國立台灣科技大學

工商業設計系

碩士學位論文

學號：M9810120

不同設計教育年級的學生其設計過程差異之初探－以大二、大四與碩二為比較族群

The differences between the problem-solving processes of different design school years - a preliminary exploration to compare sophomore, senior, and master students.

研究生：鄭逸馨

指導教授：唐玄輝

中華民國百年七月

M9810120

碩士學位論文指導教授推薦書

本校　工商業設計系　　鄭逸馨(CHENG, YI-HSIN)　君

所提之論文：

不同設計教育年限的學生其問題解決過程差異之初探－以大二、大四與碩二為比較族群

係由本人指導撰述，同意提付審查。

指導教授：唐玄輝

指導教授 唐玄輝

100 年 6 月 29 日

碩士學位考試委員審定書

M9810120

指導教授：唐玄輝

本校　工商業設計系　　鄭逸馨　君

所提之論文：

不同設計教育年限的學生其問題解決過程差異之初探－以大二、大四與碩二為比較族群

經本委員會審定通過，特此證明。

學校考試委員會

委　　員：陳文誠

柯志祥

唐玄輝

指導教授：唐玄輝

學程主任：

系(學程)主任、所長：

中華民國 100 年 6 月 29 日

摘要

近年來工業設計愈發受到重視，投入工業設計界的莘莘學子也逐年攀升，使其成為近幾年熱門科系。而在臺灣教育體制影響之下，大學畢業後繼續研究所進修的人日益增多，然而設計能力是否會因繼續攻讀研究所而有所增進？因此本研究欲探討工業設計系的大學部學生與研究所學生，其設計過程是否有所差異，而彼此間的差異又為何。

本研究之研究對象為大二生、大四生與碩二生，由這三個設計教育的學習年數差距均為兩年的年級做比較，以便進一步探討不同年級之思考行為上所呈現之設計過程差異。依常理判斷，愈高年級的學生對於設計過程中所展現之相關設計能力應愈優於低年級生，但於設計過程當中彼此究竟有何種差異則為此研究所探討之主要議題。因此本研究問題為大二生、大四生與碩二生，其設計過程是否會因受教年級而有所有差異。

本研究的目的為：透過 FBS 與鍊結表記來分析大二生、大四生與碩二生於設計過程，以了解其設計過程之差異。

本研究目標為以下三點：

1. 本研究為個案研究型式，以大二生、大四生與碩二生為對象進行口語實驗，分析一個相同的問題其解決方式有何差異及其他相關的設計能力。

2. 以 Gero(1990)所提出之設計原型理論(Design Prototype Theory)的 FBS 模型，來分析解釋大二生、大四生與碩二生的思考行為關聯。

3. 並同樣以設計研究方法之一的鍊結表記(Linkography)為輔，與 FBS 模型交互分析大二生、大四生與碩二生之設計生產率。

研究分析主要分為以下步驟：

1. 大二生、大四生與碩二生進行實驗任務設計，觀察各個受測組之討論過程內容。

2. 實驗任務結果將經由三位專家進行評估。

3. 透過 FBS 模型與鍊結表記，取得編碼分布數量與圖形，探討各年級之設計

過程的差異與演化情形。

最終本研究得到三大結論：

1. 於設計討論中，與設計議題較無直接關係的斷句數多寡，並不會影響設計成果之優劣。

2. 於 FBS 分析結果中，愈高年級愈是注重設計規範(R)與結構(S)的發展，而與實際運作行為(Bs)相關連之設計發想則依年級而遞減。

3. 透過統計分析鍊結表記的概念密度、Entropy、句法上與語義上轉移的分布過程、片段活動與專家評鑑的比較結果，發現隨著年級的遞增，設計成果與專家評鑑成正比。

關鍵詞：設計思考、設計能力、認知心理學、問題解決、FBS 模型、鍊結表記

Abstract

Industrial design has been receiving wide attention during recent years, so there are more and more students getting into this field, making Industrial Design a popular undergraduate program in Taiwan. Under the influence of the educational system in Taiwan, students tend to choose to pursue postgraduate studies after graduating from university. However, does obtaining a master degree improve their design abilities? Based on this issue, our research intended to examine the differences in the design process between undergraduate and postgraduate students majoring in Industrial Design.

The participants of this research included sophomores, seniors, and postgraduate students in their second year. To explore the differences of their design abilities, we compared the design processes of these three groups of participants. Our intention was to explore the differences in the design process in order to examine whether the difference of academic year could influence students' design process.

The purpose of this study was to analyze the differences of design processes of sophomores, seniors, and postgraduate students in their second year with FBS model and Linkography.

The objectives of our study were shown as follows:

1. To conducted protocol experiments with sophomores, seniors, and postgraduate students in their second year, analyzing the difference in their ways of solving the same problem and in related design abilities.

2.To adopt the FBS model proposed by Gero(1990) as coding scheme to represent the design processes of sophomores, seniors, and postgraduate students in their second year.

3. To use Linkography as the second method to analyze the design productivity of sophomores, seniors and postgraduate students in their second year.

The analysis process was divided into the following steps:

1. The sophomores, seniors, and postgraduate students in their second year were involved in an experimental task design, so that we could observe the discussion of each

participant group.

2. Three design experts evaluated the results of the experimental tasks.

3. Using Function-Behavior-Structure Model and Linkography, we obtain design issue distribution and graphs to explore the differences of the design processes.

To conclude, the results of our study were shown as follows:

1. In our cases, the number of pauses that are not directly related to design issues does not affect the design result.

2. According to the encoded results of FBS Model, the more senior students are, the more they attend to design regulations and structure development. On the other hand, there is a negative correlation between the design ideas related to behaviors and academic year.

3. After the analyses of link index, entrophy, Process Distribution of Syntactic Transitions and Semantic Transitions, Average First Passage Events, and Linkography, we found that with the increase of academic years, there is a positive increase in design problem-solving abilities and the quality of design results.

Keywords: Design Thinking, Cognitive Psychology, Problem-Solving, Function-Behavior-Structure Model, Linkography

謝誌

兩年的研究所生涯日月如梭，來台科報到似乎還是昨日的事，然而，眼下的論文卻已悄悄來到了謝誌的章節。於撰寫論文的過程中，歷經了許多笑容與淚水，但正是因為受了許多人的幫忙協助，許多人的加油打氣，才能夠完成這項研究論文，在此將感謝化為文字，深表銘感五內之心。

感謝我的指導教授唐玄輝老師，在這兩年全力給了我許多協助，數度引導我走向正確的研究之道，開拓了我的設計研究視野，也感謝口試委員陳老師與柯老師，給予的意見及建議提供了多方面的思量，讓我的論文更為完整。

每週的 FBS 編碼與龐大的鍊結工作，現在回憶起來仍能感受到疲憊，在此感謝貴霙學姐將近半年的不離不棄，與我一同完成這項大工程，也感謝當時同樣忙碌於編碼工作的映伶與艾靜學姐，各位的意見分享對我而言也是相當受益良多。

感謝智群、學長姐們與學弟妹們，以及各位 RB410 的同學們，雖然無法一一列舉，但同樣打從心底感激你們，一個好的工作環境，擁有良好的工作氣氛不可或缺，而研究室和樂的氛圍帶給了我十分愉快的研究生生活，讓兩年前的我懷著忐忑踏進台科，今日則抱著無限留戀踏出校園。

最後感謝我永遠的後盾——我的家人，讓我毫無經濟壓力之憂，能專心於研究所的課業與研究論文的撰寫，也感謝我的爸爸，當年夾帶些威脅利誘，積極地進行過研究所報考的勸說，讓我的人生多了一份值得的回憶。

鄭逸馨　謹誌於

國立臺灣科技大學工商業設計系設計研究所

中華民國百年七月十二日

目錄

中文摘要..... Ⅰ

英文摘要..... Ⅲ

謝誌..... Ⅴ

目錄..... Ⅵ

圖目錄..... Ⅸ

表目錄..... Ⅹ

第一章　緒論..... **1**

1.1 研究背景與動機..... 1

1.2 研究問題與目的..... 2

1.3 研究目標..... 3

1.4 研究流程..... 4

1.5 研究範圍與限制..... 6

第二章　文獻探討..... **7**

2.1 設計思考..... 7

2.2 問題解決 Problem-Solving..... 8

2.2.1 問題解決的步驟..... 9

2.3 專家與生手的差異..... 10

2.4 專家與生手研究整理..... 12

2.5 設計研究方法..... 14

2.5.1 口語分析..... 15

2.5.2 FBS 模型 Function-Behavior-Structure Model..... 16

2.5.3 鍊結表記 Linkography..... 18

2.6 小結..... 20

第三章、研究方法..... **21**

3.1 研究架構..... 23

3.2 實驗設計說明..... 24

3.2.1 實驗環境..... 24

3.2.2 實驗流程..... 25

3.2.3 實驗題目說明.....26
3.3 成果評量.....27
3.3.1 成績與信度檢驗.....27
3.4 口語編碼計算方式.....30
3.4.1 FBS 模型.....30
3.4.2 鍊結表記.....31
第四章、分析結果.....32
4.1 原始實驗資料整理.....32
4.2 三組受測組之成果裱板與設計理念.....34
4.3 FBS 模型.....36
4.3.1 設計原型理論編碼系統定義.....36
4.3.2 編碼結果.....37
4.4 鍊結表記.....44
4.3.1 鍊結表記的句數篩選.....44
4.3.2 鍊結表記之規則說明.....45
4.3.3 鍊結表記之鍊結圖形.....48
4.3.4 鍊結指數之概念密度 Link Index.....49
4.3.5 鍊結表記之熵 Entropy.....50
4.3.6 鍊結表記之句法上與語義上轉移的分布過程.....54
4.3.7 鍊結表記之片段活動 Average First Passage Events.....61
4.4 研究小結.....63
五、在校生設計過程特質討論.....65
5.1 動態問題 Dynamic Issues.....65
5.2 句法動態過程 Syntactic Dynamic Processes.....71
5.3 小結.....78
六、結論與建議.....80
6.1 研究結論.....80
6.2 研究貢獻.....82
6.3 研究限制.....83
6.4 後續研究與未來發展.....84
參考文獻.....85
英文部份.....85

中文部份.....88

附錄一　實驗設計說明冊.....90

圖目錄

圖 1-1 研究架構流程圖.....5
圖 2-1 認知心理學和人工智慧的關係.....7
圖 2-2 問題空間.....8
圖 2-3 問題空間情境 摘自陳李綢(1992).....9
圖 2-4 設計原型理論架構(Gero, 2003).....17
圖 2-5 鍊結表記中的設計轉折(Kan & Gero, 2005) 19
圖 2-6 擷取小段對話及鍊結表記(Kan & Gero, 2005).....19
圖 3-1 研究流程.....23
圖 3-2 實驗環境配備.....25
圖 3-3 實驗流程圖.....25
圖 3-4 相關產品造型裱板.....27
圖 3-5 思考類別總比例計算方式.....30
圖 3-6 思考轉移計算方式.....31
圖 3-7 LINKOgrapher Windows Application.....31
圖 4-1 FBS 思考類別比例句數長條圖.....39
圖 4-2 FBS 思考轉移比例個數長條圖.....43
圖 4-3 大二、大四與碩二之鍊結圖.....48
圖 4-4 Entropy 圖示說明.....51
圖 4-5 語法與語義圖示說明.....55
圖 4-6 Syntactic 百分比長條圖.....57
圖 4-7 Semantic 百分比長條圖.....58
圖 4-8 FBS 思考轉移比例個數長條圖.....59
圖 5-1 大二、大四與碩二之 Dynamic Issues.....67
圖 5-2 大二、大四與碩二之 Dynamic Issues 討論過程前半段.....69
圖 5-3 大二、大四與碩二之 Dynamic Issues 討論過程後半段.....70
圖 5-4 大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic processes.....72
圖 5-5 大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic Processes 討論過程前半段....74
圖 5-6 大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic Processes 討論過程後半段....76

表目錄

表 2-1　問題解決步驟表.....10
表 2-2　生手與專家解決問題表現之差異.....11
表 2-3　專家與生手之差異表.....12
續表2-3 專家與生手之差異表.....13
表 3-1　A專家評分結果.....28
表 3-2　B專家評分結果.....28
表 3-3　C專家評分結果.....28
表 3-4　三位專家評分之平均結果與名次.....29
表 4-5　信度統計量.....29
表 4-1　資料型態一覽.....32
續表 4-1　資料型態一覽.....33
表 4-2　成果裱板與計理念.....34
續表 4-2　成果裱板與計理念.....35
表 4-3　思考類別定義表.....36
表 4-4　受測組別斷句數一覽表.....37
表 4-5　FBS思考類別比例.....38
表 4-6　碩二受測組結構(S)部份逐字稿.....40
表 4-7　大二受測組實際運作行為(BS)部份逐字稿.....41
表 4-8　思考轉移比例.....42
表 4-9　不於鍊結表記中使用的圖面呈現(D)句數列表.....44
表 4-10　受測組別斷句數一覽表.....45
表 4-11　進行鍊結表記之鍊結規則.....46
表 4-12　鍊結表記之鍊結範例.....47
表 4-13　鍊結密度(Link Index).....49
表 4-14　鍊結表記之鍊結範例.....52
表 4-15　熵(Entropy).....53
表 4-16　熵(Entropy)討論過程前半段與後半段.....53
表 4-17　大二 Syntactic & Semantic.....55
表 4-18　大四 Syntactic & Semantic.....56
表 4-19　碩二 Syntactic & Semantic.....56

表 4-20　大四與碩二受測組 Synthesis(Be→S)部份逐字稿……60
表 4-21　大二 Average Frist Passage Events Matrix……61
表 4-22　大四 Average Frist Passage Events Matrix……61
表 4-23　碩二 Average Frist Passage Events Matrix……62
表 4-24　Shortest Passage Events……62
表 5-1　大二、大四與碩二　句法分布過程 Process Distribution Syntactic……..77
表 5-2　Shortest Passage Events 討論過程前半段與後半段……77

第一章、緒論

本研究對受教年級是否影響設計能力感到興趣，且認為具有深入探討的價值，因此本章將分別說明研究背景與動機、研究問題與目的、研究目標、研究流程，以及研究範圍與限制。

1.1 研究背景與動機

近年來，工業設計愈來愈受到臺灣政府與企業的重視。面對激烈的國際競爭，臺灣產業從低價競爭的「生產代工」OEM 走向「設計代工」ODM，並開始建立「自有品牌」OBM，原因在於市場的經濟型態已由原本只要生產出來便能販賣的「產品導向」，轉變為以創新的產品和服務來吸引客戶的「消費者導向」，而許多企業也已了解透過設計能夠讓產品更具創意、透過設計能夠讓產品更有競爭力。

如此隨著市場需求的改變及人們生活品質的提高，愈發受到重視的工業設計在業界方面的發展逐漸蓬勃，其成果近幾年來頗為亮眼，投入工業設計界的莘莘學子也逐年攀升，使其成為近幾年熱門科系。而在臺灣教育體制影響之下，大學畢業後繼續研究所進修的人日益增多，設計教育也備受重視，然而研究所兩年的所學知識是否能讓學生的設計相關能力有所增進？研究生與大學生之設計過程相較之下，彼此之間是否會因受教年級而有所有差異？

一研究顯示，愈是經驗豐富、接近專家的人，其設計發想過程中愈能以巨觀的角度做思考，思考流程也愈具架構性，發想議題也較具有可發展之延展性，而愈是經驗不多的生手則反之，思考方式較微觀，發想議題也較為零散(陳禮文，1998)。

本研究之研究對象為以擁有一年產品設計基礎之大二生，對比組則為大學與研究所六年之中最高年級者之碩二生，並再選出大學畢業即將就業之大四生，以大二生、大四生及碩二生，這三個設計教育的學習年數差距均為兩年的年級做比較，以

便進一步探討思考行為上所呈現之設計過程的差異。愈高年級的學生對於設計過程中所展現之相關設計能力應愈優於低年級生，但於設計過程當中彼此究竟有何種差異則為此研究所探討之主要議題。因此本研究問題為大二生、大四生與碩二生，其設計過程是否會因受教年級而有所有差異。

1.2 研究問題與目的

本研究以探討工業設計科系學生們設計過程之差異為主軸，並以大二生、大四生與碩二生在設計思考行為上所呈現之設計過程的差異為例。依常理判斷，碩二生較大四生擁有更多的設計經驗與知識，這些能有助於前者解決面臨的問題，碩二生於解決問題的思考行為中，有部份是研究所所學所獲得之設計經驗與相關知識，進入研究所學習的設計經驗與知識是否有助於增長自己的能力？而大四生在設計能力上依常理而言應優於大二生，又亦或大二生學習設計年數較短，所受到的設計之約定俗成習性與作風等等的限制較少，也較無慣用的設計方法，設計思考脈絡因而束縛較少？因此本研究問題為大二生、大四生與碩二生，其設計過程是否會因受教年級而有所有差異，有何相異之處，乃本研究的重點。

本研究以設計實務的領域作為設計思考過程的研究方向，並提出相關知識領域作介紹。由文獻探討中提出研究課題，以進行大二生、大四生與碩二生的設計能力的了解，分析大二生、大四生與碩二生之設計過程的特性及其差異。

探討工業設計領域中，大二生、大四生與碩二生的設計過程差異為何、是如何形成的，以及受教年級是否有無影響大二生、大四生與碩二生彼此之能力的差異，亦或如何影響則為本研究問題。

本研究的目的為：透過 FBS 與鍊結表記來分析大二生、大四生與碩二生於設計過程，以了解彼此之間設計過程之差異。

1.3 研究目標

於設計過程中，大二生、大四生與碩二生是不同的，但此三者之所以會有分別，是在於他們遇到某一設計問題時，所切入的問題點與表達的結果不同，讓我們可以發現他們是有所差異的(何俊亨，1997)。因此，本研究以工業設計系所學生為對象，目的在於探討工業設計系所的大二生、大四生與碩二生其設計過程中的主要影響因素，之間的差異問題及原因，以及不同的設計行為模式，並以設計實行做為研究的重點。而研究與實務部份以一設計案題目實際手繪測試為主，利用口語分析實驗、FBS 模型與鍊結表記來進行分析，以找出大二生、大四生與碩二生彼此設計能力之差異，期望有所成果。

本研究目標為以下三點：

(1)本研究為個案研究型式，以大二生、大四生與碩二生為對象進行口語實驗，分析一個相同的問題其解決方式有何差異及其他相關的設計能力。

(2)以 Gero(1990)所提出之設計原型理論(Design Prototype Theory)的 FBS 模型，來分析解釋大二生、大四生與碩二生的思考行為關聯。

(3)並同樣以設計研究方法之一的鍊結表記(Linkography)為輔，與 FBS 模型交互分析大二生、大四生與碩二生之設計生產率。

1.4 研究流程

本研究為個案研究，經由相關文獻回顧與探討之後，提出研究方法及實驗的設計，將實驗分為「大學二年級學生」、「大學四年級學生」與「研究所二年級生」三組，各分別為三人一組型式來進行設計實驗，再依實驗結果進行分析，並予以比較三組受測組之設計過程差異，最後提出結論與建議。

第一章、緒論

此部份包含研究背景與動機、研究問題與目的、研究目標、研究流程、研究範圍與限制。

第二章、文獻探討

為本研究的理論根據所在，對於問題解決、認知心理學、口語分析、FBS 模型與鍊結表記等一系列相關範圍之文獻進行討論。

第三章、研究方法

依據第二章文獻探討整理出實驗設定的架構，藉著口語分析的方式進行個案實驗研究以觀察設計者，將能夠更明顯的分析兩組設計者設計過程中的差異。透過假設內容進將進行三組受測組的合作式設計實驗，

第四章、研究分析

透過條列式的步驟項目明確列出執行的順序流程，並以繪製圖表的方式加以說明分析，並且進行專家評鑑與結果說明。

第五章、在校生設計過程特質討論

以在校生做為切入點，試著觀察彼此之設計過程有何特質，並做圖表予以分析。

第六章、結論與建議

綜合歸納整體實驗，全面性檢討並提出整個研究的總結，並做後續研究建議事項。

本研究之研究架構流程如圖 1-1 所示：

圖 1-1　研究架構流程圖

1.5 研究範圍與限制

研究對象定義說明

為了使實驗順利進行，實驗對象為國立臺灣科技大學工商業設計系工業設計組之在學學生。生手設定為擁有一年設計基礎之大二生，專家則為大學與研究所六年之中最高年級者，並再選出大學畢業即將就業之大四生，因此以大二生、大四生與碩二生這三組設計教育的學習年數差距均為兩年的年級做比較，來探索其之間設計過程差異。而研究所方面為求平等，碩二生受測者則以大學畢業於國立臺灣科技大學工業設計系的創作組學生為主要實驗對象。設計實驗以年級作為分組依據，以三人一組的形式進行合作式設計實驗。

第二章、文獻探討

本章主要針對相關文獻進行探討，分為設計思考、問題解決、設計研究方法、口語分析等四大部份，以期釐清並彙整出適合本研究執行之理論依據。

2.1 設計思考

1970年代起，有研究開始運用認知心理學與人工智慧的研究成果及研究方法，以從事設計活動研究，於是便產生了兩個新的研究領域：設計認知與設計運算。由認知心理學與人工智慧的研究當中，我們得到了人類思考(Simon & Newell, 1962)、知識獲得、表達與運用、知識與記憶的結構(Miller, 1956)、問題解決(Simon & Newell, 1962)與創造力(Simon, 1966)的知識，了解這些以人類認知結構為主軸之研究成果，並將它反應至設計行為上，形成西方當代設計認知與設計運算的主要方向(Mitchell, 1990)，同樣也是當代設計理論的主軸，如(圖2-1)。

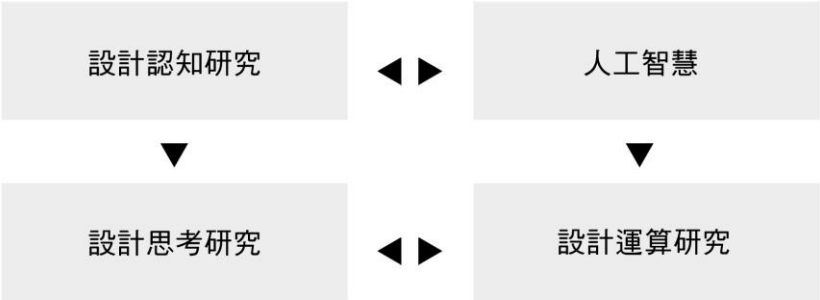


圖2-1　認知心理學和人工智慧的關係

於設計理論發展上，若要探討「設計師如何思考」、「設計活動如何進行」，就需從事關於設計認知與運算之研究，此對於設計教育的幫助，與改進電腦輔助設計都具重大影響，如此的研究漸漸有人稱之為「設計思考」的研究。

2.2 問題解決 Problem-Solving

所有認知活動於本質上均能稱為問題解決，因為人類的認知是有目的性的，往往有其欲達成的目標，並且會去除達到目標之間的障礙(Anderson,1983)。一個問題的存在便是我們目前的狀態和我們想要的狀態間有著差異，而問題解決就是想將一定差異去除，也就是我們欲達至的目標。

根據訊息處理論的觀點，問題可分為下列三種狀態，此三要素結合稱為問題空間(Problem Space) (Newell & Simom,1972)，如(圖 2-2)。

圖 2-2　問題空間

如下(圖 2-3)顯示數個可能的問題空間。(A)表示這個問題有兩種不同的解決途徑，而且兩種途徑都相同，並無捷徑與非捷徑之分。(B)表示解決問題的途徑有兩種，其中一種較有效和迅速，另一種較為麻煩。(C)表示此種問題有明確的目標及

初始狀態，卻無適合的解決途徑。(D)則表示此類問題有一初始狀態，卻沒有確定的目標狀態，以至於無法有解決問題的途徑，如此情境乃存在於「定義不良」(Ill-Defined)的問題中；在此，問題解決的起始狀態便需決定個體的目標為何。一旦目標決定後，便可回到(A)、(B)、(C) 等問題情境。

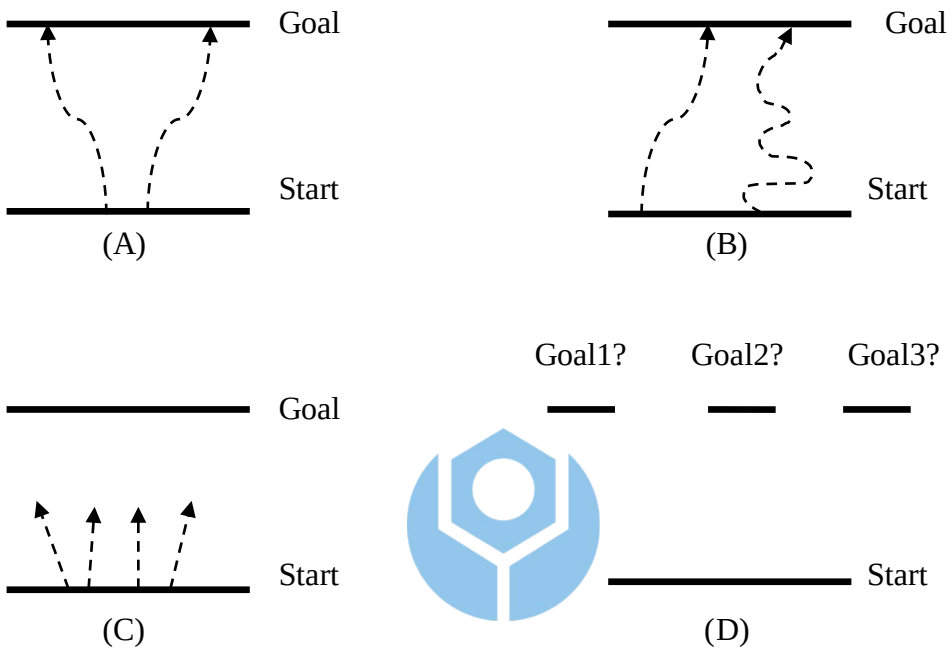


圖 2-3　問題空間情境　摘自陳李綢(1992)

2.2.1 問題解決的步驟

最早嘗試分析問題解決步驟的是 Wallas，他將問題分成四個步驟(Wallas,1926；陳李綢，1992)：

1.準備期(Preparation)：問題解決者選好問題，蒐集背景資料，採取初步行動。

2.醞釀期(Incubation)：若初步行動無法解決，就將注意力轉移至其他活動。

3.豁朗期(Illumination)：問題解決者靈光一閃得到答案。

4.驗證期(Verification)：問題者解決與驗證答案。

而之後壽叟(SolSo,1991,p.443；鄭麗玉，2006)引述一個較詳細的問題解決步驟如下(表 2-1)：

表 2-1　問題解決步驟

認知活動	問題性質
1.確認問題 (Identifying the Problem)	我六月將自大學畢業，這是我人生一個階段的結束。
2.問題表徵 (Representation the Problem)	我即將失業，又沒有錢，必須找工作。
3.計劃解決的行動 (Planning the Solution)	我將寫履歷，調查工作市場，請教親朋好友以及老師。
4.執行計劃 (Execute the Plan)	我將應徵自己有興趣的公司。並前往面試。
5.評估計劃 (Evaluate the Plan)	我將衡量自己的需求和願望，考慮每個工作機會並作出決定。
6.評估解決的行動 (Evaluate the Solution)	我將回顧這個問題的解決過程，並於將來的問題中使用這些知識。

假使我們回想曾經解決過的問題，或許會發現與上述步驟頗為相似，只是這些步驟都於無意識中進行，我們並不會刻意去想現在是在哪個步驟。這些步驟都十分重要，不過問題表徵顯得更重要，因為它常關係著問題解決的難易程度。

2.3 專家與生手的差異

問題表徵亦即問題的呈現，可以有許多種方式，而表徵的方式往往直接影響問題解決的難易。從問題的客觀意義可以見到生手和專家在解題方面能力的差異。解決問題的教學就是希望學生能成為有效的問題解決者，從解決問題的生手變成專

家。專家的境界與生手的境界的不同，可從瑞德(Reed,1988,286，摘自鍾聖校，1980)所引述 Heller and Greeno 在 1979 年整理出來的假設性差異看出，其內容如下(表 2-2)。

表 2-2　生手與專家解決問題表現之差異

	生手	專家
問題表徵	依賴口頭對問題的敘述，不使用語義的，和輔助的資訊。	視情況需要，建構圖形，明顯的運用自發的中介表徵。
知識結構	不使用任何對問題分類的訊息，且所採用的原則都是孤立地儲存著。	自己會找到問題分類的訊息，並採取有關連的解決歷程。
初步分析	缺乏質的分析，不能識別未知和已知的屬性值，直接採用等式。	對問題的特徵能做質的、細節的描述，來找出最可能的解決程序。
解決策略	幾乎碰運氣地找含有量的等式，採用代入值的方法找答案。	依計畫來進行問題的解決，很少需要用代入值的選替程序反覆解題。

問題表徵的方式著實影響著問題解決的難易度，綜合一些心理學家的看法，一個好的問題表徵應具備下列條件(鄭麗玉，2006)：

1. 初始狀態(Initial state)：說明問題之起點為何。
2. 目　　標(Goal)：說明欲達到之狀態為何。
3. 物　　件(Objects)：說明能利用以解決問題之物件、資源等。
4. 操作規則(Operator)：　能利用以解決問題之規則。
5. 限　　制(Restrictions On The Operators)：解決問題時不可違犯之限制。

若具備這些條件便為定義良好的問題(Well-Defined Problems)，否則為定義不良的問題(Ill- Defined Problems)。數學上的問題大都為定義良好的問題，如：ax-b=x 的代數問題，「ax-b=x」為初始狀態，目標是只有 x 在等號左側，其它的在右側，物

件是有關的代數符號，操作規則為代數的規則，限制是只能用正當代數操作來解方程式。由於定義良好，我們通常較容易求得一正確答案。

然而生活上存在著許多定義不良的問題，尤其是初始狀態及目標往往不清楚，因此不易有圓滿的解答。如：問題是一篇好小說，好的標準為何？需寫至何種程度才算好？──目標狀態不清楚。又寫作者需具備怎樣的初始知識方能開始寫小說？無疑地，他需具備某些基本寫作技巧及一些真實的生活經驗亦或相關知識，但如何定義？──初始狀態不甚清楚。所以很難有個標準解答。心理學家因此建議要將問題盡量定義明確，才容易解決問題。

2.4 專家與生手研究整理

設計思考領域中，關於專家與生手於設計過程中之設計思考差異研究已有不少探討，研究者們留下許多依據不同研究方法，以分析專家與生手之間差異的研究結果，下表為過去研究專家與生手之間差異之整理：

表 2-3　專家與生手之差異表

作者	研究名稱	研究方法	研究差異
Davies (1992)	Conceptual data modetling in database design: simlarity and differences between expert and novice designers	Protocol Analysis / Process Model of Database	專家們能夠利用他們的知識結構，以更快、更成功地尋找漏洞並正確執行任務。
Kavakli, Gero (2002)	The structure of concurrent cognitive actions: a case study on novice and expert designers	Masaki's Coding Sdrent	畫圖時，眼睛所見與思考越同步發生越是專家，反之，越個別發生則為經驗不多的生手。
Popovic (2004)	Expertise development in product design—strategic and domain-specific knowledge connections	Knowledge Connection Model	新手的訊息較為支離破碎、策略知識薄弱不穩定。 專家擁有更多特定領域的知識與情境經驗，能自行適應調整情況，應用新程序。

續表 2-3　專家與生手之差異表

作者	研究名稱	研究方法	研究差異
Kim, Kim, Lee and Park (2007)	An underlying cognitive aspect of design creativity=Limited Commitment Mode control strategy	LCM Flow Graph	專家比生手更積極地解決設計問題，專家決定設計理念較生手果斷。
Cai, Yi-Luen Do and Zimring (2009)	Extended linkography and distance graph in design evaluation an empirical study of the dual effects of inspiration sources in creative design	Linkography/ Distance Graph	經驗知識、表述方式、當前問題都會影響設計的性能，給予圖文表或是視覺刺激，也會讓設計結果有不同影響。生手的設計較為表面，而專家的設計則在結構上有明顯深度。
何俊亨 (1997)	設計思考的搜尋策略模型－家與生手的差異	問題領域(Coding Scheme)/ 搜尋策略(Searching Strategy)	專家與生手的差異在於問題切入點不同，原因為問題分解策略所造成。專家傾向最初便建立完整的設計結構，使需解決問題清楚呈現，生手則傾向試著以前推式策略，以尋找問題點。
陳禮文 (1998)	問題解決為導向的設計思考過程－專家與生手的比較	口語分析	專家特質：1.具架構性 2.抽象性 3.巨觀的角度 4.具可發展的延展性 生手特質：1.較偏線性的思考方式 2.較具象 3.較微觀 4.屬個別的、零散的。
陳立季 (2001)	建築設計之生手與專家使用 SEED-Layout 之設計行為模式解析	SEED-Layout/ 基模理論	專家傾向於先由巨觀角度分析題目，建立基本的解題架構後再進行設計，具較固定的設計行為模式。生手則偏依題目所給的限制條件來進行設計，偏線性式思考，無一定設計行為模式。
陳聖智 (2001)	專家與生手設計者使用電腦媒材的認知差異－一般性思考到創造性思考的歷程	以(Suwa, Percsll & Gero, 1998)所提出的編碼系統 Physical, Perceptual, Functional, Conceptual 為架構	創造力的生產時機，專家在產生新概念總數及產生較獨特構想的能力高，亦為設計思考的原創性及順暢性高。生手的彈性及精巧度，包括停頓在專注一個細部發展動作的時間高於專家。
林文傑 (2008)	基模理論探討設計思維之研究－以專家與生手差異為例	基模理論/ 實驗研究法(Experimental Method)/ 口語分析	專家基模製碼上具巨觀、系統、客觀的特色，而生手則為微觀、片斷、主觀的特色。

由表 2-3 可得知，與生手相比專家擁有更好的策略、較具深度的知識架構，以及豐富的特定領域知識，而問題的切入點也與生手不同，反之生手設計思考視角較為微觀且零碎，並較具主觀的特色。

2.5 設計思考研究方法

設計思考由認知心理出發，因而設計思考使用的研究方法傾向於質性研究。研究方法的選用取決於研究進行的目的，不同研究方法的使用可以協助我們獲得不同面向的分析資料。近年來討論設計思考本質的研究方法，主要為以下五類(Cross, 1999)：

1. 設計師訪談(Interviews With Designers)：經由與設計者進行訪談，以了解設計者於設計過程中的執行細節及行為反映。研究資料來自訪談內容，藉以探求研究目的與所需之設計經驗。
2. 觀察與案例研究(Observation and Case Studies)：著重具時間性之特定設計案例，觀察者可採同步亦或事後紀錄方式，以記錄案例的進度及發展。觀察方式包含參與式與非參與式觀察，被探討的案例則包含真實的、人為的以及重新構成幾種類別。
3. 口語分析(Protocol Studies)：為設計思考研究中最常見的研究方法。通常需進行設計活動的實驗，並將設計者在於期間的口語資料記錄予以編碼，目的在獲取思考過程的序列。
4. 理論探討(Reflection and Theorising)：研究主軸藉由領域中的相關知識基礎，整理出具影響力或是較為完整的研究，理論推導在設計活動本質的研究當中，亦有重大的歷史性，而其中本研究所引用的 Schön 反映實踐理論(Reflective Practice)理論及為目前設計理論典範中之兩大主流之一。
5. 模擬實驗(Simulation Trials)：此研究方法主要以電腦模擬為基礎，為較新之研究方法，試圖以人工智慧模擬人類的思考過程，模擬的基礎來自相關研究中得到的理論模型，以電腦模擬人類思考的優點在於可以控制變因，也是一種了解人類思考的工具。

上述五種在設計思考領域裡常使用的研究方法當中，本研究以口語分析(Protocol Studies)做為分析方法，藉由觀察設計師於設計過程中彼此之間的互動與思

考。設計研究方法近二十年來在設計思考領域上，使用口語分析為研究方法的相關研究成果相當豐碩，不論是工程類亦或藝術類的設計研究，經常採用口語分析作為研究方法。

由於人類的思考過程十分複雜且快速，因此在過程中有些動作與反應連設計團隊也無法察覺。口語分析藉著重新編碼與解碼來分析設計團隊資料，可獲得連受測者都無法查覺的資料，也就是口語中蘊含的意義，因此分析結果具有相當程度之客觀性。然而口語分析需耗費大量時間，且研究者於編碼過程當中，也較易因個人主觀意見而影響分析結果，即使如此，口語分析仍為目前最普遍使用於研究設計思考的研究方法。

2.5.1 口語分析

目前口語分析實驗方法有兩種實驗進行方式，分別為放聲思考(Think Aloud)及Suwa & Tversky於1997年所提出的影音回溯(Retrospective)。影音回溯主要是為避免放聲思考干擾設計過程，以及改良傳統回溯法短期記憶不足的問題而發展。對於兩者的優缺點，已有研究以電腦草圖研究比較放聲思考與影音回溯法，表示放聲思考適用於過程導向(Process-Oriented)之設計研究，而影音回溯較傾向於以內容為導向的設計研究。因為影音回溯中，設計者較多描述除動作之外的感知、機能，及概念範疇中的因子。儘管放聲思考較多描述動作，但有些研究認為這種方法對設計行為會造成影響(Lolyd et. al, 1995)。此外，Suwa(1998)於其研究限制中提到利用影音回溯法的缺點，是無法從影片中的視覺暗示記憶當時的感知動作。但Gero & Tang(2001)在比較放聲思考與影音回溯的研究中，發現兩者提供了資訊是相似的，並認為放聲思考不會影響設計過程的進行。

自從Eastman(1970)發表首篇關於口語分析的文章後，口語分析這個最初發源於心理學的研究方式，便正式進入設計思考的領域。Akin(1978)將它帶入研究建築設計行為中，利用口語分析的方式建立出建築設計行為的樹狀結構圖，再配合基模的

應用，分析出設計活動的過程。對於設計思考研究，口語分析是現有方法中最好的選擇，因其資料中蘊含了大量人類思考的資料，有助於分析設計行為。因此經由本研究在口語分析的前提與假設下，才能有較大的討論與研究空間，於Eckersley(1988)提出的口語分析的前提中，以下六項前提為進行口語分析的假設：

1. 分析資料可被視為短期記憶中所包含的資料。
2. 口語資料是短期記憶的資訊被編碼的結果。
3. 口語化過程開始於受測者注意到其思考內容。
4. 口語化是對受測者所注意到的主題直接的編碼,可以顯示出受測者的思想結構。
5. 過程中分節單位，如基模，與整體認知結構相關。
6. 活動中的停止及躊躇是良好指標，代表思考過程中處理資料種類的轉移。

目前所使用的口語分析方式大致歸類為兩種，一為以設計過程(Design Process)為主稱的過程導向(Process-Oriented)研究，另一為以設計內容(Design Content)為主的內容導向(Content-Oriented)研究，過程導向研究多利用放聲思考法(Think-Aloud)，而內容導向研究多利用影音回溯法(Retrospective Protocol)。

2.5.2 FBS 模型 Function-Behavior-Structure Model

FBS 模型為 Gero(1990)所提出，為解釋設計過程中思考行為的關聯模型。將實驗影片中的對話以逐字稿型式轉為文字口語資料，此文字口語資料藉由 FBS 模型編碼，透過影片判斷與所說的話語意圖(Intention)，將單一概念相關的文字變成一斷句(Segment)，並判別此斷句的內容屬於 FBS 模型的哪個元素，因而形成初步編碼表。

FBS 模型將設計思考過程分為三部分，為功能(Funcation: F)、行為(Behaviours: B)與結構(Struction: S)，故稱 FBS 模型：

1. 功能(Function)：功能對應於使用者對系統的需要，例如依任務目的發展的功能。
2. 行為(Behaviors)：對應於系統所預期的和實際的表現，例如系統與子系統的工作

情形；其中行為又分為預期行為(Expected Behaviors: Be)，預期使用者會產生的行為，與實際運作行為(Actual Behaviors: Bs)，產品結構實際的運作情形。

3. 結構(Structure)：對應設計過程中對於物件結構、材質、造型等的設計。

此理論認為設計活動是在設計者所感知的背景下，一種具備目的導向、決策、探索和學習的運作過程，設計的目的在於轉換產品原始的需求，也就是功能，透過運作的評估，產生設計物的結構。功能與結構並非直接轉換，而是透過其運作方式來轉換，也就是從使用者對於設計物的預期行為(Expected Behavior: Be)到設計物結構的實際運作方式(Structural Behavior: Bs)，以上所述的結果是設計物最終的呈現，也就是設計紀錄的文件(Documentation: D)，以上為 FBS 模型基本結構，如圖 2-4 所示。

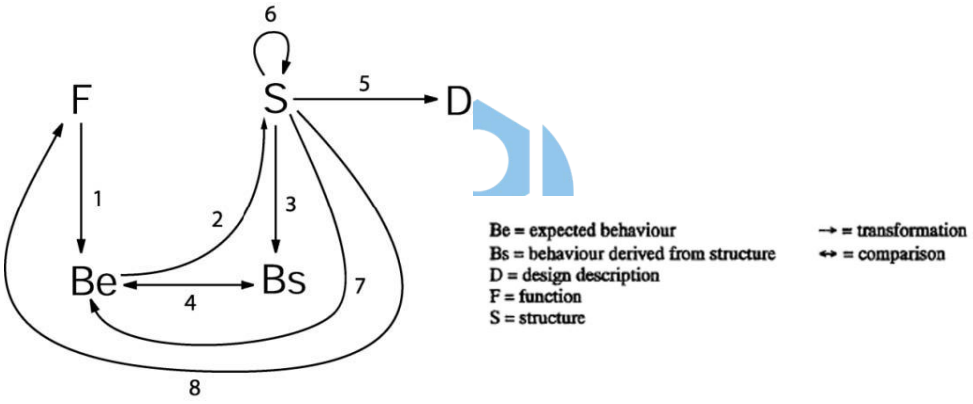


圖 2-4　設計原型理論架構(Gero, 2004)

FBS 模型八種轉移模式：

1. F ⟶ Be: 構想(Formulation)，針對設計議題需求而提出可能功能以及預想運作情境。
2. Be ⟶ S: 綜合(Synthesis)，藉由設想之預期行為與情境模擬，分析設計議題應具有的結構與可能發展的造型。
3. S ⟶ Bs: 分析(Analysis)，針對設計議題而產生結構的實際運作行為。

4. Be ⟷ Bs: 評估(Evaluation)，由預期行為與實際行為做為相互評估概念的可行性。
5. S ⟶ D: 圖面呈現(Documentation)，將設計之產品結構做繪製與呈現。
6. S ⟶ S: 結構之修正(Reformulation I of Structure)，於設計過程中反覆評估結構設計與再次修正。
7. S ⟶ Be: 預期行為之修正(Reformulation II of Expected)，於設計過程中因結構設計而提出預期行為之修正。
8. S ⟶ F: 結構之修正(Reformulation III of Structure)，於設計過程中因結構設計而功能或概念之修正。

2.5.3 鍊結表記 Linkography

以往設計認知的研究，多數為專注過程的描述，亦或創意結果的質化比較，卻省略設計推理的過程，藉由口語分析的資料，設計思考研究學者開始著手設計一個能表達設計推理與概念演化的訊息記號，即為目前研究中常用的鍊結表記(Linkography)。鍊結表記可用來評估設計師的生產率，以及與設計過程之間的關係(Goldschmidt, 1992, 1996, 2001, 2003, 2005) ，Goldschmidt(1995)定義設計概念(move)的演變為一個步驟、一個行為、一個活動，它可改變設計情形，並與推演狀態有關。因此，一個好的概念產生及發展過程，就會有一個交織的鍊結(Links)網狀圖，一個概念發展過程就是一個顯示討論過程的鍊結網(van der Lugh, 2000)，因此鍊結表記分析，常被使用在探討創意設計概念產生過程，與比較設計生產率(Goldschmidt, 1995)。

總而言之，鍊結表記為一套設計推理的紀錄過程，內容充滿許多鍊結之呈現方式，描述設計推理過程似一延續活動，如移動西洋棋般，從一個概念演化至另一個概念。資料來源是從口語分析中透過編碼得到，利用設計經驗與常識作為評斷方針，

將編碼中有相關性的概念訊息予以鍊結，進一步觀察此概念與之前及之後的關聯性，有關聯的概念將形成不同的 V 字形，這步驟稱之「設計轉折」(Design Moves)，不同的鍊結則形成鍊結表記，如圖 2-5 所示。

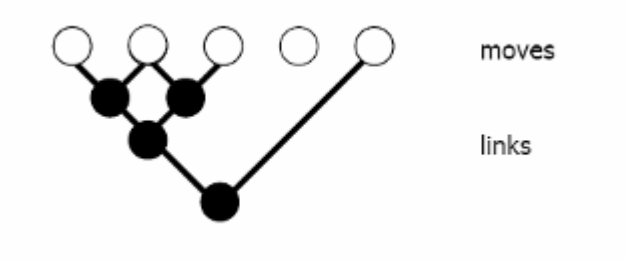


圖 2-5　鍊結表記中的設計轉折(Kan & Gero, 2005)

以圖 2-6 為例，編碼代號(A)建築師與(L)景觀設計師共同合作的一段對話。由對話得知，如 A01 說的內容與 L01 回答有關，給予一連接點。於此運作中鍊結表記提供非常清楚的概念相互關係，且能藉接點的編號告知研究者該句話出自哪位受測者，進而了解設計過程中的溝通關係。

A01	The north is up the page, so the best sun is down the page
L01	for the gallery space
A02	Yeah, yeah
A03	So can you see my mouse, my pointer
L02	Can I see your mouse?
A04	My pointer
L03	Yeah well I can see a pointer ...is that mine?
A05	That's your but you don't see me moving it
L04	No
A06	Ok that mean I've to draw.

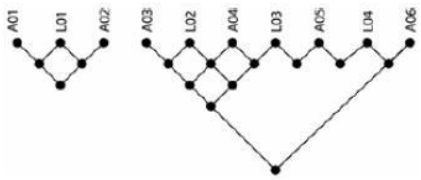


圖 2-6　擷取小段對話及鍊結表記(Kan & Gero, 2005)

2.6 小結

由上述文獻回顧探討中，主要是要從設計思考領域中，以口語分析探求設計者於設計過程期間的口語資料記錄並予以編碼，且透過此章節中以許多研究學者領域成就為基礎，研究者希望能夠了解大二生、大四生與碩二生於設計實驗過程中，其設計問題界定、設計行為表現、最後產出一個設計結果之間的過程如何相互影響、是否產生差異性。因此在許多探討設計過程與內容的研究的文獻當中得知，口語分析的研究方法較易了解其中的過程導向，希望能夠透過此方法模式的引導下，進行大二生、大四生與碩二生的設計過程的了解，並分析大二生、大四生與碩二生之特性及其差距。

第三章、研究方法

本研究之研究方法為口語分析，其為現今設計研究(Design Studies)領域裡，了解設計思考過程與問題解決能力最主要的方法，透過口語資料的編碼與分析，得以一探設計師的思考過程與內容。此方法別於問卷訪談與自我陳述，是最能客觀深入了解設計師思考的內容與問題解決的能力。本研究採用口語分析中的放聲思考(Think Aloud)，即記錄設計過程中設計團隊溝通時所說的話語，而團隊實驗的特點，為研究者不必在一旁提醒受測者需留意說出腦海中思考過程的想法，這點有別於單人實驗。合作式設計中的受測者們，會於自然的情況當中，透過彼此溝通討論與交換意見。因此合作式設計的放聲思考，傾向外在的言語陳述，可透過受測者們之間不斷討論所組成的連續性話語，了解設計過程中概念的發展及演化，如此可深入合作式設計過程，因此本研究採放聲思考。

為了解設計師的思考過程及設計能力變化，需透過編碼系統將口語資料轉換成文字資料，以顯示本研究欲探討的主題。FBS 模型能夠顯示設計師思考時的知識範圍與思考活動類別，此模型基於設計理論而產生，對於描述設計思考過程十分有效，而鍊結表記可描述設計概念的鍊結以及設計過程中思考的創意潛能與效力，因此採用 FBS 模型和鍊結表記作為編碼基礎。

本研究採研究方法中的口語分析，藉由合作式設計進行任務實驗，以探討三個分別不同年級的學生們，於設計過程中其設計過程差異與思考過程的變化，透過文獻整理與歸納，本研究提出兩大假設：

(1) 設計過程會因年級的不同，而讓思考類別與思考轉移的數量呈現不同結果。

愈是高年級的學生，或許愈能從本身經歷中截取可行之相觀設計經驗做為設計的發想，而致使結構方面的編碼數量較多。

(2) 設計過程會因年級的不同，而讓鍊結表記圖形產生不同的風貌。

愈是高年級的學生，或許較能夠抓出重點以快速切入問題點，而能馬上將概念

做深度的發展想與延續設計發想，因此鍊結表記圖形會因年級愈高，產生鍊結愈為緊密的圖形。

本研究的口語編碼系統包含 FBS 模型與鍊結表記，並以此做為探討不同年級之設計過程差異。以下將以研究方法的實際操作、進行步驟、研究執行過程等部份加以說明。

3.1 研究架構

本研究之研究流程如圖 3-1，其包含：大二、大四與碩二，三個不同年級的實驗流程設計、正式實驗、專家評鑑及最終的資料整理與分析。三個年級實驗中的流程大致相同，由於研究方法為口語分析中的放聲思考，因此實驗過程則以錄影做為記錄，而實驗結果所使用的編碼系統則為 FBS 模型與鍊結表記，將於下段簡要敘述本研究方法選用原因。

圖 3-1　研究流程

3.2 實驗設計說明

本研究以合作式設計實驗與口語分析作為研究方法主軸，並紀錄實驗任務過程進行分析探討。探討不同設計教育學習年數與設計能力之間的關聯性，以了解設計成果是否因設計教育學習年數的遞增而增進或產生變化，後者對於設計過程又有何影響。自變項的差異在於學生設計教育的學習年數，因此三個不同年級之實驗受測者所就讀大學均為同校，碩士生則為同一間學校直升之創作組學生。三個不同的年級分為大學部二年級、四年級與研究所二年級，以年級作為分組依據，以三人一組的形式進行合作式設計實驗，進行「防身水壺」之設計任務。

以下部份為針對實驗的設計、進行與操作上各細節說明，包含實驗環境、實驗流程與時間，以及實驗題目選擇的說明。

3.2.1 實驗環境

實驗以工商業設計系工業設計組學生作為口語分析實驗的受測者，使用草圖進行合作式設計。受測之學生依據所設定的設計題目，依實驗流程從事口語分析的實驗。口語分析實驗室內有兩台攝影機拍攝下實驗的過程，一台拍攝受測者的討論圖面，以影音方式記錄繪圖過程，而另一台記錄整個實驗的過程，拍攝重點則為受測組實驗時的動作與反應，讓受測者在環境干擾小的實驗室裡，處於自然的情況下進行合作式設計。受測者設計過程的聲音與圖面，均需精確記錄成數位的文字資料與影音檔，以便於後續編碼與分析。此外為避免受測者受攝影機影響分心，則架高攝影機並在其前方放置一白色隔板(如圖 3-2)。

圖 3-2 實驗環境配備

3.2.2 實驗流程

先由研究人員進行十分鐘的說明實驗設計流程與方法，之後進行六十分鐘設計測驗與十分鐘發表準備的時間，測驗結束之後再進行五分鐘的成果發表。(如圖 3-3 所示)。受測者利用所繪製的產品設計展示裱板與相關情境模擬圖，面對鏡頭闡述設計動機、設計理念、使用說明與產品功能，此部分發表將作為專家評鑑的參考。

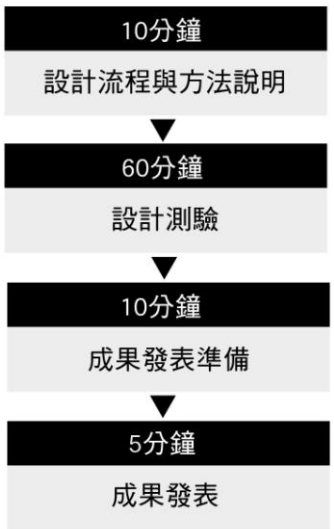


圖 3-3 實驗流程圖

此外，設計構想發展為設計過程中重要的階段，期間的設計思考行為可以視為整個設計活動的縮影，設計思考的認知研究亦多以此階段的設計行為作為研究探討的對象，因此，正式實驗的設計內容以發展設計構想階段為主，設計構想階段的完成則由受測者主觀判斷之。

3.2.3 實驗題目說明

實驗的設計主題為「防身水壺」：為了避免於刻苦的環境中缺乏水分，設計一「防身水壺」讓野外求生探險家、救難隊員、軍警人員與一般消費者在野外踏青、登山或在騎單車時，能有一款攜帶輕便又具備高容量水份的水壺，隨身攜帶著它，不僅便利，也能提升生活品質。目標族群以喜愛嘗試新鮮並且重視生活品質，勇敢表現自己並強調自我特色的現代年輕族群為主；產品的特點與外觀方面必須讓水壺與防身功能結合，達到具體防身功效；擁有輕巧好提、方便飲用，耐衝擊、耐高低溫等特性，並運用不同材質使造型新穎有特色，且能讓使用者快速瞭解使用方式。

由於實驗中的受測者無法使用網路或離開實驗室搜尋相關資料，因此實驗任務的說明冊與相關產品資料的參考造型裱板由研究人員提供 (如圖 3-4)，以提供受測團者於設計過程進行中參考與討論。

圖 3-4　相關產品造型裱板

3.3 成果評量

本研究邀請三位工業設計界之專業人士，亦為國立臺灣科技大學工商業設計系教授，針對設計實驗中各組學生之設計團隊成果進行評分，評分的依據為最終呈現的A3設計裱板，及約五分鐘的成果發表短片，發表者可藉由短片將設計理念與使用說明等做更為具體的描述，讓評鑑專家能更客觀了解所有設計內容。評鑑專家所評分項目有「創新性」、「功能性」以及「美觀性」三項，皆占總成績之三分之一，計算總分並標示名次。實驗結果再由兩位研究員進行口語分析的編碼動作。

3.3.1 成績與信度檢驗

本研究設計題目為「防身水壺」，設計團隊參考設計規範中的產品概述、產品特點與外觀、功能需求與目標消費族群等說明進行設計發展，最終設計成果包含一張

A3 尺寸呈現最終設計成果，並錄製約兩分鐘之設計概念發表，作為設計成果評分依據。

本研究邀請三位專家參考各組設計團隊之 A3 圖面設計成果與約兩分鐘的設計概念發表影片進行評分，讓設計理念與產品使用說明透過言語及肢體動作能有更加具體的描述，使專家可以更加客觀地了解設計內容並予以評分。評分項目包含創新性、美觀性與功能性等三部分，每項分數以 100 為滿分，酌量給分。表 3-1、表 3-2 與表 3-3 分別為三位專家對於三組受測者之評分結果。

表 3-1　A 專家評分結果

A 專家	創新性	美觀性	功能性	平均
大二	82	82	80	81.33
大四	79	80	80	79.67
碩二	80	80	80	80.00

表 3-2　B 專家評分結果

B 專家	創新性	美觀性	功能性	平均
大二	75	70	70	71.67
大四	70	75	75	73.33
碩二	85	80	80	81.67

表 3-3　C 專家評分結果

C 專家	創新性	美觀性	功能性	平均
大二	80	80	80	80.00
大四	80	82	80	80.67
碩二	82	80	80	80.67

如表 3-4，三位專家評分結果分別為大二的 77.67 分，大四的 77.89 分與碩二的 80.78 分，依名次由高至低排序則為碩二、大四、大二。

表 3-4　三位專家評分之平均結果與名次

組別	A 專家	B 專家	C 專家	平均	名次
大二	81.33	71.67	80.00	77.67	3
大四	79.67	73.33	80.67	77.89	2
碩二	80.00	81.67	80.67	80.78	1

設計實驗專家評分一致性結果

於專家評鑑資料採用前，已先將評鑑結果進行了信度檢驗。如表 4-7，其評分信度 Alpha 值之三項總信度平均達到 0.664，顯示信度好。

表 3-5　信度統計量

	信度統計量	
創新性	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
	0.714	3
美觀性	信度統計量	
	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
	0.617	3
功能性	信度統計量	
	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
	0.647	3
三項總信度	信度統計量	
	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
	0.664	3

3.4 口語編碼計算方式

3.4.1 FBS 模型

編碼過程為實驗短片、逐字稿、斷句與FBS編碼。編碼類別為功能(Function: F)、預期行為(Expected Behaviors: Be)、實際運作行為(Actual Behaviors: Bs)、結構(structure: S)、圖面呈現(Documentation: D)、設計規範(Design Brief: R)及無法編入FBS之編碼(X)。

為了解設計過程裡的設計思考變化與成果之間的關係，本研究採 FBS 模型進行系統化口語分析，藉由計算設計過程中的思考類別及思考轉移兩部份的數量和比例，以觀察設計思考類別、設計轉移變化及設計成果之關聯性。以下將詳細說明思考類別比例、思考轉移比例、思考類別平均位置、思考轉移平均距離與 FBS 模型符合比例的計算方式。

思考類別比例

思考類別比例是單一思考類別於所有思考類別中佔的比例，不過並不包括與設計議題無關的對話部份，計算的公式如圖 3-5 所示。以思考類別「功能(F)」為例，先計算設計思考過程當中，思考類別編碼為 F 之斷句總數，再除以設計思考過程中，斷句總數扣除與設計議題無關對話斷句總數，所得數值再乘以 100%。

$$\text{思考類別比例} = \frac{\text{思考類別總數}}{\text{斷句總數-與設計議題無關對話總數}} \times 100\%$$

圖 3-5　思考類別總比例計算方式

思考轉移比例

思考轉移為設計思考過程中，代表的意義為藉由設計議題之產品需求，發展可能功能與使用情境。思考轉移的比例為受測者在設計思考過程中思考行為轉移的比例，計算公式如圖 3-6 所示。若以思考類別 F 轉移至 Be 為例(F→Be)，則先統計設計思考過程中思考轉移 F-Be 總數量除以(設計過程斷句總數-1)之數值，再乘以 100%。

$$\text{思考轉移比例} = \frac{\text{轉移數量}}{\text{設計過程總斷句數-1}} \times 100\%$$

圖 3-6　思考轉移計算方式

3.4.2 鍊結表記

本研究為採用鍊結表記程式LINKOgrapher，是由研究學者John Gero先生的研究團隊所製作。LINKOgrapher為分析編碼的工具，主要應用於FBS模型與鍊結表記之編碼計算與圖表繪製，FBS之思考類別數量與思考轉移數量，以及鍊結表記圖形繪製，Entropy、句法與語義分布、片段活動之計算等均為應用範圍，本研究採用的版本為「Windows Application (Version 1.1　Revision 09/03/2011)」(如圖3-7)。

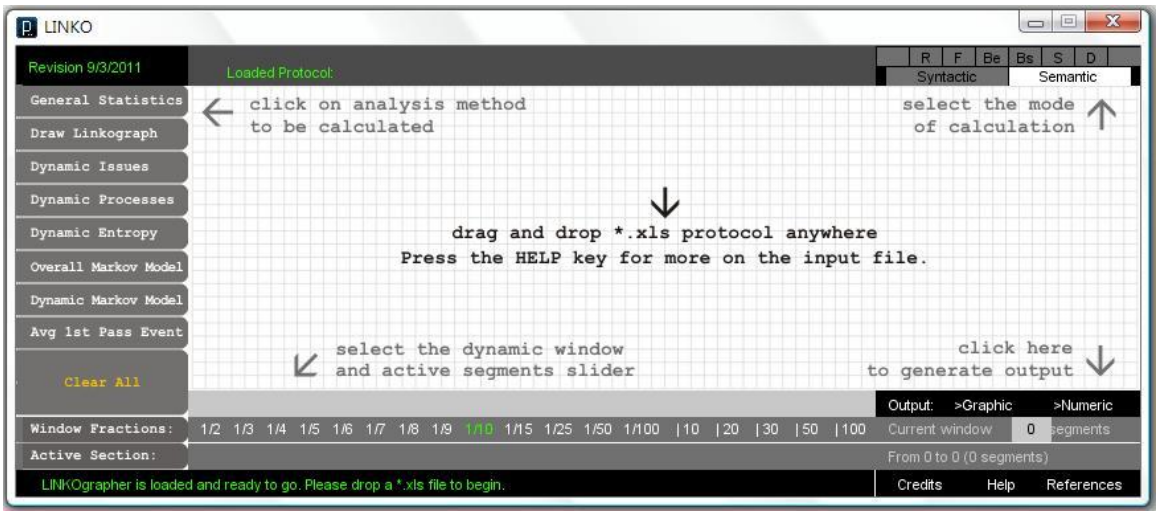


圖3-7　LINKOgrapher　Windows Application (Version 1.1　Revision 09/03/2011)

第四章、分析結果

本研究使用 FBS 模型與鍊結表記，進行口語編碼分析做交互比對，因此本章節除了將詳細介紹實驗結果的內容與評分標準之外，更將 FBS 模型與鍊結表記分為兩大部份進行討論，分節詳細說明與介紹各編碼方法及分析結果，並予以描述比較。

4.1 原始實驗資料整理

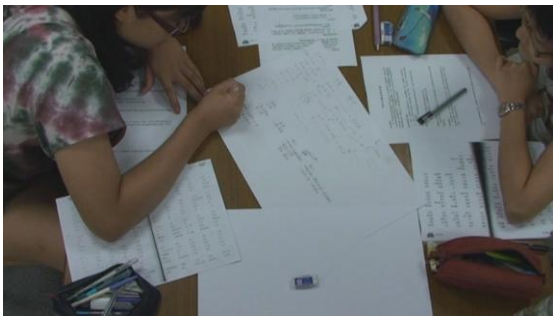
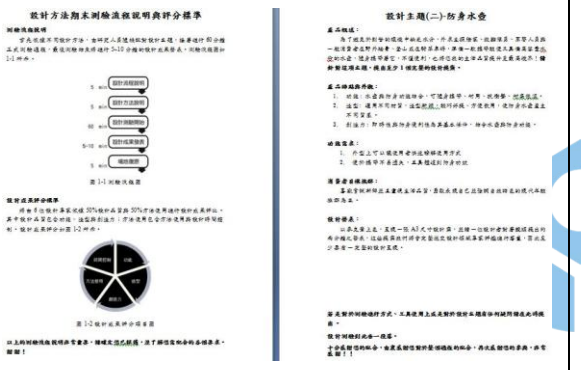
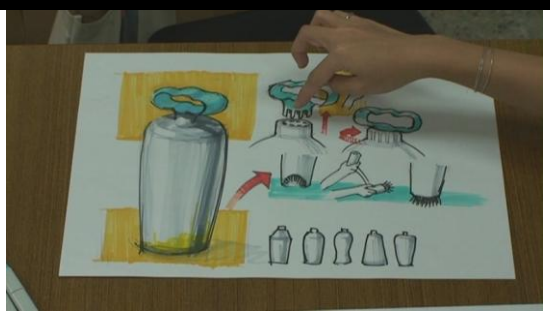
研究分析資料將根據實驗過程中的對話內容、設計過程草圖，並以拍攝之影音記錄做為實驗分析輔助，以順利進行設計過程之分析探討。實驗結束之後，整理以下資料型態：DV 影音檔案、口語文字檔案、圖面影像檔案、設計過程草圖、任務實驗說明冊、最終設計展示板、設計成果發表檔案、專家評鑑分數等(如表 4-1 所示)。

表4-1　資料型態一覽

DV影音檔案	口語文字檔案

TIME	NAME	NUMBER	UTTERENCE	表	鍊	符合	有修改
	A	1	那麼這個就是剛才說的那個就是每門開神	X	X	o	X
	B	2	你有說我看一下	X	X	o	X
	C	3	好，謝謝	X	X	o	X
	A	4	那個，我跟一下我就是這個這個這個這個單，	R	R	o	R
	B	5	這個指標…（用筆比劃）	R	R	o	R
	A	6	嗯，你知道那個，你知道那個那個那個是什麼的…	S	X	=	S
	B	7	嗯	X	X	o	X
	A	8	會有一個，就是那個那個這個會有一個水壺是那個這個（指有關子後方）…那個後面一個那個，那就是比較長的一個，	S	Bs	=	S
	B	9	嗯~	X	X	o	X
	C	10	嗯，那就這個嗎…	X	X	o	X
	A	11	那個也有時候這個會這個這個，就是一個為它這個這個那個時候會這個是這個比較低，會這個這個比較高這樣子，這個比較長的那個這樣嗎？ 那個就是，你等…	X/S/F	Bs	=	S
	B	12	這個這個	X	X	o	X
	A	13	那個，那個這個這個其的一樣會用，不是很確定記忘…	R	R	o	X
	C	14	這個是嗎？	X	X	o	X
	A	15	這個這個不是	X	X	o	X
	C	16	對一下	X	X	o	X
	A	17	…不是它是是，這個是這個有個的時代是，	F	S	=	F
	C	18	沒關係用…	F	F	o	F
	B	19	那個這個的	F	R	=	S
	A	20	那以這一個呢，它有可能是那個就必須，就那個這個？	F	R	=	F
	C	21	什麼叫…那麼不高？	R	R	o	R
	A	22	對呀！就說一定是得得要這樣！	X	X	o	X
	C	23	所呀，電腦的這樣之間的，	F	F	o	F
	B	24	你可以嗎	F	X	=	F
	A	25	可以拿出來…就是這…	X	X	o	X
	B	26	那個一個這已經就這樣了，	Bs	X	=	Bs
	C	27	…一個就是這樣，	Bs	Bs	o	Bs
	A	28	這可能是那個這個的是這	F	S	=	S
	B	29	那以就是那個的…	X	X	o	X
	A	30	那個你就可以這樣這樣的…（做出手伸展的動作）	Bs	Bs	o	Bs
	C	31	嗯~那個它是這樣的手上，就是，這個那個之間的，	F	S	=	S
	A	32	那個你就可能不是這樣的，可能會說用這個，那個這個這樣…會這樣的這個是這樣這	F	R	=	R
	C	33	你這了解沒有對…	R	X	=	R
	A	34	那就是就是一個，這個那個ok！就是有那個那個這個會…	S	S	o	S
	C	35	你不是得這個要求必須了嗎？它這樣是這樣這樣的，	R	R	o	R
	A	36	就是得那就是一個時候…	R	X	=	X
	B	37	是就這樣嗎！	X	X	o	X
	C	38	…那個是在這樣？	X	X	o	X
	A	39	這樣就是，就是是這個這樣這樣這樣的，	R	X	=	X
	C	40	嗯好，那我們再討論一下我們所提的方案了，	C	X	=	X
	A	41	這樣這樣也是…	X	X	o	X

續表4-1　資料型態一覽

圖面影像檔案	設計過程草圖
	
任務實驗說明冊	**最終設計展示板**
	
設計成果發表檔案	**專家評鑑分數**
	

組別(A專家)	創新性	美觀性	功能性	
1	82	82	80	81.33
2	79	80	80	79.67
3	80	80	80	80.00

組別(B專家)	創新性	美觀性	功能性	
1	75	70	70	71.67
2	70	75	75	73.33
3	85	80	80	81.67

組別(C專家)	創新性	美觀性	功能性	
1	80	80	80	80.00
2	80	82	80	80.67
3	82	80	80	80.67

4.2 三組受測組之成果裱板與設計理念

以下為三組受測組於進行設計實驗後，所產生之發表用最終設計裱板與設計理念，如表 4-2 所示。

表 4-2　成果裱板與計理念

	成果裱版	設計理念
大二		針對設計議題「防身水壺」挑選於設計發想中可發展性之「單詞」，例如「恐怖份子」會聯想到伊拉克，其環境可能會需要保溫保冷性質的水壺。「鸚鵡」則聯想到色彩繽紛、塗鴉風，進而聯想到使用族群以年輕人為主，並賦予個人化外觀。鸚鵡的模仿聲音則聯想到水壺擁有嚇阻對方的警報器功能。而倒鉤嘴巴的特色也與登山包包做結合，讓水壺除了可斜背、後背、腰間背之外，也可以直接鉤在登山包包上，具多種不同的攜帶方式。
	成果裱版	**設計理念**
大四		設計思考過程中，先以有可能會使用到的防身功能及科技面做為切入點，再由此發展造型。先列出水壺可發展之形式，如提醒型、記號型、刺激型、武器型、科技型等，從中分別探討發展可行性之後，挑選了武器型中的鈍器類別做深度發想，並由「防身總會想到女性」著手，提出有些夜歸女子會將成串鑰匙以類似手指虎的形式握在手上，以便緊急時刻的不時之需。 最後決定「以造型來解決所需功能」為主做整體的水壺設計。瓶蓋與手指虎結合使用，而瓶底為軟性

續表 4-2　成果裱板與計理念

	成果裱版	設計理念
		材質，一甩動其瓶底的針錐狀便會如河豚的肚子般鼓起，可即時揮甩動以水壺瓶身做防身與攻擊。
碩二		先剔除軍警、救難隊員等專業人士非一般族群之後，產品使用環境以「山難」、「登山」為切入點，由於攜帶便利性的問題，便將討論方向轉為不占空間的水瓶造型或攜帶方法，進而討論到一般水壺使用一久，細部堆積的髒污難以清理也不衛生，討論途中也由自動尋找水源的點子聯想到乾淨的水，而開始發展將「過濾」與「瓶蓋」做結合的使用方式，因此瓶蓋與瓶口成為之後設計著重的地方。 之後為了在山上遇見水源(如小溪流)可方便汲水，瓶蓋造型發展成為漏斗狀，除了便於汲水之外也能做水源的初步過濾，而漏斗狀的大開口部份能往下翻下來，達到易於收納。瓶身則是可以任意汰換的普通寶特瓶，其設計產品特色為不需攜帶整個占空間的水壺，平時只要一個小型的瓶蓋口即可帶著到達走。

4.3 FBS模型

4.3.1 FBS模型理論編碼系統定義

表4-3為反映實踐編碼內容與定義，由實際設計討論過程之逐字稿來舉例說明設計原型的三大元素定義與範例。

表4-3　思考類別定義表

思考類別	實驗舉例
功能 **(Function: F)** 設計內容中的意圖、概念發想，針對欲設計之構想進行假設與提出。	1. 有啊，電擊的功能之類的。 2. 如果是可以替換的…
預期行為 **(Expected Behaviors: Be)** 預期使用者會產生的行為而做情境模擬。	1. 會遇到熊啊！野豬攻擊等等。 2. 然後不小心甩到自己，你就被截肢了。
實際運作行為 **(Actual Behaviors: Bs)** 實際運作產品的結構運作情形。	1. 或者瓶子它本身下面，用一個很簡單的架，不需要架整個，把打火機夾在下面燒。 2. 可是這樣每次喝水都要停下來開開關關，這樣吸管的話…
結構 **(Struction: S)** 尺寸、零件、顏色等外在形體的結構敘述。	1. 它可能長得像某種流星錘。 2. 沒有沒有！我現在瓶身沒有變！就是寶特瓶。
圖面呈現 **(Documentation: D)** 圖面呈現，例如：產品命名、產品情境模擬圖與功能說明等。	1. 不要把他畫爆炸唷！就是已經爆炸了，就這樣把他畫分開。 2. 要在另外畫一個嗎？畫在旁邊？
設計規範 **(Design Brief: R)** 設計規範中的參考資料，例如：題目解釋與定義、設計需求等皆是。	1. 隨身攜帶…（喃喃自語） 2.你不覺得它的要求太多了嗎？它還要生活品質什麼的。
無法編入 FBS 之編碼 **(X)** 與設計議題無關的對話。	1. 嗯嗯… 2. 完蛋了我們一直沒有一個結論。

以結構 S(Struction)為例：於設計原型中，與設計任務相關的設計概念要素例如：顏色、造型、尺寸等外在形體的結構敘述，均為結構的定義。因此在設計任務中，團隊若提到「深色系」、「導 R 角」等具體形容期望之設計產品的結構與外觀的句子，將被我們定義為結構，句子之 FBS 編碼則編作「S」。

4.3.2 編碼結果

斷句與編碼分析

受測組的完整設計過程藉由影音錄像得到畫面與音檔，研究者透過編輯逐字稿的方式轉換成文字稿，為不使單一編碼者過於主觀而導致研究結果的偏頗，因此將與另一研究員(共兩名)一同進行逐字稿的斷句及編碼。口語分析的初步工作為斷句，是將完整的口語資料分做更為明確清楚的語句。

口語資料的斷句部份採Goldschmidt(1991)所提出之分割單位，她將其稱為「設計轉折」(Design Move)，意指：「一種推論的動作，能呈現出一致而協調的論點並適於設計中的實體。」因此任何受測者的意圖，思考或行動的一個轉變即為新斷句的起始。如此情況中，一個斷句包括一至多個完整句子為常見現象。

本研究透過以上斷句定義，將三組口語資料進行整理以便進行編碼工作，表4-4為三組受測組別之斷句數。

表4-4　受測組別斷句數一覽表

組別	有效編碼	無法編入 FBS 之編碼(X)	總斷句數	編碼百分比
大二	587	518	1105	53.12%
大四	479	515	994	48.19%
碩二	544	660	1004	54.18%

如表 4-4 所示，經篩選整理過後，三組受測組別的 FBS 編碼數量平均約為 51.83%，而約 48.17%的斷句數與設計議題較無直接關聯，是在 FBS 編碼當中為無法編入 FBS 之編碼(X)，如於繪圖中跟旁人借筆借橡擦、嬉鬧，或是實驗過程中時間的掌控等等。由表 4-9 可發現，排名第一的碩二受測組其編碼百分比為 54.18%，其次為排名第三的大二受測組(53.12%)，最後為排名第二的大四受測組(48.19%)，顯示於設計過程當中，與設計議題較無直接關係的話語多寡，並不會影響設計成果之優劣。

思考類別比例

表 4-5　FBS 思考類別比例

組別		F	Be	Bs	S	D	R	總和
大二	數量	161	75	230	69	38	14	587
	百分比	27.43%	12.78%	39.18%	11.75%	6.47%	2.39%	100%
大四	數量	141	71	50	150	52	15	479
	百分比	29.44%	14.82%	10.44%	31.32%	10.86%	3.13%	100%
碩二	數量	146	59	54	227	28	30	544
	百分比	26.84%	10.85%	9.93%	41.73%	5.15%	5.51%	100%

以下分析計算均為扣除無法編入 FBS 編碼(編碼為 X)之有效對話。如表 4-10 所示，思考類別比例分別顯示受測者於設計思考過程中，功能、預期行為、實際行為、

結構、圖面呈現與設計規範共六種思考類別之數量及百分比，以了解各組於設計過程中所著重的部份。

藉由表 4-5 可得知大四受測組的編碼中以數量相近之 29.44%的功能(F)與 31.32%的結構(S)為最多數，而碩二受測組則是 41.73%的結構(S)遠遠多於其他思考類別，由圖 4-3 更能看出明顯差距，此結果顯示大四受測組於設計思考過程中，功能與結構為並重發想，而碩二受測組則較著墨於結構部份，功能其次。

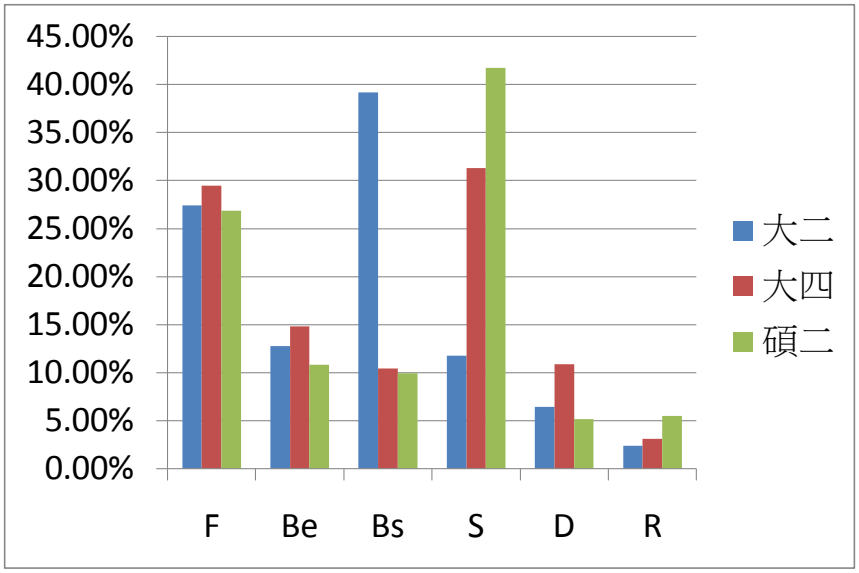


圖 4-1　FBS 思考類別比例句數長條圖

由圖 4-1 更能明顯看出三組受測組之數量上的差異。在結構(S)與設計規範(R)的部份，大二至碩二依年級愈高數量愈多，而大二受測組的實際運作行為(Bs)則大幅領先大四受測組與碩二受測組。

如表 4-6 所示，透過碩二受測組的設計討論過程可以發現，討論過程當中提出了許多市面上現有產品、自身或同儕的比賽得獎作品，以及過往的見識與產品設計經驗等等，了解現有設計並予以分析討論之後，再針對設計議題做設計發想之建構

與修正。因此若依據成績與名次做能力判別，我們則可以由三組受測者之結構(S)數據得知，愈高年級其設計成果成績愈高，結構(S)數量也愈多。

而愈高年級之受測組(即成績愈高之受測組)，設計規範(R)的數據也有明顯增加的趨勢。透過三組受測組的設計討論過程可得知，愈是低年級之受測組，往往討論過程進行到途中，設計方向便愈會產生偏離設計規範的情形，反之，高年級受測組則較會控制設計發想與議題討論的方向。

表 4-6　碩二受測組結構(S)部份逐字稿

說話者	句數	內容	FBS
A	4	會有一種…或是騎摩托車會有一種水壺是背在這邊（指向脖子後方）…然後有一根吸管，那就是比賽用的一種。	S
A	5	然後他有時候還會在這邊…就是…因為它在這邊那個形狀會讓它空氣阻力比較低，會讓它變比較順這樣子…是類似那樣子的東西嗎？　防身功能…耐用…	S
C	93	欸之前不是有一個它就是登山客的或是高山聚落，然後他就是一個很大的網子(邊畫圖邊說)，然後他就是那種格子的	S
C	94	然後就是可以擷取空中的霧那種	S
A	283	就像你剛剛講的像葉屁要做的那個頭一樣，它可能兼具集水跟過濾的功能	S
A	315	或者他有可能…就很像那個螢光筆，不是有一個獨角仙螢光筆，它上面一個頭，上面一邊…可能這邊是喝水的，另外一邊是怎麼樣	S
B	327	我上次有看到的是一個他是賣一個保特瓶的頭，然後它上面就是有一個那個有點像鑰匙的框框，然後是直接跟寶特瓶...寶特瓶的頭做在一起，然後可以直接換的	S
C	328	以前有個東西，在寶特瓶，就它不都有一塊硬硬的嗎，然後下面不是還有一截瓶身	S
B	340	做成圓形，像 ORAITO 那個…	S
A	512	這樣不就變成阿金的 IF 嗎?阿~`阿金的 IDEA 嗎?　整理時間…小黑畫、畫小黑畫比較好	S

另外，透過大二受測組的設計討論過程，我們可得知大二受測組的實際運作行為(Bs)，大幅領先大四受測組與碩二受測組的原因。如表 4-7 所示，此受測組正為產品設計經驗不到一年的學生，因此大二受測組大多是直接套用市面上現有產品做實際運作模擬的討論，以嘗試設計的可行性，或是將其轉換成設計元素直接加入設計議題當中，因而實際運作行為(Bs)的數量明顯多於另外兩組受測組。

表 4-7　大二受測組實際運作行為(BS)部份逐字稿

說話者	句數	內容	FBS
C	136	所以騎一騎要喝就拉過來喝	BS
A	210	對 就還吹不出來 然後反而還那種 還噎住這樣 就很誇張	BS
B	201	哨子 真的有人會來救你嗎	BS
A	271	可是氣囊都燒到自己耶	BS
A	330	可是其實我覺得說 那個什麼 就是 像那種掀蓋式的 就是有點類似以前國中書包那種 掀蓋式我覺得那好麻煩喔	BS
A	433	我的是可以 可以像那樣也可以像背包 摁 就是 旁邊嘛 然後你這樣的話可以 其實就可以拿起來扣 那個後面這樣 然後拉過來 就變背包	BS
C	444	呵 我也覺得 雖然說 這不曉得實際上操作有沒有可能 就如果把那個傘骨變成是這個包包的框架的話 然後不就可能就拉個什麼 然後他就是 就會爆開之類的	BS
A	506	可是 然後平常的話你根本就不會伸進去 他算是塑膠材質 可是你那個插插頭阿 就是直接插 從那邊兩條縫插進去 就可以用了	BS
B	520	那就是降落傘就一拉	BS
B	522	那他就整個就被打開 然後水就流掉就算了 然後那個布就會撐開	BS
C	559	就吸管拉出來之後 可以塞回去這樣子	BS

經思考類別比例的數據分析之後，我們可做出小結，愈是高年級之受測組，其 FBS 編碼之結構(S)與設計規範(R)數量愈多。

思考轉移比例

表 4-8　思考轉移比例

組別		F→Be	Be→S	S→Bs	Be←→Bs	S→D	S→S	S→Be	S→F
大二	數量	13	8	22	2	8	173	8	18
	百分比	5.16%	3.17%	8.73%	0.79%	3.17%	68.65%	3.17%	7.14%
大四	數量	12	8	15	3	8	109	8	10
	百分比	2.51%	1.67%	3.14%	0.63%	1.67%	22.80%	1.67%	2.09%
碩二	數量	16	12	18	0	3	176	5	22
	百分比	2.95%	2.21%	3.31%	0.00%	0.55%	32.41%	0.92%	4.05%

以下分析計算均為扣除無法編入 FBS 編碼(編碼為 X)之有效對話。如表 4-8，思考轉移比例為探討受測組於設計思考過程中，內容轉變的比重與設計成果之間的關聯性。以上八種為符合設計過程之 FBS 模型轉移，而藉由上表可清楚得知三組受測組在於設計思考過程中，均極為注重結構(S)之修正，並以其做為主要的設計發想主線。

而由圖 4-2 可明顯比較出三組各個思考轉移比例的數量。

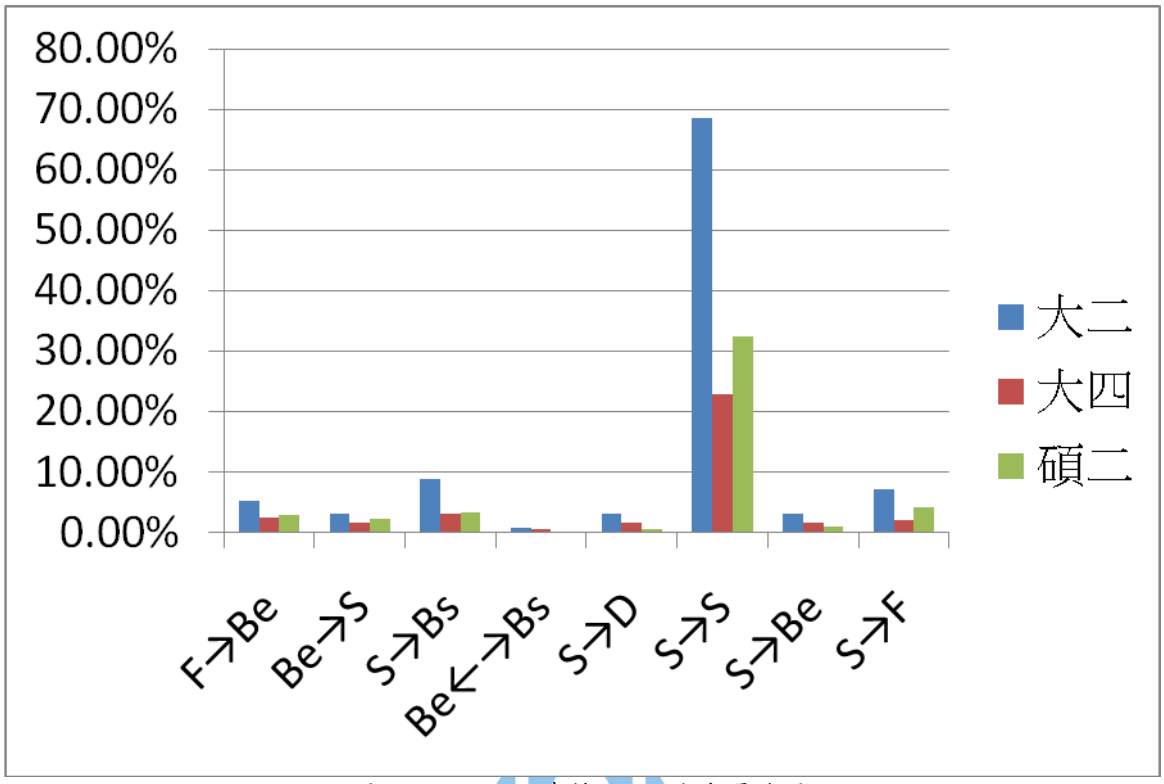


圖 4-2　FBS 思考轉移比例個數長條圖

由圖 4-2 可發現，依成績排序而有明顯趨勢的 FBS 思考轉移比例的編碼為：以預期行為與實際行為相互評估概念可行性(Be←→Bs)、圖面呈現(S→D)與預期行為修正(S→Be)，而三個轉移比例較為明顯的為圖面呈現(S→D)與預期行為修正(S→Be)。

愈高年級的受測組(即成績愈高之受測組)之圖面呈現(S→D)與預期行為修正(S→Be)均有愈發減少的跡象，因此可得知，愈是高年級之受測組，當處於設計流程的後半部時，圖面修正的機會愈少，且模擬情境時之預期行為的修正行為愈少。依三組受測組的設計過程可發現，愈低年級的受測組，愈有邊畫邊事後做修正產品造型的行為，利用一邊手繪一邊與組員做產品造型確認上的溝通機會也愈多，反之愈高年級的受測組，產品造型之描繪能力愈為熟稔，模擬情境時所設想的環境愈為正確。

4.3 鍊結表記

4.3.1 鍊結表記的句數篩選

本研究的鍊結表記所使用之逐字稿，為已經 FBS 編碼過後之句稿，然而由於鍊結表記每個起始點皆為一個想法、一個設計活動的表示，與設計議題發展的發想息息相關，但經 FBS 編碼之後所得到的逐字稿結果，其 D 編碼之部份句子為只純粹討論圖面的呈現及畫法，與設計發想較無直接關聯，因此不予以使用，鍊結表記將會刪減這些句子之後再進行鍊結的動作。表 4-9 為不於鍊結表記中使用的圖面呈現(D)句數內容舉例。

表 4-9　不於鍊結表記中使用的圖面呈現(D)句數列表

組別	說話者	刪除之 D 編蝦句數	FBS
大二	A	應該還是要寫一下材質之類的東西	D
	C	然後先不用太仔細 反正就大概的外觀就可以了 細節不用太…	D
	B	那塗鴉風就用講的 因為我們來不及畫	D
大四	B	對這邊就可以寫這個說明	D
	A	畫造型就好	D
	B	一樣的就好了!不想去換顏色	D
碩二	A	可是我們三個人只要畫一下，所以現在只要畫姆指圖，畫姆指圖就好，不然時間會不夠!	D
	B	姆指圖是甚麼?	D
	C	我現在只是在畫…(指圖)不同的那個而已	D

如上表 4-9 所示，自 FBS 編碼逐字稿中刪除之 D 編碼的句子，均為純粹探討圖面呈現的方式及畫法，與產品設計之議題發想的過程較無直接影響。

FBS 逐字稿中的圖面呈現(D)編碼經篩選過後，鍊結表記的總句數如下表 4-10。

表 4-10　受測組別斷句數一覽表

組別	FBS 有效編碼	部份 D 減去句數	鍊結表記斷句數
大二	587	30	557
大四	479	49	430
碩二	544	25	519

進行鍊結的逐字稿句數，將以大二受測組的 557 句、大四受測組的 430 句與碩二受測組的 519 句為主，鍊結之後的結果將在以下分節做詳細說明。

4.3.2 鍊結表記之規則說明

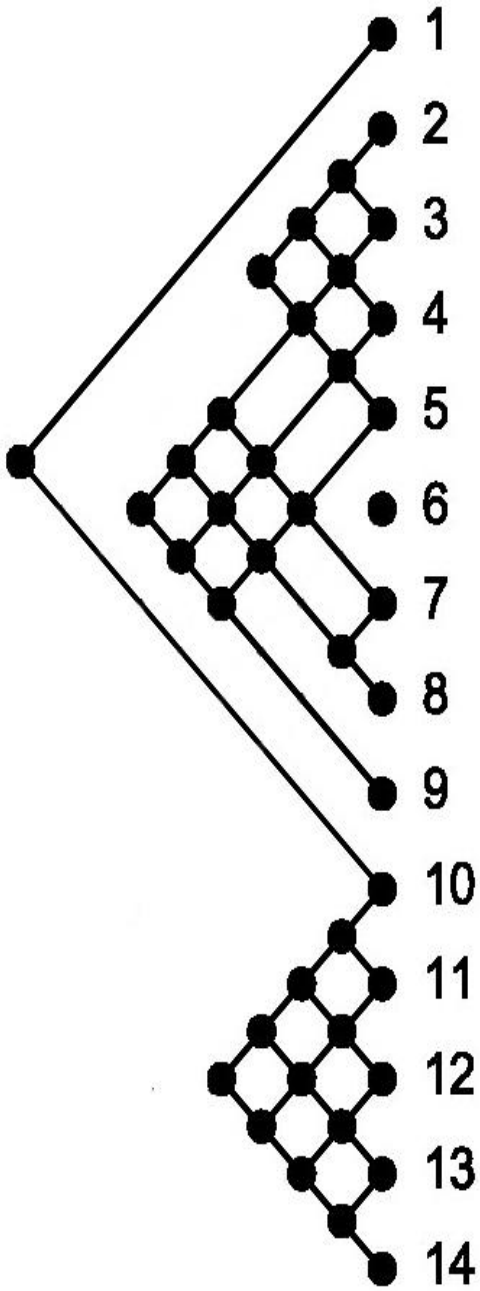
鍊結表記之鍊結規則如表 4-11 所示。本研究所使用之編碼方式除了以 Goldschmidt(1991)的定義為基礎之外，也參考了過去相關研究的編碼方式，進而訂定這三大鍊結規則，以提高編碼的效力。

表 4-11　進行鍊結表記之鍊結規則

鍊結表記之鍊結規則	實驗舉例
擁有關鍵字	什麼叫…**防身**工具? ↓ 我覺得抗衝擊可以跟**防身**有點關係
	說明：若句子當中有「防身」二字，便互相予以鍊結。
話題具連續性	登山客之類的 ↓ 會遇到熊啊野豬攻擊等等 ↓ 所以要拿武器拿水槍 啾!啾!
	說明：提到「登山客」自然會想到「會遇到熊啊野豬攻擊」，而因為預想會遇到這樣的攻擊，「所以要拿武器拿水槍」對付，受測組討論著可能發生的預期行為與情境，話題具連續性。
與實際設計題目無關但自成話題	鸚鵡 呵呵呵 還蠻繽紛的啊 ↓ 嘴巴有沒有攻擊性啊
	說明：「鸚鵡 呵呵呵 還蠻繽紛的啊」與「嘴巴有沒有攻擊性啊」雖然無明顯關鍵字，話題也不具明顯地連續性，但這兩句的話題討論重心同樣是「鸚鵡」這個議題，藉由「鸚鵡」做色彩與其特性的發想。雖然與設計題目「防身水壺」並無直接的關連，但與設計過程之中所可能產生的議題發想及設計特點的捕捉則環環相扣。

本研究之編碼方式由此三大鍊結規則為進行鍊結之必要條件，再分別予以進行三組受測組口語資料的練結。表 4-12 擷取了實驗結果之一小部份口語資料，以逐字稿的形式呈現，做為鍊結細節說明之範例。

表 4-12　鍊結表記之鍊結範例

擷取之鍊結表記圖形	句數	逐字稿內容	鍊結說明
	1	A:軍警、救難…可能就是它要變成某種盔甲。	A 先提出防身的聯想，而 B 則提出了隨身攜帶的特點，分別都是新的概念。
	2	B:隨身攜帶…	
	3	A:啊、你知道那個…騎腳踏車什麼的…	A 經由 B 的「隨身攜帶」，聯想到一種市面上現有設計，可邊騎腳踏車邊用吸管補充水份的水壺，並在第 6 句提出了新的概念。
	4	A:或是騎摩托車會有一種比賽用的水壺是背在這(指向脖子後方)…然後有一根吸管。	
	5	A:他有時候還會在這邊…就是…因為它在這邊那個形狀會讓它空氣阻力比較低，會讓它變比較順這樣子…是類似那樣子的東西嗎？	
	6	A:…而且它要是…強調自我特色的現代感。	
	7	C:方便飲用…	C 對 A 所說舉例的產品下了新的設計條件。
	8	B:不利於吸飲	針對吸飲的方便性 B 延續了 C 的話題。
	9	A:所以它…它有可能是某種就必須…能夠固定吧？	在行動中也能喝水的情況下使用，A 提出新條件。
	10	C:什麼叫…防身工具？	C 提出新的發想，防身定義是具防禦性(如盔甲)還是具攻擊性？之後自己又另外先提出電擊的攻擊性功能。
	11	C:有啊，電擊的功能之類的。	
	12	B:好可怕喔！	B 回應了 C 提出的概念。並延伸發想預期行為。C 再由 B 所提出「喝了之後會如何？」再做延伸，也許如水手卜派般食用後就能變壯。
	13	B:然後一喝自己就被電死了。	
	14	C:…一喝就變超壯！	

4.3.3 鍊結表記之鍊結圖形

依據前述之鍊結規則，將逐字稿所有相關性的句子做整理並予以連結之後，所得到的結果即為圖 4-3。如圖 4-3 所示，由左至右依序為大二受測組、大四受測組與碩二受測組經由鍊結之後的結果，呈現三角形狀態，可以比較出各組受測組於設計過程中，其思考之連續性與推演過程的情形。

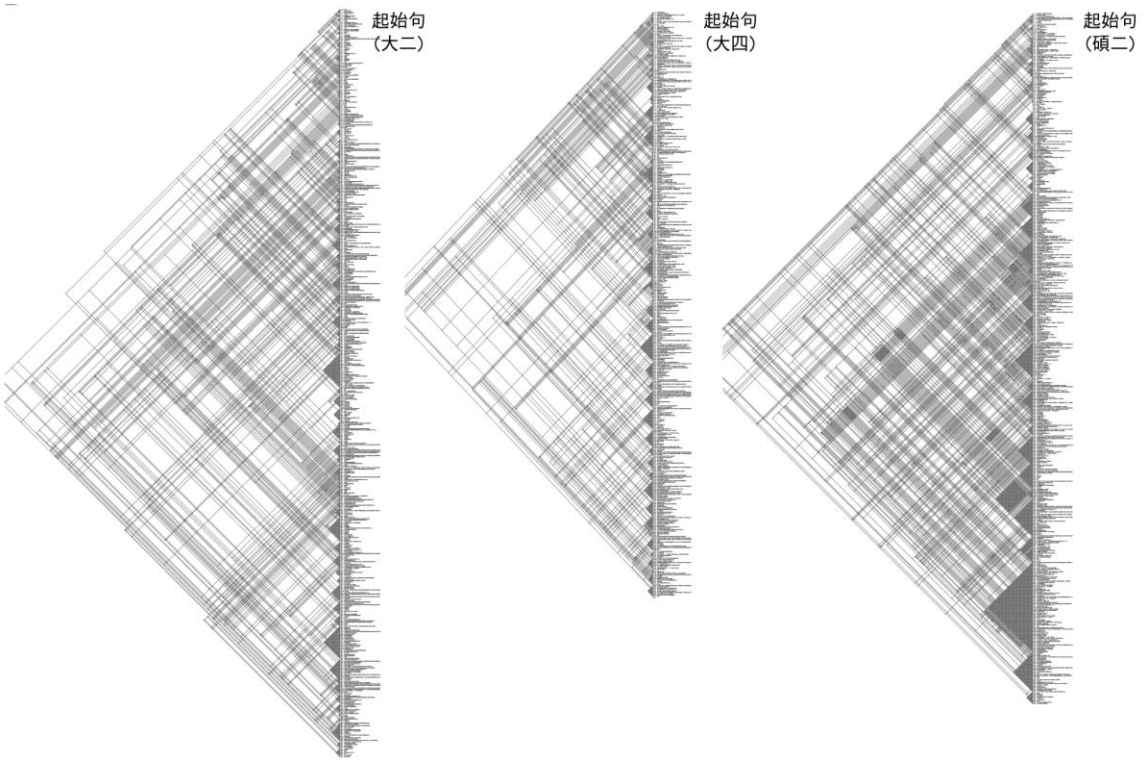


圖 4-3　大二、大四與碩二之鍊結圖

由圖 4-3 所示，三組受測組的鍊結結果圖形加上成績名次的比較之後可以得知，愈高年級之受測組其練結表記圖形愈為緊密，鍊結交織線的密度愈高。其中，大二受測組與碩二受測組之間的設計思考有著強烈對比，大四則介在兩者之間，其鍊結表記的圖形形態較略似於大二。

碩二在設計過程中往往先憑藉過去的經驗快速切入問題點，訂定一主要討論議題之後，再擴展想法並深入探討，設計步驟與思考推演環環相扣，前後的思考順序

相當緊密串聯，因此由圖可發現碩二於設計過程中所形成的鍊結三角點圖範圍相當龐大，密集度也高。

大二則先以腦力激盪的方法提出許多不同的點子，每個議題停留的時間不長，也不會立即做深入的討論，而是集結許多想法與點子之後，才挑選有興趣或是可行的議題做後序的設計發想。

大四則藉於兩者之間，繞著少數選定的想法做設計發想，雖然思考推演的連續性較大二成熟些，其設計過程中所形成的三角點圖的密度也較為緊密，但與碩二相比仍為鬆散。

大二與碩二另一個不同點為，碩二因有較多的設計經驗，而能於較短時間快速切入設計問題點，也較能夠明確取捨需要的設計元素；大二取捨設計元素的方法則傾向每個想法都先嘗試，不行再換的方式。

4.3.4 鍊結指數之概念密度 Link Index

概念演化過程中的鍊結指數概念密度(Link Index)，是將所有水平概念向下延伸的概念點數量，除以概念總數。簡而言之便是鍊結表記中所有的鍊結點數，除以總句數(如表 4-13)。

表 4-13　鍊結密度(Link Index)

組別	鍊結點數	總句數	概念密度 Link Index
大二	3751	557	6.734
大四	3429	430	7.974
碩二	9039	519	17.416

概念密度的計算結果，密度最高之受測組為碩二的 17.416，與排名第二之大四受測組的 7.974 有著明顯差距，最後則為大二的 6.734。

因此，於鍊結數以及概念密度之計算結果當中，可發現愈高年級之受測組，其概念密度的指數愈高。即愈高年級的學生，在概念的處理與將概念繼續做深度發想的部份上，是愈漸深入的，反之愈低年級之受測組，其概念密度較低，概念愈為發散，彼此鍊結愈為鬆散不緊密。

4.3.5 鍊結表記之熵 Entropy

根據 Kan & Gero (2008)所定義之鍊結表記的熵(Entropy)，可分為向後鍊結(Forelinks)、向前鍊結(Backlinks)與水平鍊結(Horizonlinks)三部份，如圖 4-4 所示。若 Entropy 顯示的數據愈大，則表示概念與概念之間的關係愈為深刻，設計過程愈為紮實，而於設計過程中，關鍵的移動通常都含有較多的向後鍊結(Forelinks)與向前鍊結(Backlinks)。

1. 向後鍊結(Forelinks)，為與已經發生的認知發想過程做鍊結(概念演化)，顯示設計路徑從何而來，是負責一個過程的創造性推力。

2. 向前鍊結(Backlinks)，為連接未發生的訊息(概念貢獻)，對下一步之設計生產的貢獻顯示證據，可以判別重要的決策。

3. 水平鍊結(Horizonlinks)，並不表示概念本身的鍊結，而是以時間衡量各個概念之間的鍊結，我們可將它視作一個測量距離的鍊結，顯示概念之間的關係是為鬆散，亦或緊密相扣。

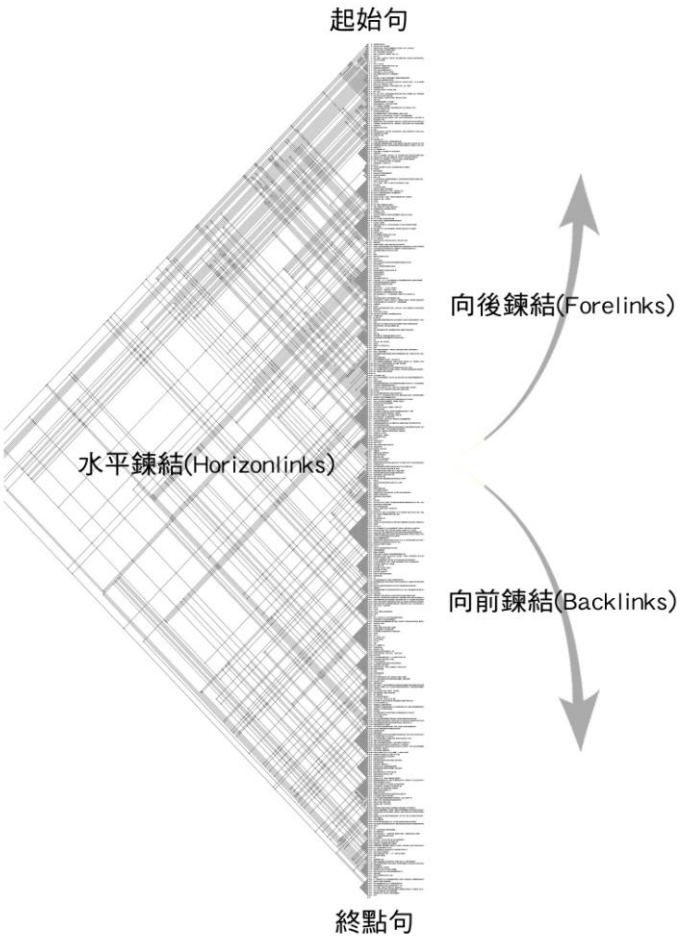
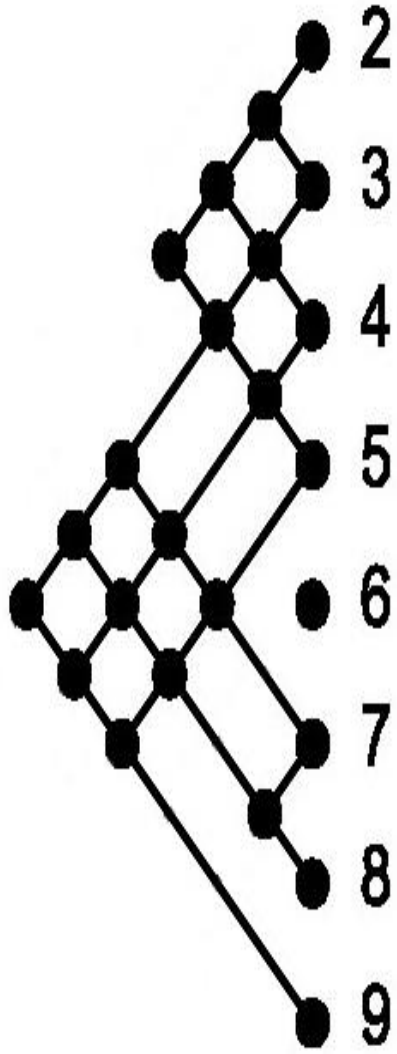


圖 4-4　Entropy 圖示說明

表 4-14 由前章節之鍊結範例的第二句、第五句與第九句，做向後鍊結(Forelinks)與向前鍊結(Backlinks)之方向的鍊結與說明。

表 4-14　鍊結表記之鍊結範例

擷取之鍊結表記圖形	句數	逐字稿內容	方向說明
	2	B:隨身攜帶…	B 提出了隨身攜帶的特點。
	3	A:啊、你知道那個…騎腳踏車什麼的…	
	4	A:或是騎摩托車會有一種比賽用的水壺是背在這(指向脖子後方)…然後有一根吸管。	
	5	A:他有時候還會在這邊…就是…因為它在這邊那個形狀會讓它空氣阻力比較低，會讓它變比較順這樣子…是類似那樣子的東西嗎？	A 經由 B 的「隨身攜帶」，聯想到一種市面上現有設計，可邊騎腳踏車邊用吸管補充水份的水壺，並在第 6 句提出了新的概念。第三、第四與第五句均為 A 所說的話，話題具連慣性，可視為一群祖，而第五句連結第二句為向後鍊結(Forelinks)。
	6	A:…而且它要是…強調自我特色的現代感。	
	7	C:方便飲用…	
	8	B:不利宜吸飲	
	9	A:所以它…它有可能是某種就必須…能夠固定吧？	設計過程中，由能「邊騎邊喝」之現有產品延伸討論，A 提出「固定」的新條件，期望在行動中也能喝水的情況下使用。 第五句連結第九句為向前鍊結(Backlinks)。

Entropy 之計算結果如表 4-15 所示，明顯有差異的為向前鍊結(Backlinks)與水平鍊結(Horizonlinks)兩項。

表 4-15　熵(Entropy)

組別	向後鍊結 Forelinks	向前鍊結 Backlinks	水平鍊結 Horizonlinks
大二	118.736	102.888	41.524
大四	115.1	118.731	45.291
碩二	202.233	175.007	92.287

因此可得知，愈高年級之受測者，向前鍊結(Backlinks)的數據愈大，即為於設計討論過程當中，愈有新概念產生的機會，概念與概念之間發展的頻率愈高，例如發生下一個設計概念的發想、下一個設計議題的產生愈為快速。

另外，愈高年級之受測者，水平鍊結(Horizonlinks)數據也愈大，即表示概念與概念之間的關係愈來愈高，設計討論的過程當中，每個概念之間的愈具相關性，彼此愈是緊密相扣。

而由下表 4-16 可得知，於設計討論過程前半段時，三組受測組之數值演變仍為愈高年級其 Entropy 之數據愈大，但討論過程進行至後半段之後，大四受測組之 Entropy 數據則有小於大二受測組的傾向。

表 4-16　熵(Entropy)討論過程前半段與後半段

討論過程	組別	向後鍊結 Forelinks	向前鍊結 Backlinks	水平鍊結 Horizonlinks
前半段	大二	54.142	63.787	23.585
	大四	78.026	79.425	40.944
	碩二	89.896	87.918	46.953
後半段	大二	86.131	85.259	30.487
	大四	79.676	81.433	29.216
	碩二	145.073	141.79	68.551

若進一步觀察設計過程逐字稿，可得知大四受測組於討論過程後半段較聚焦「防身武器如何結合在水壺上」，希望達到能直接使用造型特點以解決防身與攻擊的問題，而做了許多細部設計修飾的討論，因此鍊結情況較無如前半段般，有大規模鍊結；而大二受測組則不似大四受測組有階段性討論，大二雖設計思考與討論較為零碎，但於後半段討論過程中，仍會回頭繼續將先前提出的發想做討論，假設回頭發想「水壺的個人風格該如何表現」，或是查看先前的發想結果是否有無遺漏，此為大二受測組之鍊結於討論過程後半段規模較大四受測組大之原因。

4.3.6 鍊結表記之句法上與語義上轉移的分布過程

Process Distribution of Syntactic Transitions and Semantic Transitions

句法(Syntactic)及語義(Semantic)為探討練結表記的概念轉移情形。句法(Syntactic)是依照時間，由討論過程中，依據對話發生的先後順序做轉移計算，是一句話轉移過程的數量；語義(Semantic)則是能夠呈現概念發想的鍊結發展，沒有時間的限制，單以句子鍊結的數量及概念與概念之間的發展性及關聯性做計算(如圖4-5)，因此以欲探討設計過程之概念發展的本研究而言，會較著重於語義(Semantic)的轉移發展現象。

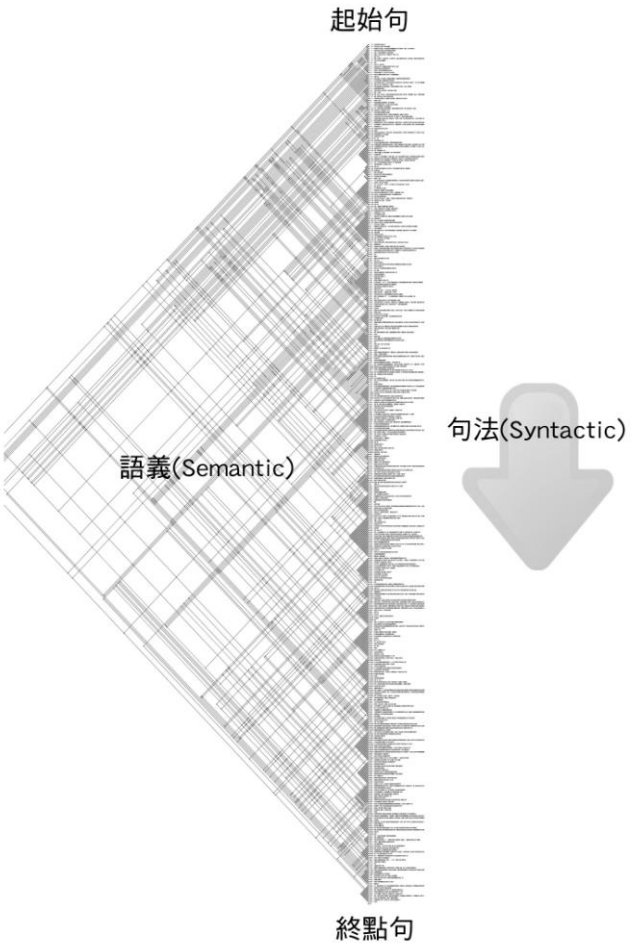


圖 4-5　語法與語義圖示說明

表 4-17　大二 Syntactic ＆ Semantic

句法轉移過程	句法 Syntactic	%	語義 Semantic	%
Formulation (F→Be)	13	5.2	99	4.6
Synthesis (Be→S)	8	3.2	119	5.6
Analysis (S→Bs)	23	9.2	333	15.6
Evaluation (Be←→Bs)	4	1.6	105	4.9
Documentation (D)	4	1.6	49	2.3
Reformulation I (S→S)	171	68.4	1169	54.6
Reformulation II (S→Be)	8	3.2	68	3.2
Reformulation III (S→F)	19	7.6	198	9.3

表 4-18　大四 Syntactic ＆ Semantic

句法轉移過程	句法 Syntactic	%	語義 Semantic	%
Formulation (F→Be)	12	6.9	265	17.5
Synthesis (Be→S)	8	4.6	94	6.2
Analysis (S→Bs)	16	9.2	151	10
Evaluation (Be←→Bs)	4	2.3	159	10.5
Documentation (D)	1	0.6	9	0.6
Reformulation I (S→S)	114	65.9	667	44.1
Reformulation II (S→Be)	8	4.6	66	4.4
Reformulation III (S→F)	22	8.6	398	7.6

表 4-19　碩二 Syntactic ＆ Semantic

句法轉移過程	句法 Syntactic	%	語義 Semantic	%
Formulation (F→Be)	16	6.3	237	4.5
Synthesis (Be→S)	11	4.3	357	6.8
Analysis (S→Bs)	17	6.7	778	14.8
Evaluation (Be←→Bs)	1	0.4	178	3.4
Documentation (D)	2	0.8	30	0.6
Reformulation I (S→S)	181	71	3063	58.3
Reformulation II (S→Be)	5	2	213	4.1
Reformulation III (S→F)	22	8.6	398	7.6

由表 4-17、表 4-18 及表 4-19 整理成長條圖之後，可更加明確顯示出三組受測組各個句法(Syntactic)比例的數量，研究實驗的結果為均無差異(如圖 4-6 所示)，顯示句法(Syntactic)，即一句話轉移過程的數量並不受教育年限的影響。

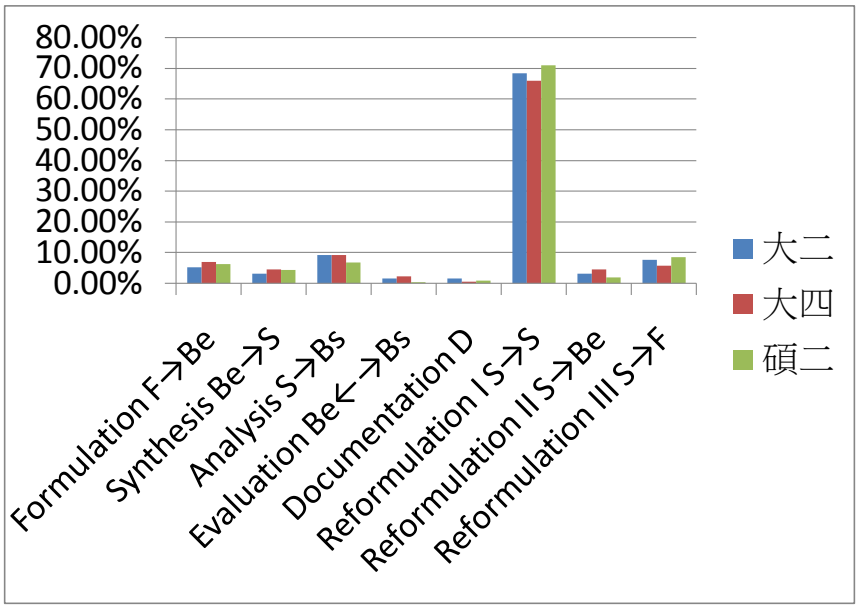


圖 4-6　Syntactic 百分比長條圖

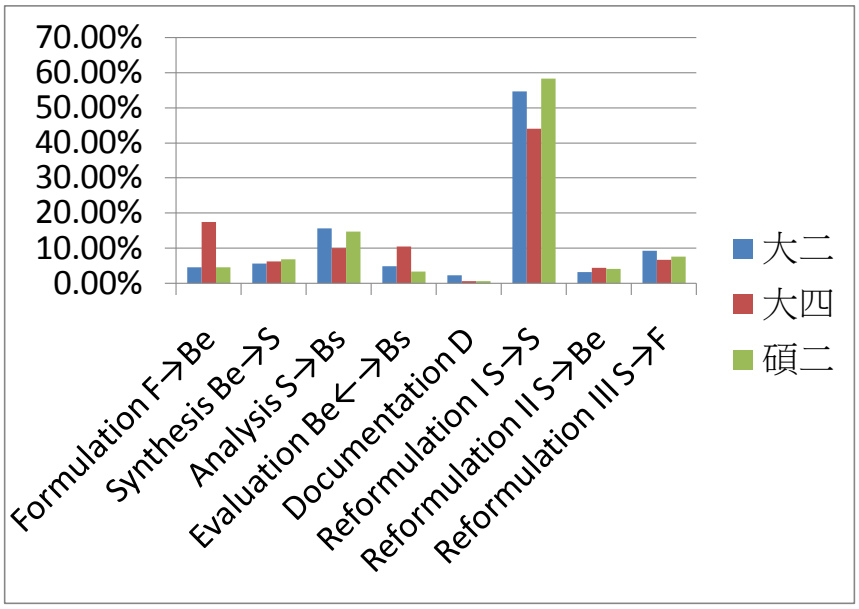


圖 4-7　Semantic 百分比長條圖

如圖 4-7 所示，三組受測組所有之顯示數值中，語義(Semantic)中的 Synthesis (Be→S) 有依年級愈高而漸增。而在許多的轉移中，於設計本質上最能代表的轉移便是 Synthesis，其表示「設計」，為設計當中的主體，也是最核心的部份，假設我想要一個好握持的裝水容器，因此繪出一個好握持的設計。

Synthesis (Be→S)各組數值依年級由低至高排序，分別為大二的 5.6%、大四的 6.2%，以及碩二的 6.8%，雖差距不大，但可得知愈高年級之受測組，其 Synthesis (Be→S) 愈多，即代表愈高年級的學生為較愈熟知如何藉由設想的預期行為與情境模擬，分析設計議題應具有的結構與可能發展的造型。由此證實，年級愈高其設計成果有愈佳之趨勢。

Synthesis 轉移之比例愈高，此結果也呼應了前面 FBS 章節所計算出的 FBS 思考轉移比例，三組受測組之預期行為修正(S→Be)數值變化(如圖 4-8)，顯示三個年級其設計行為與設計修正現象之特點。

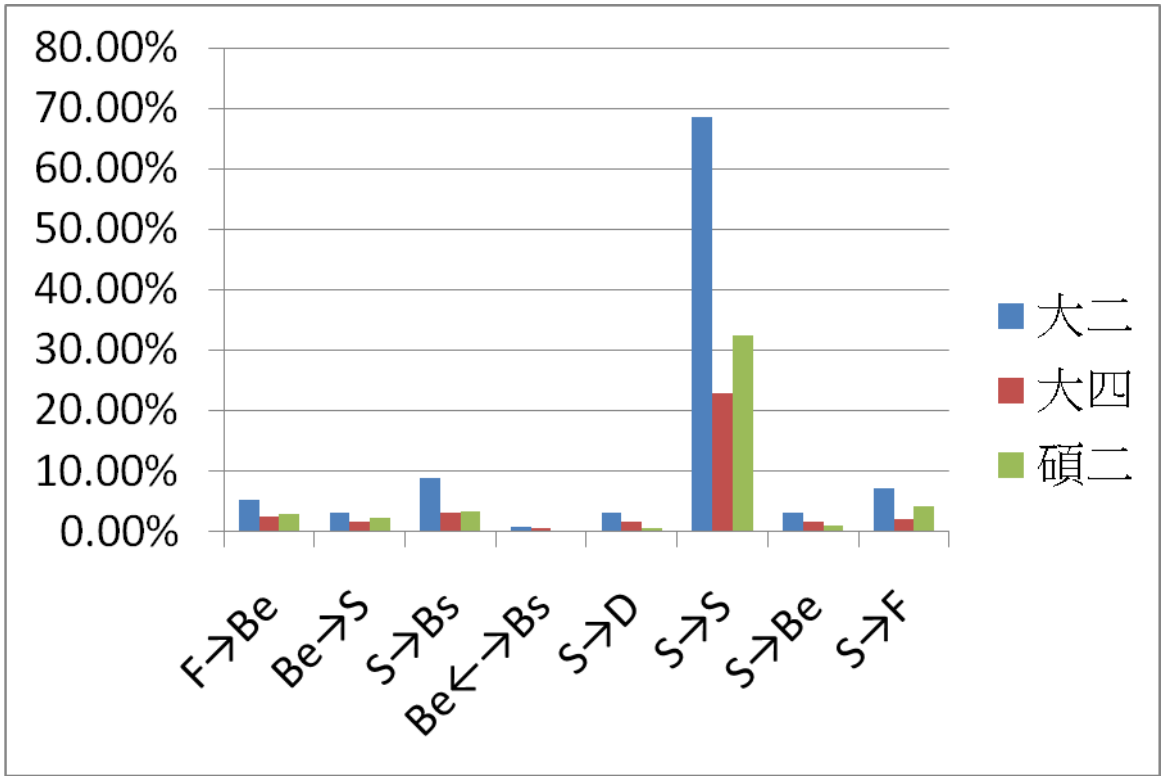


圖 4-8　FBS 思考轉移比例個數長條圖

愈是高年級之受測組，於設計流程後半部圖面修正的機會愈少，且模擬情境時之預期行為的修正行為愈少，且產品造型之描繪能力愈為熟稔，模擬情境時所設想的環境愈為正確，也愈為熟知如何藉由設想的預期行為與情境模擬，分析設計議題應具有的結構與可能發展的造型。

表 4-20 為 Synthesis (Be→S)設計實驗過程之逐字稿舉例，可發現高年級受測組於設計過程當中，往往會先由預期行為(Be)著手，做情境描述或是模擬可能發生的行為，做完預期行為(Be)細部發展後，便會連結至結構(S)的相關討論。

表 4-20 為舉例預期行為(Be)直接連至結構(S)之例子，而於討論過程當中，與預期行為(Be)有關連的會是結構(S)，但預期行為(Be)下一個編碼不見得都是直接連至

結構(S)。愈高年級之受測組，會對於使用者或產品做出預期行為發想之後，再進行一些其它的發想，例如，做完預期行為的發想後，目前的情況該有怎樣的功能(F)，再進一步做深入探討，之後討論出一些新的預期行為(Be)，接著配合實際運作行為(Bs)討論結構(S)。

表 4-20　大四與碩二受測組 Synthesis (Be→S)部份逐字稿

組別	句數	說話者	刪除之 D 編螞句數	FBS
大四	274	B	對 然後 所以我想把如果用甩的會不會　現在小學生不是會拿繩子毆打你啦 就是 就是…	Be
	275	A	雙截棍嗎？	S
	321	B	他一定是是往底部跑 那有沒有說有辦法用就是水壓讓他，攻擊能力變強？	Be
	322	C	尖尖的地方才會出來	Be
	323	A	喔喔!! 像貓爪唷	S
碩二	16	C	然後你就可以吸管開始…（做出牛仔甩繩圈的動作）	Be
	17	B	喔～或是它是套在手上，就是...變成指虎之類的。	S
	211	C	我覺得他感覺水壺就可以加熱，因為他是出去一段時間，那他可能也要自備一些煮飯的工具還是甚麼，那他就有可能有火柴和燒水專用的東西，我覺得這個感覺比較重要的是如何把水很方便倒進去，比較簡單。	Be
	212	A	所以它口應該會蠻大的，然後它的口就會像蓋子(畫圖)	S
	363	C	所以它就是薄薄的，可以捲起來，塞在屁股裏	Be
	364	C	那就長得像一本書…	S

除了 Synthesis (Be→S)會依教育年限而有所差異之外，其餘語義(Semantic)中的實驗結果則為無差異，顯示並不受教育年限的影響。

4.3.7 鍊結表記之片段活動 Average First Passage Events

片段活動 (Average First Passage Events)，可顯示目前的編碼遇到下一個編碼的平均距離句數，若數值愈小，彼此距離則愈近，亦代表其步驟、概念或是活動愈快產生。

表 4-21　大二 Average First Passage Events Matrix

組別	R	F	Be	Bs	S	D
R	2.39	1.55	5.39	15.36	2.19	67.04
F	7.3	0.61	2.93	6.16	1.31	39.94
Be	6.25	1.04	0.9	6.39	1.9	39.51
Bs	2.11	2.98	4.4	1.12	0.67	23.15
S	5.73	2.77	3.3	3.75	0.43	23.74
D	∞	6.27	∞	1.29	0.33	1.67

如表 4-21 所示，若以大二的 Average First Passage Events Matrix 舉例，則：編碼(S)遇到編碼為(R)的平均距離為何，而由表 4-26 中的計算結果可得知是為 5.73。

表 4-22　大四 Average First Passage Events Matrix

組別	R	F	Be	Bs	S	D
R	2.19	0.46	4.28	15.07	3.28	25.86
F	4.34	0.49	3.62	15.75	4.46	28.05
Be	3.44	1.28	1.06	14.8	4.21	26.58
Bs	7.93	2.25	1.98	1.85	0.67	18.82
S	9.6	3.37	2.81	4.19	0.64	23.72
D	∞	0.23	0.93	15.31	1.39	29

表 4-23　碩二 Average First Passage Events Matrix

組別	R	F	Be	Bs	S	D
R	3.43	0.69	2.11	8.63	3.13	17.96
F	16.11	0.67	3.29	9.17	1.86	36.47
Be	24.24	1.53	1.51	11.52	2.37	30.35
Bs	13.27	5.64	6.18	1.56	0.66	28.6
S	16.83	4.16	5.83	7.06	0.43	28.85
D	2.95	0.19	5.11	3.37	1.35	38.15

表 4-24　Shortest Passage Events

大二		大四		碩二	
D→S	0.33	**D→F**	0.23	**D→F**	0.19
S→S	0.43	**R→F**	0.46	**S→S**	0.43
F→F	0.61	**F→F**	0.49	**Bs→S**	0.66
Bs→S	0.67	**S→S**	0.64	**F→F**	0.67
Be→Be	0.9	**Bs→S**	0.67	**R→F**	0.69
Be→F	1.04	**D→Be**	0.93	**D→S**	1.35

表 4-24 為三組受測組之最短片段活動(Shortest Passage Events)的前六項。大二受測組於設計過程當中，最短片段活動(Shortest Passage Events)為(D)→(S)，圖面呈現(D)至結構(S)為最快產生的活動，即大二受測組於圖面繪製之後愈快產生產品的造型及結構的設計討論。

而碩二與大四受測組於設計過程當中，最短片段活動(Shortest Passage Events)均為 (D)→(F)，圖面呈現(D)至功能(F)為最快產生的活動，即碩二與大四受測組於圖面繪製之後，愈快產生功能方面的設計討論，而碩二受測組的 0.19 數值較大四受測組的 0.23 小，顯示愈高年級之受測組，於圖面呈現(D)編碼的句子之後，愈快思索與功能(F)相關的內容，即代表愈高年級之受測組，於討論圖面或繪製圖面時，愈會回頭再次查看功能(F)是不是符合設計需求，因此由此可得知，(D)→(F)循環做得愈好，便愈是偏向高年級學生。

反之，大二受測組之(D)→(S)則符合前章節 FBS 模型的分析當中，愈低年級的受測組，愈有邊畫邊事後做修正產品造型的行為，利用一邊手繪一邊與組員做產品造型確認上的溝通機會也愈多之結果。

4.4 研究小結

本研究將大二、大四與碩二之設計實驗結果以專家評鑑之後的成績優劣，評比分析三組受測組之設計問題解決能力差異，於實驗結果呈現中，依 FBS 模型與鍊結表記兩部份，初步歸納了幾個現象。

FBS 模型

1. 與設計議題較無直接關係的斷句數多寡，並不會影響設計成果之優劣。
2. 愈高年級之受測組，FBS 編碼之結構(S)與設計規範(R)數量愈多。
3. 愈高年級之受測組，實際運作行為(Bs)的數量愈少。
4. 愈高年級的受測組於編碼轉移上，圖面呈現(S→D)與預期行為修正(S→Be)均有減少的跡象。

愈是高年級受測組，較會控制設計發想與議題討論的方向，反之，愈是低年級之受測組，往往討論過程進行到途中，設計方向便愈會產生偏離設計規範的情形。

碩二受測組於設計討論過程中，提出了許多市面上現有產品、自身或同儕的比賽得獎作品，以及過往的見識與產品設計經驗等等，了解現有設計並予以分析討論之後，再針對設計議題做設計發想之建構與修正。而大二受測組為產品設計經驗不到一年的學生，因此大多是直接套用市面上現有產品做實際運作模擬的討論，試著嘗試設計的可行性，或是將其轉換成設計元素後，再直接加入設計議題當中。

愈高年級處於設計流程的後半部時，圖面修正的機會愈少，模擬情境時之預期行為的修正行為也愈少，反之，愈低年級的受測組，愈有邊畫邊事後做修正產品造型的行為，利用一邊手繪一邊與組員做產品造型確認上的溝通機會也愈多。

愈高年級之受測組，產品造型之描繪能力愈為熟稔，模擬情境時所設想的環境愈為正確。

鍊結表記

1. 愈高年級之受測組，其練結表記圖形愈為緊密，鍊結交織線的密度愈高。原因為討論過程中前後的思考順序相當緊密串聯，設計步驟與思考推演環環相扣，因此鍊結表記的鍊結三角圖範圍會相當龐大，且呈現細膩的交織。

2. 概念密度：愈高年級之受測組，概念密度的指數愈高。即在概念的處理與將概念繼續做深度發想的部份上，是愈漸深入的，反之，愈低年級之受測組，彼此概念的鍊結愈為鬆散不緊密。

3. Entropy：愈高年級之受測組，其向前鍊結(Backlinks)與水平鍊結(Horizonlinks)的數據愈大。即為於設計討論過程當中，愈有新概念產生的機會，概念與概念之間發展的頻率愈高，概念與概念之間的連結愈具相關性。

4. 愈高年級之受測組，其 Synthesis (Be→S) 愈多。即愈熟知如何藉由設想的預期行為與情境模擬，分析設計議題應具有的結構與可能發展的造型。

5. 愈高年級之受測組，最短片段活動 (Shortest Passage Events) 中的 (D)→(F) 數值愈低。即於圖面呈現(D)編碼的句子之後，愈快思索與功能(F)相關的內容。

於設計過程中所顯示的結果，在校生的設計概念之呈現與設計熟稔度確實有依年級的遞增而有所增進，設計理念的深度上與產品說故事的能力上也愈為優秀。

五、在校生設計過程特質討論

在上一章節中，經由 FBS 模型編碼以及鍊結表記圖形與數值的統計分析，得到了大二、大四與碩二這三個不同年級的受測組，其設計問題解決能力差異的結果，而本章節將以在校生做為切入點，試著觀察在學的學生之設計過程有何特質，並做圖表予以分析。

5.1 動態問題 Dynamic Issues

動態問題(Dynamic Issues) 顯示了於鍊結表記的圖形中，FBS 編碼所分布的整體情形，以下為三組受測組的動態問題圖表，視窗比例為 1/2，X 軸之單位為概念句數，由左至右為起始句至終點句，將分別進行各組受測組討論過程之整體、前半段與後半段的比較，探討其相異之處，找出在校生設計過程之特質。

討論過程整體比較

如圖 5-1 所示，FBS 編碼就整體分布的走向而言，大二、大四與碩二之 FBS 編碼所分布的整體走向均為向右傾斜狀態，其中大四受測組之坡度左方最為陡峭，顯示討論之初以產品功能(F)及預期行為(Be)為最主要之探討議題，預期行為(Be)則始終維持約為少量的狀態，但接近討論尾聲時，實際運作行為(Bs)才有些許漲幅，而探討焦點才明顯集中於產品的結構(S)討論。由此可得知，大四的設計討論過程的特點為，前半部先以產品的功能討論為主，先經過組內的討論與決定，確定功能之後，才開始做造型結構的發想與設計，討論產品的實際運作情形。

大二受測組圖形略似水平狀態，討論過程前半部的功能(F)與結構(S)之數量呈現平均分布，至尾聲時結構(S)才伴隨著圖面呈現(D)而略為增加，預期行為(Be)、實際

運作行為(Bs)及功能(F)之討論隨之減少，顯示大二受測組於討論過程中基本上為平衡發展，不過於收尾時則以產品設計造型之確定與細節修正為主要討論議題。

而碩二討論過程初期，相較於其他兩組受測組，碩二的設計規範(R)的部份數量最為明顯。在 FBS 章節當中也分析過，愈高年級之受測組，較會控制設計發想與議題討論的方向。碩二於設計規範(R)之下進行設計議題探討，由圖 5-1 之碩二分布圖形顯示可得知，過了設計規範(R)之後，結構(S)數量呈明顯增加狀態。即表示，在功能(F)之討論方向及內容的廣義訂定之後，碩二受測組便接著進行產品結構(S)的討論。

三組受測組同樣到了設計討論過程後半段時，其結構(S)數量才為明顯增加，轉成為主要探討議題。

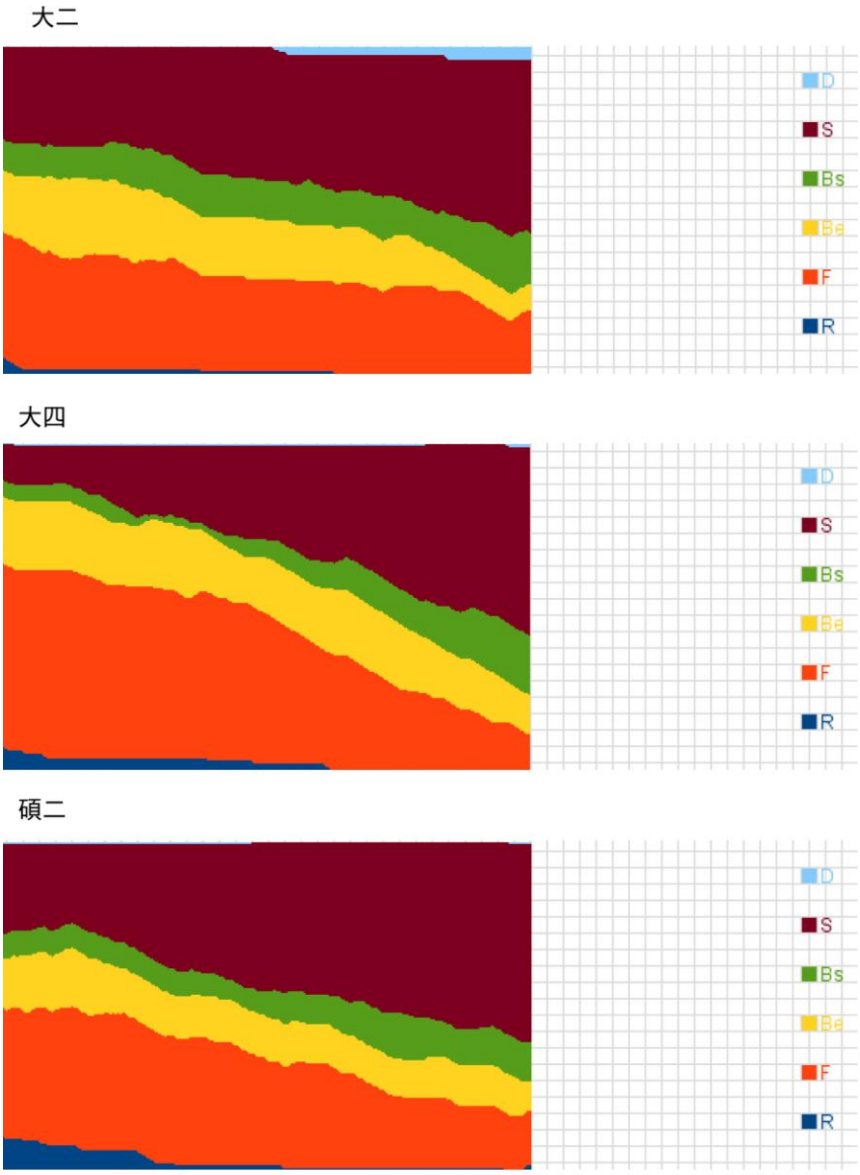


圖 5-1　大二、大四與碩二之 Dynamic Issues

討論過程前半段比較

由圖 5-2 所示，於設計規範(R)依年級由低至高呈遞增的狀態下，大四與碩二受測組於討論過程前半段，以功能(F)為主要之討論設計議題，特別是大四受測組，討論過程到達中段時更是伴隨著預期行為(Be)，熱絡地討論產品功能(F)。而相較於大

四及碩二受測組，大二則呈現功能(F)與結構(S)分布呈現略均等狀態。

碩二受測組於討論過程前半段，討論的焦點著重於「該如何使用水壺防身」、「水壺的水可與防身結合嗎？能做消毒的使用嗎？」、「開口的部份需要過濾功能嗎？」等等，而大四受測組於討論過程前半段，討論的焦點著重於「防身功能該以附加科技的形式還是用造型解決？」、「是要以攻擊型為主還是以防禦型為主？還是使用如警報器功能之聲響型為主？」，相較碩二與大四明確的設計思考方向，大二受測組於討論過程前半段，則是先進行腦力激盪，比如鸚鵡的爪子連想水壺的勾與掛功能，或是由窗簾連想布質或是包覆性強，進而連想至保溫保冷的功能等等，由於大部份是由與結構(S)相關之造型或是產品特性，一一連想至功能(F)，因此大二不同於碩二與大四，呈現了功能(F)與結構(S)分布呈現略均等的狀態。

而預期行為(Be)情境模擬的部份，相似的組別則為大二與大四受測組，大四受測組的實際運作行為(Bs)只限於討論剛開始不久時，之後便將討論聚焦於產品的功能(F)與預期行為(Be)之發想及討論上。

值得一提的是，碩二的圖面呈現(D)數量雖少，卻是於討論過程之初便始終存在，大四的圖面呈現(D)則較碩二晚些發生，大二的圖面呈現(D)則未曾於討論過程前半段中出現。

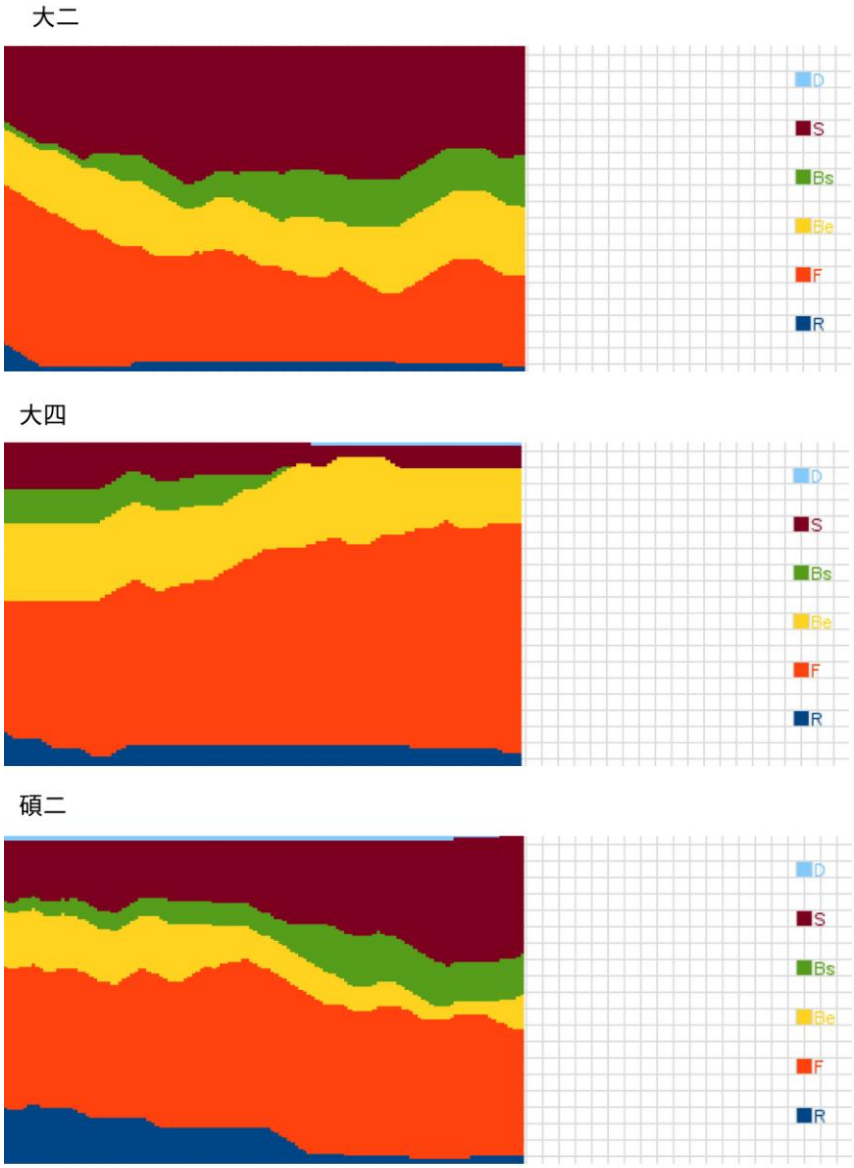


圖 5-2　大二、大四與碩二之 Dynamic Issues　討論過程前半段

討論過程後半段比較

如圖 5-3 所示，三組受測組之結構(S)數量均明顯多於其餘編碼，顯示討論過程自中途之後，設計議題便開始以結構(S)為主，然而探討產品實際運作行為的(Bs)數量並沒有因此而增加。功能(F)的編碼則均因時間而遞減，大四與碩二受測組之功能

(F)遞減最為明顯，尤其大四於討論過程進入尾聲之前，便不再討論關於產品功能方面之發想與議題探討。而大四對於預期行為(Be)之使用者情境模擬，則自始至終一直都存在著討論議題。

大二相較於其他兩組受測組，其圖面呈現(D)由討論過程的途中才開始漸增。

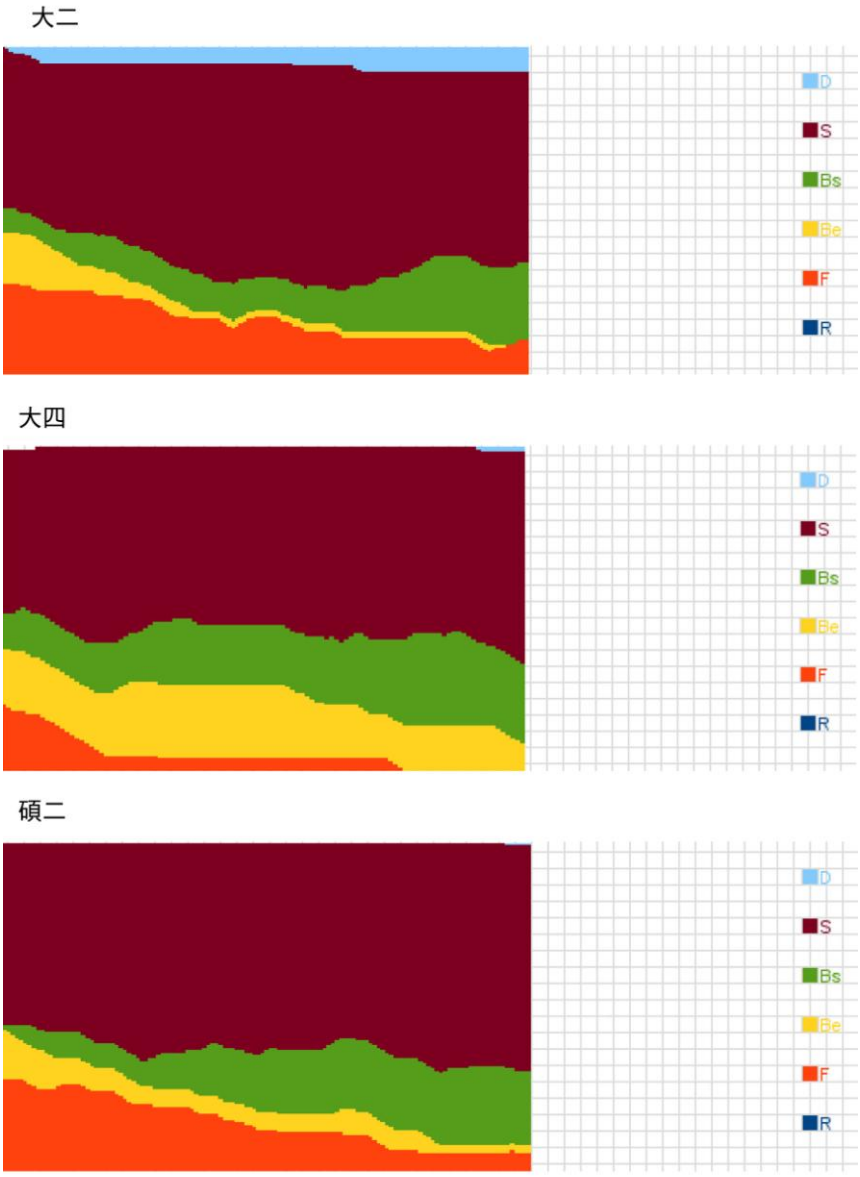


圖 5-3　大二、大四與碩二之 Dynamic Issues　討論過程後半段

5.2 句法動態過程 Syntactic Dynamic Processes

句法動態過程(Syntactic Dynamic Processes)顯示了於鍊結表記的圖形中，FBS 編碼所轉移的整體情形，以下為三組受測組的動態問題圖表，視窗比例為 1/2，X 軸之單位為概念句數，由左至右為起始句至終點句，將分別進行各組受測組討論過程之整體、前半段與後半段的比較，探討其相異之處，找出在校生設計過程之特質。

討論過程整體比較

如圖 5-4 所示，FBS 編碼就整體轉移的走向而言，三組均呈現一個向上坡的形勢，結構之修正(S→S)愈是接近設計討論過程的尾聲，愈是大幅成長。而其次針對設計議題而產生結構的實際運作行為分析(S→Bs)，則均呈現出轉移呈現漸增狀態，符合動態問題 (Dynamic Issues)中，三組受測組於討論過程當中均十分注重結構(S)討論的結論。

大四受測組之針對設計議題需求，而提出可能功能以及預想運作情境(F→Be)轉移數量，於討論初期明顯多於其他兩組，符合前一節大四之設計過程觀察的結果，其功能(F)為主要之討論設計議題。

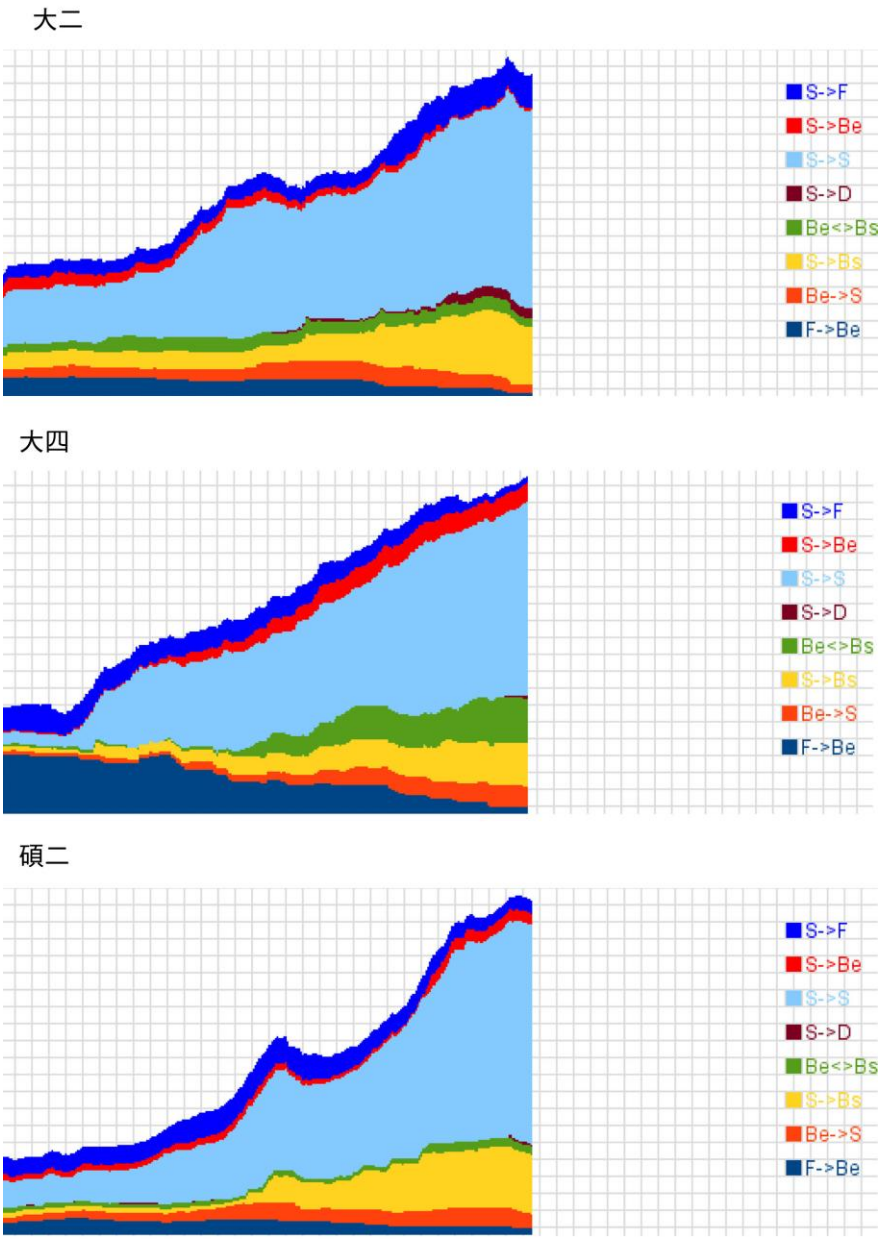


圖 5-4　大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic Processes

討論過程前半段比較

如圖 5-5 為大二、大四與碩二討論過程前半之轉移圖形，大二與碩二受測組的結構之修正(S→S)轉移數量均為遞增，相較之下大四受測組的(S→S)轉移數量則不多，大四在討論過程前半段較著重於針對需求，提出可能之產品功能及預想運作情境的(F→Be)，期轉移數量明顯高出其他兩組。而大二與碩二受測組雖於討論過程前半也有探討產品功能及預想情境，但仍以產品造型及其結構之修正的(S→S)為主要討論議題。

在預期行為之修正(S→Be)於討論過程前半部，則有依受教年級遞增之情形，顯示愈高年級之受測組，愈會重覆修正因產品造型所預想的模擬情境，例如以水壺各種不同之使用方式，預想出各種攻擊的情況。

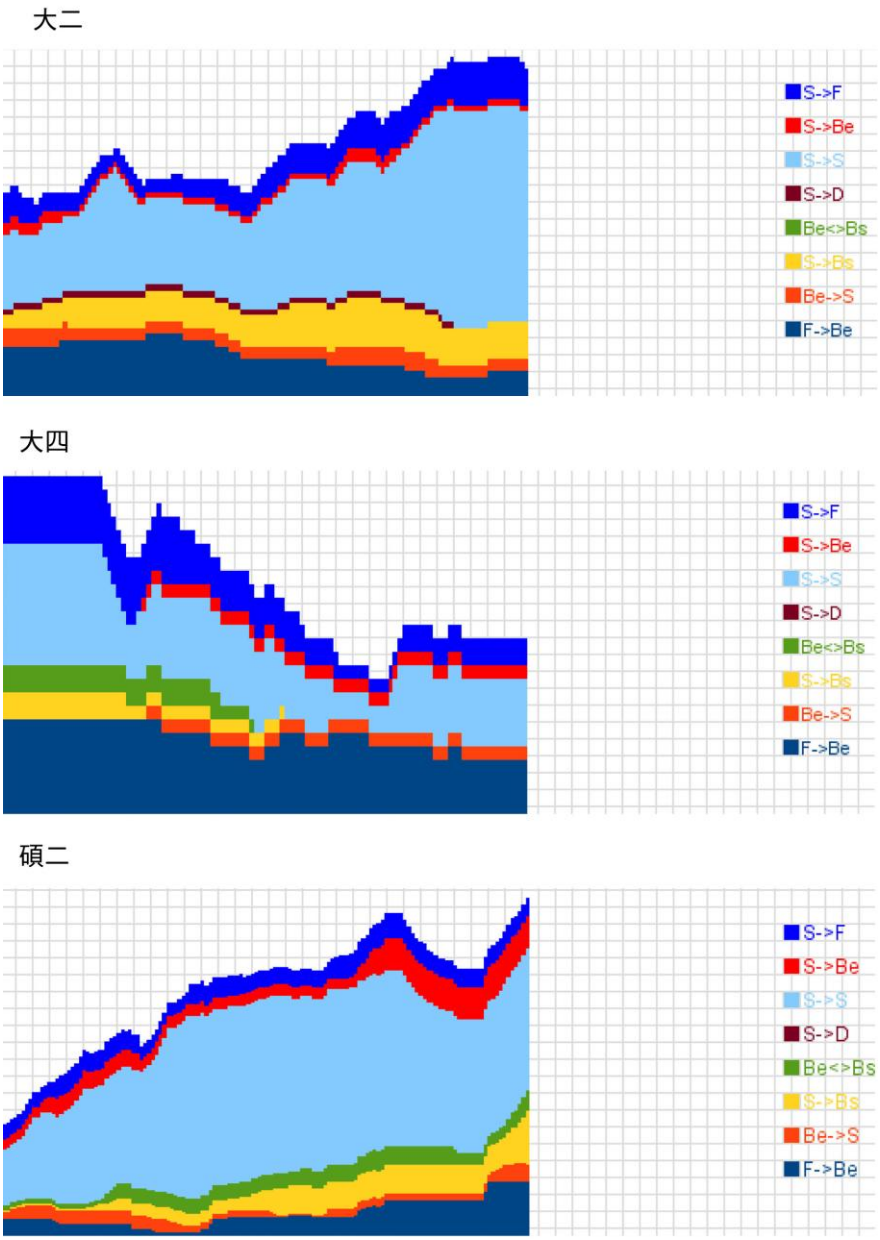


圖 5-5　大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic Processes　討論過程前半段

討論過程後半段比較

如圖 5-6 為大二、大四與碩二討論過程後半之轉移圖形，三組受測組針對設計議題需求而提出可能功能，以及預想運作情境(F→Be)之轉移數量均大幅減少，結構之修正(S→S)及針對設計議題而產生結構的實際運作行為分析(S→Bs)之轉移數量則增加，顯示在產品的功能及模樣情境討論至一段落後，於討論過程後半段，主要討論之設計議題成為以產品造型及其實際運作行為預想，以便決定產品造型及使用過程之描述。

大四受測組之(Be←→Bs)轉移數量，於討論過程後半部呈現增加之趨勢，相較於大二與碩二受測組，大四受測組在討論過程後期才加強預期行為與實際行為相互評估概念的可行性，並藉由此來做結構之修正(S→Be)之探討，試著討論目前發想之造型與預期行為是否具相對合理性。

碩二受測組則由結構之修正(S→F)漸漸轉向預期行為之修正(S→Be)，由產品造型結構與功能之間的探討，轉向與預期行為之間的比較，做出設計發想上之修正。

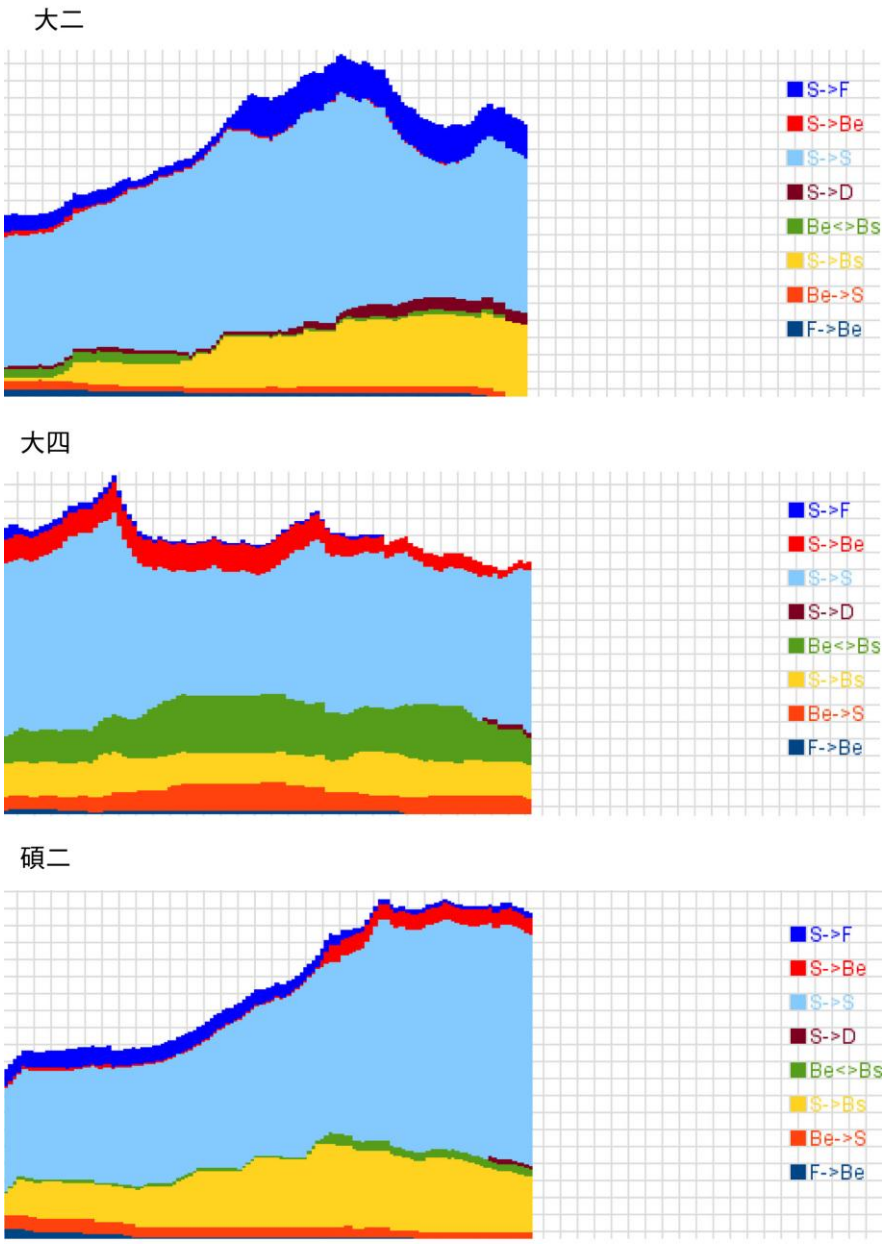


圖 5-6　大二、大四與碩二之 Syntactic Dynamic Processes　討論過程後半段

其中，針對設計議題需求而提出可能功能以及預想運作情境(F→Be)，三組受測組之語義(Semantic)轉移數量具差異，如表 5-1 所示。

表 5-1　大二、大四與碩二　句法分布過程 Process Distribution Syntactic

組別	句法分布過程	句法 Syntactic	%	語義 Semantic	%
大二	Formulation (F→Be)	5	3.2	14	1.1
大四	Formulation (F→Be)	1	0.7	12	1.2
碩二	Formulation (F→Be)	4	2.4	64	1.7

依轉移數量由多至少排序分別為碩二、大四與大二。(F→Be)表示構想之轉移，顯示針對設計議題需求而提出可能功能以及預想運作情境，代表設計討論過程後半段時，愈高年級愈較會再去依功能做預想情境之發想修正，例如水壺之防生與求生功能的刪減。

片段活動 Passage Events

表 5-2 為三組受測組之片段活動(Passage Events)的前半段與後半段中，前六項最短片段活動的情形。

表 5-2　Shortest Passage Events　討論過程前半段與後半段

	大二		大四		碩二	
前半段	F→F	0.86	D→F	0.47	D→F	0.39
	S→S	1.2	F→F	0.83	F→F	0.93
	Be→Be	1.56	R→F	0.93	S→S	1.3
	Bs→S	1.59	Bs→Bs	1.53	Bs→S	1.31
	Be→F	1.92	S→F	1.55	R→F	1.38
	Bs→Bs	2.29	Be→F	1.75	Be→F	1.47
	大二		大四		碩二	
後半段	D→S	0.65	D→D	0.47	D→F	0.39
	S→S	0.67	D→S	0.7	S→S	0.61
	Bs→S	1.19	S→S	0.79	D→S	0.78
	F→S	1.57	Bs→S	1.12	F→S	1.3
	F→F	1.83	Be→S	1.57	Bs→S	1.36
	Be→F	2.05	F→F	1.88	Bs→Bs	1.55

表 5-2 顯示，於設計討論過程前半段，三組最短片段活動以功能(F)為主，後半段則為結構(S)為主，明顯呈現出三組受測組之設計過程為「前期討論 F，後期討論 S」之特點。因此可得知，當設計討論開始進行時，無論是由設計規範開始，亦或是由預想行為及情境模擬開始，受測的學生多數傾向先由功能需求的問題及規範開始著手，再因功能的特色來做產品的造型與結構發想與深入發展。例如：加裝科技性或電子類零件，亦或讓防身功能與水壺瓶身結合，以造型來解決功能需求面。

5.3 小結

本章節以在校生做為切入點，試著觀察在學的學生之設計過程有何特質，做圖表予以分析之後，初步歸納了四項特質，並先敘述說明三組整體設計討論過程之特色，再依年級描述其討論過程其編碼與轉移之演變情形。

1. 先進行功能發想，再著手結構發展。

2. 討論過程初期，愈高年級之受測組愈會重覆修正因產品造型所預想的模擬情境。例如以水壺各種不同之使用方式，預想出各種攻擊的情況。

3. 討論過程後期，愈高年級較會去依功能再做預想情境之發想修正。例如水壺之防生與求生功能的刪減。

4. 三組結構之修正(S→S)愈是接近設計討論過程的尾聲，愈是大幅成長。

當設計討論開始進行時，無論是由設計規範開始，亦或是由預想行為及情境模擬開始，受測的學生多數傾向先由功能需求的問題及規範開始著手，再因功能的特色來做產品的造型與結構發想與深入發展。例如：加裝科技性或電子類零件，亦或讓防身功能與水壺瓶身結合，以造型來解決功能需求面。

大二：於討論收尾時以產品設計造型之確定與細節修正為主要討論議題，圖面呈現(D)由討論過程的途中才開始漸增。

大四：前半部先以產品的功能討論為主，著重針對需求，提出可能之產品功能及預想運作情境，待功能確定之後，才開始造型結構的發想與設計，及產品實際運作的情形，直至進入尾聲前，便不再討論關於功能方面之發想與議題探討。圖面程現(D)則較碩二晚些發生。

碩二：於設計規範(R)之下進行設計議題探討，在功能(F)內容的廣義訂定之後，才接著進行以產品造型及其結構之修正(S→S)為主的討論。圖面程現(D)數量雖少，卻是於討論過程之初便始終存在。

六、結論與建議

本研究透過 FBS 模型與鍊結表記之兩種研究方法，探討三個不同年級其設計過程，發現了一些跨年級的現象，將已清楚呈現之現象結果於此章節列出，以提供未來將研究這塊領域之研究人員繼續往下探索。因此於第六章的結論與建議中，將整合前述章節的討論重點，從 FBS 模型、鍊結表記以及實際觀察設計過程與討論當中，整理出本研究的結論，並提出於設計教育上的貢獻，以及本研究之限制與未來後續之研究方向。

6.1 研究結論

本研究以大二、大四與碩二學生做為比較族群，目的為探討教育年限對於設計過程之影響，於設計討論過程當中，比較三個不同年級之差異為何，因此本研究透過實驗結果與專家評鑑的成績排名之相關數據，並藉由 FBS 模型與鍊結表記之編碼、鍊結圖形與各項研究數據計算，依據結果與討論，得出以下三大結論：

1. 於設計討論中，與設計議題較無直接關係的斷句數多寡，並不會影響設計成果之優劣。

設計討論過程之分析著重於概念的編碼屬性與其發展性，以及概念與概念之間的相關性，屬於比起量而較注重質，與討論對話的內容有關，比如是否能夠準確切入問題點，亦或是否能夠明確地將概念繼續做廣度與深度的發想等等，都是左右設計成果之因素。

2. 於 FBS 分析結果中，愈高年級愈是注重設計規範(R)與結構(S)的發展，而與實際運作行為(Bs)相關連之設計發想則依年級而遞減。

經由設計過程與研究結果分析，愈高年級之受測組，除了一般產品造型結構的設計之外，還會提出許多市面上現有產品、自身或同儕的比賽得獎作品，以及過往的見識與產品設計經驗等等，了解現有設計並予以分析討論之後，再針對設計議題做設計發想之建構與修正，因此結構(S)數量會因年級愈高而具遞增現象。

愈是低年級之受測組，往往討論過程進行到途中，設計方向便愈會產生偏離設計規範的情形，反之，愈是高年級受測組較會控制設計發想與議題討論的方向，隨時注意時間與設計流程的控制，因此設計規範(R)數量會因年級愈高而具遞增現象。

大二受測組為產品設計經驗不到一年的學生，因此大多是直接套用市面上現有產品做實際運作模擬的討論，試著嘗試設計的可行性，或是將其轉換成設計元素後，再直接加入設計議題當中，因此實際運作行為(Bs)遠多於其他兩組，又大四之實際運作行為(Bs)也多於碩二的數量，由此可推斷，與實際運作行為(Bs)相關連之設計發想會依年級而遞減。

3. 透過統計分析鍊結表記的概念密度、Entropy、句法上與語義上轉移的分布過程、片段活動與專家評鑑的比較結果，發現隨著年級的遞增，設計成果與專家評鑑成正比。

逐字稿經由研究員鍊結之後，可明顯發現愈高年級之受測組，練結表記圖形的鍊結線交織的愈為細膩，密度也愈高。由於高年級的討論過程中前後的思考順序相當緊密串聯，設計步驟與思考推演環環相扣，因此鍊結表記之鍊結三角圖範圍也因而相當龐大。

將鍊結表記圖形藉由概念密度計算，也可以得到愈高年級之受測組，其概念指數愈高的結果，即愈高年級的學生，在概念的處理與將概念繼續做深度發想的部份上，是愈漸深入，反之，愈低年級的學生，概念彼此之間的鍊結愈為鬆散不緊密。

接著若計算三個不同年級的 Entropy，也能發現愈高年級的學生，其向前鍊結（Backlinks）與水平鍊結（Horizonlinks）的數據愈大，顯示於設計討論過程當中，概念與概念之間發展的頻率愈高，且愈有新概念產生的機會，比如發生下一個設計概念的發想、下一個設計議題的產生愈為快速，而概念與概念之間的連結也愈具關

聯。

經由鍊結表記之片段活動(Passage Events)的計算過後，可得到最短片段活動(Shortest Passage Events)的結果。愈高年級之受測組，最短片段活動 (Shortest Passage Events) 中的(D)→(F)數值愈小。即愈高年級之受測組，於討論圖面或繪製圖面時，愈會回頭再次查看功能(F)是不是符合設計需求，因此由此可得知，(D)→(F)循環做得愈好，便愈是偏向高年級學生。

在許多的轉移中，於設計本質上最能代表的轉移便是 Synthesis，其表示「設計」，為設計當中的主體，也是最核心的部份，依研究結果之計算及分析之後可得知，愈高年級之受測組，Synthesis (Be→S)的轉移數量愈多，表示愈高年級的學生愈為熟知如何藉由設想的預期行為與情境模擬，分析設計議題應具有的結構與可能發展的造型。因此由此可證實，年級愈高，設計行為愈是正確成熟。

本研究透過 FBS 模型與鍊結表記之研究方法，根據個案研究形式找出三個不同年級所具備之設計特質，以及彼此之間的差別，在校生於設計過程中所呈現的結果上，確實有依年級的遞增而有所增進，設計理念的深度上與產品說故事的能力上也愈為優秀，思考邏輯與推演也愈具可行性及合理性，設計經驗也與低年級學生相較之下較為豐富，而能較快速切入問題點，發想議題也不像低年級般地零散，其發想議題且較具可發展之延展性，呼應了第二章過去研究結果整理之專家與生手差異表，顯現本研究中之在校生，愈高年級的學生愈接近專家。

6.2 研究貢獻

在過去，設計過程往往被視為設計師的黑箱作業行為，或是將設計結果歸因於個人設計方面的天份及才能的影響，而認為設計能力與學習設計時間的長短並無太大的關係，於 1960 年之後，才有了許多學者們投入研究，提出所謂的明箱式設計方法，設計過程開始被認為是可以加以說明的(楊裕富，1998)。本研究率先將 FBS 模

型與鍊結表記使用於同一設計思考研究中以進行交互分析與比較，藉由本研究的實際進行的設計實驗中，我們得到了工商業設計系工業設計組之大二、大四與碩二學生關於設計思考與設計成果的口語分析資料，發現了一些跨年級之設計問題解決能力現象，並提供質化描述與量化整理，可作為後續參考與應用，讓未來將研究這塊領域之研究人員繼續往下探索，期望對於設計思考研究有所貢獻及進展。

於實驗結果的分析過程中，本研究也藉由 FBS 模型與鍊結表記相互分析比較之後，詳述了三個不同年級其設計討論過程之特質，並深入探討三個年級的學生於設計思考上的相異之處，透過本研究了解設計的本質，比較不同年級的學生，其於設計過程中的做法與思考方式上的不同點，也歸納出愈高年級、設計經驗愈多的學生所應該具備的特質為何。期望於日後進行設計教育，藉此因材施教，彌補不足的地方，進而提升設計能力，栽培新手成為專家。

本研究以設計問題解決能力為主要研究重點，使用質化描述與量化整理，探討教育年限對於設計問題解決能力的影響及差異，深入了解不同年級的學生於設計討論過程中，所顯現出來的設計能力上的差異，對未來設計教育有所參考之依據。

藉由本研究的結果推論中，除了能夠了解不同年級其設計問題解決能力之差異，我們更可以讓仍為在校生之設計者，亦或設計方法之教學者，透過本研究之研究結果，培養學生擁有更為完整的設計問題解決能力，協助面臨未來進入職場所需面對之工作挑戰。

6.3 研究限制

本研究雖以三個不同年級的學生其設計問題解決能力為主要研究重點，但受實驗規模限制，因此以個案分析為主要研究方法，依年級分別為大二、大四與碩二三組，每組人數為三人，研究結果雖具參考價值，但無法代表所有主修工業設計科系學生之設計能力現象。

於設計實驗過程中，由於公平原則，所有受測學生在設計過程的討論中，只能待在實驗教室裡，如此一來便無法在第一時間使用電腦上網搜尋相關設計資料；討論市面上現有產品時，倘若為其他受測組員沒見過的設計，便得多花些時間在說明與解釋產品的用法以及功能上；由於為合作式設計，因此於一不注意的情況下，受測者所談論的話題便容易偏向與設計議題無關之閒聊，如此更加縮短能夠討論的時間，造成接近討論尾聲之圖面呈現與其他細節的討論均呈現趕工的情形。

本研究使用的是合作式設計，受測者能夠自然而然地將設計過程及發想，藉由口說的方式與其他受測者互相溝通及交換意見，但也會因受測者之間在討論過程中打斷彼此對話，造成對話在逐字稿中呈現跳接現象，因此轉移編碼也許會有些誤差。

6.4 後續研究與未來發展

本研究為探討大二、大四與碩二之設計過程差異，於後續研究方面，也許可以探討各個年級才會擁有的設計能力上之優勢，例如：由於大二才正開始起步學習產品設計，因此設計過程中所使用之設計方法較無固定，也較無個人風格，也許反而能於較自由無限制的情況下讓設計過程有一鳴驚人之發展等，若未來能有機會深入探討，相信將會對此領域之研究有所進展與幫助。

由於本研究為個案初探形式進行實驗與結果分析，各年級受測人數僅三人，且本研究受測人員均為少數抽樣，因此發生設計能力無顯著性之機會相當高，若繼續做後續研究或發展，受測者人數與受測組數若能增加，除可信度將能隨之提升之外，更能增強研究結果之參考價值，相信在未來實驗變因上能夠更加完整與周全。

參考文獻

一、英文部份

1. Akin, Ö . (1978). How do Architects design? Proceedings of IFIP working conference held. France: Grenoble.
2. Akin, Ö . (1984). An exploration of the design process. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodologies* (pp. 189-208). New York: John Wiley & Sons.
3. Anderson, J. R. (1983).*The Architecture of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
4. Cross, N. (1999). Natural intelligence in design. *Design Studies*, *20*(1), 25-39.
5. Cai,H., Yi-Luen Do, E., and Zimring, C. M. (2009). Extended linkography and distance graph in design evaluation an empirical study of the dual effects of inspiration sources in creative design. *Design Studies 31*, 146-168.
6. Davis, J. G. (1992). Conceptual data modetling in database design: simlarity and differences between expert and novice designers. *Man-Machine Studies*, 37, 83-101.
7. Eastman, C. M. (1970). On the analysis of intuitive design process. In G. Moore (Ed.), *Emerging Methods in Environmental Design and Planning* (pp. 21-37). Cambridge: The MIT Press.
8. Eckersley, M. (1988). The form of design process: a protocol analysis study. *Design Studies*, *9*(2), 86-94.
9. Gero J. S. (1990). Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design. *AI Magazine* **11**(4), 26–36.
10. Gero, J. S. (2004). The situated function–behaviour–structure framework. *Design*

*Studies 25***.** 373–391.

11. Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal, 4*, 123-143.
12. Goldschimidt, G. (1992). Serial sketching: visual problem solving in designing. *Cybernetics and systems: An international Journal, 23*, 191-219.
13. Goldschmidt, G. (1996). The designer as a team of one. In N. Cross, H. Christiaans & K. Dorst (eds.), *Analysing Design Activity* (pp. 65-91). Chichester: John Wily & Son.
14. Goldschmidt, G. (2001). Is a figure-concept binary argumentation pattern inherent in visual design reasoning? In J. S. Gero B. Tversky & T. Purcell (Eds.), *Visual and Spatial Reasoning in Design II* (pp. 177-205), Sydney, Australia: Key Centre of Design Computing and Cognition.
15. Goldschmidt, G. (2003). Cognitive economy in design reasoning. In U. Lindemann (Ed.), *Human behaviour in design* (pp. 53-62), Berlin: Springer Verlag.
16. Goldschmidt , G., & Tatsa, D. (2005). How good are good ideas? Correlates of design creativity. *Design Studies*, *26*, 593-611.
17. Goldschmidt, G. (1995). The designer as a team of one. *Design Issue*,16, 189-209.
18. Gero J. S, & Tang, H.-H. (2001). Differences between retrospective and concurrent protocols in revealing the process-oriented aspects of the design process. *Design Studies*, *21*(3), 283-295.
19. Kavakli,M., & Gero J. S (2002). The structure of concurrent cognitive actions: a case study on novice and expert designers. *Design Studie*s 23, 25–40.
20. Kim, M. H., Kim, Y. S., Lee, H. S. and Park, J. A. (2007). An underlying cognitive aspect of design creativity: Limited Commitment Mode control strategy. *Design Studies 28*, 585-604.
21. Kan, J. W., & Gero, J. S. (2005). *Entropy Measurement of Linkography in Protocol Studies of Designing*. In J.S. Gero & N. Bonnardel, (Eds.), *Studying Designers'05*

(pp. 229-245). Australia: 2005 Key Center of Design Computing and Cognition, University of Sydney.

22. Kan, J. W., & Gero, J. S. (2008). Acquiring information from linkography in protocol studies of designing. *Design Studies 29***.** 315–337.

23. Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

24. Mitchell, W. J. (1990). *The design studio of the future: the electronic design studio*. Cambridge, MA: MIT Press.

25. Newell, A., & Simon, H. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

26. Popovic, A. (2004). Expertise development in product design—strategic and domain-specific knowledge connections. *Design Studies 25*, 527–545.

27. Reed, S. K. (1988) Cognition: *theory and applications* (2nd ed.). California: Brooks, Cole Publishing Company.

28. Suwa, M. (1998). *Content-oriented Protocol Analysis Coding Scheme*. Sydney, Australia: *Key Centre of Design Computing and Cognition*.

29. Schön, D. A., & Wiggins, G. (1992). Kinds of seeing and their functions in designing. *Design Studies*, *13*(2), 135-156.

30. Simon, H. A. (1966). *Scientific discovery and the psychology of problem solving, Mind and Cosmos*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

31. Simon, H. A., & Newell, A. (1962). *Computer simulation of human thinking and problem solving, though in the young child.* Chicago: The University of Chicago.

32. Solso, R. L. (1991). *Cognitive psychology* (3rd ed.). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.

33. Van der Lugt, R. (2000). Developing a graphic tool for creative problem solving in design groups. *Design Studies 21*(5), 505-522.

34. Wallas, G. (1926). *The art of thought*. New York: Harcourt Lolyd, P., Lawson, B., & Scott, P. (1995). Can concurrent verbalization reveal design cognition?. *Design Studies*, *16*, 237-259.

二、中文部份

35. 何俊亨（1997）。*設計思考的搜尋策略模型－專家與生手的差異*。未出版之碩士論文，國立交通大學應用藝術研究所，新竹市。

36. 林文傑（2008）。*基模理論探討設計思維之研究－以專家與生手差異為例*。未出版之碩士論文，國立臺北科技大學創新設計研究所，臺北市。

37. 周建瑋（2008）。*鍊結表記-合作式設計中成員創意潛能組合與設計過程對設計成果的影響*。未出版之碩士論文，私立長庚大學工業設計研究所，桃園縣。

38. 陳立季（2001）。*建築設計之生手與專家使用 SEED-Layout 之設計行為模式解析*。未出版之碩士論文，國立臺灣科技大學建築研究所，臺北市。

39. 陳聖智（2001）。*專家與生手設計者使用電腦媒材的認知差異－一般性思考到創造性思考的歷程*。未出版之碩士論文，國立交通大學應用藝術研究所，新竹市。

40. 陳禮文（1998）。*問題解決為導向的設計思考過程-專家與生手的比較*。未出版之碩士論文，私立淡江大學建築學系研究所，新北市。

41. 黃世遠（2001）。*以原案分析探討同工造型之設計活動*。未出版之碩士論文，國立成功大學工業設計研究所，臺南市。

42. 盧彥甫（2004）。*工業設計在台灣企業建立品牌的過程中所扮演的角色之探討*。未出版之碩士論文，國立臺灣科技大學設計研究所，臺北市。

43. 謝易成（2007）。*探討傳統與數位媒材對於設計概念的影響-以合作式設計為例*。未出版之碩士論文，私立長庚大學工業設計研究所，桃園縣。

44. 陳李綢（1992）。*認知發展與輔導*(修訂一刷)。臺北市：心理出版社。

45. 楊裕富（1998）。概論與設計方法。臺北市：田園城市。

46. 鄭麗玉（2006）。*認知心理學- 理論與應用*(三版一刷)。臺北市：五南圖書。

47. 鍾聖校（1990）。*認知心理學*。臺北市：心理出版社。

附錄一、實驗設計說明冊

設計方法測驗流程說明與評分標準

測驗流程說明

首先依據不同設計方法，由研究人員隨機配對設計主題，接著進行 60 分鐘正式測驗，最後測驗結束將進行 5~10 分鐘的設計成果發表。測驗流程圖如 1-1 所示。

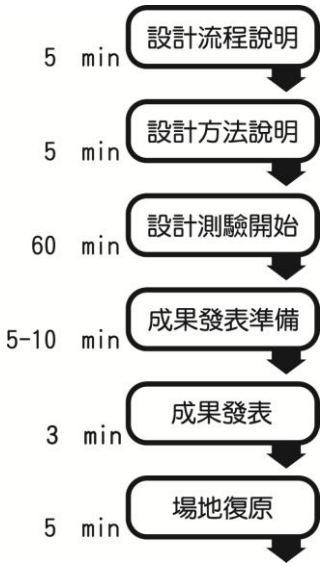


圖 1-1 測驗流程圖

設計成果評分標準

將由 3 位設計專家依據 50%設計品質與 50%方法使用進行設計成果評比。其中設計品質包含功能、造型與創造力；方法使用包含方法使用與設計時間控制。

時間控制加分標準:以 60 分鐘為依據，60~70 分鐘間完成，設計成果總分+1，50 分鐘以前完成、70 分鐘以後完成，設計成果-3 分。

以上的測驗流程說明非常重要，請確定您已詳讀，並了解您需配合的各個要求。謝謝！

設計主題-防身水壺

產品概述：

為了避免於刻苦的環境中缺乏水分，外求生探險家、救難隊員、軍警人員與一般消費者在野外踏青、登山或在騎單車時，準備一款攜帶輕便又具備高容量水份的水壺，隨身攜帶著它，不僅便利，也將您我的生活品質提升至最高境界！**請針對這項主題，提出至少 1 個完整的設計提案。**

產品特點與外觀：

1. 功能: 水壺與防身功能結合，可隨身攜帶、耐用、抗衝擊、耐高低溫。
2. 造型: 運用不同材質，造型新穎，輕巧好提、方便飲用，使防身水壺產生不同質感。
3. 創造力: 即時性與防身便利性為其基本條件，結合水壺與防身功能。

功能需求：

1. 外型上可以讓使用者快速瞭解使用方式
2. 便於攜帶不易遺失，且具體達到防身功效

消費者目標族群：

喜歡嘗試新鮮並且重視生活品質，勇敢表現自己並強調自我特色的現代年輕族群為主。

設計發表：

以麥克筆上色，呈現一張 A3 尺寸設計案，並請一位設計者對著鏡頭提出約兩分鐘之發表，這些提案我們將會完整送交設計領域專家評鑑進行審查，因此至少要有一完整的設計呈現。

若是對於測驗進行方式、工具使用上或是對於設計主題有任何疑問請在此時提出。

國立臺灣科技大學博碩士論文授權書

(本授權書裝訂於紙本論文內)

本授權書所授權之論文為鄭逸馨〔M9810120〕在國立臺灣科技大學設計研究所 99 學年度第 2 學期取得碩士學位之論文。

論文題目： 不同設計教育年級的學生其設計過程差異之初探－以大二、大四與碩二為比較族群

指導教授： 唐玄輝

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文〔含摘要〕，依下述授權範圍，以非專屬、無償授權本校圖書館及國家圖書館，不限地域、時間與次數，以紙本、微縮、光碟或其他數位化方式將上列論文重製典藏，並提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索書目、館內閱覽、或複印。

授權人	鄭逸馨	唐玄輝
簽章 (請親筆正楷簽名)	鄭逸馨	唐玄輝

備註：

1. 授權人不因本授權而喪失上述著作之著作權。
2. 本授權書請授權人簽章後，裝訂於紙本論文內。

中 華 民 國 100 年 7 月 20 日