc/ymvXk6]

教育部(2019)。十二年國民基本教育特殊教育課程實施規範。https://reurl.cc/28j3vr

[Ministry of Education. (2019). *Curriculum implementation norms of 12-year basic education for special education*. https://reurl.cc/28j3vr]

Creswell, J. W. (2015)。研究設計：質性、量化及混合方法取向(林正昌譯；第二版)。學富文化。(原作出版於2014年)

[Creswell, J. W. (2015). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches*. (C.-C. Lin, Trans.; 2nd ed.). Xue-Fu. (Original work published 2014)]

Aschbacher, P., & Alonzo, A. (2006). Examining the utility of elementary science notebooks for formative assessment purposes. *Educational Assessment*, 11(3-4), 179-203. https://doi.org/10.1080/10627197.2006.9652989

Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. S. Lidz (Ed.), *Dynamic assessment: An interactional approach to evaluating learning potential* (pp. 82-115). Guilford Press.

Collins, L. W., & Fulton, L. (2017). Promising practices for supporting students with disabilities through writing in science. *TEACHING Exceptional Children*, 49(3), 194-203. https://doi.org/10.1177/0040059916670629

Fitts, S., Gross, L., & Ramirez, B. (2020). “We observed that the magnetic field is stronger than gravity”: Exploring linguistically diverse fourth-grade students’ written explanations in science notebooks. *Linguistics and Education*, 56, Article 100809. https://doi.org/10.1016/j.linged.2020.100809

- Harris, K. R., Graham, S., Mason, L. H., & Saddler, B. (2002). Developing self-regulated writers. *Theory Into Practice, 41*(2), 110-115. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_7
- Huerta, M., Lara-Alecio, R., Tong, F., & Irby, B. J. (2014). Developing and validating a science notebook rubric for fifth-grade non-mainstream students. *International Journal of Science Education, 36*(11), 1849-1870. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.879623>
- Jimenez, B. A., Browder, D. M., Spooner, F., & Dibiase, W. (2012). Inclusive inquiry science using peer-mediated embedded instruction for students with moderate intellectual disability. *Exceptional Children, 78*(3), 301-317. <https://doi.org/10.1177/001440291207800303>
- Miller, B. T., & Taber-Doughty, T. (2014). Self-monitoring checklists for inquiry problem-solving: Functional problem-solving methods for students with intellectual disability. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 49*(4), 555-567. <https://reurl.cc/YddzX0>
- Miller, B. T., Doughty, T., & Krockover, G. (2015). Using science inquiry methods to promote self-determination and problem-solving skills for students with moderate intellectual disability. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 50*(3), 356-368. <https://reurl.cc/jRyYV2>
- Miller, B. T., Krockover, G. H., & Doughty, T. (2013). Using iPads to teach inquiry science to students with a moderate to severe intellectual disability: A pilot study. *Journal of Research in Science Teaching, 50*(8), 887-911. <https://doi.org/10.1002/tea.21091>
- Next Generation Science Standards Lead States. (2013). *Next generation standards: For states, by states*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Paek, S., & Fulton, L. (2021). Digital science notebooks: A tool for supporting scientific literacy at the elementary level. *TechTrends, 65*(3), 359-370. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00579-0>
- Ruiz-Primo, M. A., & Li, M. (2004). On the use of students' science notebooks as an assessment tool. *Studies in Educational Evaluation, 30*(1), 61-85. [https://doi.org/10.1016/S0191-491X\(04\)90004-1](https://doi.org/10.1016/S0191-491X(04)90004-1)
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C., & Shavelson, R. J. (1999, March). *Student science journals and the evidence they provide: Classroom learning and opportunity to learn*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C., & Shavelson, R. J. (2004). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education, 26*(12), 1477-1506. <https://doi.org/10.1080/0950069042000177299>
- Shelton, A., Smith, A., Wiebe, E., Behrle, C., Sirkin, R., & Lester, J. (2016). Drawing and writing in digital science notebooks: Sources of formative assessment data. *Journal of Science Education and Technology, 25*(3), 474-488. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9607-7>
- Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (1997). Children's science journals: Tools for teaching, learning,

and assessing. *Science and Children*, 34(5), 12-17, 46-47.

Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). The role of children's journals in elementary school science activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(1), 43-69. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200101\)38:1<43::AID-TEA4>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200101)38:1<43::AID-TEA4>3.0.CO;2-I)

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>

(因字數考量，本稿件全文請上中華民國科學教育學會官網<http://www.ase.org.tw/>瀏覽並下載)

Application of Science Notebooks Assessment in Guided Inquiry Curriculum of Self-Contained Classes

Ya-Ping Wu*

Department of Special Education, National Chiayi University

Abstract

Science notebooks, as common supportive learning materials, were also regarded as a classroom assessment tool. Nevertheless, seldom research investigated the application of science notebooks in self-contained classes. Mixed methodologies were used in the study to examine the application of science notebooks assessment in self-contained classes with the guided inquiry curriculum by special education teachers. The participants were from two self-contained classes and comprised two special education teachers and seven students with mild and moderate disabilities among 6 grades. The collected data consisted of teaching videos, videos of science notebooks assessment, team meeting records, results of science notebook assessment scores, unit achievement test scores, feedback of teachers and researchers and were analyzed in quantitative and qualitative methods. The results indicated that the science notebook rubric of self-contained classes had good reliability and validity and the science notebooks were potential standardized tests as well. Although limited to a small amount of participants, it was observed that as the sessions of intervention increased, both the scores of science notebook assessment and the unit achievement test were increased, which demonstrated the existence of correlations between two assessments. Furthermore, case study was used to illustrate the process of science notebooks assessment in the guided inquiry curriculum. Suggestions about designing electronic science notebooks, scoring examples by science teachers, accumulating more science notebooks samples and scoring training for special education teachers were made for future teaching and research for reference.

Key words: Guided Inquiry, Science Notebooks Assessment, Self-Contained Class, Process Skills

* Corresponding author: Ya-Ping Wu, ping78kimo@gmail.com

附錄一：科學筆記評量實施流程：以「空氣與燃燒單元」第二概念為例

1.教師為全體學生展示低中高年級的單元材料。接著以 5W1H 的問題，聯結學生過去經驗和開啟好奇心。

2.教師依序為低中高年級示範操作材料，再以三層次引導學生發現問題，並在科學筆記定題。(因字數限制，下列僅以高年級過程技能評量為部分示例，完整內容請見附錄一)

教師為高年級學生撥放薰香台蠟燭燃燒的影片。接著進行三層次提問，第一層次引導獨立提問，教師：「剛剛影片中，大家注意到薰香台的外表有什麼特別地方？」學生：「有洞」，教師：「薰香台裡的火有燃燒？」學生：「有」，老師：「在有洞薰香台，火可繼續燃燒，大家感到好奇嗎？練習問一個火燃燒需要有什麼東西的問題？」讓學生獨立提問。(定題技能評量:3分)

當學生在第一層次無法提問，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「我們已經注意到薰香台有洞，火可以繼續燃燒，有洞會有什麼，從這裡開始問火燃燒需要有什麼東西的問題？」引導學生提問。(2分)

當學生在第二層次無法提問，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說：「火燃燒需要有空氣嗎？」若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師口語示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要提問什麼。(1分)

當學生在第三層次無法提問，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0分)

3.當全部學生完成定題後，繼續引導學生猜猜看(預測)剛才提問問題的原因。

教師:「接著大家再猜猜看，薰香台裡的火燃燒需要有空氣嗎？」讓學生獨立猜測原因。(猜測技能評量:3分)

當學生在第一層次無法猜測，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「大家猜猜看薰香台裡面的火燃燒需要有空氣嗎?或沒有空氣嗎?」再次引導學生猜測。(2分)

當學生在第二層次無法猜測，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說：「我猜火燃燒需要有空氣」若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師口語示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要猜測什麼。(1分)

當學生在第三層次無法猜測，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0分)

4.詢問學生可以用哪些方式找到答案?再引導出三個學習階段的探究計畫。

5.根據低中高年級的探究計畫，指導學生安全地進行實作，並引導使用科學筆記進行觀察與記錄。

在薰香台燃燒實驗，教師:「看這兩個薰香台裡蠟燭燃燒的情形，自己拿筆圈起來」讓學生獨立記錄。(記錄技能評量:3分)

當學生在第一層次無法記錄，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「先看無洞薰香台裡面的蠟燭，圈起來蠟燭燃燒的情形。再看看有洞的薰香台裡面的蠟燭，圈起來蠟燭燃燒的情形。」再次引導學生記錄。(2分)

當學生在第二層次無法記錄，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，在科學筆記用手示範圈起來的動作，若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫蠟燭，並圈起來)」讓學生理解要記錄什麼。(1分)

當學生在第三層次無法記錄，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0 分)

6.引導低中高年級學生解讀科學筆記記錄的資訊，(若需要)進而校正自己的預測。

教師:「看看你圈起來的蠟燭燃燒情形，有洞薰香台的蠟燭有燃燒，表示燃燒需要什麼東西？」等待學生回答「空氣(或氧氣)」，再繼續:「對照二、猜猜看，你如果已經寫對，就不用校正，如果寫錯，要重新回答問題。」讓學生獨立校正。(校正預測技能評量:3 分)

當學生在第一層次無法校正，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「根據實驗記錄，有洞有燃燒，所以燃燒的周圍有什麼東西?表示燃燒需要什麼東西?」等待學生回答「空氣(或氧氣)」，再繼續:「對照二、猜猜看，你剛才寫錯了，這裡要重新回答問題。」再次引導學生校正。(2 分)

當學生在第二層次無法校正，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說:「剛才記錄有洞火燃燒，有洞有空氣，表示燃燒需要空氣」繼續手指出:「對照二、猜猜看，你剛才寫錯了，這裡要回答空氣或氧氣。」若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要校正什麼。(1 分)

當學生在第三層次無法校正，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0 分)

7.讓低中高年級學生先在科學筆記做結論，再上台報告。

教師:「在科學筆記五、報告自己的發現，自己根據實驗結果表達結論」讓學生獨立做結論。(做結論技能評量:3 分)當學生在第一層次無法做結論，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「從紀錄看到，有洞的火燃燒，表示燃燒需要什麼? 什麼可幫助燃燒?在科學筆記做結論」再次引導學生做結論。(2 分)

當學生在第二層次無法做結論，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說:「從紀錄看到，有洞的火燃燒，表示燃燒需要空氣，空氣(或說氧氣)可幫助燃燒」，若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師示範內容，教師使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要如何做結論。(1 分)

當學生在第三層次無法記錄，等待五秒後，仍無回應、科學筆記空白。(0 分)

接著，教師:「拿著科學筆記上台發表，要先說提問的問題、實驗結果和結論是什麼?」讓學生獨立報告。(溝通技能評量:3 分)

當學生在第一層次無法報告，等待五秒後，進行第二層次引導，運用口語提示:「可以看著科學筆記『一、我的問題? 三、我的觀察結果，五、報告結論』，跟大家報告」再次引導學生報告。(2 分)

當學生在第二層次無法報告，等待五秒後，進行第三層次引導，運用示範提示，說:「我的問題是火燃燒需要什麼東西?經過實驗，有洞的火燃燒，無洞的火熄滅，所以火燃燒需要空氣(也可以說氧氣幫助火燃燒)」，若有學生同時受限口語、智力和聽力，無法接收和理解教師示範內容，教師會使用肢體提示(在黑板上畫圖)」讓學生理解要報告什麼。(1 分)

當學生在第三層次無法報告，等待五秒後，仍無回應或說不知道。(0 分)

附錄二：科學筆記評量的分項能力、尺規說明與示例

科學筆記本評量項目		評量尺規與示例(以高年級溶解單元第二概念「不同物質的溶解量不同」為例)		
一、我的問題	0 分	1 分	2 分	3 分
過程技能:定題	回答不知道或沒有回應	觀察老師呈現的現象後， <u>經老師的示範或肢體提示下</u> 提出問題	觀察老師呈現的現象後， <u>經老師口語提示下</u> 提出問題	觀察老師呈現的現象後， <u>獨立</u> 提出問題
科學概念理解:定題	內容完全 <u>無關</u> 或此欄位 <u>空白</u>	提問的內容與老師呈現的現象有 <u>相關性</u> ， <u>但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容</u> 示例: 不管是具有多數相關性(如:「為什麼糖和味精的溶解量不同?」)，或部分相關性(如:「為什麼糖和味精不同?」)，這些提問是在老師的示範或肢體提示下產生的	提問的內容與老師呈現的現象有 <u>部分相關</u> ，提問內容 <u>不是</u> 本實驗要探討的問題 示例: 為什麼糖和味精不同?或為什麼糖和味精的平匙數量不一樣? 為什麼加的湯匙不一樣?	提問的內容與老師呈現的現象 <u>多數</u> 相關，提問內容是 <u>本實驗要探討</u> 的問題 示例: 為什麼糖和味精的溶解量不同? 或不同東西(糖和味精)的溶解量是不是不同? 或為什麼一樣的水量，糖可以加很多匙，味精加很少匙才能溶解呢?
二、我的假設	0 分	1 分	2 分	3 分
過程技能:預測	回答不知道或沒有回應	<u>經老師的示範或肢體提示下</u> ，完成猜測。	<u>經老師的口語提示下</u> 猜測問題的原因	<u>獨立</u> 猜測問題的原因
科學概念理解:預測	內容完全 <u>無關</u> 或此欄位 <u>空白</u>	猜測內容 <u>符合</u> 正確答案， <u>但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容</u> 示例: 不管是完全符合正確答案(如:「因為糖和味精的溶解量不一樣」)，或部分符合(如:「因為	猜測的內容 <u>部分符合</u> 正確答案 示例: 因為糖和味精的平匙數量不一樣，或因為他們是不同的東西，或因為他們不一樣	猜測的內容 <u>完全符合</u> 正確答案 示例:因為糖和味精的溶解量不一樣，或因為不同的東西溶解量不同

		糖和味精的平匙數量不一樣」，這些猜測是在老師的示範或肢體提示下產生的			
三、我的觀察結果		0 分	1 分	2 分	3 分
過程技能:觀察、記錄	回答不知道或沒有回應	在老師的示範或肢體提示下，完成記錄	在老師的口語提示下記錄觀察的內容	獨立記錄觀察的內容	
科學概念理解:觀察、記錄	內容無法反映或此欄位空白	記錄內容反映觀察結果的特徵或變化，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容 示例: 不管是正確或部分正確畫出或寫下可溶解的平匙數量，這些記錄是經老師的示範或肢體提示下產生的		記錄內容反映觀察結果的部分特徵或變化 示例: 部分正確畫出或寫下可溶解的平匙數量	記錄內容反映觀察結果的多數特徵或變化 示例: 正確畫出或寫下可溶解的平匙數量
四、(若需要)校正預測		0 分	1 分	2 分	3 分
過程技能:校正預測	回答不知道或沒有回應	經老師的示範或肢體提示下，能依據觀察或實驗的結果重新訂正原本預測內容	經老師的口語提示下，能依據觀察或實驗的結果重新訂正原本預測內容	能依據觀察或實驗的結果獨立重新訂正原本預測內容	
科學概念理解:校正預測	訂正的內容完全正確或沒有訂正	訂正的內容正確，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容 示例: 訂正後的內容提到，因為糖和味精的平匙數量不一樣，或因為他們是不同的東西，或因為他們不一樣		訂正的內容僅部分正確 示例: 訂正後的內容提到，因為糖和味精的平匙數量不一樣，或因為他們是不同的東西，或因為他們不一樣	訂正的內容完全正確 示例: 訂正後的內容提到，因為糖和味精的溶解量不一樣，或因為不同的東西溶解量不同

樣」)，這些訂正是在老師的示範或肢體提示下產生的				
五、報告自己的發現 0 分		1 分	2 分	3 分
過程技能:做結論	回答不知道或沒有回應	經老師的示範或肢體提示下，在科學筆記依據提問做結論	經老師的口語提示下，在科學筆記依據提問做結論	能獨立在科學筆記依據提問做結論
科學概念理解:科學筆記本的結論內容	內容完全錯誤或此欄位空白	科學筆記結論的內容傳達單元的核心概念，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容 示例: 不管可以完整傳遞核心概念(如:兩者都正確)，或部分傳遞(如:兩者只有一個正確)，這些結論是在老師的示範或肢體提示下產生的	科學筆記結論的內容部分傳達單元的核心概念 示例: 兩者只有一個正確	科學筆記結論的內容完整傳達單元的核心概念 示例: 能正確「圈出糖、味精哪一個溶解量比較多」，且正確呈現「不同物質的溶解量是不一樣」
過程技能:溝通	回答不知道或沒有回應	經老師的示範或肢體提示下，上台報告提問、實驗結果、做結論	經老師的口語提示下，上台報告提問、實驗結果、做結論	獨立上台報告提問、實驗結果、做結論
科學概念理解:上台報告的內容	內容完全錯誤或沒有回應	上台報告的內容傳達單元的核心概念，但是經老師的示範或肢體提示下產生的內容 示例: 不管是說出三個或兩個或一個，這些上台報告的內容是在老師的示範或肢體提示下產生的	上台的內容部分傳達單元的核心概念 示例: 僅說出兩個或一個	上台報告的內容完整傳達單元的核心概念 示例:能先說問題(如:「為什麼糖和味精的溶解量不同?」)，再報告實驗結果(「糖是七平匙、味精是五平匙，所以糖的溶解量比較多」)，再說結論(「不同物質的溶解量是不一樣」)

附錄三：高年級個案 A2 在空氣與燃燒單元第二概念的科學筆記

核心概念：第二概念「空氣中含有助燃性的氧氣」

實驗活動：第二個操作活動

一、我的問題(我想知道)

問題：火燃燒需要空氣嗎？空氣中有什麼氣體可以幫助燃燒？
(可以用簡單線條表示出空氣)
(獨立程度：自己做、老師提示下做到、老師完全幫忙)



二、我的假設(猜著)

我猜火可以繼續燃燒是因為空氣中有氧氣。
(可以用簡單線條表示出氧氣)
(獨立程度：自己做、老師提示下做到、老師完全幫忙)



三、我的觀察結果(我發現什麼)

觀察蠟燭在有洞及無洞的精油燈燃燒情形，並畫出兩支蠟燭燃燒和熄滅與有無洞的關係
(獨立程度：自己做、老師提示下做到、老師完全幫忙)
(請圖出蠟燭燃燒的情形)

無洞		
有洞		

Soay → 5倍寫

四、(若需要)校正預測(重新檢查與訂正)

如果《二、猜著》的答案有錯誤，在這個欄位可以針對錯誤部分進行訂正，讓小朋友再畫(寫一次)。
(獨立程度：自己做、老師提示下做到、老師完全幫忙)



五、報告結論

可以自己畫圖或製表，整理結果
(獨立程度：自己做、老師提示下做到、老師完全幫忙)

畫出空氣中的氧氣具有助燃的特性

