

明志科技大學三明治實習學習效益之歷程評量研究

Portfolio Assessment for Students of Ming-Chi University of Technology during Practical Training of Sandwich Program

蔡習訓 楊岳儒 馮慧平

Hsi-Hsun Tsai Y.-R. Yang H. P. Feng

摘要

欲形成一有效的教學環境可由學習評量為中心做起，使教學過程中之學生形成性評量立即反饋給教師，高等技職教育以三明治教學之實習制度培育符合產業界之需求人力，而實習制度雖符合建構主義所提賦予學生包括假設、預測、操作、提出問題、追尋答案、想像、發現和發明經驗，然三明治教學中之實習活動所給予的學習成效仍引研究者關注。針對三明治實務實習之學生心智能力改變中，在實習前、中、後，以機械系學生的機械設計/製造專業領域，以學習目標與佛羅里達評量系統的四項概念理解、定理法則、問題解決及認知策略能力指標制訂雙向細目表而獲得五次歷程評量試卷，測定學生於實習過程中之學習成效。本研究之歷程評量之原始評量分數可知，學生能力指標均於第二次評量時達最高，並於隨後逐漸降低。經統計檢定得知部分公司之實習學生能力指標呈直線下降趨勢，實習學生運用概念理解及定理法則機會少矣。而從相對之平均評量成績於第六個月時呈現大幅提昇，大部分公司提供之實習職務可使學生於半年實習後可獲得比較大的學習效益。實務實習之學習方式屬建構主義之主動學習方式，學校職司單位必須協助及輔導，以發揮三明治課程的教學效果，並以評量方式獲致實習單位篩選及改進依據。

關鍵詞：歷程評量、實務實習、建構主義、三明治教學、佛羅里達評量

ABSTRACT

The assessment-centered teaching environment is effective for students to feed the learning achievements back to the teacher after the derived formative assessment immediately. Besides, the students will know and then improve most once they understand the aim of their learning. By the practical training of the sandwich program, the higher technology and vocational education provide the appropriate human resource for industry. The practical training course gives the experiences of the assumption, prediction, purchasing and so forth. However, the learning performance of the practical training is really paid attention to by the researchers. In this study, the learning assessment of a sandwich program is adopted by a private university of technology in Taiwan. For evaluating the intellectual skills of the students, four abilities defined by the Florida assessment system, concept, rules, problem solving and cognitive strategy, are used, and then five assessments based on constructivism are developed. Through the portfolio assessment, the learning performance of the students of each company can be derived. By the results, one finds that the students' learning achievement is directly related to the factories or companies they practice contained. Therefore, the students' scores of the five-stage examinations can be regarded as an important index to supervise the implementation of the sandwich program and choose the suitable cooperative companies.

Keywords : Portfolio Assessment, Practical Training, Sandwich Program, Constructivism

一、緒論

學生之學習評量可以揭露各課程之學習成就，由該評量結果可讓學生及教師更瞭解學生在該課程之學習目標及可改進之處。Bransford等(2000)曾指出如欲形成一有效的教學環境，可由以學習評量為中心做起，在有效的教學環境裡，教學過程中之學生形成性評量立即反饋給教師，不間斷的反饋係監測學生的學習狀態，以反應課程供給資訊與學生獲得資訊間的連結。顯然，每一學習課程之評量可以提供教與學雙方之需求資訊，作為精進之途，對每一課程而言，評量之重要性明矣。

過去台灣技職教育體系中之高職與專科學校所培育的中階技術人才，對台灣過去數十年以傳統產業為主的中小企業發展創造經濟奇蹟有重大的貢獻(吳清基，1998)。如第二十三屆科技顧問會議指出，端賴從以漸進式改善型為基礎的經濟，轉換為以發明式突破型為基礎的經濟，以追求卓越為最高優先，技職實務人力資源的培育須靠技術學院與科技大學培育高品質的科技人力來滿足產業需求。明志科技大學自1964年創校並秉著重實務能力的養成，推行三明治式的建教合作，實施工讀制度，培養務實精神與勤勞習性之人才。該校為因應國家經濟發展產業升級的趨勢與經建人力需求，在既有基礎上提昇層次水準，民國1999年由工專改制技術學院及民國2005年改名科技大學，以培育高級專門技術人才，滿足知識經濟時代之產業需求。就工程教育而言，此為該校辦學特色，然此三明治教學的成效、及其實習之學習成效評量，尤令相關研究者有興趣。

三明治課程或學程(sandwich course)係指學生輪替地經歷「學校學習」和「職場學習」，以求「學用配合」的課程，一般每次職場學習的時間為三至六個月；所以三明治課程是一種輪調式、期釋(block release)制的建教合作(cooperative education)或工作經驗(work experience)學程(李隆盛，2000)。亦即三明治教學係指職業教育與工作訓練交替實施的課程，而實施三明治教學，在建構式教學活動中包含著實驗、活動及校外參觀等三個模式之內涵。由於建教合作於1880年在蘇格蘭(Scotland)即已進行「三明治制度」(Sandwich Plan)，其方式乃是將學校的實習與實際工作經驗互相輪調，以期理論與實際相互配合(楊朝祥，1985)，由此可知

三明治教學所隱含的教學活動早被肯定。三明治教學課程的主要型態有下列四種：1.職業教育與工廠實習期間，各佔半年，輪替進行；2.將四年的課程劃分為二，兩年接受工廠訓練；3.在四年的職業技術教育課程中，於第二年或第三年到工廠實習，其餘時間在學校上課；4.先以學徒予以一年的工廠實習，再授予三年的職業教育，三個月到工廠實習。

以人力需求為導向為二十一世紀技職教育特色之一，然而國內技職教育無法配合就業市場的脈動，不當的課程規劃為主要原因之一。江文雄(1999)認為我國技職教育在課程結構缺乏統整及連貫，職業分科過細，高中職、專科、技術學院及科技大學之間，課程銜接不足，出現脫節或重複現象。李隆盛(1999)曾提及我國學生在各級學校所修習的許多課程，常有未能連貫或過度重疊、不當跳脫或不合邏輯。行政院經濟建設委員會高級人力培育與需求配合之檢討建議報告(1999)也提及目前大專部份科系學生多認為課程偏重理論，與實務少有配合，因學校教育實務教學不足，使部份畢業生不能適應實際工作需求。因此，完成最後一哩的技職教育至為重要，以使培養的技職教育學生符合產業需求。為使技職教育體系培養的學生符合產業界之需求，技專院校應該提撥大筆經費購置與產業界同級的儀器設備，進行實驗式的教學活動，使學生充分熟悉產業界的操作技術。亦可進行建教合作或所謂的三明治教學，使學生能到產業界進行實務實習，獲取產業界基本需求的訓練(楊朝祥，1985)，技專院校的相關儀器設備投資負擔亦可減輕。所以建教合作的顯著效果為職業教育學者所推崇及採納。

如前所述，三明治教學之教學活動中包含著實驗、活動及校外參觀等三個模式，此些教學活動必然可以評量方式獲知學生之學習成效。一般認為三明治實務實習的學習目標可使學生獲得理論與實際相互配合(楊朝祥，1985)。田振榮(1999)認為應透過正規的教育方式來培育各行業之技術專門人才，希望結合教育機制與產業來培育符合企業界所需求之人才，此後，建教合作便成為理論與實務結合的有效方案。

一般教育學者均相信建教合作之實務實習可幫助學生決定職業、增加學生畢業後就業、晉升、加薪的可能、啟發學生的責任感等，然而所謂訓練後所獲之效益，並無法以學習過程中之學習評

量獲取結果及反饋。對於教育體系的教師或研究者，必須告訴以實際評量結果獲知三明治教學之學習模式有其效益，方有益於實際之教學活動。欲探知三明治教學活動之學習效益可根據布魯(Bloom, 1956)認知領域分類(Bloom's taxonomy of cognitive domain)獲致評量目標，Bloom認為學習評量之認知類型包括知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑等六項。而佛羅里達評量系統(Florida assessment system, 1971)所評量的心智能力項目包括：機械操作、口語表達、分辨異同、概念理解、定理法則、問題解決、認知策略、情意態度等八項。此八項心智能力所展現的學習成果分別可從如下項目看出：操作、記誦、分辨、分類、展現、產生、源起及選擇。因此三明治教學中之實習活動所帶給學生的學習成效，達成上列八項之哪些項目，甚引起好奇。

發展已久之建構主義在教育界頗受重視，儼然成為近十多年來的教育革新思潮主流，在科學教育的領域裡，建構主義更逐漸形成科學教育全面革新的一股主要力量。相關學者曾綜合建構主義學者們的理論，其中詹志禹(1996)提出建構主義有三大原則，「主動原則」、「適應原則」及「發展原則」。「主動原則」係指「知識並非由認知主體被動地接受而來，而是由認知主體主動建造而成。」Von Glasersfeld (1989)認為「學習是一種發明的有機過程而非累積的機械過程」，因此可知建構主義論點的中心即為積極學習，且為以學習者為中心的教學策略。更早之前，皮亞傑(Piaget, 1970)認為學習者必需有假設、預測、操作、提出問題、追尋答案、想像、發現和發明等經驗，而方能產生新知識的建構。顯然教師不能只以灌輸的方式使學習者獲得知識，必須以學習者為中心使學習者主動學習，開發使學習者產生主動建構知識的教學策略。

「適應原則」由Von Glasersfeld (1989)下列的話來闡述，「認知的功能是適應性的，是用來組織經驗世界，不是用來發現本體性的真實。」，而「發展原則」為「知識的成長是透過同化、調適及反思性抽取等歷程逐漸發展而成，後續知識必須植基於先備知識且受限於先備知識」。學習者不可能像白紙一般，聽由教師進行知識灌輸的單面向活動，而是學習者會帶著已有的觀念，去接觸新觀念。教師應該透過學習活動，使學習者所接收的新舊知識接軌，當新舊知識無法融合銜接的時候，學習者就會發生認知衝突的現象(趙金

祁、許榮富、黃芳裕, 1993)。建構主義教學的基本理念主張是「學習是發生於學習者主動參與賦予某學習主體意義的過程以及知識的建構」，有別於傳統的「學習者接受知識」的觀念。也就是建構主義教學認為學習者是意義與知識的製造者，並培養有主見、有學習企圖心及獨立的學習者。由於建構主義教學強調認知學習者的主動性，認為知識是經由學習者的主動建構形成，不可能由外人傳遞給認知主體，認知主體也不會對他人傳送的知識照單全收(甯自強, 1993)。顯然其「主動」的重要意義就在於認知主體對各種出現的知識現象，會依據自己的先前知識和經驗來衡量並賦予意義，從而轉化了他人提供的知識，而以自己觀點詮釋現象，這些先前的知識及經驗即是所謂的先前的概念或知識。

新的知識須依學生原有知識方能穩固地成為學生知識的一部分(郭重吉, 1992)。在建構主義教學的立論下，知識無法直接傳輸給學生，學習知識或概念時，必須由學生主動的參與整個學習歷程，經由再建構賦予學習知識或概念的意義。因此教師在教學的歷程中並非知識提供者，而是「協助者」，使學生適時地自己去組合、批判(criticize)和釐清(clarify)新、舊知識的差異，進而建構學生的新認知。在學習科學的新知識時，Schwab將科學探討區分為流動探討及穩定探討，二者是科學活動中輪替進行的探討模式，因此在Schwab之後的科學教育轉向為強調動手做(hands-on)的實驗活動，自此之後教師單向灌輸之講解式教學被視為傳統的、不良的、有礙學生思考的教學法，將導致學生養成被動學習的心態。

既以Schwab之後的科學教育轉向強調動手做(hands-on)的實驗活動，以促進學生主動學習建構新知識。然傳統教學模式包括講解式、實驗、活動及校外參觀等，而三明治教學中實習所蘊含的教學活動卻無法明確歸類於此四種之一。探究三明治教學之相關問題在建構主義理論中存在何種意義，及學生經過實務實習前後其專業知識建構的改變為何，迄無相關研究者探討。針對三明治實務實習之學生心智能力改變中，在實習前、中、後，以機械系學生的機械設計/製造專業領域，本研究的學習評量將以定理法則、問題解決及認知策略等三項心智能力測定學生的學習成效。在評量試題的研發時，將根據如上的學習目標、學習成果指標能力，進而擬定評量試題的構念分析，制訂雙向細目表而建構評量試題，送請相關科學

教育專家進行試題審查並修正後，以碩士班學生為樣本進行預試，再修正成為正式評量試題。

二、研究方法

研究流程如圖 1 所示，系課程委員會根據明志科大機械工程系的教育目標訂定核心能力，並據以訂定機械設計與製造領域的學習目標，其次根據各領域的學習目標與佛羅里達評量系統的四項能力指標制訂雙向細目表。

在雙向細目表中以概念理解、定理法則、問題解決及認知策略四項能力指標作為橫向細目，縱向細目則為機械設計與製造領域的各項學習目標(表 1)。課程委員會通過雙向細目表後即開始設計評量試題，試題的設計係以歷年國內二技機械工程系入學考試的試題為根據，選擇符合佛羅里達評量系統之概念理解、定理法則、問題解決、認知策略等四項評量標準，篩選設計出五份符合“教學-主動-建構”精神的評量試題。

完成 5 份具有相等架構之評量試卷後請工業教育專家進行 5 份評量試卷的審查。在試卷的設計過程中，邀請國內資深之技職教育專家對所設計的評量工具進行意見徵詢。評量試卷共五份，每份試卷有 50 題選擇題及 5 題問答題。其中概念理解、定理法則與問題解決三項能力採用選擇題，認知策略能力使用問答題。隨後以學生樣本測試修正後成為正式評量試卷。測驗卷調查係以機械系二技學生 38 名全部取樣方式進行。將學生一年的實習分成四期，實施五次測驗卷評量以得知學生實習期間的心智能力變化狀況。實習開始前的第一次評量在校內實施，其餘四次評量由輔導老師到工廠做輔導訪視時進行。採用敘述性統計檢定實習單位與學生成績的相關性等結果。

機械系二技全班學生 38 名，完整回收 30 名學生之全程評量結果，這些學生分別於以下十二單位進行實務實習，包括台塑公司麥寮廠區(A)(6 名)、洽智公司(B) (4 名)、映象模型公司(C) (3 名)、全智公司(D) (2 名)、忠達公司(E) (1 名)、工研院能環所(F) (4 名)、英誌公司(G) (3 名)、台灣仿真公司(H) (2 名)、明志科大(I) (1 名)、浩漢設計公司(J) (1 名)、台塑集團總管理處保養管理組(K) (1 名)、台塑公司仁武廠區(L) (2 名)。

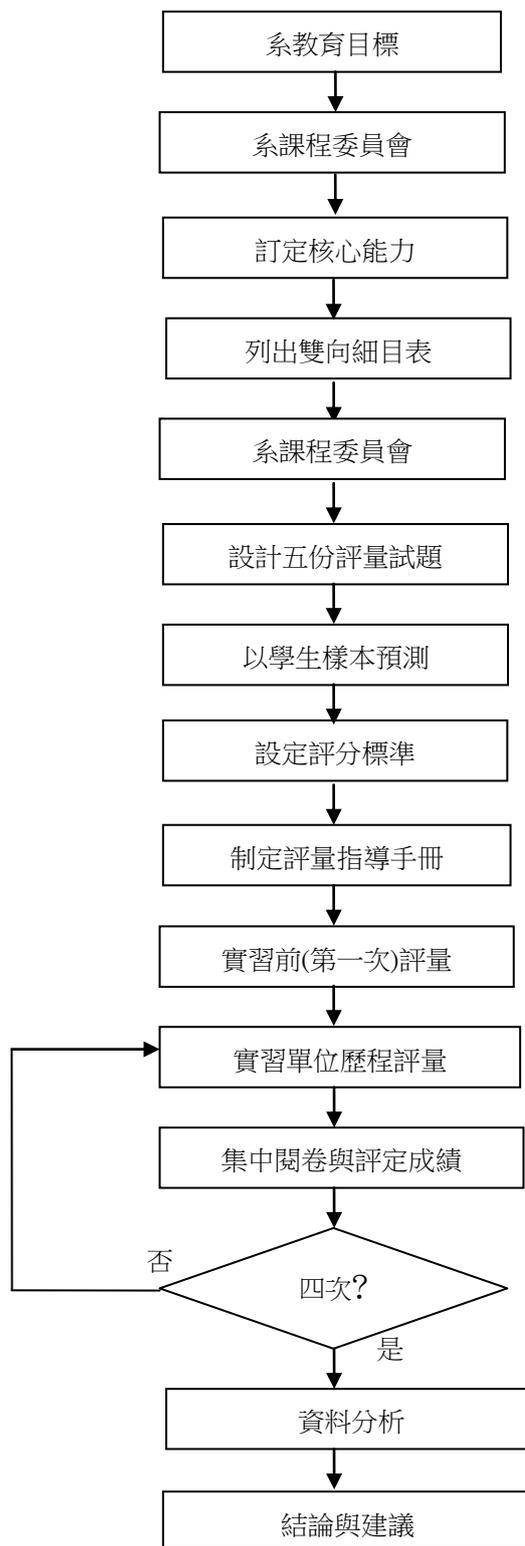


圖 1 研究方法與流程

表 1 雙向細目表之架構

領域	學習目標	能力指標				評量題數
		概念理解	定理法則	問題解決	認知策略	
製造	目標 1	1	1	0	1	3
	目標 2	2	0	1	1	4
	目標 3	1	1	1	0	3
	目標	:	:	:	:	:
設計	目標 1	2	1	1	1	5
	目標 2	2	1	1	1	5
	目標 3	2	1	1	1	5
	目標	:	:	:	:	:
合計						55

五份歷程評量完成後，針對每份評量分析獲得平均分數、標準差(變異數)、分數分佈之峰態(kurtosis)、分數分佈之偏斜(skewness)。上述獲得之資訊可確保研究結果之相對正確性，為進一步獲知在每一單位實習之學生的相對學習效益，第二份到第五份評量結果將經過 Equated b' s method 之轉換，獲得五次評量分佈均在同一平均分數之基準，並進一步獲得分數轉換後之標準差。且為比較學生實習前中後之相對學習效益，乃計算經過 Equated b' s method 轉換之每一評量分數分佈之標準差，並以每實習公司之學生平均評量分數之標準差比值(z score)進行分析，以獲得該公司實習學生於班上之相對實習效益變化情形。

三、結果與討論

以統計軟體檢定所獲得之五次歷程評量原始分數，如表 2 所示其標準差落在 9~12 之間，每次評量之分數分佈亦在平均分數±1.96 x 標準差的範圍內，且分佈峰態(Kurtosis excess)幾乎落在±1 之間，分佈偏斜(Skewness) 落在±1 之間，雖樣本數仍少，然此五次評量分數可視為常態分佈。

平均分數於第二次評量時(實習滿三個月時)達到最高，隨後第三、四次即逐漸降低，而實習滿一年時原始平均分數又提高。由於評量試卷均根據表 1 之雙向細目表制訂，且前後次評量試題有其相關性，此結果顯示初步接受實務實習之學生於前三個月所面臨之新的學習環境，其自身所建構之新知識顯著，符合建構主義所提之「適應原則」，對於實務實習之時間與評量結果可知，每一實習環境所提供的自身知識建構有效性可以以三個月為基準。

然第三、四次評量分數逐步降低顯示，對於熟悉的環境，學生所能承受之新知識建構機會降低，因此，實務知識再建構所獲減少及原已獲之知識逐漸模糊，實習效益由評量總體觀之，係呈負面效益的。而滿一年之第五次評量平均分數又回升，或可歸因於實習結束回校時，學生必須整理實習報告並參加實習競賽，此舉引發學生之知識重新建構之契機，然深切原因仍待繼續探究。

表 2 評量分數分佈之統計檢定

評量	原始分數				Equated b' s method 轉換後之分數			
	平均分數	標準差	分佈峰態	分佈偏斜	平均分數	標準差	分佈峰態	分佈偏斜
1 st	37.17	9.04	-1.01	-0.21	37.17	9.04	-1.01	-0.21
2 nd	43.40	9.44	-0.58	0.13	37.17	8.91	-0.58	0.13
3 rd	35.93	9.86	-0.22	0.198	37.17	8.94	-0.22	0.198
4 th	30.23	9.13	-0.33	-0.32	37.17	9.05	-0.33	-0.32
5 th	39.1	11.62	-0.71	0.066	37.17	8.94	-0.71	0.066

為獲知各實習單位學生之相對學習效益，確切瞭解實習單位所提供之實習職位有益於學生之概念理解、定理法則、問題解決及認知策略等四項能力之成長，乃以 Equated b's method(b 值等化法)轉換各評量之原始分數，將參數值轉化到同一量

尺上時，再進行比較。將各公司所屬實習學生之評量原始分數，經 Equated b's method 轉換後獲得轉換分數並平均，圖 2. 為台塑公司麥寮廠區(A)(6 名)、映象模型公司(C) (3 名)及英誌公司(G) (3 名) 之學生歷程評量結果，明顯可知此 A、C 公司之實習學生於第一次之評量分數均遠低於該班級之平均評量分數(37.17 分)，然而學生實習之學習效益呈逐次遞增方式增加，顯示該二公司提供之實習職位有助於學生實務知識再建構。

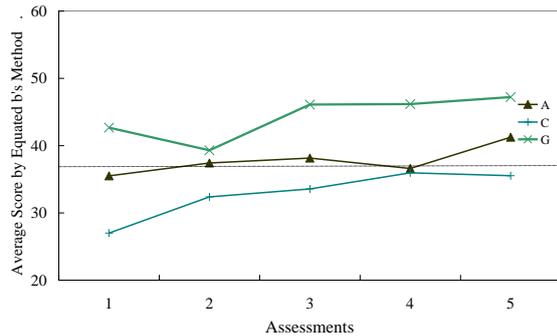


圖 2.A、C 及 G 公司實習學生之平均歷程評量分數趨勢

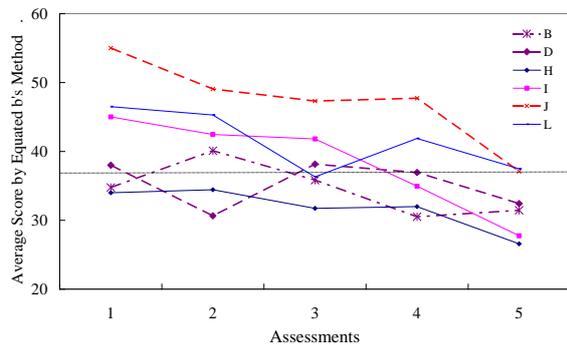


圖 3. B、D、H、I、J 及 L 公司實習學生之平均歷程評量分數呈下降趨勢

明志科大(I) (1 名)、浩漢設計公司(J) (1 名)、台塑公司仁武廠區(L) (2 名)等四名學生之評量分數均呈下降之勢，其中於 I 單位(明志科大)實習之學生因電腦網路專長而獲計算機中心之實習機會，其實習職務內容完全與所屬科系專長無關，因此評量分數顯著降低。台塑公司仁武廠區及浩漢設計公司提供之實習職務恐有待職司單位追蹤考評。圖 4. 之七家實習公司之學生歷程評量均顯示在第二次評量(實習滿三個月)時，學生之設計、製造的概念理解、定理法則、問題解決及認知策略四項能力指標均呈直線下降趨勢。此舉可知實習學生於此些實習單位的前三箇月中，概念理解

及定理法則能力均低落，蓋可歸責於書本知識模糊，且面臨之實務問題仍未建立解決能力，更遑論後續認知策略之獲得。

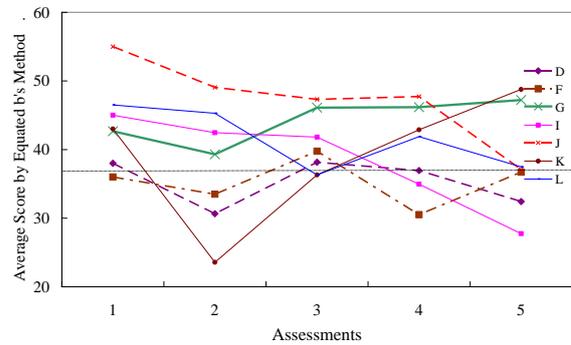


圖 4. D、F、G、I、J、K 及 L 公司實習學生之第二次評量分數均降低

圖 4.中可以進一步觀察出來，D、F、G 及 K 公司實習學生之相對平均評量成績於第六個月時(第三次評量)呈現大幅提昇，顯示此些公司之提供之實習職務可使學生於半年實習後獲得比較大的學習效益，一方面是學生更加熟悉實務應對，亦較能與學校所學之理論結合。

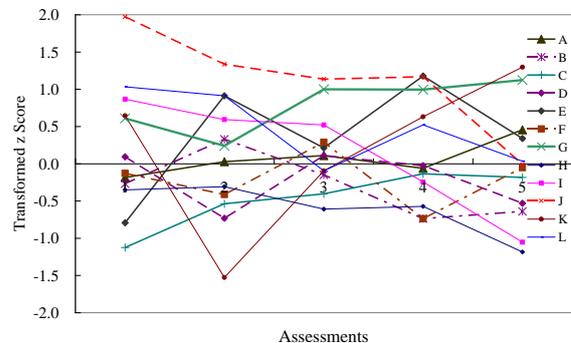


圖 5.各公司實習學生之平均相對 z 分數

由於此五次歷程評量之分數分佈標準差之差異甚低，以全班學生評量成績為基準，將各公司實習學生之平均評量成績與各標準差的比值(z score)與評量歷程顯示於圖 5。圖中顯然可知 I、J、L 三家公司之實習學生，其未實習前的相關能力均為班上前半段，然經過一年實習後，此些學生平均評量結果揭露學習成就反而嚴重落後，並且落居班上之後半段，除前所提 I 公司的實習生並非在機械專長領域實習之因素外，其餘二公司則待職司單位做進一步檢討因應。歸屬於認知策略能力之問答題評量分數中，此五次評量之問答題

成績均呈現整體上揚趨勢，可知在英誌公司、浩漢科技與總管理處保養管理組等實習的學生，其解決問題能力的成長較佳。印證學生在研發或設計單位實習可以獲得較多的解決問題能力。

四、結論與建議

實施三明治課程的學校或學系必須注意實習教學之成效確保，仔細篩選建教合作廠商以達到足夠的教學效果，促使學生獲得一定之學習效益，避免讓學生只是淪為廉價勞工而已。本研究以雙向細目表制訂五份評量，追蹤學生於實習前、中、後之歷程評量結果，可以有效反映各實習單位的學生學習成效，結果顯示以原始評量之各公司所屬學生之平均評量分數而言，其概念理解、定理法則、問題解決及認知策略四項能力均於第二次評量時(實習滿三個月時)達到最高，然後第三、四次即逐漸降低，而實習滿一年時原始平均分數又提高。導因於初步接受實務實習之學生於前三個月所面臨之新的學習環境，其自身所建構之新知識顯著，對於實務實習之時間與評量結果可知，每一實習環境所提供的自身知識建構有效性可以以三個月為基準。此外，第三、四次評量分數逐步降低顯示，對於熟悉的環境，學生所能承受之新知識建構機會降低，實務知識再建構機會降低及原已獲之知識逐漸模糊，實習效益由評量總體觀之，係呈負面效益的。

部分公司所提供之實習職務，其實習學生於第一次之評量分數均遠低於該班級之平均評量分數，而學生實習之相對學習效益呈逐次遞增方式增加，顯示該二公司提供之實習職位有助於學生實務知識再建構。而部分公司之實習學生能力指標呈直線下降趨勢，可歸咎於此些實習學生所執行之職務，運用概念理解及定理法則能力的部分少矣，學生於書本知識模糊，且面臨之實務問題仍未建立解決能力。部分公司之實習職務，其學生於未實習前的相關能力均為班上前半段，然經過一年實習後，此些學生平均評量結果揭露學習成就反而嚴重落後，並且落居班上之後半段，職司單位應於歷程評量之結果發生時，即應檢討因應。另從相對之平均評量成績於第六個月時(第三次評量)呈現大幅提昇，顯示大部分公司所提供之實習職務可使學生於半年實習後獲得比較大的學習效益。三明治校外實習的學習方式屬於建構主義的主動學習方式，學校教師必須做好協助與輔導的角色才能發揮三明治課程的教學效果，本研

究結果作為篩選實習單位之依據，並作為三明治教學成效之佐證。

五、致謝

感謝國科會科教處之經費補助，國科會計畫編號 942522S131001 及 952516S131002。

六、參考文獻

1. 吳清基(1998), 技職教育的轉型與發展—提升國家競爭力的做法, 台北市: 師大書苑。
2. 李隆盛(2000), 因應新經濟發展之人力培育策略, 台北: 行政院經建會。
3. 楊朝祥(1985), 技術職業教育理論與實務, 台北: 三民書局。
4. 江文雄(1999), 技職校院學生能力標準建構與能力分析模式之規劃研究, 教育部技術及職業教育司。
5. 李隆盛(1999), 如何透過三明治教學之範例以提昇技職教育之水準, 全國技職院校三明治教學研討會報告書(二), 高雄: 國立高雄餐旅管理專科學校。
6. 行政院經濟建設委員會(1999), 高級人力培育與需求配合之檢討建議。
7. 田振榮(1999), 三明治教學與技職教育水準(一), 全國技職校院三明治教學研討會, 高雄: 國立高雄餐旅管理專科學校。
8. Bloom, B. et al. (1956), Taxonomy of Education Objectives: Handbook 1, The Cognitive Domain, New York, David McKay.
9. Florida Science Assessment Project Final Report, (1971), Tallahassee, Fla., Educational Research Institute, College of Education, Florida State University.
10. 詹志禹(1996), 認識與知識: 建構論vs.接受觀, 教育研究雙月刊, 49, 25-38。
11. Von Glasersfeld, E. (1989), Constructivism in education., The international in encyclopedia of

education. Supplementary. 1, 162-163. New York: Pergamon.

12. 趙金祈、許榮富、黃芳裕(1993)，科學哲學對組成科學知識之主張及其演變，科學教育月刊，162。
13. 甯自強(1993)，建構式教學法的教學觀－由根本建構主義的觀點來看，國教學報,5,33-41。
14. 郭重吉(1992)，從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進,科學發展月刊，第20卷，第5期，548-570。