

大學校院學生異質化與適性教學為導向的數位 學習教材設計：理念・理論・實踐

The Fitness-oriented E-learning Material Design for the Heterogeneous Student and the Adaptive Teaching in Universities and Colleges: Ideas, Theories, and Implementation

曾麗玉

中華科技大學 通識教育中心 講師

Li-Yu Tseng, Instructor, Center for General Education
China University of Science and Technology

liyu@cc.cust.edu.tw

摘要

近年來大學校院教育生態產生劇烈改變，原因之一是少子高齡化的人口變遷直接衝擊到生源。為解決校數過剩以致必須迫使即將面臨的退場機制之壓力，各公私立大學校院招生策略於是走向廣開生源之多元入學管道，其中成人回流教育、外籍生、普通高中學生進入技職體系大專校院、高職學生進入普通大學、以及各科系組各式各樣的學分學程，而這正意味著即使同系學生，各懷志向與專長之學習規劃亦各有不同。當學校面臨少子化，各班招生人數不足，也不得不節省成本實施混班教學，導致一些必修、必選、甚至是選修科目之班級教師必須面對學生之不同年齡層、語文能力、學科專長、與不同學習認知程度之差異性的拉距問題。在另一方面，近年來教育部為活化教學，積極輔導轉變學校之學與教的傳統方式及態度，希望學生能養成核心關鍵能力，因而規劃建立新一代數位學習模式，並為因應能與國際接軌考量的數位學習趨勢，正積極發展高等教育「磨課師」(MOOCs, Massive Open Online Courses) 國際化數位學習模式，盼望藉此推動建構產官學三方合作的數位學習推廣平臺，以達能以適性適才為基礎，並顧及全民平等受教權的教育學習環境。因此，如何建構一套以學生為中心、適合愈加分歧之學習特質與程度，並能提升學習成效之適性數位教材設計之教育理念與理論，將在本文探討。末了實踐面之擇要列點論述將融入筆者近年來從事遠距教學、參加教育部種子教師培訓計畫，與課程教材認證之心得。研究結果提出並總結因應學生異質化適性教學設計之理念、理論與實踐概念，以作為今日高等教育數位學習課程推廣與數位學習教材製作之參考。

關鍵詞：數位學習、數位教材、教材設計、適性教學、高等教育

Abstract

The education ecology in universities and colleges changed significantly in recent years. One reason for this is due to the direct impact of low birthrate and high aging population on student sources. In order to reduce the pressure of being forced to withdraw from enrollment market, the admission policy of various public and private universities/colleges turns to multiple entrance channels with broader student sources. These channels include adult education, foreign students, the enrollment of high-school students into vocational universities/colleges, the enrollment of vocational students into general universities, as well as various accredited programs in different departments. This means the diverse ambitions and professional learning plans exist among students even in the same department. Due to the low birthrate and thus insufficient class enrollment, schools cannot help but to implement hybrid class teaching for cost saving. As a result, teachers have to face students with extended diversity in age, language proficiency, academic expertise, and degree of cognitive learning in some compulsory, mandatory, and even elective classes. On the other hand, in order to activate teaching, the Ministry of Education actively guides the transformation of traditional styles and attitudes of learning and teaching in recent years. A new generation e-learning mode is planned to be built for the development of students' core capabilities. In addition, an international e-learning mode - "Massive Open Online Courses (MOOCs)" in higher education is now being actively developed for the purpose of connecting international gateways. Through MOOCs, the Ministry of Education hopes to promote the construction of e-learning platform cooperated by industry, official and university. Its final objective is to establish a learning environment based on aptitude education and taking account of education equality. For this purpose, this paper investigates the philosophies and theories regarding to the design of student centered e-learning teaching materials, which are suited for students with diverse learning characteristics and levels. At the end, the discussion on selected crucial points about implementation involves the author's experiences in her participation in the distance education, the seed teachers training programs of the Ministry of Education, and the certification of e-learn course materials in recent years. This paper presents and summarizes the ideas, theories, and implementation of adaptive instructional design in response to student heterogeneity. The results could provide the reference for the promotion of e-learning courses in modern higher education, and the production of e-learning materials.

Keywords: e-learning, e-learning material, teaching material design, adaptive teaching, higher education

一、前言：從 1828《耶魯報告》教育目標觀照今日高等教育所面臨的問題

今日臺灣部分大學校院現況，因少子化以致必須面臨退場機制的壓力，於是走向廣開生源的多元入學管道，如最近的「風雲再起」¹ 招生方案，該方案為鼓勵成人就讀大學等回流教育的一種入學管道。另一方面，廣收外國學生以增加生源，而這些外國學生中，或有中文與專業認知程度極待加強者。再者，當學校面臨少子化各班招生人數不足，也不得不節省成本實施共同科目混班教學，導致一些必修/必選科目之班級教師必須面對學生之年齡層、語文能力、學科專長、不同學習認知階段或程度之差異性的拉距問題。因此，如何建構一套適合現代日趨異質化的班級學生，以適性教學為導向的數位學習教材之理念、理論與實踐，將是本文所要深入探討的問題。

回溯大學教育理念，近代歐美高等教育哲學 (the philosophy of higher education) 歷史上有關大學課程之改革的回應報告，最有名的一份文獻可追溯到 1828 年由美國「耶魯學院」(Instruction in Yale College)² 所提出的《耶魯學院教學課程報告》(*Reports on the Course of Instruction in Yale College*，以下簡稱《耶魯報告》)。³《耶魯報告》是美國高等教育歷史上的一份相當重要的教學理念文獻資料，可謂匯聚保守主義和精英主義之教育理念的重要文本。當世代交替，雖然距今約近兩百年前的時代，同樣的，耶魯學院仍須面對並因應時代工業化與城市化之發展，以及民主政治與社會進步之衝擊。當時進步主義史學理論者雖批評耶魯的教育理念與時代精神相悖，然而，事實上證明《耶魯報告》的課程理念仍具有彌時性時代意義，不因時尚潮流的演變，就必須放棄其所持守的教育理念。後來修正派史家也認為《耶魯報告》非但不是保守的一份文獻，反而稱得上是美國教育史上課程改革的先導。筆者之所以追溯這段美國高等教育哲學教育史，是因《耶魯報告》對各科系課程之先備語言基礎能力的堅持與要求，以及高等教育課程目標的重申，以回應當時社會對學院課程的批評。同樣的，今日大學教育高層領導長官也面臨業界對今日大學教育人才培育的冀望，以及為因應高科技與資訊社會的來臨，以及必須面對低教育成本及高經濟效益之考量的種種壓力。由此可知，「改革/創新」絕對不是今時代才有的產物，「現代性」(modernization) 也不是今時代專屬的特權，而是涵蓋了存在主義對目前存有狀態的意識。「改革/創新」或「現代性」，這是人類社會發展持續不斷的課題，是當時代的人對當下

¹ 為鼓勵成人就讀大學，103 學年度大學校院進修部「風雲再起」招生方案：一、22 歲以上，具報考大學同等學力認定標準及符合各系組規定 4 年以上或其他相關工作經驗者；二、22 歲以上，且修習大學推廣教育、空中大學或教育部認可非正規教育課程 40 學分以上者；三、已獲學士學位，欲修讀第 2 個學士學位者。

² 「耶魯學院」，Instruction in Yale College，也就是今日的耶魯大學之前身。

³ Committee of the Corporation, and the Academical Faculty, Report on a Course of Liberal Education, *Reports on the Course of Instruction in Yale College*, New Haven: Printed by Hezekiah Howe, 1828, pp.1-56.

進行反思與改變的過程。其背後所隱藏的是一種趨向易經「變則通」哲學思維所賦予解決時代性問題的法則與嘗試。

值得注意的是 1827 年耶魯學院董事會年會上（"At a Meeting of the President and Fellows of Yale College, Sept. 11th, 1827"），曾經是耶魯校友，也是康涅狄格州議員諾伊斯·達林 (Noyes Darling) 提議以普遍使用的「白話文」(said languages)，取代「僵死的語言」(dead languages)——如古典希臘語與拉丁語等之入學門檻或修習課程。諾伊斯·達林 (Noyes Darling) 的批評與建議在一定程度上可說也代表了部分當時社會對耶魯學院課程的意見。⁴而為了因應這波批評的聲浪，耶魯學院由校長耶利米·戴 (Jeremiah Day) 召集了「五人組委員會」⁵負責調查學院的課程狀況並做出回應。1828 年 9 月 11 日，這五人組委員會提交了名為《耶魯學院教學課程報告》(*Reports on the Course of Instruction in Yale College*)，這份文件便是爾後對美國高等教育產生深遠影響並引起多方討論及爭議的《耶魯報告》。該學院課程回報中涵括兩個主要部分：一是由委員會所提出的報告 (Report of the Faculty)，主要針對耶魯學院教育計畫 (the plan of education) 所做的綜合性報告。報告中指出，學院教育有兩個重點：

The two great points to be gained in intellectual culture, are the *discipline* and the *furniture* of the mind; expanding its powers, and storing it with knowledge... In laying the foundation of a thorough education, it is necessary that *all* the important mental faculties be brought into exercise.⁶

其言也，認為大學教育之主要目的是要奠定深層的教育基礎 (laying the foundation of a thorough education)，而為了達成這個目標，學院的主要工作是對學生進行「心思的訓練與裝備」(the *discipline* and the *furniture* of the mind)⁷ 以幫助學生「拓展能量」(expanding its powers) 並「儲備知識」(storing it with knowledge)，因此，所有重要的心理官能 (mental faculties) 需被帶入操練中 (exercise)。在課程系統中，古典語言具有陶冶品格與訓練心智的價值，具備了一定的實用性，是高等專業教育的基礎所在。報告中指出，耶魯教授群並不反對課程改革，但卻無法苟同一味追求「新模式」(new-modelled) 的教育理念，因這並不切合學院學生的「心靈」(the spirit) 與其年齡層 (age) 上的需求，何況這些「新模式」(new-modelled) 也會很快被拋棄 (that they will soon be deserted)。⁸

《耶魯報告》令筆者省思數位教材設計與實踐如何善用現代數位科技，為高

⁴ 同上註，p3.

⁵ 五人委員會(committee)包括 "Governor Tomlinson, Rev. President Day, Rev. Dr. Chapin, Hon. Noyes Darling, and Rev. Abel McEwen"，參見 Committee of the Corporation, and the Academical Faculty, Report on a Course of Liberal Education, *Reports on the Course of Instruction in Yale College*, New Haven: Printed by Hezekiah Howe, 1828, p3.

⁶ 同上註，*Reports on the Course of Instruction in Yale College*, p7.

⁷ 同上註，p7.

⁸ 同上註，p6.

等教育做深層的奠基，幫助學生拓展能量並將知識化為一生中能即時抽取 (extract) 使用的儲備能源，以符合今日社會與業界對高等教育學生的訴求與期待—知識、技能與態度的培養。其中，態度、精神的培養常被人忽略，筆者以為今日大學校院的教育目標除了儲備知識、訓練思維與技能外，還須涵括培養高等教育學生調適生理與心理的能力；從課程師生、同儕互動與合作學習中建立社交溝通能力與團隊精神；培養並拓展感同身受的同理心；能發掘隱藏在課程教材與複雜的人事物中的正面意義，將社會問題轉換為目標能力—期能解決時代產物下的諸多問題，溯源人的意義並創造人一生的價值。而這些目標，對於今日教育強調改革、創新、現代性，即使作為高等教育課程數位學習適性教材，仍是責無旁貸、無法推諉、必須融入的教學目標，期待高等教育課程數位學習教材訓練出來的人才不是「冷血」、「缺少人性」的科技產物。這是筆者對於社會現象的觀察，於本文所提出，所謂「適性」教材，不只是教材內容本身的「量」與「品質」，也必須涵蓋「心思的訓練與裝備」、以及加強「態度/情意/精神」的培養。

有關大學校院學生異質化與適性教學為導向的數位學習教材設計，筆者將針對涵蓋認知發展、技能與情意（態度、精神）等三個面向之理念、理論與實踐論述。

二、認知發展：異質化適性教材—理念與理論

大學校院學生異質化適性教材設計思維，除了承繼耶魯學院教育理念—「心思的訓練與裝備」(the *discipline and the furniture of the mind*)，並以皮亞傑的認知發展理論為教材設計之有機的 (organic) 建構思維。

(一) 異質化教學義界/目的

本文所謂「異質化教學」(heterogeneous teaching) 是基於同一班級學生之學習「異質性」(heterogeneities) 之考量，包含不同學習年齡層、學習認知階段、學習型態、能力、需求、興趣與就學意願等所採取的不同的教材、教法與學習活動，試圖透過異質化與適性教學為導向的教材設計，特別是在教材組織與學習指引 (organizing and guiding)，裨益提高學生異質化適性數位教材之實務成效。

(二) 今日適性教學的思維：孔子「因材施教」教學策略的再現

高等教育學生不同學習年齡層等異質化現象，常見於今日技職體系大學校院進修部、進修專校/學院、或社區大學等，也見於古代，如春秋時代曾點與曾參父子同師孔子，西漢戴德、戴聖叔姪同師后蒼學習儀禮。學習者異質化的現象在古時候就已存在，因此距今二千多年前教育家孔子在當時就已使用了「因材施教」等之適性教學策略。當被學生問到何謂「仁」？對於不同質性、不同學習階段的

學生，孔子給予的答案往往不同，給樊遲的答案是「先難而後獲」，⁹ 認為務實而後獲是仁者；給仲弓的答案是「出門如見大賓，使民如承大祭。己所不欲，勿施於人」，¹⁰ 認為存敬畏以忠恕之道待人處事是仁者；給顏淵的答案是「克己復禮」，¹¹ 認為調整自己的心思、意念、動機、言行舉止合於「禮」是仁者；給司馬牛的答案是「其言也訥」，¹² 認為慎思而言是仁者；給子張的答案是「恭、寬、信、敏、惠」，¹³ 認為能行此五者，就不至於侮慢，能得眾、人任焉、有功、足以使人。孔子這一系列適性教學應對是為造就足以入世、經學致用、服務人群的士君子。今日的教材設計若能考量再現當年的孔子因材施教之教學策略，那麼適性教材設計將趨向真實的、活的 (real and alive)，對學生教化的意義與價值將是重大的 (meaningful and great valuable)。

(三) 建構異質化適性教材：以皮亞傑認知發展理論為基礎

近代西方最有影響力的認知發展理論者之一 (epistemologist, one of the most influential development theorist) 是瑞士教育學者皮亞傑 (Jean William Fritz Piaget, 1896.8.9-1980.9.16.)，其「認知發展論」(cognitive-developmental theory) 提出個體隨著年齡增長，透過適應環境中的種種內化行為活動而建構了知識。

1. 皮亞傑認知發展理論：建構知識的必經過程—「行動」

皮亞傑 (Jean Piaget) 在1964所發表的〈發展與學習〉(Development and Learning) 文中指出：「知識的發展」(the development of knowledge) 是自發的、無意識的、伴隨的、不由自主的過程 (a spontaneous process)，是與整個胚胎形成發展的過程緊緊綁在一起，胚胎形成涉及其個體的發展，但也涉及其「神經系統」(nervous system) 與「心理功能」(mental functions) 的發展，換言之，知識的發展是打從胚胎形成的過程就已逐步自發性的在建構中，直到成人 (embryogenesis ends only in adulthood)。¹⁴ 值得注意的是皮亞傑強調認知的發展涉及「知識建構的整體過程」(the totality of the structures of knowledge)，他強調知識的建構與行為活動 (action) 有著密不可分的關係。皮亞傑在其〈發展與學習〉(“Development and Learning”) 一文中進一步強調，為了要瞭解知識的發展 (the development of knowledge)，必須始於一個中心性的認知：「知識」(knowledge) 並非是「真實」

⁹ [魏]何晏，[宋]邢昺疏，李學勤主編，《十三經注疏·論語注疏·雍也第六》，北京：北京大學出版社，2000年12月第一版，2000年12月第一次印刷，頁78。

¹⁰ 同上註，《十三經注疏·論語注疏·顏淵第十二》，頁178。

¹¹ 同上註，《十三經注疏·論語注疏·顏淵第十二》，頁177。

¹² 同上註，《十三經注疏·論語注疏·顏淵第十二》，頁178。

¹³ [魏]何晏，[宋]邢昺疏，李學勤主編，《十三經注疏·論語注疏·陽貨第十七》，北京：北京大學出版社，2000年12月第一版，2000年12月第一次印刷，頁267。

¹⁴ Piaget, Jean (1964), *Development and Learning, Readings on the Development of Children*, Second Edition, Edited by Mary Gauvain and Michael Cole, New York: W.H. Freeman and Company, c1997, p. 20.

(reality) 的複製品，為了能理解一件事物原委，不能僅止於關注並複製該事物的心理或形象 (a mental copy, or image)，而是應該對該事物要有行為、行動 (to act on it)。值得注意的是，「認知」的目標是為了能修改 (modify)、改變 (transform) 事物，並瞭解其運轉、變化的過程 (understand the process of this transformation)，以及能進行一系列的推論，以瞭解該事物被建構的路徑與方法 (understand the way the object is constructed)。在認知訓練過程中，「運思」 (operation) 是「知識的本質」 (the essence of knowledge)，它是一種能「修改/改變知識對象的一種內在心理心靈的行動」 (an interiorised action which modifies the object of knowledge)。¹⁵皮亞傑於此再次強調、所要傳達的是「知識的發展」(the development of knowledge) 始終與「行動」(action) 緊密的結合在一起。

皮亞傑認知發展理論帶給筆者對於課程教材設計的一些啟發，特別是他所強調在認知發展過程中不可少的「行動」(action) 步驟，其應用在教學上，就相當於「教學活動」(instructional activities) 的融入/搭配。適時的「教學活動」可幫助學習者有效的內化、建構知識並活化教學，因此如何設計各單元「教學活動」是異質化適性教學實務上值得涵蓋的面向。

2. 認知基模中的內化動作：「運思」的四個發展階段

皮亞傑進一步談到認知基模中的「內化動作」(interiorized action) — 「運思」(operation) 時，枚舉出「運思」的四個發展階段 (four stages of development)：一、「感知動作期」(sensori-motor)，這是一種在開始時的心理運動；二、「前運思期」(pre-operational)，是可逆、可反轉的動作 (reversible action)，例如「加」(adding) 或「減」(subtracting)，連結 (joining) 或分隔 (separating)，「前運思期」可用來彌補邏輯結構 (logical structures) 的建立；三、「具體運思期」(concrete operations)，是機動性的組合動作運思時期；四、「正式運思期」(formal operations) 是具有邏輯結構的動作。¹⁶ 值得注意的是，任何「運思」階段無法單獨存在，必須與其他的「運思」連結在一起，因此「運思」可說是整個認知結構的一部份，或者說，「運思」是知識的本質。根據皮亞傑認知基模中的「內化動作」(interiorized action) 「運思」 (operation) 理論，教師在設計教材時，必須了解異質化班級每位學生的運思發展階段並非盡都一致，例如數學領域，有的早在國中階段就已進入了正式運思期 (formal operations)，有的甚至進入了大學，在數學領域上卻仍停留在「前運思期」(pre-operational)。之所以會造成如此的差異，在於學生個體在遇到制式數學的適當刺激時，是否願意自發性地動腦運思練習，若只一味依賴別人教他算出正確答案，過程中卻不用心去理解為何要如此算，那麼該生的「運思」認知發展階段就會因怠惰而延遲。學生異質性不同運思發展階段，在適性數位教材設計組織建構時是必須考量在內的。

¹⁵ 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 20.

¹⁶ 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, pp. 19-20.

3.擴展生活經驗與認知能力的內化行動：「適應」、「同化」與「調適」

皮亞傑認知發展論強調「行動」(action)與「運思」(operation)¹⁷於主動建構知識的作用，並提出認知必須透過「適應」(adaptation)¹⁸、「同化」(assimilation)¹⁹與「調適」(accommodation)²⁰以擴展個體的生活經驗與認知能力。其中「適應」(adaptation)是個體為因應環境的要求 (the demands of the environment) 以達到個人的目標，換言之，是為讓個體內在認知與外在環境持續保持適應的平衡狀態；「同化」(assimilation)是個體以既有的認知基模 (schema) 為基礎以吸收新經驗的歷程；「調適」(accommodation)則是調整既有認知結構 (基模，schema) 以適應新環境，學習就是建立在有效的刺激與回應 (stimulus-response) 的基模上 (schema)。²¹因此「適應」(adaptation)、「同化」(assimilation)與「調適」(accommodation)三者之間的關係就是在不斷的「適應」環境的變動歷程中達到個體內在「同化」與「調適」的一種認知平衡學習過程。而其預期的效應是個體在經歷一次次的適應歷程後，對於新的環境與刺激就會產生一種預測、調適與控制的能力。

皮亞傑在〈發展與學習〉(“Development and Learning”)一文中強調認知發展學習過程中，「同化」扮演著基礎性的重要連結關係 (fundamental relation)。²²唯有透過「同化」的機制，學習才成為可能。而「同化」的產生也必須在認知發展的合適點上，也就是說，當接受了訊息 (information)，他必須已經具備了相關的認知結構 (或作「基模」，schema)，這個先備認知結構使得他能「同化」(assimilate) 訊息，吸收新知。這也就是為什麼不能對一個五歲大的小孩子教高

¹⁷ Piaget指出「運思」(operation)是認知結構中將不同的「運思」(operation)彼此連結的一種內化行為。參見Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 19。

¹⁸ 所謂「適應」(adaptation)意謂個體會因環境因素而不斷地改變其認知結構，其目的是讓個體內在認知與外在環境持續保持平衡。而「適應」就是當個體在短暫性的失衡中，經由不斷的「同化」(assimilation)及「調適」(accommodation)，讓個體重新達成平衡的歷程。當個體經歷「適應」的歷程後，個體的智力、認知能力將會有顯著性的提昇。

¹⁹ 「同化」(assimilation)是指個體以既有的認知結構或基模為基礎去吸收新經驗的歷程，換言之，當個體面臨新的刺激時，就會調整既有的基模 (schema，是一個有組織的、可重複的行為或思維模式)，並藉由該基模來解釋新環境刺激與經驗。例如：兒童根據家中的黃狗學到狗的基模，以後如遇到黑狗也會喊他為狗，那就是「同化」。簡言之，刺激輸入之過濾或改變稱為「同化」。參見張春興，《教育心理學》，台北市：東華書局，1995年。

²⁰ 「調適」(accommodation)，或譯「順應」：皮亞傑的認知發展理論中，「調適」意指個體遭逢新的情境與刺激時，當既有的認知結構無法有效因應環境要求時，個體就會改變既有認知結構或基模來符合環境以保持平衡。例如，一位幼兒習慣用單手抓取物體，但若遇較重物體而單手無法抓取時，他就會自行改變動作方式，用雙手搬運該物體。這種將單手改變為雙手的動作，是為達到目的而主動做出的調適，是因應環境所做的一種改變。當既有基模不能同化新知時，個體為了符合環境的要求，就會主動修改既有基模，從而達到目標，適應現實環境的一種心理歷程，就是「調適」。參見張春興，《教育心理學》，台北市：東華書局，1995年。

²¹ Piaget, Jean (1964), *Development and Learning, Readings on the Development of Children*, Second Edition, Edited by Mary Gauvain and Michael Cole, New York: W.H. Freeman and Company, c1997, p. 24

²² 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 20

階數學，因他還未具備瞭解高階數學的先備認知結構。²³

皮亞傑進一步指出「同化」(assimilation) 與「聯合」(association) 是不同的。「同化」(assimilation) 強調的是將各種「真實」(reality) 整合 (integrate) 成一個「結構」(structure)，因此「同化」(assimilation) 就是學習上的基本原則 (fundamental in learning)，也是教學法或說教的應用觀點 (the point of view of pedagogical or didactic applications)。運作/運思 (operation) 就是活動 (activity)，只有在「活動的同化」(active assimilation) 產生時，學習才成為可能。²⁴

以上筆者所引述皮亞傑認知發展理論中有關學習者之「行動」、內化動作「運思」、「適應」、「同化」與「調適」等認知過程之探討，是製作學生異質化適性數位教材必須考量在內的，也就是說，數位教材在脈絡、組織、建構上需符合學習者的認知發展，換言之，理想的異質化適性數位教材設計被期待是具備「有機」(organic)、「活化」(vital/ vitalization)、與針對學習者狀況即時「點明」(enlighten) 等之特質，如同本章前文所述，適性教學的教材設計之理念，不但是「一種孔子「因材施教」教學策略的再現，也是一種在脈絡、有機理路建構上趨向符合友善與人性化 (friendly and humane) 思維的基礎概念。

三、技能與情意的培養：教材、教法、學生、學習、教師之間的交互作用

適性化數位教材設計除了建立在皮亞傑的認知發展理論上，在教學與學習目標上也涵蓋了技能與情意的培養，這是建立在教材、教法、學生、學習、教師之間的交互作用上，在本章節被討論。首先談到「適性化教學」一詞的意涵，可說具有反涉性 (reflexive) 的意涵，是屬於一種自身迴圈 (recursive) 式的系統建構機制。換言之，適性化教育涉及教學教法的適切性，以及教學內容與教學目標對學習者之學習階段的適切性等需考量的各個向度。²⁵ 換言之，要達到適性化教育，教師 (instructor)、教法 (instruction)、教材 (material)、學生 (learner)、與學習活動 (activities) 等因子 (factors) 相互之間必須達到最佳的調配狀態，也就是說，只有飽學的教師/教授，卻無視於高等教育的教學理念、方法、與合宜的教材、內涵、活動，以及學習者等面向之配合，適性化教育將可能終歸流於一種理想罷了。

(一) 數位學習教材設計理論基礎：被激發的「學習」vs.自發性的認知「發展」

皮亞傑指出，認知「發展」(development) 既是自發性的 (a spontaneous process)

²³ 同上註，Piaget, Jean (1964), Development and Learning, p. 23.

²⁴ 同上註，Piaget, Jean (1964), Development and Learning, p. 26.

²⁵ 同上註，Piaget, Jean (1964), Development and Learning, p. 20.

知識建構之總體過程，那麼相對於認知發展的就是「學習」(learning)。²⁶「學習」(learning) 可被心理學實驗者、一位秉持著慎重教誨 (respect to some didactic point) 的教師、以及被外在的情境 (external situation) 所激發。皮亞傑強調：相對於「認知發展」(development of knowledge)，「學習」(learning) 是被激發出來的 (provoked)，而非自發性的 (spontaneous) 產出。²⁷ 筆者以為皮亞傑此話不見得能切合人類處於自然環境中所有一切的複雜學習模式，但在學習前就需建構完成的數位學習教材設計中，「學習」的發生就如皮亞傑此話所言，是可被限制在單一問題 (a single problem) 或單一結構 (a single structure) 的過程，而「認知發展」也並非是一堆分崩離析、離散式學習經驗 (discrete learning experiences) 的總和。²⁸ 皮亞傑發表此論述雖非針對數位學習，但卻可以為今日數位學習教材設計建立理論基礎。也就是說，數位教材在建構「學習」(learning) 上有更多的機會可以將學習者放在單一結構 (a single structure) 中，針對單一問題 (a single problem) 做一定、被預期的「激發學習」(provoked learning)。

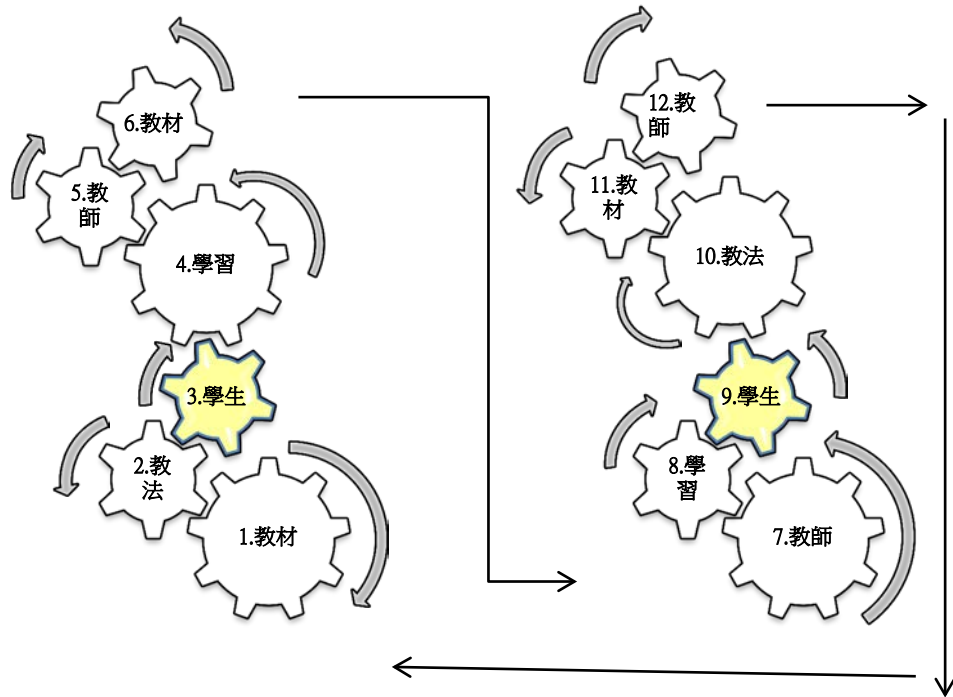
(二) 適性教學：教材、教法、學生、學習、教師雙向循環螺旋式的交互關係

或許皮亞傑的認知發展與學習理論，不盡然能涵蓋人類整體知識發展與建構，或個體一生當中多元而複雜的認知情境與學習觸角，但對一個可事先規劃、系統建構的數位學習教材之設計來說，特別是考量學習者個別差異的認知發展階段與其有效的學習設計，可說頗具參考的價值。換言之，教師在建構一適合學生異質化的適性教材時，學習者的認知「發展」(development)，以及「學習」(learning) 的發生如何可能，是必須考量在內的，冀使教、學、教材、學習者之間取得適切、平衡而有效的運作與推進關係。例如選材的創新，也關係到教法的創新、教學與學習方法的調整；而學生學習模式、學習成效促使教師在教材、教法上的調整，如下圖所示：

²⁶ 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 20.

²⁷ 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 20.

²⁸ 同上註，Piaget, Jean (1964), *Development and Learning*, p. 20.



圖一、教材←→教法←→學生←→學習←→教師←→教材，不斷推進的雙向螺旋式循環交互關係

上圖教材←→教法←→學生←→學習←→教師←→教材相繫之間構成了循環螺旋式的共同演進。如此不斷推進的螺旋式交互作用的五項特徵：1.以學生為中心考量；2.以數位學習教材助長教法；3.以教法啟發學生認知發展；4.以學生同儕學習為策略，包含觀摩切磋、合作學習與競賽；5.以學生學習成長成效督促教師發展適性教材。從以上筆者之構圖，值得注意的是：數位學習課程，無論是線上或是課堂教學，學習者之間的學習帶動關係，包含觀摩切磋、合作學習與競賽等活動是促進教學成效與學習成果的關鍵，這點或常被初次經營數位學習課程的教師所忽略。而「學生←→學習←→教師」的雙向螺旋式共同演進即所謂的「教學相長」，《禮記·學記篇》曰：「是故學然後知不足，教然後知困。」²⁹意思是經過學習，然後才知道自己的不足，透過施教，然後才知道自己的困惑；「知不足，然後能自反也。知困，然後能自強也。」³⁰意謂知道自己的不足，然後能自我反省；知道自己的困惑，然後能奮力自強。這就相當於教育家杜威（Dewey, 1933）所說的「反省性教學」（reflective teaching）中的反省性行為（reflective action），該教學反思的觀念不同於例行性行為（routine action）——一味順從衝動、傳統與權威。³¹《禮記·學記篇》接著說：「故曰：教學相長也。兌命曰：『學學

²⁹ [漢]鄭玄注，[唐]孔穎達疏，李學勤主編：《十三經注疏·禮記正義·卷第三十六·學記第十八》（北京：北京大學出版社，2000年12月第一版第一次印刷），頁1226。

³⁰ 同上註，《十三經注疏·禮記正義·卷第三十六·學記第十八》，頁1226。

³¹ Dewey, J. (1933). *How to think*. Chicago: Henry Regnery.

半』。其此之謂乎！」³² 這裡「教學相長」的理念，換言之，是透過「學生←→學習←→教師」雙向螺旋式共同演進，「教者」與「學者」的共同成長；「教」與「學」的互相助長；因此，「教」人為「學」可以增進自己一半的「學習」效果，也就是說，從「教學」中進行自身的「學習」是一種有效的學習方法。這裡值得注意的是，「學習」(learning) 是「教者」與「學者」彼此互相「激發」(provoked) 出來的。因此，經由被激發的「學習」(learning) 獲得知識、技能、與情意(態度、精神)的陶冶；透過「教學」(instruction) 啓發「學生」各專業領域潛能；而理論加上實踐(implement)，使學習者達成目標。在這一連續的學習認知過程，教師、教材、教法、學習者、與教學活動(activities / action) 每一環都是關鍵。

(三) 高等教育適性教材：心思的訓練與裝備

有關教育的目標，近代最著名的美國教育家之一約翰·杜威(John Dewey, 1859-1952) 提出教育是為了訓練思維，這與 1828《耶魯報告》所強調的大學教育的目標—「心思的訓練與裝備」(the *discipline and the furniture of the mind*)³³ 不謀而合。思維的訓練為何如此的重要？杜威指出其原因，茲將其歸納如下：一者人在行動之前若能深思熟慮，將有助確認行動的目的；二者思維有助行動合理化與自覺性，如一位年輕人為了能成功而自覺需接受專業教育；三者思維能指揮採取行動，以便達到距離現在還是遙遠的目標，例如：現在(春天)播種，秋天收穫；四者透過思維將情慾或盲目的衝動行為轉化為理智的行動；五者具有思維能力的人，能賦予客觀事物智慧與道理；六者思維助人引出系統性的準備與發明；七者思維能賦予有形的事物不同的意義與價值。³⁴ 杜威(J. Dewey)的教育理念趨向經驗主義，主張「做中學」(learning by doing)³⁵，認為教育就是生長；生活就是發展；不斷發展、不斷生長，就是生活；教育過程就是一個不斷改造、轉化的過程。³⁶ 比較杜威的教育理念與皮亞傑的認知發展理論可說一曲同工，一者注重行動在認知學習上的重要性，二者注重發展的過程，在數位學習課程教材之設計上，《耶魯報告》、皮亞傑與杜威的教育學習理論是值得融入的教育方針。

四、學生異質化適性教材設計的幾個要項與實踐

³² [漢]鄭玄注，[唐]孔穎達疏，李學勤主編：《十三經注疏·禮記正義·卷第三十六·學記第十八》(北京：北京大學出版社，2000年12月第一版第一次印刷)，頁1226。

³³ Committee of the Corporation, and the Academical Faculty, Report on a Course of Liberal Education, *Reports on the Course of Instruction in Yale College*, New Haven: Printed by Hezekiah Howe, 1828, p7.

³⁴ 約翰·杜威(John Dewey)，張萬新譯，《天才兒童的思維訓練》，台灣：綠園出版社，2011年，頁30-33。

³⁵ Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Touchstone, 1997.

³⁶ 杜威，《杜威教育論著選》，趙祥麟、王承緒譯，上海：華東師範大學出版社，1981年，頁154、352。

有關以大學校院學生異質化與適性教學為導向的數位學習教材之設計，筆者部分融入了以往曾參加教育部數位課程教材認證國文為例說明。能參加或順利通過教材認證，³⁷實肇因筆者曾參加教育部「100年大專院校數位學習推廣與數位學習跨校合作—種子教師培訓計畫」（北區）、³⁸「101年度教育部大專校院數位學習人才培訓及推廣服務計畫（北區）—深耕種子教師培訓計畫」，³⁹以及「102年大專校院數位學習人才培訓及推廣服務計畫（北區）—種子教師（深耕小組）培訓計畫」，⁴⁰在這一系系列從初階、進階、到深耕的培訓當中，逐漸能掌握教材設計之要領，加上十多年來帶過一百多班遠距課程學生的教學經驗，也漸漸能瞭解，當面對大學校院不同學制、不同科系、不同學習年齡層、不同學習階段（如不同年級、上、下學期等）學生的不同特質與需求。而以學生為中心，設計一套能適合愈加分歧性學習特質、偏好、程度的課程數位教材是本節將進一步說明的。

坊間數位學習教材主要有兩種，第一種是單純性在家自學為主；第二種是為搭配學校修習學分課程而設計的自學式數位學習教材。本文根據耶魯報告、皮亞傑與杜威等教學理念，以第二種為學校修習課程而設計的數位學習教材為導向，一方面為了能達到最好的教學與學習成效，論述了幾個在適性教材設計上值得被考量在內的面向。

（一）了解學生的行為起點

以學生為中心的大學校院學生異質化適性數位學習教材於製作之前，先行評估生源背景、學習年齡層、學生資質、需求、科系專長、學習型態、學習條件、學習介面、學習時間、同步或非同步教學模式、以及師生以及同儕互動模式，這些都是在課程教材製作設計上必須考量在內的。筆者一次就本身所任教的一所私立科技大學班級中，針對筆者一門數位學習課程做學前問卷，調查對象是針對進修班級國文修課學生，這份學前問卷調查共有 29 人填卷：(1) 就年齡調查：18-25 歲的學身有 12 人，26-35 歲有 9 人，36-45 歲有 9 人，56-65 歲有 3 人。最小與最大年齡層拉距達 40 歲的差距。(2) 就上班與否調查：在職有 28 人，退休有 3 人，待職有 2 人。(3) 就學習動機調查（可複選）：為取得學位有 24 人次，為興趣有 5 人，國文是我最喜歡的科目有 2 人，為學習而學習（活到老學到老）有 22 人，盼望能提升國文閱讀與書寫的能力有 16 人，因國文被當，重修學分有 1 人。整體來說，進修班的學生在學習動機上大部分趨向正面。(4) 就以往在班上國文的程度調查：名列前茅的有 1 人，中等有 21 人，後半段有 8 人，常常不及格有 3 人。可見該進修班學生的程度整理說來是落在中後段。(5) 就最常讀哪一類的刊物/書/文章調查（可複選）：報紙、一般刊物有 9 人，網路新聞、網路文章有 13 人，學術刊物 1 人，小說 6 人，散文 0 人，詩詞、詩歌 0 人，教科書 0 人，

³⁷ 101 年度第二梯次「國文(二)」數位學習教材認證通過。

³⁸ 教育部電子計算機中心委託培訓單位：淡江大學學習與教學中心，培訓委員：顧大維教授。

³⁹ 教育部電子計算機中心委託培訓單位：淡江大學學習與教學中心，培訓委員：黃慈教授。

⁴⁰ 教育部資訊及科技教育司委託培訓單位：淡江大學學習與教學中心，培訓委員：黃慈教授。

沒時間讀書 4 人。從數據上可知，文學作品除了小說外，其他散文、詩詞、詩歌、以及教科書都是不常讀的文類，而網路新聞、網路文章與一般刊物是今日讀者最常接觸的閱讀類別。以上筆者僅簡述幾項調查，這份簡單調查，可作為下一次數位學習教材設計的參考，例如為了引起學習者的學習興趣，小說選讀的學習單元不妨列入考慮。在選文的難易度上則不能艱澀，因本班大多數學員的國文程度偏中等。因班上 18-65 歲年齡層的學生皆有，因此文章適合青少年、青年、成年人、與退休年齡層閱讀之選材份量皆宜平均選取。另外，對於海洋科系的學生，不妨選一些海洋文學作品，如廖鴻基《討海人·丁挽》。《討海人》是廖鴻基的第一本創作文集，作者以第一人稱刻劃「我」與「海湧伯」搭檔出海捕魚討生活的生動情節，流露出臺灣漁民的生活與風俗。對於醫事科系的學生不妨選一些醫事文學作品，如蔣渭水、侯文詠等一些臺灣醫事作家有關臺灣社會現實關懷之書寫作品。

(二) 蒐集、提供多元、多向度的學習資源

根據生源及其學生相關學習特質、學科所屬、學習型態、學習模式、學習介面之考量，以適性教學為導向的數位學習教材設計特色，即透過數位教材設計與製作提供多元、多向度的學習資源，以滿足異質化學習群的學習需求。身為數位學習教材設計教師，對於教材相關的圖書館資源、資料庫、網路知識共享、媒體影音等資源，亦應有所涉獵，俾能縱向深耕與橫向拓展之連繫、統整與融會貫通，一方面可加深並活絡教學內涵，一方面也可因應學生異質化之不同需求，使學習切合其所需，活潑、充實而實用。

(三) 良好的編寫環境 (authoring environment) 與教材互動回饋功能

斯坦伯格 (Esther R. Steinberg, 1994, 余清華 譯) 指出良好的編寫環境 (authoring environment) 之重要性，認為數位教材製作者需要適當工具來設計良好教材。例如，當一個問題有許多正確答案時，數位教材測驗互動功能必須能將所有答案讀取、判斷並接受正確的解答。⁴¹ 斯坦伯格 (Steinberg) 進一步指出，在學習者與數位學習教材的互動中，有效互動包括三項成份的操控：問題、反應及電腦回饋，特別是在探索性或經驗性課程等間接教學中，有效互動應包括引發學生活動的引導與回饋。⁴² 例如國文數位教材《左傳·鄭伯克段于鄆》單元設計中，設計教師可提供學習指引，指引如「《東周列國誌·鄭莊公掘地見母》可謂《左傳·鄭伯克段于鄆》之演義，建議課後延伸閱讀，有助瞭解鄭伯克段的歷史背景與故事情境，對於將進行黃泉認母劇本寫作與角色扮演的同學，也建議研讀以為參考」。在小試身手中，當學生對於是非題：「莊公「寤生」。「寤生」是順產的意思。」當電腦判定學生的答案是錯的時候，電腦除了能即時批閱給予分數

⁴¹ Esther R. Steinberg 原著，余清華 譯，《電腦輔助教學——理論與實踐》(COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION: A Synthesis of Theorys Practice and Technology)。台北：松崗電腦圖書資料股份有限公司，1994 年 7 月初版，頁 3-23。

⁴² 同上註，Esther R. Steinberg 原著，余清華 譯，《電腦輔助教學——理論與實踐》，頁 5-1。

外，並能即使告知該題的出處、學習目標、以及給予正確的解答：「莊公寤生。『寤生』是逆生、出生時腳先生出來、難產的意思。出處：《左傳·鄭伯克段于鄆》。學習目標：培養經典閱讀的能力。」又如，當學生進行長時間的國語文能力檢測練習時，若答對了，除了設計給予即時的解答回饋外，也可回饋：「有概念喔！」、「你有讀書喔！」、「這麼難的題目你也會，你真棒！」；若答錯了，除了給予提示外，也可回饋：「再想一想，不要放棄喔！」諸如此類鼓勵的話。如此即時性的數位教材指引與回饋將活化教學，並提升學習興趣與成效。

（四）情境學習氛圍之締造，與多媒體教材的運用

有關「情境學習」(situated learning)，曾麗玉 (2013) 於國文數位學習課程，曾利用情境式語言教學法於議題討論、劇本寫作與角色扮演，有著一定的成效。⁴³ 情境學習與學習氛圍的締造也可透過多媒體資源，經由電腦數位影音軟硬體能夠整合文字、圖形、聲音、影像、和視訊等各種不同的傳播媒介，並藉由不同的面貌與變化呈現資訊，對學習者之學習與影響層面將更深廣(郭璟瑜、周惠文 2006：71-85)。⁴⁴ 羅綸新與齊璵琛 (2012) 針對多媒體學習教材解釋模式作研究，以多媒體學習的認知理論 (cognitive theory) 為基礎，檢視不同媒體呈現模式對學習文言文的影響，從學習者的回饋意見分析，77%的受測者肯定「多媒體教材能提升學習興趣」。⁴⁵ Mayer (2001) 的多媒體學習認知理論 (cognitive theory) 肯定了動畫加上旁白解說的組合模式是認知負荷低且具有較佳學習效果的多媒體模式。⁴⁶ 可見創新教材之設計若能善加利用多媒體教材的多元呈現方式於輔助教學將有助學習效果的提升。

（五）善用同步教學視訊會議

斯坦伯格 (Steinberg, 1994) 指出傳統面授在溝通模式、師生互動以及環境學習上容易進行，而這些在CAI電腦輔助教學上是受到限制的。傳統面授授課模式，教師大部分時間在演說，但有時也會寫黑板、插播影音、畫圖表、或展示說明圖片。除此，教師也會以非言語的身體動作來傳達思想意念，甚至可能會指向某個項目、或提高聲音以引起學生的注意力，或者以微笑以示嘉許或期待正確的回應，或搖搖頭、皺眉頭以表示無法苟同，或者使用身體語言來表示贊同與否。斯坦伯格 (Steinberg, 1994) 指出此處重點是教師使用若干溝通模式，大部分是屬於口頭以及實際動作。而這些對CAI電腦輔助教學設計上來說，特別是口頭溝通相當有

⁴³ 曾麗玉，〈大一國文情境式語言教學法—以〈鄭伯克段于鄆〉議題討論、劇本寫作與角色扮演為例〉，第二屆全國大一國文創新教學研討會，主辦單位：教育部資訊及科技教育司，承辦單位：致理技術學院通識教育中心，2013年6月4日，頁169-191。

⁴⁴ 郭璟瑜、周惠文，〈影音數位教材對學習之影響〉，《資訊科學應用期刊》第2卷第1期，2006年6月，頁71-85。

⁴⁵ 羅綸新、齊璵琛，〈多媒體教材解釋模式對文言文學習成效之影響〉，《華語文教學研究》9卷3期，2012年9月，頁23。

⁴⁶ Mayer, R. E., *Multimedia Learning*, New York: Cambridge University Press, 2001.

限。⁴⁷ 斯坦伯格 (Steinberg, 1994) 這些論述，是在十年前，因此他覺得CAI仍有許多比不上傳統授課的地方。但如今，拜數位化科技之賜，同步教學視訊會議軟體大都能解決這些問題。學生異質化適性教材的設計，若能適時搭配同步教學視訊會議，將彌補傳統CAI以及今日數位教材製作軟體無法做到，並能彌補無法到課堂與學生同步互動的問題。另外，同步教學視訊平台也可作為補課之用，如某次筆者因嚴重塞車，沿路上焦急如焚，但終究無法及時到校上課，當天的課就在同步教學視訊平台進行；又如，某次筆者的學生因兒女的緣故無法到校參加考前複習，於是筆者利用同步教學視訊平台為該生補課，以此解決該生忐忑不安，深怕期末考無法及格的焦慮。

(六) 提供關鍵字、字詞解釋等搜尋功能

學生異質化適性數位學習教材之設計，對於初次涉略某專業領域的修課學生來說，是比較吃力的，因此，若能提供相關詞彙索引解釋，將可幫助初階學習者，很快的領會專業詞彙，使其不至於因某概念或不懂的語句之誤解或無法理解而降低其學習興趣或跟不上學習進度。

(七) 善用討論區

數位學習課程中，最不能忽略的區塊是討論區，它是僅次於數位教材教學影音區，最重要的學習園地。可惜這個區塊常因教師沒有太多時間經營、或覺得授課科目不適合討論而忽略或視而不見。討論區對於學生異質化適性數位學習教材之設計是重點所在，一來它是同儕之間學習最佳場所，二者它是訓練學生思維的學術論壇所在，三者它也可以成為學生日常學習生活的交心所在，四者若數位學習課程有配助教的話，討論區將是助教可以展開溫馨觀照學生的最佳地段。以思維訓練為例，傳統授課，雖可安排課堂討論，但因每人平均分配發言的時間有限，或手上沒有組織、歸納過的文獻資料，因此在答辯討論上往往顯得倉促而粗淺。不同於課堂討論，線上非同步討論區剛好可以彌補課堂討論的缺點，可做層層深入的問題探討與歸納。

(八) 作業區之利用

學生在參加討論區的議題討論後，不妨指引學生進入作業區完成反思思維訓練。有關思維訓練，約翰·杜威 (John Dewey, 2011) 指出最好的思維方式是反思思維，反思思維是對問題進行反覆而嚴肅的連續性沈思，它是一種「觀念的推進……連續的推進的結果，前者決定後者，後者是前者的結果」⁴⁸ 言外之意，值得注意的是，杜威強調不同的思維方式就有不同的結果，如果說任一思維的結

⁴⁷ Esther R. Steinberg 原著，余清華 譯，《電腦輔助教學——理論與實踐》(COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION: A Synthesis of Theorys Practice and Technology)。台北：松崗電腦圖書資料股份有限公司，1994年7月初版，頁1-8。

⁴⁸ 約翰·杜威 (John Dewey)，張萬新 譯，《天才兒童的思維訓練》，台灣：綠園出版社，2011年，頁18。

果將決定下一個所採取的行動，那麼，豈不應該更要謹慎反覆思考嗎？特別對一個即將邁入社會的大學校院生，思維的訓練與其將採取怎樣的行動有著密不可分的關係，豈不更應著重反思思維之訓練嗎？

(九) 其他：作業範例、補充/參考資料、延伸學習、教學大綱、教學進度、教學/學習活動說明

相關的學習範例、補充教材、參考資料、學習活動教案，教學大綱、教學進度可先預告、提供，裨益學生早日進入學習狀況及早做準備。

五、結論

本文以近年臺灣社會因少子化所造成的大學校院生源問題，以致部分大學校院必須面臨退場機制的壓力，或因招生不足、為了節省，或因進修學校不同學習年齡層、不同學習認知階段、不同學科特質、與不同學習型態的混班上課、或以適性適才為基礎，並顧及全民平等受教權的「磨課師」國際化數位學習課程教材之推動，所引發數位學習課程適性教學「因材施教」再現的必要性，以此勾勒出本文所要探討並解決的核心命題—如何建構一套以學生為中心、適合愈加分歧之學習特質與認知程度，並能提升學習成效之適性數位教材設計其理念、理論與幾項重要的實踐與建議，以作為今日高等教育數位學習課程推廣與數位學習教材設計理念與實務之參考。

參考文獻

[漢]鄭玄注，[唐]孔穎達疏，李學勤主編：《十三經注疏·禮記正義·卷第三十六·學記第十八》（北京：北京大學出版社，2000年12月第一版第一次印刷）。

[魏]何晏，[宋]邢昺疏，李學勤主編，〈十三經注疏·論語注疏·陽貨第十七〉，北京：北京大學出版社，2000年12月第一版，2000年12月第一次印刷。

杜威，《杜威教育論著選》，趙祥麟、王承緒譯，上海：華東師範大學出版社，1981年，頁154、352。

約翰·杜威（John Dewey），張萬新譯，《天才兒童的思維訓練》，台灣：綠園出版社，2011年。

張春興，《教育心理學》，台北市：東華書局，1995年。

郭璟瑜、周惠文，〈影音數位教材對學習之影響〉，《資訊科學應用期刊》第2卷第1期，2006年6月，頁71-85。

曾麗玉，〈大一國文情境式語言教學法—以〈鄭伯克段于鄆〉議題討論、劇本寫作與角色扮演為例〉，第二屆全國大一國文創新教學研討會，主辦單位：教育部資訊及科技教育司，承辦單位：致理技術學院通識教育中心，2013年6月4日，頁169-191。

羅綸新、齊琛琛，〈多媒體教材解釋模式對文言文學習成效之影響〉，《華語文教學研究》9卷3期，2012年9月，頁23。

Esther R. Steinberg 原著，余清華譯，《電腦輔助教學——理論與實踐》（*COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION: A Synthesis of Theorys Practice and Technology*），台北：松崗電腦圖書資料股份有限公司，1994年7月初版。

Committee of the Corporation, and the Academical Faculty, Report on a Course of Liberal Education, *Reports on the Course of Instruction in Yale College*, New Haven: Printed by Hezekiah Howe, 1828, pp.1-56.

Dewey, J., *How to think*. Chicago: Henry Regnery, 1933.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. New York: Touchstone, 1997.

Mayer, R. E., *Multimedia Learning*, New York: Cambridge University Press, 2001.

Piaget, Jean (1964), *Development and Learning, Readings on the Development of Children*, Second Edition, Edited by Mary Gauvain and Michael Cole, New York: W.H. Freeman and Company, c1997

Piaget, Jean, *Biology and Knowledge* (B.Walsh, trans.), The University of Chicago Press and the University of Edinburgh, 1971.

Piaget, Jean, *The Psychology of Intelligence* (M.Piercy & D. E. Berlyne, trans.), London: Routledge & Kegan Paul LTD, c1971 (originally published 1950).