

陪伴學生在閱讀《電學之父：法拉第的故事》中， 看見謙卑、忍耐與堅持 所迸發的創造力與影響力

丨 陳嘉英

壹、導讀

人的一生是追尋的過程，也是創造的歷程，我們以生命寫下最真實的日記。當下與人事交會所漾然的感情，與過眼風景所煥生的想像，譜就出生活的種種面相。時間的無情讓它們成為前塵往事；時間的有情則讓這一點一滴在回首留戀處，凝聚為成長蛻變的動力與生命的意義。

有人說：「沒有被描述的經過都是沒有意義的。」生命是由許多看得見、看不見；記得與不記得的故事線組合起來的。傳記，是一個人的人生故事，無論是自傳，或是第三者角度書寫，透過人事物組合的敘述，說故事的方式、看待故事中人事的觀點，決定了故事形式的面貌，也讓生命的意義與價值因而顯影。

傳記的書寫角度，往往因人物的特性而有所不同，如文學家、藝術家的傳記通常偏重於作品相關的軼聞瑣事，政治家、社會運動者則聚焦於所參與的重要政治事件和歷史事件，至於科學家的傳記，如物理學家理查·費曼的傳記，以及《法拉第的故事》就著重在他的教育背景、科學成就。以下提供幾種讀傳記的方法，教師可藉以引領學生有效地掌握傳記精髓，達到尚友古人、見賢思齊的期待。

傳記閱讀法

讓學生知道層次系統的規則與作法是閱讀教學中重要的內容，因此教師可就文體特殊性、類型文章的內容與做法融入教學中，以奠定學生往上自我學習的基礎。

以傳記而言，中國史書中三種體例是最常見的，其記載的形式各有所重：

傳記的寫法

1. 編年體（以年為主）—依生命時間，寫出傳主的家世、學養、一生經歷與成就。
2. 記傳體（以人為主）—生命中的改變是因為人而影響，集中於與傳主有密切關係的人物，並標示出人物關係網絡的情感、影響與交錯的事件。
3. 紀事本末體（以事為主）—許多事件連綴出生命的歷程，依時間排列事件，或依主題把同類型的事件統合，藉以顯現傳主的生命特點。

根據傳記作法，可設計以下不同類型的閱讀方法：

傳記閱讀法

1. 年表式：請學生依時間整理出傳主 (法拉第) 的生平事蹟。
2. 結果論：傳主 (法拉第) 的成就、傳主 (法拉第) 對世人的影響。
3. 分析式：舉事例說明傳主 (法拉第) 的個性、傳主 (法拉第) 的學習態度、處事方式、人生觀、影響傳主 (法拉第) 的人所形成的結果、成功之道。
4. 圖解式：以概念圖、心智圖、表格整理、地圖傳主的生命歷程、重要事件。
5. 整合式：名言、說出他認識的傳主 (法拉第)、印象最深刻的成功原因、最有趣的故事。

學生可自行選擇以上任何一種方式爬梳傳記內容，來掌握對故事的基本認識，許多書後面會列以年為主簡要的簡要記事，讓讀者可一目了然人物的生命歷程。第二、三種方式必須熟讀後整合，教師可讓學生從簡易的內容練習，或是重讀時建議以不同以往的方式閱讀。以下是幾個重要的傳記閱讀法的範例說明：

一、「年表式」的傳記閱讀法的範例說明

以年表整理人物是最基礎也最必要的方法，在看似枯燥簡單的爬梳中，可以如地圖般清楚認識一個人的生命歷程，作為分析探究的根據。以下是簡要整理，希望有助於認識法拉第生平：

- 1791 年，法拉第生於離英國倫敦不遠的紐克郡鐵匠家，與九個兄弟姊妹快樂成長，家境貧窮的他僅小學畢業。
- 1804 年，法拉第在倫敦印書店從打雜到學習書本訂裝技術，在送報的過程中，他除了訓練自己做事更有效率，還藉以大量讀書，他白天讀什麼書，晚上就做什麼學徒，從礦物、植物、建築、藝術無所不讀。
- 1810 年，法拉第每周三晚上至鐵頓教授的「都市哲學會」教室，聽化學、電學、靜力學、光學、機械學、地質學、天文學，勤做筆記，提出看法。在「都市哲學會」演講，根據書本記載、皇家學會研究發表和自己實驗，提出電是兩種不同力的相互作用，這觀點在當時主張一元流體論的科學界，是非常創新的想法。
- 1812 年，法拉第結束學徒生涯，因為聽化學家戴維演講而立志走向科學所做，因他所記 386 頁筆記的認真態度，機緣加上努力，使他被選入至皇家學院，擔任化學家戴維研究助理，打開了科學視野，也豐富了他研究的範圍。
- 1813 至 1820 年，與伯納爾等組成文藝俱樂部，定期討論文章、文法與文章結構，結識了伯納爾妹妹，後成為其妻子。
- 1815 年，皇家學院票選法拉第成為專任助理。法拉第陪同戴維教授自歐洲大陸旅行講學歸來後，除了協助戴維進行化學試驗之外，開始獨立實驗研究。戴維受採礦業委託，設計一種安全礦燈，法拉第只用三個月的時間就製造出來。
- 1816 年，一名天文學家聲稱發現一種神奇的金屬，是地球上所不具有的，想高價賣出。法拉第仔細地分析後，發現這些樣本，不過是硫、鐵、鎳、砷的混合物。

- 1818 年，敘利亞大馬士革製造的彎刀，既薄又長且輕，十分銳利、竟然可以削斷鐵刃。經法拉第研究後，就發現這是鐵鉑合金，進而研發出更進步的碳鋼合金。他提出：「合金表面被蝕鏽的程度，與合金結構的穩定度有關。」此一看法成為材料工程的重要里程碑。
- 1821 年，當法拉第研究出電磁轉動，刊登出論文後，受到歐洲科學界注目。榮譽雖來，毀謗也至。「他沒受什麼教育，根本不明白自己在做什麼實驗。」其中最嚴厲的毀謗是「不要臉，他是抄歐勒斯頓的研究實驗」(抄襲別人的研究是學術界極為恥辱的大忌)。
- 1823 年，法拉第以實驗證實液態水銀會變成氣態，以及氯氣能液化。法拉第推翻了科學界認為只要是氣體，就永遠是氣體的錯誤認知。
- 1824 年，法拉第發現在玻璃製作過程中加入硼酸鹽，就可以使玻璃變得更清澈，改善玻璃品質。
- 1830 年，法拉第研究出中世紀哥德式教堂裡，失傳的彩色玻璃製造技術，就是在玻璃製造過程中添加不同比例的氧化金屬化合物。
- 1831 年，經過長達十年的實驗失敗，法拉第發現了電磁感應現象，做出最著名的研究：發電機。
- 1833 年，法拉第把電磁學轉到生物學上，並提出自然界中，無論是閃電、電鰻、電瓶裡的電，本質都相同。研究出電壓和電流的關係，但發現 1820 年時，德國已經有一個沒沒無聞的科學家(歐姆)發表過這個成果，法拉第立刻把研究發現歸給他。法拉第發現了電流化學的兩個定律，後來這兩個定律以他的名字來命(以他的姓氏「法拉第」做為計算電容量的單位名稱。)
- 1836 年，法拉第提出，一個物體帶的靜電，分布在物體的表面，並以「法拉第籠」證明之。
- 1840 年，法拉第把磁鐵放在佈滿鐵屑的平面上，展現出磁場。
- 1842 年，法拉第被選為倫敦皇家學會會員。
- 1843 年，發現苯。
- 1845 年，發現抗磁性(光在磁場中的偏振現象)，稱為「法拉第效應」。他是最先提出「光和電波性質相同」理論者。
- 1849 年，法拉第研究電磁與重力的關係，他提出「電力也可以在真空中作用，因此電力的傳輸不需要以太存在的假設。」
- 1857 年，法拉第提出膠體化學—細小顆粒長期懸浮在空氣中或液體中的相態。
- 1858 年，離開皇家學院，英國女王所賜倫敦附近住宅，逐漸失去記憶力。
- 1867 年，法拉第於漢普頓·科爾特辭世。

二、「結果論」的傳記閱讀法的範例說明

法拉第是歷史上最具有影響力的科學家之一，被認為是科學史上最優秀的實驗家。他詳細地研究在載流導線四周的磁場，想出了磁場線的點子，因此建立電磁場的概念。就 101 年國中基測寫作題「影響生活的一項發明」的角度來看法拉第，可說是關鍵人物，因為生活裡處處運轉的馬達和發電機便是出自於他。這本書可以讓學生更廣泛而深刻地了解法拉第成就與對世人的影響。

除了機械工程裡，第一部馬達與發電機是他製造的，在電學方面，法拉第觀察到磁場會影響光線的傳播，他找出了兩者之間的關係，發現「電磁感應」，並依照此定理，發明了早期的發電機，

被稱為「電機工程學之父」。在電學方面，法拉第研究負載直流電的導體與附近磁場之間的關係，在物理學中建立起磁場這個概念。在材料科學裡，他發現矽鋼、在化學方面，最早的成果來自於擔任戴維助手的時期，他花了很多心血研究氯氣，並發現了兩種碳化氯。物理中的「電力線」、「磁力場」理論都是他發現的、在土木工程裡，他最先提出水的膠凝處理。

此外，法拉第也是偉大的教育學家，著名的科學家焦耳、馬克斯威爾、凱爾文、愛迪生等人，都深受他的影響。

三、「分析式」的傳記閱讀法的範例說明

青少年需要被理解的，更需要有依循的對象藉以勾勒未來，確定努力的方向，故可著重於「傳記人物成功因素」來探討，以法拉第而言，其成功之道有以下數點：

(一) 處處留心處處學

1. 做事效率的自我訓練：法拉第工作時，會跟自己比賽，看能用多快的時間，多有效率的方法，把事情做好。能夠把很沉悶的工作，做得有趣又帶勁，這是一個從事科學實驗的研究者必須具備的本事。
2. 自發性的學習精神：法拉第積極的求學精神展現在他向藝術家學習繪畫與寫字，向都市哲學學會的同學學習文學寫作，向好友學習文法，以彌補他在正統文學教育的不足。在類似社區大學的科學研習會，學習科學新知。
19 歲的法拉第因為聽化學家戴爾四次演講，寫 386 頁筆記，而成為皇家科學院研究助理，開啟研究生涯。
3. 多元的切磋討論：法拉第以讀書會、不定期聚會、書信等方式與朋友往返討論科學，討論的內容多樣化從「論研究」、「寫給數學的一封信」、「論辯論」、「論幻想力與判斷力」、「女性迷人的氣質，需要奢侈裝飾嗎？」遨遊在不同領域的學術領域中。

(二) 堅持到底絕不放棄

1812 年，法拉第成為正式的書籍裝訂師後，到一間印書店落腳，卻拒絕老闆晚上加班，而堅持去都市哲學學會聽課。因為比起金錢，他更在意的是科學研究。他在給友人的信中寫道：「自從學徒訓練結束後，我在一個完全讓我失望的地方從事我的本行。我比以前更沒有時間與自由，比以前更沉默了。比起不斷進步的科學列車，我好像愈來愈追不上最後一節車廂，也許我該止步了。」

法拉第秉持著反覆「觀察→懷疑→思考→閱讀→實驗→失敗→重來」的脈絡，不在乎名利全力以赴投入實驗，不到最後結果絕不放棄。在皇家學會當助理時，他負責製備氯氣，這是一種容易爆炸的危險實驗，法拉第雖謹慎地實驗，還是爆炸了。但他沒有害怕、逃走，或不再進實驗室。他分析原因，再重做一次，終於能安全地掌握實驗。

研究出電磁轉動後，經過長達十年的實驗失敗，過程中漫長進行沒有成果的實驗，是耐心的折磨。他寫道：「我是不是在證明一種根本不存在的東西？」但秉持著不放棄不妥協的熱情，法拉第終於做出發電機。

(三) 負責細心、任勞任怨的個性

對研究熱情，對事物探究的好奇心，讓法拉第掌握了實驗的脈動，解開許多自然的謎，從甜菜根淬取糖分與配置硫化碳、氯氣配置、火山口熔漿的氣體、替石頭看病、安全礦燈的設計、發現碳與氯結合製造出四氯化碳，形成滅火器，一直到電磁轉動馬達的發現，都因為他執著努力，踏實勤樸的品格。

他始終相信「科學可以釐清傳聞與事實之間的距離」，如當時號稱來自天狼星金屬的礦石，奇貨可居，在法拉第分析下發現那不過是硫、鐵、鉀的混合物而破解傳聞。另如從印度鏢槍，分析出刀之所以無堅不摧的原因是鐵中帶砂，這便是今日矽鋼的來源。大馬士革彎刀是由鐵鉑合金，但鉑是稀有金屬，價高而不易取得，於是法拉第改以鐵和各種銀、鋅、銅、鎳、鉛、碳、鈣形成合金，變成碳鋼新合金廉價的輕型鋼，英國陸軍軍刀以此打造，殺得敘利亞騎兵團落荒而逃。

(四) 淡泊名利，謙卑正直的人生態度

與戴維教授的歐洲之旅使法拉第發現，科學使人有知識，知識使人自以為是。逐漸地，科學家成為一種階層，講相同的專有名詞，來自相同的名校，抽相同品牌的菸，穿相同款式的皮鞋，連鞋端都要一樣的尖。當學習知識的階層，同時也是壟斷知識的階層時，法拉第要在其中學習，除了求學的欲望之外，也需要有一顆勇敢、強壯的心，才不會被別人的冷嘲熱諷所擊倒！

因為無慾所以剛強正直的法拉第發現政府熱衷於委託合金研究，是為了戰爭，就不再從事合金的研究了。法拉第堅持科學道德，絕不用科學做殺人的利器，因此反對英國以引爆裝滿硫磺的船來攻擊俄國。這份廉潔與堅持讓法拉第即使有這麼多傑出的研究，還是只能擔任研究助理的職位。1821年，皇家學會升法拉第為事務與實驗室主任，工作量增加、薪水一樣，並不合理。但可以帶著家庭住進皇家學院的頂樓，因此，法拉第認為皇家學院對他已經夠好了。

法拉第在1815年到1835年整整二十一年間，皇家學院完全沒增加他的薪水，法拉第也不在乎、更不去爭取。各學術機構誘人的建議，如高達十二倍的薪水、更高的職務，甚至英國貴族院要授予他以貴族封號，皇家學院聘請他為學會主席，他一概謝絕。他說：「上帝把驕矜賜給誰，那就是上帝要誰死。」並對妻子這樣說：「我父親是個鐵匠的助手，兄弟是個手藝人，曾幾何時，為了學會讀書，我當了書店的學徒。我的名字叫邁克爾·法拉第，將來，刻在我的墓碑上的也唯有這一名字而已！」

法拉第在皇家學院的頂樓小屋裡，一共住了42年，當他在1858年退休時，仍然一貧如洗，沒有自己的房子。退休當天，兩個老夫婦提著皮箱下樓，他們一出皇家學院的大門，就要露宿街頭了。沒想到走出大門，迎接著他們的是整齊的英國皇家儀隊，還有英國維多利亞女皇在外等著這對貢獻全人類的貧窮夫婦。「請搬到在漢普頓院旁的皇家別墅吧！」法拉第婉拒，因為他付不出租金。女皇說：「不用付租金的。」法拉第說：「房子太大，付不出修繕費。」女皇說：「這個費用皇室也包了。」法拉第才接受邀請。

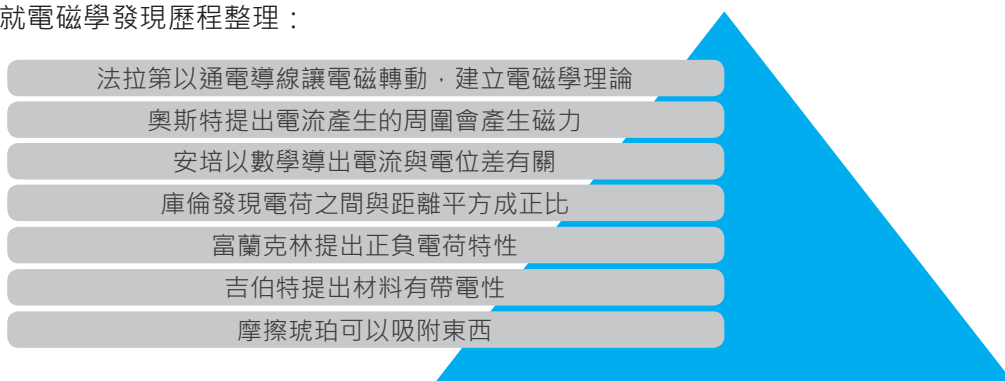
四、「圖解式」的傳記閱讀法的範例說明

可以以類似下列的表格整理

個 性	作 為	結 果

挫 折 (遇到的問題)	面對的態度 (因應的方法)	結 果 (增長的能力)
冷嘲熱諷 (研究成果被質疑是抄襲的委曲和侮辱)	勇敢和謙卑	用同樣憐恤的心去安慰那遭同樣患難的人
壟斷知識的階級鬥爭	冷靜和隱忍、以堅持努力創造事實來證明自己的能力	

或者單就電磁學發現歷程整理：



五、「整合式」的傳記閱讀法的範例說明

閱讀筆記中總少不了摘錄名言佳句，老師可請同學以名言來貫串出法拉第的一生，或以名言來說明其成功之道、以此來談讀後體悟，如：

- (一) 家人的支持：在法拉第困擾於訂書工作與科學研究無法兼顧的衝突時，支持法拉第繼續走向科學之路的，是他的家人。法拉第的母親：「你的父親死之前，念念不忘的是，你有沒有快樂地在從事什麼電的實驗...。」繼承父親的鐵匠事業、法拉第的哥哥鼓起手臂的肌肉說：「就憑這個，我還有足夠的力量，能拋更多的車輪讓妹妹去上學，讓家裡有更多的麵包吃。」
- (二) 人格的偉大：「法拉第的偉大，在於他從不知道自己偉大之處，這就是他最單純可愛的地方，他說「我只是一位參加上帝所開設大自然學校的小學生，在科學界愈久，我愈願回轉成孩子般的單純。」雖然他的一生「常受別人的論斷、謠言所傷」，但是他卻更能夠格外體恤那些跟他有相同遭遇的人。
- (三) 謙卑的態度：受盡奚落的法拉第看見知識帶給人虛榮與虛偽，體會「科學使人有知識，知識使人自以為是。」，而將一切成就歸諸於上帝：「那真正的完全毫無瑕疵的智慧，只屬於上帝。」當人問他為什麼相信耶穌？那是聖人嗎？是傳統嗎？還是信條呢？法拉第回答：

「都不是！是耶穌在我心中，與我同在。」

(四) 自律的實踐：法拉第和撒拉沉浸在瑞士湖邊美景的時候，看到從蟲蛹裡慢慢爬出來的蝴蝶，「牠不留戀在木板上的醜陋蟲蛹，展翅向天飛翔。」使他再次體會到「那古老復活的應許」，而不斷精進。

自學的他從自然中發現至理，並以此為科學家的使命，他說：「上帝已經給我們一個大自然，這是上帝要我們去學習的一所學校。成為一個科學家，對於時代是負有使命的，這使命就是用大自然的知識，去訓練人的心智，使人們培養出終身學習的習慣，這是一個人避免胡思亂想的最佳方法。」

法拉第的學術地位高達巔峰之時，有人問他科學研究是不是一份很好的職業？法拉第搖搖頭回答道：「當我離開裝訂業學徒的工作，從事科學知識的探索，我本來以為，從此我將脫離內心的妒忌、苦毒。崇高的工作似乎可以改善人性。哪知崇高的科學工作並沒有改變人性，我依然軟弱、自私，而周圍的人也是一樣。唯一不同的是他們奉科學之名而為之，高舉科學並不能遮掩人性的軟弱。」

正如 1859 年，法拉第對後來的研究者說：「讓你的想像力向前奔馳吧！用理智的判斷力與精確的原則去規範，再用嚴謹的實驗去拉緊韁繩吧！」他以生命真實地實踐如此自我要求而又樂於與人分享的天真與無私。

差異化閱讀設計

「差異化教學」是一種針對同一班級之不同程度、學習需求、學習方式及學習興趣之學生提供多元學習輔導方案的教學模式。教師可由課程內容、實施過程、實施成果三項要素考慮如何差異化教學。如同一主題的多層次教學，可藉由不同層次目標、不同層次內容、支持調整學習難易，同時透過調整評量方式、標準，讓不同學生都有相同的成功機會，能力弱的學生可以對學習有信心，能力強的學生有機會加深加廣，以提高學習動機。

就閱讀而言，重視文本與知識內容，在實施差異化教學中，以不同內容區分程度。《法拉第的故事》一書包含：「法拉第的生命歷程」、「學習精神與處事態度」、「科學研究與成果」，教師可因學生吸收能力與興趣專長而調整這三個面向的比率，如喜歡自然的學生可加重法拉第科學成就的探討，喜歡故事性的學生可偏向分析法拉第成功的人格特質，同時搭配不同的輔助學習策略，以幫助學生建立學習鷹架，如：

低：以表格輔助，指定檢索訊息的內容，請學生填學習過程、興趣、個性、成就。
中：透過分組與活動設計，請學生找出影響生命的重要事件，體會分類並說明舉證。
高：以一句話概括其人、分析成功之道、評論人物的行事與思想、與其他人物的比較、歸納。

貳、共讀前的討論

- 一、在正式進入閱讀前，可以和學生討論讀過的傳記種類、思考為何要讀傳記、如何讀傳記？
- 二、接著就生活中有哪些有趣的科學發明？哪些方便的工具？進而討論「如何使用這些工具？」、「這些器械的構造為何？」、「這些發明的原理是什麼？」，以及「誰發明了這些東西？」

參、共讀後的討論

- 一、法拉第出身於貧窮家庭，他的家人給了他哪些支持與影響？
- 二、以薩華茲博士所著的《悟性的提昇》所提出的五種讀書方法是什麼？
- 三、法拉第只有小學畢業，沒有受過正規的學院派教育，請說說法拉第自學的方法，他靠自學學了什麼？過程有哪些特別的經歷？
- 四、法拉第的論文被質疑是抄襲、跟隨戴維教授在歐洲旅行時備受冷嘲熱諷，他如何看待這兩種狀況？他從中體會到什麼道理？
- 五、法拉第在〈論幻想力與判斷力〉一文中寫道：「最好的果子，總是掛在最高的枝頭上、需要最高的梯子才能摘到它。這個樓梯有二根支撐柱：判斷力與想像力。」你是否贊成這個說法？請舉例說說你的看法。
- 六、義大利托斯卡尼石是雕刻家喜愛的石材，石材生病了，法拉第發現石頭生的是什麼病？他如何醫治？
- 七、請說明「法拉第定律」是什麼意思？「法拉第效應」又是什麼意思？
- 八、請說明「電磁感應」是什麼現象？運用這原理可以做出什麼東西？這些發明在人類生活中造成什麼樣的影響？
- 九、有人問法拉第：「如何成為一個偉大的科學家？」法拉第的回答是：「工作、完成、發表。」試從書中找出例子來說明法拉第成為科學家的過程。
- 十、請就法拉第的學習態度、處事個性做分析，說明法拉第成功的原因。
- 十一、拿破崙：「當我讀到您在科學上的重要發現時，我深深地感到遺憾，我過去的歲月實在浪費在太無聊的事情上。」試推想拿破崙給法拉第信裡的涵義與原因。
- 十二、為什麼作者說「法拉第最可愛的地方，就是他的單純，法拉第最偉大的地方，就是不知道自己有多偉大」？試舉例說明。
- 十三、試舉出三個你從這本書中知道的知識，並加以說明（知識內容、如何發現，如何被證明，以及它的功用）。
- 十四、除了科學成就，法拉第在生命歷程中有許多深刻的體悟，請舉出他所說的一段話，解釋其中的道理，並說明你的想法。
- 十五、「站在偉人的肩膀上，可以看得更高更遠」，請說說你從法拉第讀書研究，或處世態度上學到的啟示，以及你如何用它來改變自己的具體作法。

肆、給老師的一些閱讀建議

就人生發展而言，青少年處於自我認同的危機，適當的角色模範對青少年個體認同相當重要。傳記提供了青少年典範學習，無論是激發人性美善情操的品德修養、積極奮發的人生態度，都是成長中必要的學習內容。

在傳記的選擇上，建議給學生彈性選擇，或讓學生讀自己喜歡的人物傳記以投其所好，如藝術類人物：

- 一、介紹文生·梵谷生命故事的《燃燒的星空》(格林文化)。
- 二、書寫舞蹈家瑪莎·葛蘭姆傳記故事的《瑪莎·葛蘭姆：舞出新世界》(三民)。

如科學類人物：

- 三、理論物理學家理查·費曼著：《別鬧了，費曼先生：科學頑童的故事》(天下文化)。
- 四、當代最傑出的理論物理學家《不向命運屈服的科學巨星：霍金》(小天下)。

或補其所缺，或增其見聞，可讀胡其瑞著：《馬丁·路德·金恩：我有一個夢想》(三民)敘說美國黑人民權運動領袖馬丁·路德·金恩博士對於黑人與白人有一天能和平且平等共存的期待。《我是馬拉拉(青少年版)：一位因爭取教育而改變了世界的女孩》(愛米粒)，讓學生看見因史瓦特河谷遭到恐怖分子的襲擊、受教權遭受威脅，從十歲開始就展開了提倡少女教育活動的馬拉拉，進而反思自己所擁有的學習環境與可發揮的影響，並關懷人權與多元文化。