特殊教育季刊　民 108 年 3 月　第 150 期　第 13-24 頁
Doi: 10.6217/SEQ.201903_(150).13-24

補救或補償—輔助科技介入前決策與判斷之思辨以自閉症手寫問題之個案為例

洪瑞成 *
南投縣南投市光華國小
教師

Dave Edyburn
中佛羅里達大學
教授

陳筱嵐
國立南投特殊教育學校
語言治療師

摘　要

輔助科技的理論或適配模式皆指出補救 (remediation) 或補償 (compensation) 是輔助科技決策的首要議題，當決定使用補償作為介入方式時，才會進入輔助科技的轉介及適配評估等後續程序。在面對特殊教育需求學生時，透過補救，如重複訓練或增加練習時間的方式，是教育現場選擇的主要介入方式，那麼究竟什麼情況才是選擇補償，也就是輔助科技進行介入的時機呢？在缺乏足夠指引的情況下，本文希望透過教育現場一位自閉症學生手寫問題之介入經驗，作為教育工作者在抉擇運用策略或治療的「補救」，亦或是以輔助科技介入的「補償」之思辨材料，並於文末提出相關的省思及建議。

關鍵詞：手寫、自閉症、補救、補償、輔助科技

Remediate or Compensate? Considerations When Deciding Whether to Use Assistive Technology. A Case of Autism with Handwriting Difficulty

Rui-Cheng Hong
Teacher,
Nantou Guanghua
Primary School

Dave Edyburn
Professor,
University of Central
Florida

Hsiao-Lan Chen
Speech Therapist,
National Nantou Special
Education School

* 本文以洪瑞成（t07198@gmail.com）為通訊作者。

Abstract

Assistive technology (AT) is used to compensate the student with disabilities by helping gain functional ability. Many assistive technology theorists suggest that we have a critical decision to make: remediate or compensate? From the theory, we only know that the main difficulties of specific disabilities may be the consideration when making the decision. However, when the critical features of the disability are not associated directly with the student's difficulty, we are then faced with the dilemma of how to make the decision. How long should we continue to provide the remediation, such as providing additional practice or time, when the child is not benefiting from the intervention? What is our signal that tells us to make another decision? Few guidelines are available to guide in the decision-making process in choosing between remediation and compensation. In this article, a case of autism with handwriting difficulty was discussed to provide some examples of considerations when making a critical decision before opting for an assistive technology referral.

Keywords: assistive technology, autism, compensate, handwriting, remediate

壹、前言

應用輔助科技（Assistive Technology，簡稱 AT）作為教育介入策略之概念，於美國起源於免費且合適公立教育（Free and Appropriate Public Education，簡稱 FAPE）以及最少限制環境（Least Environment，簡稱 LRE）等教育政策的提出 (Bowser & Reed, 1995; Bryant, Bryant, & Raskind, 1998)。直到 1997 年美國身心障礙者教育法案（Individual with Disability Education Act，簡稱 IDEA）明確規範輔助科技個別化教育計畫團隊 (IEP team) 應考量身心障礙學生對輔助科技的需求後，輔助科技已成為特殊教育服務提供與品質檢視的重點之一。相關的輔助科技理論、概念性模式與衍伸的議題，如評估、評量、成效以及輔助科技在教育環境下的應用研究等，也符應政策推行被實務工作者、專家或學者提出討論 (Edyburn, 2013)。

在我國，同樣經過特殊教育法規的修訂，以及融合教育思潮之影響，輔助科技或輔具等詞已廣為國內特殊教育所知，同時也由國內專家及學者結合國際經驗，提出符合我國情之輔助科技適配模式、觀點及建議（吳亭芳、陳明聰，2000；林淑玟，2007；林淑玟、羅錦興，2011；洪瑞成、連盈捷、陳立青，2008；陳明聰、吳亭芳，2005）。經由這些文獻及研究，除可得知輔助科技在特殊教育下的重要及必要性，並可運用專家所提出的輔助科技適配模式，掌握具有輔助科技需求學生在轉介時應評估與考量的面向或關鍵點。然而在輔助科技轉介前的重要考量：補救 (remediation) 或補償 (compensation) 卻鮮少被討論，即使這兩者在輔助科技中被視為決策 (decision making) 或轉介 (referral) 的重要起點 (Bowser & Reed, 1995; Cook & Hussey, 2002; King, 1999)。在這個重要起點時有什麼需要考量？又該如何進行考量呢？

特別是面對學生出現學習與認知方面的困難時，一般教育現場的教師習慣使用重複練習、增加練習時間等「補救」方式進行介入時，從「補償」為出發點的輔助科技相對易被教師所忽略。對於此一狀況，有學者提出可用

翹翹板的概念，將補救 (R) 與補償 (C) 置於兩端並思考如何調整比重以達學生的學習需求與最佳的學習表現 (Edyburn, 2013)。但接續此概念而來的問題則是如何調整比重？又有哪些因素會影響比重的分配呢？以補償為起點的輔助科技介入，其時機及考量實有討論的價值及空間 (Edyburn, 2007)。相較於國內輔助科技過去多以輔助科技轉介後的評估及介入作為討論的主題，本文擬呈現的是在進入輔助科技轉介之前，補救或補償決策的思辨歷程，並透過一位自閉症學生的手寫問題的個案經驗，提供此一議題思考與探究之方向及建議。

貳、輔助科技介入前的重要選擇—補救或補償

一、補救或補償之定義及內涵

Majnemer (1998) 將早期療育的服務類型分為預防、補救及補償，並加以定義，其中「補救」類似二級預防，可用以減少或消除遲緩 (delay)，避免達到障礙 (disabilities) 的程度，而「補償」則是在現有策略介入後，缺陷 (deficits) 仍無法大幅改變的情況下，盡可能減少困難 (difficulties) 對整體功能 (functioning) 與獨立性造成的影響。另外，Schulz 和 Heckhausen (1996) 則將老化 (aging) 的相關架構與理論綜合後，提出了調整、預防與維持、補救、補償四種策略機制，其中「補救」指的是透過介入而讓能力 (ability) 或功能 (functioning) 能回復到之前的程度，「補償」則是指能維持、增強 (enhance) 個體功能，或透過使用輔助設備 (device) 來替代或透過他人的幫助來達到目標。從上述的定義可大致歸納出兩者之內涵有以下 3 點：(1) 補救與補償有階層性的關係，補救無效或無法大幅改變缺陷則可能會進入補償；(2) 補救與補償的介入重點不同，前者在回復能力及功能，預防或避免成為障礙，後者則是維持、增強個體功能，或減少個體困難對整體功能獨立性的影響；(3) 補償可透過輔助設備替代個體功能來達成目標。

二、補救或補償之選擇依據

在補救或補償的選擇上，Florian (2008) 認為應與其特定的學習困難或障礙 (impairment) 相連結，並依其類型所假設之潛在障礙，作出補救或補償的教育介入建議。Edyburn (2013) 則是以肢體障礙的例子提供補救與補償一個思考的方向，例如：一名因為腦傷導致無法用手腕使力拿取物品的孩子，臨床處遇多以物理及職能治療進行「補救」的介入，再從介入後的結果 (outcome) 進行分析評估，當結果顯示這個孩子的手腕功能已達正常水準時，那麼就不需進入「補償」的輔助科技服務流程。當然也有另一種情況，當碰到的是一名沒有手臂的孩童，那麼「補償」或許就會是介入的起點，也就是提供義肢或機器手臂等輔助科技讓這個孩子能拿取物品。從前面的論述可知障礙類型的分類本身，即可提供補救或補償的介入考量，然而這樣的考量可能是基於專業人員的評估或經驗法則，且可藉由介入的結果進行判斷及調整。

綜合上述對於補救與補償的討論，其階層間的關係可將兩者視為是不同程度或階段的介入，而輔助科技設備（Assistive Technology Device，簡稱 ATD）的有無則可將兩者作出區隔。在介入方式的判斷上，則可從介入層級及障礙類型可能的潛在問題進行大略的判斷。但對此內涵所衍生的問題則是，如果學生的障礙類型與出現的困難在定義或鑑定標準上並無直接明確的定義或關聯呢？另一個問題是究竟何時才應該從補救轉換為補償呢？也就是在轉換前究竟需要收集個案多少「無效」或「有效」的成效數據或資料後，才能確定介入起點該轉換或不需轉換呢？當這些問題轉換到在筆者執教現場時，就有字跡潦草到難以辨識的學生，但其障礙類型卻是以溝通及社交技巧為主的自閉症，那老師究竟該不該補救他的手寫表現？畢竟這並非孩子的典型障礙特質。再者，如果補救後改善效果仍舊有限，究竟是因為其障礙所導致的「不能」，還是教師所提供的補救無法命中問題本質而導致學生的「不為」呢？又

或者當教師決定提供使用鍵盤的替代輸入方式進行補償介入，會不會反而扼殺了孩子手寫技能的補救空間？最後的問題則是，先補救後補償的流程中，投入的時間成本對著先天發展不足的孩子，在嘗試、等待與確定失敗的過程中，是否反而會拉大他們與一般發展同儕的後天差距？能否有較佳的解決方案呢？

參、補救或補償的個案思辨歷程

對於上述的問題，在本文中將採用類似個案研究之作法進行邏輯思辨。透過理論與文獻的探討，以及實際的介入經驗，提出問題的可能解答。在思辨歷程中，理論與文獻的部分將以筆者所遭遇個案之自閉症手寫問題的逐步釐清作為主軸，減少輔助科技理論的論述以降低定錨效應的影響。實際的介入經驗則以一位手寫困難的自閉症使用輔助科技的嘗試 (trial) 介入及短期成效 (shorten outcome) 為例。希望能將補救與補償思辨的歷程以多元的資料方式呈現，並於最後提出筆者之看法與建議提供給實務工作者，以及對相關議題有興趣之研究者作為未來研究發展參考。

一、自閉症手寫問題之探究

自閉症典型之障礙特質，如溝通或社交技巧等困難或許能如前文所述以障礙類型作為判斷補救或補償之依據，然手寫問題因未被列於自閉症診斷標準之中，故筆者將從自閉症在手寫表現的相關研究進行探討，藉以了解「補救」在改善其表現上的可能空間。同時也從輔助科技的角度思考「補償」的可能性及其必要性。此外，回歸補救與補償的基本概念，兩者均是以減少個體本身的障礙，亦或改善個體本身的能力為主要內涵，在自閉症手寫問題的探究上，筆者聚焦於探討該問題究竟是個體本身的能力限制導致「不能」寫出好的文字，或是其他因素間接影響致自閉症者「不想」寫出好文字。

透過心智理論、執行功能以及弱核心統整能力等理論及假說之探討，自閉症特有的思維與行為特質逐漸為學界所瞭解，並提出相關的處遇方式及策略，但探討的向度主要以溝通、社會行為等面向為主。然回溯亞斯柏格醫師 (Hans Asperger) 於 1944 年原始描述，其中曾提到亞斯伯格症的孩子有動作不協調及不佳的手寫能力等現象 (Beversdorf et al., 2001)。亦有研究嘗試以動作能力作為自閉症的預測指標（張正芬、吳佑佑，2006；Dziuk et al., 2007），都可說明自閉症在動作能力的表現上確實與一般人有所差異。再從自閉症者手寫 (handwriting) 的表現進行探究，從相關研究可知，自閉症者在形成字母上可能會出現扭曲、模糊、轉折或彎曲的狀況，以及在筆畫、文字空間的安排與文字的對齊上會出現不規則，或是寫出字體與同發展年齡者相較下顯得過大 (Macrographia) 的情形 (Beversdorf et al., 2001; Dirlikov et al., 2017; Fuentes, Mostofsky, & Bastian, 2009, 2010; Godde, Tsao, Gepner, & Tardif, 2018; Hellinckx, Roeyers, & Waelvelde, 2013; Kushki, Chau, & Anagnostou, 2011; Rosenblum, Simhon, & Gal, 2016)；除此之外，手寫速度也需花費較長的時間，特別是在自由寫作時會達到顯著差　異 (Hellinckx et al., 2013; Rosenblum et al., 2016)，且手寫困難的症狀會因為 ASD（Autism Spectrum Disorder，簡稱 ASD）的程度而加劇 (Grace, Enticott, Johnson, & Rinehart, 2017)。針對此現象，有研究推論與小腦異常有關 (Beversdorf et al., 2001)。亦有學者以鏡像神經缺陷假說進行推論，認為自閉症在動作或書寫技能上的問題可能與他們模仿能力的限制有關 (Acevedo, 2009)。

總括來說，自閉症者在動作能力的表現相較於一般人存在有顯著差異，其成因或源於腦神經功能的異常。但從外在的行為表現上，我們都可以確定自閉症者在學習活動中進行「手寫」該項動作時，無論是產出的文字品質不佳或是產出過程中所需耗費的時間較長等，皆可推論他們在手寫表現的問題應為「不能」，

並可視為是自閉症的一種障礙特質。因此，在其手寫表現不佳的「補救」介入選項上，為求對症下藥，在成因上可參考部分研究提出自閉症手寫的問題與知覺動作 (perceptual motor) 或視覺動作協調 (visuomotor integration) 有關 (Godde et al., 2018; Hellinckx et al., 2013)，而控制筆的動作則與握力及捏力有關 (Alaniz, Galit, Necesito, & Rosario, 2015) 之結論，運用職能治療或視覺動作協調訓練作為改善處方。

但這樣的補救介入是否真的有效呢？Fuentes 等人 (2010) 針對 2009 年參與研究的自閉症受試者再次進行手寫能力檢測，結果發現即便經過一年時間的治療或教學介入，手寫問題依然存在。而 Godde 等人 (2018) 以自閉症成人作為對象，發現自閉症成人與同生理年齡者在手寫速度上相較有顯著差異，但與同發展年齡階段組別相較是無顯著差異的結果。將兩篇研究結果合併來看，可說明自閉症的手寫問題是自閉症內在發展因素所致，而這樣的問題卻不會因為年齡增長而改善。這可說明補救在自閉症手寫問題的改善上應有其限制，相對來說，以輔助科技進行補償介入的必要性考量便相對增加了。

二、輔助科技在自閉症手寫問題的嘗試介入

本文以下所提供的實務案例及介入方法雖參照實證研究之建議與作法，但案例的主要目的在於提供筆者嘗試、以及澄清部分思辨歷程之用，可供遭遇類似問題之實務工作者作為介入參考，因未具備實證研究所需之信、效度，如需作為因果之推論仍待後續更精準的正式研究。

使用科技做為改善自閉症者學業及生活方面技能，基於自閉症的特質，已經被建議應用於教育現場 (Ramdoss et al., 2011)，甚至相較於傳統面對人或紙筆的教學方式，自閉症者在面對電腦時也會有較佳的表現 (Yerys, Hepburn, Pennington, & Rogers, 2007)。輔助科技的策略介入上，Simpson (2005) 亦將其列為自閉症「有前景」(promising practice) 的實證本位 (evidence based) 介入有效策略。為了進一步了解自閉症手寫問題以輔助科技介入的具體可能方式為何，經筆者以自閉症、手寫、科技、輔助科技等搭配組合作為關鍵字搜尋 EBSCO、ERIC 及 Google Scholar 後，在自閉症手寫問題的輔助科技應用上，筆者卻僅發現一篇理論型的文章，該篇作者提出以觸控螢幕結合書寫辨識系統 (handwriting recognition system) 的方式，使用他們所建置的文字辨識系統，待系統熟悉自閉症個別的書寫習慣後，便能處理自閉症書寫最常出現的字母形式問題，將原本難以肉眼辨識的手寫文字，透過分析辨識轉換為可閱讀的電腦文字形式 (Nagadeepa, Reddy, Balaji, & Padmaja, 2013)。筆者參考其想法，利用現有的設備作為輔助科技，以「補償」的方式進行介入嘗試，介入的對象、方法、設備及結果分述如下。

參與之個案為 11 歲領有鑑輔會證明之國小五年級自閉症學生，未接受資源班服務。成績落於全學年後 60%，前一學期定期評量國語文成績位於全班倒數第二名，聽理解能力佳，喜愛聊天，傳接球等大肢體動作佳，亦具備剪紙、摺紙等基本動作能力，但在手寫文字上常被家長及原班教師評為字跡潦草，有待加強。家長提及過去曾強烈要求該生將作業簿上潦草文字擦掉重寫，或由普通班教師提供該生寫字本，以反覆練習寫字等方式作為手寫文字改善之介入策略。為了解輔助科技的介入成效，筆者採用 Smith (2000) 所提測量 (measure) 輔助科技於教育情境成效之時序併行差異法（Time Series Concurrent and Differential，簡稱 TSCD）作為介入短期成效的判斷方法，該法係針對個案在同一時間點使用輔助科技 (with AT) 以及未使用輔助科技 (without AT) 的功能性表現進行測量，並透過兩種情境的測量結果分析出輔助科技的具體影響，作法類似單一受試的交替處理設計 (alternating treatment design)（杜正治，2006）。

在判斷手寫表現的優劣時，也就是測量的變項上，多數手寫研究會從文字的易讀性

(legibility)，亦即手寫的產出；以及手寫速度兩方面進行判斷 (Hallahan, Kauffman, & Lloyd, 1999)。因此大部分的研究主要針對自閉症所產出的文字成品 (product)，如空間（字與字以及字母與字母）、排列（是否有對齊）、字高、傾斜、反轉、字母筆畫的增減還有字母遺漏，以及手寫的過程 (process)，也就是速度進行測量 (Godde et al., 2018; Graham, Struck, Richardson, & Berninger, 2006)。然受限於設備的精準度，以及對速度的要求並非主要的改善訴求，故筆者選擇以文字的易讀性，以及文字產出的數量 (words quantity) 進行記錄與測量。在易讀性部分，考量以最接近個案生態情境的方式進行，故文字材料的選取皆以該生原班級課程進度所教導的生字為主要材料，從該週進度隨機選出 10 個生字，於每週五請學生分別以原來使用紙筆的方式，以及使用平板搭配觸控筆（以下簡稱平板）的方式寫下，為降低熟練因素所引起的差別，每週會將紙筆及平板進行使用次序的調整，如第一週是先以紙筆寫下第一週的 10 個生字，第二週則先以平板寫下第二週的 10 個生字。使用的平板為 Samsung Tab 10.0，並使用該平板所搭載的觸控筆 (stylus) 於內建 Note 應用程式 (App) 中進行手寫，再以該 App 內建的文字辨識功能將個案所寫的文字進行轉換，轉換結果與目標字相同得分，如 10 個字的轉換結果與目標字都相同則為 10 分。而在紙筆手寫的部分，為求易讀性的客觀評估，過程中邀請三位與該生不熟悉的同年級學生、家長及教師分別就該生所寫出的文字進行認讀，三位中有兩位以上認讀錯誤或認不出來該字即計為 0 分，反之則為 1 分，10 個字如果都認得出來滿分為 10 分。至於自由書寫的文字數量評定，則利用該生聯絡簿每日心得作為材料，以隨機的方式從每週一到四挑選出兩天讓個案以平板方式進行每日心得的撰寫，另外兩天則以傳統紙筆方式，在不考慮易讀性的情況下，分別將所寫心得中的標點符號及注音排除後，計算文字數量結果如表 1。

介入過程中，個案的生活、課程及課程內容，皆依照一般日常進行，筆者不進行額外的教學與指導，以排除其他可能的干擾因素。至於輔助科技的使用，筆者僅於第一次簡單介紹平板及觸控筆的使用安全注意事項（不要拍打、摔等），在手寫 App 的部分則由筆者預設為專用觸控筆反應模式，因此手指或其他部位的接觸會被平板所忽略，故個案僅需要專注於手寫的任務，不需改變手寫的姿勢來避免誤觸。惟個案在使用的過程中，可能因為專用觸控筆的大小尺寸（圓周尺寸約為一般鉛筆圓周大小的三分之二）而導致與使用一般鉛筆書寫在握力上有所差異。

表 1

輔助科技工具使用與未使用手寫結果各週統計表

週數		一	二	三	四	五	六	七	八
易讀性	使用	4	6	6	7	8	8	9	8
	未使用	3	3	4	2	2	2	3	3
產出字數	使用	9	11	11	13	14	20	22	21
	未使用	5	7	6	4	12	14	17	17

總介入期間為八週，就結果來看，易讀性從第 5 週開始，使用平板 App 進行個案手寫文字辨識率可達 8 成以上，在未使用科技的情況下，8 週期間文字的易讀性皆未達 5 成，可見使用 AT 確實能在維持個案手寫技能的情況下協助學生產出可供辨識的文字，且依使用次數的增加，App 似乎較能掌握個案的手寫習慣，提升文字辨識率。而在文字數量的產出部分，無論是使用或未使用科技產品，個案在產出的數量上皆有逐步的增加，但兩者相較之下，仍

以使用科技所產出的字數較多。總結來看，在本案例上使用輔助科技無論是在文字易讀性上或自由手寫文字的產出量上皆較未使用輔助的結果為佳。

肆、補救與補償的思辨與建議

從理論與文獻的探索到透過輔助科技進行補償的個案介入，源於筆者對自閉症手寫問題的覺察，進而思考輔助科技作為手寫功能困難補償的可能性。在問題解決導向的基礎上，實際做法除可提供輔助科技在自閉症手寫問題的應用參考外。最重要的則是整個歷程帶給筆者於補救或補償議題上之思考，經筆者彙整後提出以下五點思辨與建議。

一、補救與補償之決策成分思考

如文章開頭所言，補救與補償是輔助科技決策的第一個思考點，筆者原先預期以輔助科技的定義作為補償的判斷基準之一，卻發現法規上的敘述無法滿足判斷的需求。無論是美國或是我國在身心障礙學生輔助科技相關辦法中，對於輔助科技或教育輔助器材的含括範圍皆非常廣泛，如輔助科技的設備在美國 IDEA 2004 中被定義為任何被用來增加、維持、或改善身心障礙兒童的功能性能力 (functional capabilities) 的道具、設備或產品系統等，惟排除手術植入的醫療設備。至於我國無論是民國 102 年頒布的《身心障礙學生支持服務辦法》，或 101 年修正發布的《身心障礙學生教育輔助器材及相關支持服務辦法》，對輔助科技器材的定義主要是可改善學習能力的教育輔助器材即可列入。廣泛的定義或許提供了彈性與表述的空間，但同時也易模糊輔助科技的核心目標，讓現場教育工作者在考量學生輔助科技需求時陷入困惑。如照法規來看，只要可用以改善學生的學習能力即可列入，那麼教師如果認為在課堂使用電子白板或利用電腦簡報能改善學生的學習效果，是否就能以提供學生輔助科技為由提出申請呢？

筆者認為在關乎學生教育需求的重要決策中，精準的定義框架是有其必要性的，但在輔助科技的現有提及補償一詞的理論架構或模式中，如「學生、環境、任務、科技架構」（Student, Environment, Task, Technology framework，簡稱 SETT）(Zabala, 2005)、「擴大、繞過、補償理論」（Augment abilities, Bypass or Compensate for disability，簡稱 ABC）(Lewis, 1993)、「人類、活動、輔助科技適配模式」（Human Activity Assistive Technology model，簡稱 HAAT）(Cook & Hussey, 2002) 或教育科技重點模式 (Education TECH Points model) (Bowser & Reed, 1995) 等，其目的主要皆在於適配輔助科技，僅告知補償的介入程序須排除補救的考量，卻未針對補償與補救決策提供明確的說明及建議。倘若依照肢體障礙的決策方式，從明顯可見的障礙（如無肢體）或補救介入的效果（如接受物理或職能治療後無顯著改善）作為補償決策的起點，對於認知障礙的學生來說，除了不適用（認知無法看到）外，也可能因等待補救的失敗而增加了成就差距 (Edyburn, 2013)。這並非質疑補救介入的成效，而是強調找出以輔助科技進行補償時機的重要性。建議政府或未來研究可針對現有的輔助科技相關理論或模式進行彙整，並將共同重要的成分進行分析，以提出具體的輔助科技標準或架構，協助教育現場的工作者能快速掌握補救或補償介入的具體關鍵。

二、補救與補償在科技應用上的釐清

當提及補償時無可避免會與科技一詞進行連結，但連結到科技一詞就是輔助科技嗎？筆者在文獻探究的過程中，發現 Simpson (2005) 在分析多篇自閉症研究後，將輔助科技列為有前景的實證本位介入策略，但當筆者欲了解所謂的輔助科技介入方式為何時，卻發現該篇研究事實上是利用多媒體進行教學藉以改善自閉症孩童的語言能力 (Tjus, Heimann, & Nelson, 2001)。這樣的科技介入方式應屬於教學科技（Instructional Technology，簡稱 IT），亦即補

救的做法 (Edyburn, 2004)。然而會被歸類為輔助科技，興許與前述輔助科技法規的廣泛定義有關。

在學校環境中，因應不同的教育理論、經費來源或學生特質等取向，除了有本文所提到的輔助科技 (AT)，同時也會有一般教師較為熟知的電腦輔助教學的教學科技 (IT)，或是強調科技融入教學的科技內容教學知識（Technological Pedagogical Content Knowledge，簡稱 TPACK）(Mishra & Kohler, 2006)，又或者是近年來強調以認知神經等實證研究為基礎，並利用科技多媒體等作為表徵方式的全方位設計（Universal Design for Learning，簡稱 UDL）(Hitchcock, Meyer, Rose, & Jackson, 2002) 等。這些教育上的專有名詞常因為科技應用的共通點而被老師們一視同仁。分類或認識這些不同的名詞，筆者認為對於教學現場的老師來說應該一點都不重要，對他們來說重要的是什麼方法或科技能讓孩子學得會，學得好就可以。但在孩子學不會、學不好的時候，釐清這些科技介入的差異，將有助於教師們在學生遭遇學習困難時，於抉擇轉介補救或補償時有所依據。提供這些教師一個簡單易於理解的辨別，甚至是具體的思考路徑應是未來教育現場提供輔助科技服務時可思考的方向。

三、跳脫以障礙為本的科技介入

Mirenda 在 2001 年以輔助科技應用於自閉症所進行的文獻回顧研究中，絕大多數的研究介入不管應用情境（如學校、社區、賣場等）如何，主要都在協助自閉症者與他人進行「溝通」，其中的差異只在於使用高科技，如聲音輸出輔助裝置（Voice Output Communication Aids，簡稱 VOCAs）、或低科技的圖片兌換溝通系統（Picture Exchange Communication System，簡稱 PECS），亦或語言理解與表達等輸入、輸出不同變項間的搭配應用。此外，Nuria 與 Begonya (2014) 收集 2004 到 2014 年有關自閉症科技應用的 59 篇研究歸類後發現，其中 40.5%的應用領域主要在於溝通，社交和模仿技能之應用則佔 37.8%，21.6%是應用於遊戲、運動藉以改善身體健康，或驗證自閉症環境探索等其他領域。可見輔助科技在自閉症的應用上仍以其顯著的障礙特質為主。但從筆者經驗及理論探索過程中則發現，手寫困難也可能是自閉症者的特殊需求，卻容易因其障礙類型的主要特質或診斷條件而被忽略，如 ICD-10 於診斷標準中雖然也有提及 AS（Asperger Syndrome，簡稱 AS）可能有動作笨拙的問題，但並非診斷的必要條件（張正芬、吳佑佑，2006）。雖然障礙的主訴有助於提供教師快速的介入依據，但在涉及精準的介入決策，特別是補救與補償議題時，提醒 IEP 或評估團隊跳脫障礙類型的刻板印象，從需求與個案功能性的表現情況尋求介入的各種機會與可能性，應能做出更為適性與精準的教育決策。

四、補救與補償兩者之關係

補救係以實證本位的有效教學原則及方法為前提，導引出成功的教學（陳淑麗、曾世杰、洪儷瑜，2006），藉由各種策略與教學方式運用，在鷹架支持下，幫助學生達到學習或生活自主獨立的目的，這與補償利用輔助科技的最終目的相同。然而，將補償的概念放諸早期療育的過程中，卻常遭質疑剝奪孩子成長與補救的機會，例如：利用溝通板作為自閉症孩童語言表達的輔助科技作法上，因透過溝通板發出語音進行表達，便可能有論述直觀認為以輔具替代口語表達將會妨礙語言的正常發展，甚至消弭語言治療等補救介入的效果。但從本文利用手寫輔助科技介入後的個案表現可發現，補償手寫能力的同時，個案在書寫表達的字數上也有所增加，雖因信、效度的限制無法進行因果推論，或可假設個案是否有可能在「手寫」任務補償的基礎上，提供了孩子在「書寫」(writing) 任務的進階發展機會；亦即在手寫任務補償比例的增加下，同時增進了在書寫任務上補救的比重，降低利用書寫輔助科技介入所需的比例。如能將補救與補償視為相輔相成，而非相對的概念，回歸學生及其任務需求同時

進行考量，適當調整兩者運用的比例，如參考 Edyburn (2013) 所提出的 R 與 C 公式概念 (R v.s C Equation)，教師能依照所需投入的時間及資源，找出兩個方法的最佳平衡（如圖 1），或是透過些微的調整提高或降低任務的難度，來幫助學生能夠更有效率且成功的完成其所欲或所需達成之任務，以及個體獨立的目標。

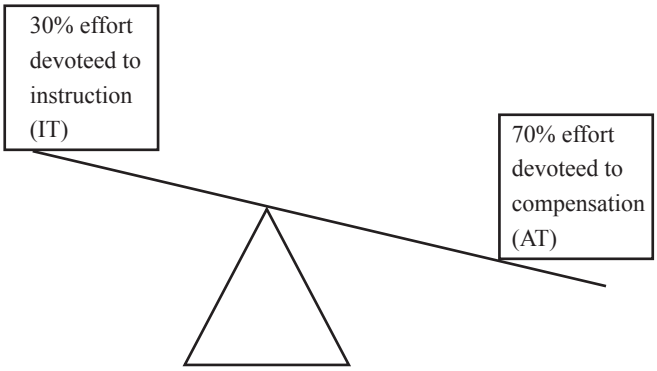

圖 1　R v.s C Equation

資料來源：Edyburn, D. L. (2013). *Inclusive technologies: Tools for helping diverse learners achieve academic success* (pp. 94). San Diego, CA: Bridgepoint Education.

次數或時間的方式，試圖改善手寫的技能，雖然補救的策略及效果仍需更多的實證研究做為介入的參考，但補救在教育現場的定位與介入是沒有爭議的。反觀「補償」，在教學現場有老師會選擇利用鍵盤 (keyboard) 或是應用語音輸入 (voice recognize) 等所謂輔助科技應用方式，搭配文書處理軟體直接繞過 (bypass) 手寫技能，讓個案進行寫作 (write) 表達。雖然繞過是 Lewis (1993) 所提出擴大其能力，繞過或補償其障礙之輔助科技 ABC 理論功能之一。但在孩子仍具有手寫能力，而手寫表現持續不佳的情況下，選擇使用鍵盤等繞過手寫技能的輔助科技決策是否合適，卻可能出現爭議。Batorowicz、Missiuna 與 Pollock 在 2012 年針對 28 篇以科技協助學障生的系統性文獻分析後發現，使用鍵盤輸入作為替代性輸入，相較於一般手寫對於產出文章的質或量並沒有顯著的差異，甚至更慢，唯一較佳的是使用鍵盤輸入搭配拼字偵錯 (spell checker) 能減少文章中的錯別字。或是搭配文字預測 (word prediction) 對於文章的長度及品質會有一些改善。如同本文初所述，補償或補救是輔助科技決策的重要起點，選擇了以補償做為起點的輔助科技介入，其判斷的考量卻無法在現有教育現場的輔助科技適配模式中提供充足的指引。錯誤的路徑決策，除了介入成效打折外，更有可能抹煞孩子原本的能力發展空間。這也凸顯了「補償」之考量，在輔助科技決策及介入前的重要性，而補償該考量的是什麼？也許可從輔助科技工具之應用目的來看，也就是在生、心理條件無法達成特定任務的情況下，用來補償使用者達成任務的一種存在。以這樣的應用定位進行思

五、補償考量下的輔助科技定位

無論是臺灣目前大量投入資源的補救教學政策（胡永崇，2015），或是師資養成的教學能力取向上，補救皆較補償為教師所熟悉，在遭遇學生問題與需求時，不難想見教師會從補救作為介入之出發點。如在發現學生具有手寫問題時，老師可能會透過增加孩子寫字的

考，在自閉症手寫問題的解決方案中，若個案還能表現出寫的動作，那麼找到一個可以讓寫的動作持續，且能順利達成手寫任務的工具便會是補償的重要思考點，但如果孩子連寫的動作都做出不來，那麼該找的或許就是不需要使用手寫這項動作任務的工具了。

伍、結語

輔助科技在特殊教育的應用及成效已為國內所熟知及認同，特別是隨著科技的進步，在輔助科技設備部分，有越來越多可有效補償使用者能力之產品問世，讓教師或專家在為學生適配及購置時有更多、更好的選擇。在此同時，如何優化輔助科技服務，盡快為使用者找到合適並建議可使用的輔助科技，將會是研究者可以努力的方向，而在進入輔助科技之前的補救或補償決策，則應列為優先思考之議題。雖然兩者的內涵及作法有所差異，但其目的都是為了符合並滿足孩子的需求，也希望透過本文的思辨歷程與經驗分享，能提供教師或相關人員在建構補救或補償決策基準時的具體參考，以期提供更加精準的服務給予每一位有需要的孩子。

致謝

作者感謝科技部提供經費補助博士生赴國外研究，得以撰寫本文（補助編號：106-2917-I-003-003）。

參考文獻

吳亭芳、陳明聰（2000）。我國特殊教育輔助性科技政策之調查研究。**特殊教育研究學刊，20**，47-68。

杜正治（2006）。**單一受試研究法**。臺北：心理。

林淑玟（2007）。整合殘障概念模式之初探。**特殊教育與復健學報，17**，21-46。doi: 10.6457/BSER.200706.0021

林淑玟、羅錦興（2011）。重度與極重度肢體障礙者輔助科技長期介入成果研究。**教育心理學報，43**(1)，97-126。doi: 10.6251/BEP.20100503

洪瑞成、連盈捷、陳立青（2008）。輔助科技在融合環境下之應用類型及應考量之因素。**屏師特殊教育，16**，38-48。

胡永崇（2015）。學習障礙與學業低成就的鑑別與補救教學內容之思辨。**南屏特殊教育，6**，55-64。

張正芬、吳佑佑（2006）。亞斯柏格症與高功能自閉症早期發展與目前症狀之初探。**特殊教育研究學刊，31**，139-164。doi: 10.6172/BSE200609.3101007

陳明聰、吳亭芳（2005）。談以學生學習為中心的輔助科技服務。**雲嘉特教，1**，41-53。

陳淑麗、曾世杰、洪儷瑜（2006）。原住民國語文低成就學童文化與經驗本位補救教學成效之研究。**師大學報，51**(2)，147-171。doi: 10.29882/JTNUE.200610.0007

Acevedo, I. (2009). *Accuracy of letter reproduction using video modeling versus in vivo modeling in children with autism*. Available from ProQuest Dissertations & Theses A&I. Retrieved from https://search.proquest.com/docview/305130084?accountid=14228

Alaniz, M. L., Galit, E., Necesito, C. I., & Rosario, E. R. (2015). Hand strength, handwriting, and functional skills in children with autism. *American Journal of Occupational Therapy, 69*(4), 1-9. doi: 10.5014/ajot.2015.016022

Batorowicz, B., Missiuna, C. A., & Pollock, N. A. (2012). Technology supporting written productivity in children with learning disabilities: A critical review. *Canadian Journal of Occupational Therapy, 79*(4), 211-224. doi: 10.2182/cjot.2012.79.4.3

Beversdorf, D. Q., Anderson, J. M., Manning, S. E., Anderson, S. L., Nordgren, R. E., Felopulos, G. J., & Bauman, M. L. (2001). Brief report: Macrographia in high-functioning adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 31*(1), 97-101. doi: 10.1023/A:1005622031943

Bowser, G., & Reed, P. (1995). Education TECH points for assistive technology planning. *Journal of Special Education Technology, 12*(4), 325-338. doi: 10.1177/016264349501200404

Bryant, D. P., Bryant, B. R., & Raskind, M. H. (1998). Using assistive technology to enhance the skills of students with learning disabilities. *Intervention in School and Clinic, 34*(1), 53-58. doi: 10.1177/105345129803400109

Cook, A. M., & Hussey, S. M. (2002). *Assistive technology: Principles and practices* (2nd ed.). St. Louis, MO: Mosby.

Dirlikov, B., Younes, L., Nebel, M. B., Martinelli, M. K., Tiedemann, A. N., Koch, C. A., & ... Mostofsky, S. H. (2017). Novel automated morphometric and kinematic handwriting assessment: A validity study in children with ASD and ADHD. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, 10*(2), 185-201. doi: 10.1080/19411243.2017.1304841

Dziuk, M. A., Larson, J. C., Apostu, A., Mahone, E. M., Denckla, M. B., & Mostofsky, S. H. (2007). Dyspraxia in autism: Association with motor, social, and communicative deficits. *Developmental Medicine & Child Neurology, 49*(10), 734-739. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00734.x

Edyburn, D. L. (2004). Rethinking assistive technology. *Special Education Technology Practice, 5*(4), 16-23.

Edyburn, D. L. (2007). Technology enhanced reading performance: Defining a research agenda. *Reading Research Quarterly, 42*(1), 146-152. doi: 10.1598/RRQ.42.1.7

Edyburn, D. L. (2013). *Inclusive technologies: Tools for helping diverse learners achieve academic success*. San Diego, CA: Bridgepoint Education.

Florian, L. (2008). INCLUSION: Special or inclusive education: Future trends. *British Journal of Special Education, 35*(4), 202-208. doi: 10.1111/j.1467-8578.2008.00402.x

Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2009). Children with autism show specific handwriting impairments. *Neurology, 73*(19), 1532-1537. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181c0d48c

Fuentes, C. T., Mostofsky, S. H., & Bastian, A. J. (2010). Perceptual reasoning predicts handwriting impairments in adolescents with autism. *Neurology, 75*(20), 1825-1829. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181fd633d

Godde, A., Tsao, R., Gepner, B., & Tardif, C. (2018). Characteristics of handwriting quality and speed in adults with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 46*, 19-28. doi: 10.1016/j.rasd.2017.11.005

Grace, N., Enticott, P. G., Johnson, B. P., & Rinehart, N. J. (2017). Do handwriting difficulties correlate with core symptomology, motor proficiency and attentional behaviours? *Journal of Autism and Developmental Disorders, 47*(4), 1006-1017. doi: 10.1007/s10803-016-3019-7

Graham, S., Struck, M., Richardson, J., & Berninger, V. (2006). Dimensions of good and poor handwriting legibility in first and second graders: Motor programs, visual-spatial arrangement, and letter formation parameter setting. *Developmental Neuropsychology, 29*(1), 43-60. doi: 10.1207/s15326942dn2901_4

Hallahan, D. P., Kauffman, J. M., & Lloyd, J. W. (1999). *Introduction to learning disabilities*. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Hellinckx, T., Roeyers, H., & Van Waelvelde, H. (2013). Predictors of handwriting in children with autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 7*(1), 176-186. doi: 10.1016/j.rasd.2012.08.009

Hitchcock, C., Meyer, A., Rose, D., & Jackson, R. (2002). Providing new access to the general curriculum: Universal design for learning. *Teaching Exceptional Children, 35*(2), 8-17. doi: 10.1177/004005990203500201

King, T. W. (1999). *Assistive technology: Essential human factors*. Boston, MA: Allyn & Bacon.

Kushki, A., Chau, T., & Anagnostou, E. (2011). Handwriting difficulties in children with autism spectrum disorders: A scoping review. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41*(12), 1706-1716.

Lewis, R. B. (1993). *Special education technology: Class application*. Wadsworth, CA: Belmont. doi: 10.1016/S1071-9091(98)80020-X

Majnemer, A. (1998). Benefits of early intervention for children with developmental disabilities. *Seminars in Pediatric Neurology, 5*(1), 62-69.

Mirenda, P. (2001). Autism, augmentative communication, and assistive technology: What do we really know? *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 16*(3), 141-151. doi: 10.1177/108835760101600302

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Nagadeepa, C., Reddy, N. S. K., Balaji, N., & Padmaja, V. (2013). Interactive character recognition technique for mobile based systems: An application for autistic people. *International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking, 1*(9), 59-64.

Nuria, A., & Begonya, G. (2014). Technologies as support tools for persons with autistic spectrum disorder: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 11*(8), 7767-7802. doi: 10.3390/ijerph110807767

Ramdoss, S., Mulloy, A., Lang, R., O'Reilly, M., Sigafoos, J., Lancioni, G., & ... El Zein, F. (2011). Review: Use of computer-based interventions to improve literacy skills in students with autism spectrum disorders: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders, 5*(4), 1306-1318. doi: 10.1016/j.rasd.2011.03.004

Rosenblum, S., Simhon, H. B., & Gal, E. (2016). Unique handwriting performance characteristics of children with high-functioning autism spectrum disorder. *Research in Autism Spectrum Disorders, 23*, 235-244. doi: 10.1016/j.rasd.2015.11.004

Schulz, R., & Heckhausen, J. (1996). A life-span model of successful aging. *American Psychologist, 51*(7), 702-714. doi: 10.1037/0003-066X.51.7.702

Simpson, R. L. (2005). Evidence-based practices and students with autism spectrum disorders. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 20*(3), 140-149. doi: 10.1177/10883576050200030201

Smith, R. O. (2000). Measuring assistive technology outcomes in education. *Diagnostique, 25*(4), 273-290. doi: 10.1177/073724770002500403

Tjus, T., Heimann, M., & Nelson, K. E. (2001). Interaction patterns between children and their teachers when using a specific multimedia and communication strategy: Observations from children with autism and mixed intellectual disabilities. *Autism, 5*(2), 175-187. doi: 10.1177/1362361301005002007

Yerys, B. E., Hepburn, S. L., Pennington, B. F., & Rogers, S. J. (2007). Executive function in preschoolers with autism: Evidence consistent with a secondary deficit. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(6), 1068-1079. doi: 10.1007/s10803-006-0250-7

Zabala, J. S. (2005). Ready, SETT, go! Getting started with the SETT framework. *Closing the Gap, 23*(6), 1-3.