

第三章 研究設計

本章包含系統發展架構、研究工具、系統分析與設計、資料處理等。

第一節 系統發展架構

由於希望本系統在未來是一個容易使用且支援遠端管理、操控的系統，所以與本系統有行資料交換的外界實體將不只有受試者，亦包括教師（系統管理者），也就是系統的使用者是包含教師（系統管理者）與學生，因此在系統發展架構的設計上，不單只有考慮學生的需求，亦將教師應有功能需求也列入考量。詳細的系統發展架構如圖3-1-1所示。

在網際網路的主從架構之下，有關係統的發展環境，在伺服器端是強調多人多工、資料安全及資料傳輸正確、穩定，而客戶端則是以資料傳輸正確、穩定為主，所以伺服器端與客戶端其在軟體與硬體的需求上是不相同的，如表3-1-1所示。

表3-1-1 系統發展環境的需求

	硬體需求	軟體需求
Server端	電腦主機Pentium III 500、記憶體256MB以上、Ethernet 網路卡。	Microsoft Windows 2000(Service Pack2)、MySQL、IIS5.0、Internet Explorer 4.0以上的版本。
Client端	電腦主機Pentium以上、Internet連線設備。	Microsoft Windows 98/2000/XP、Internet Explorer 4.0以上的版本。

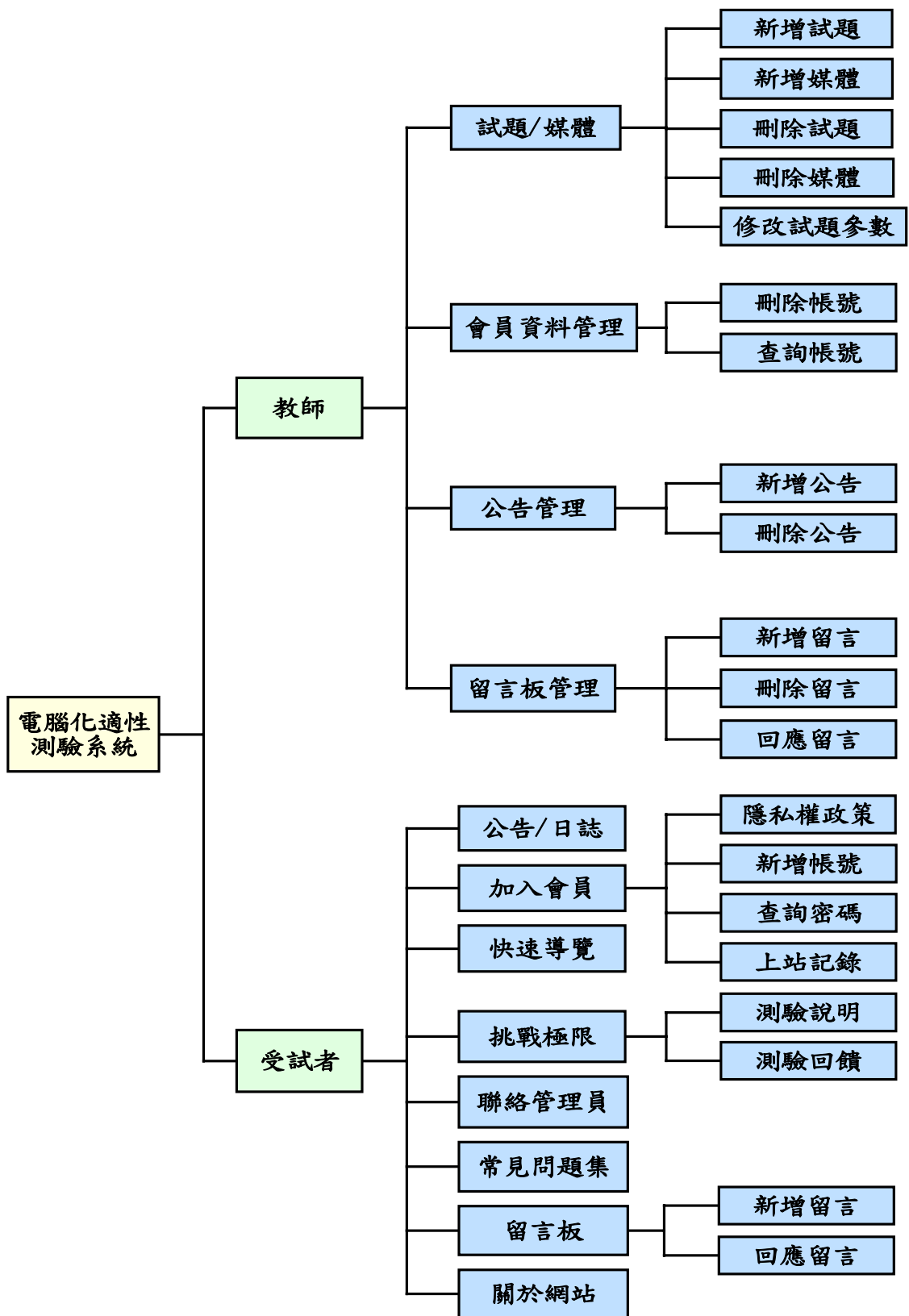


圖 3-1-1 系統發展架構

第二節 研究工具

在針對系統所要達到的多樣化功能與特性進行評估之後，本研究擬採用 Macromedia 公司的 DreamWeaver UltraDev 5.0 及 Microsoft FrontPage 2000 做為輔助編輯網頁程式碼的工具。而在 Web 伺服器端 (server) 網頁程式的安排方面，為了加快程式執行的速度、減輕伺服器 (server) 端的負荷，本研究擬在 Microsoft Windows 2000 Server 與 IIS 5.0 (internet information server) 的平台之上，利用 ASP 的技術來設計系統程式，並結合 JavaScript 及 VBScript 來製作出具有互動功能的系統。

1. MySQL：MySQL 是一個小巧靈瓏的資料庫伺服器軟體，對於中、小型應用系統是非常理想的，除了支援標準的 ANSI SQL 語句外，最重要的是，它還支援多種平臺，它也是免費的，且穩定性佳。
2. ASP：ASP 的全名為 Active Server Page，它是一種 HTML、Script、CGI 的結合體，是 Microsoft 在 Windows 開發的動態網頁描述語言。但是 ASP 並不適用於單機 PC 之上，在單機上要開啟 ASP 網頁是必須透過 PWS (或 IIS) 來模擬網路伺服器才能夠執行的 (王國榮，民 88)，因為 ASP 網頁是必須動態執行的，瀏覽器只能用來『瀏覽』ASP 網頁並不具有『開啟』ASP 網頁的能力。
3. JavaScript：JavaScript 是由 Netscape 公司所開發的，是一種介於 HTML 及 JAVA 間的中介語言，也就是 JavaScript 扮演著提供可以在瀏覽器中載入及執行 JAVA 程式機制的中間者角色，因此只要網頁頁框或視窗中含有命令式語言，就可以來控制其它的「主動式內容」元件 (邱士賓，民 89)。
4. VBScript：VBScript 是 Microsoft 公司的產品，其概念和 JavaScript 類似，都是屬於命令式的語言，可以讓使用者將自己所定義的函數加入 HTML 網頁中，所以使用者可以藉由它來控制網頁中其它的「主動式內容」元件。此語言的特性與 JavaScript 一樣都為物件導向，易寫易懂，且為多執

行緒、程式碼小可重複使用，最大的特點乃是跨平台，適合各種平台使用。

5. ActiveX 控制元件：ActiveX 為 Microsoft 公司所開發的產品，是採用 Microsoft OLE (object linking & embedding) 架構，主要是要讓多個 Windows 程式可以彼此來交換、分享資源 (王國榮，民 87)。ActiveX 基本上是能夠以控制元件的形式與 HTML 網頁相結合，當瀏覽器解讀網頁遇到的 <OBJECT> 標籤時，便會自動的從 Microsoft 或其它地方的 ActiveX 控制元件程式庫中下載這個 ActiveX，下載完畢後，它會被載入記憶體並作系統呼叫。
6. Bilogmg：利用此軟體來模擬進行試題參數之估計。

第三節 系統分析與設計

試題反應理論對於測驗基於Web上的建置有重要的理論指導意義，由該理論可知建設Web測驗時，要考慮的因素很多，不僅要考慮受試者的能力，而且要考慮試題的難度、鑑別度以及試題的信息量等。所以依據該理論，本研究對「空間能力資源網」線上測驗系統做了八大模組及七項資料庫的設計。底下僅就系統配置分析、系統功能分析、資料表庫分析、測驗執行流程分析分別說明如下。

壹、系統配置分析

面對網際網路的出現和快速進展，過去的複雜且沉長的網路應用開發工具已無法勝任要求，因此為了簡化網路應用程式的開發，新類型的網路應用開發工具如ASP、PHP、XML等相繼出爐，其中以ASP最讓人熟悉且容易上手，這是因為當前網際網路上的很多應用都可以透過ASP來完成，如編寫一個資料庫應用，讓用戶對資料庫，實施查詢、插入、修改、刪除資料庫的內容等。

ASP技術巧妙地將靜態頁面HTML與可運行的命令式語言融合在一起。當瀏覽器向Web伺服器發出請求，需要讀取Web伺服器上的某個.ASP檔時，Web伺服器將打開.ASP檔，讀取其中的訊息並運行命令式語言的指令，再將結果以靜態HTML的形式擲回瀏覽器，如圖3-3-1所示，在這一過程中，瀏覽器扮演著資料展示層的角色，而ASP 程式和伺服器則充當資料應用層的角色。

一有效率的線上測驗乃是能夠隨時動態的來查詢、刪修受試者個人資料、試題、回饋訊息等事項，所以本研究乃經由安裝 Web Server 並結合 IIS、ASP 等套件來架構資料庫類型的網站，以充分的運用動態網站資料庫的特性。

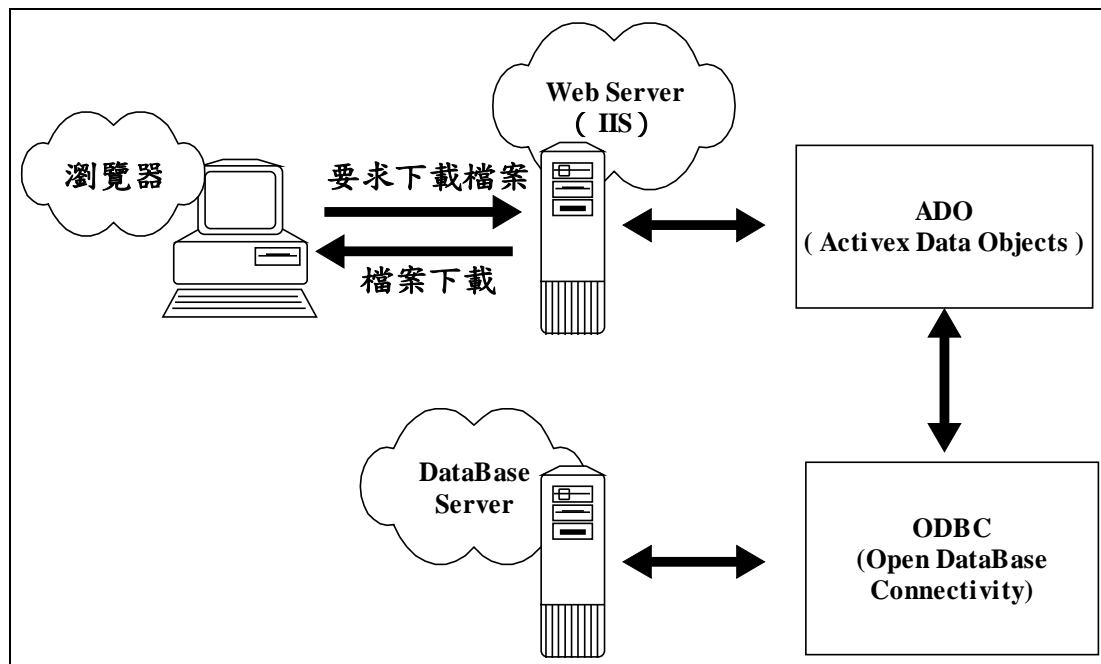


圖 3-3-1 透過 ASP 網頁存取資料庫的過程

有關試題的參數、使用者的基本資料、能力估計值等，都是以資料庫內資料欄的形式來儲存管理，同時也希望藉由 Web 頁面來做試題參數的寫入、試題圖片的上傳、查詢、維護管理以及進行線上測試、真實分數評估、能力值評比等功能，並支援遠端管理、操控的功能，使系統具有較強的開放性、移植性。系統主要的處理程序設計如圖 3-3-2 所示：

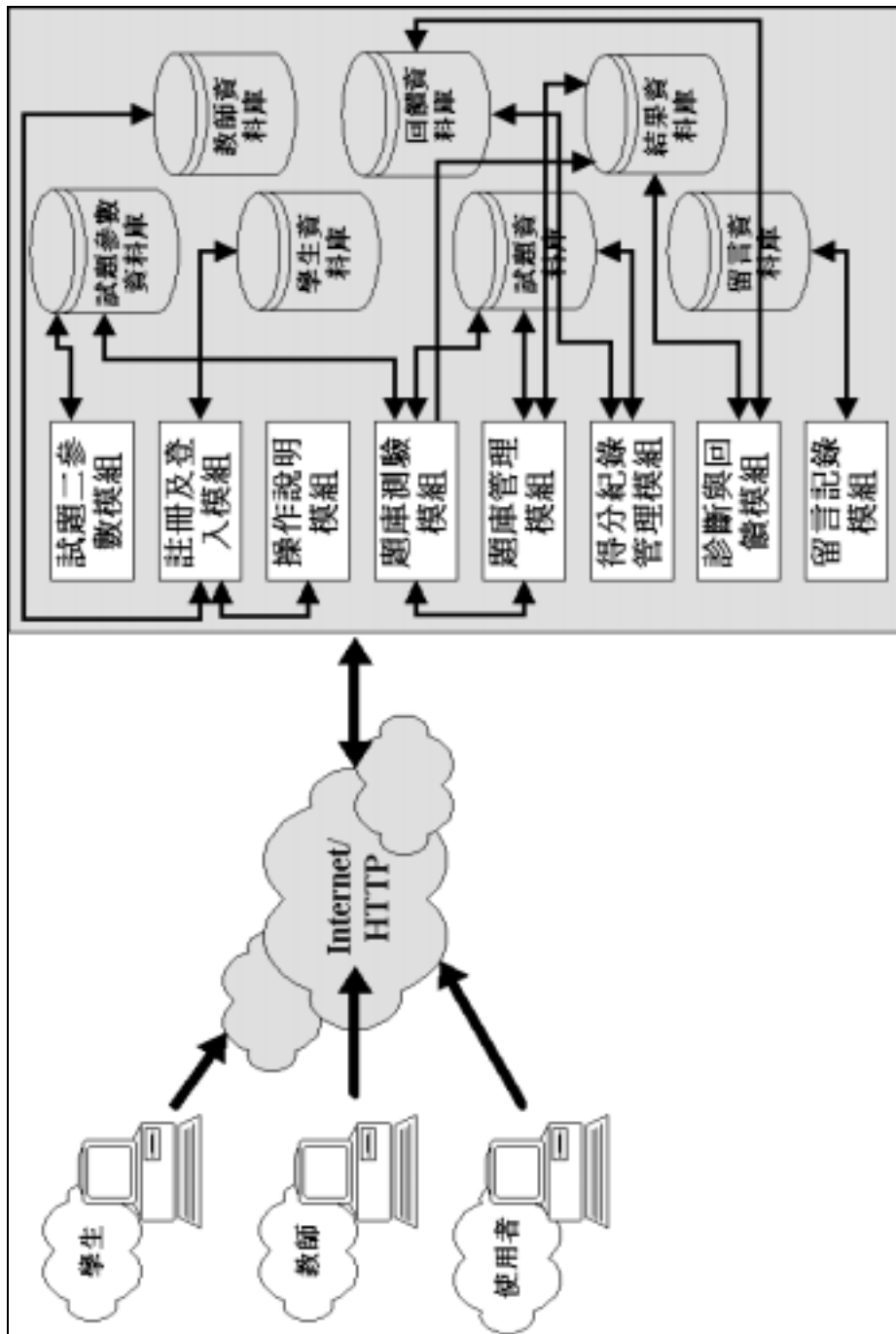


圖 3-3-2 系統處理程序

整個系統共可分為八大網頁模組及七項資料庫，其主要功能分述如表 3-3-1及表3-3-2所示：

表3-3-1 網頁模組的項目功能

模 組	功 能
試題參數模組	由於題庫需要不斷地充實，所以此模組提供了題庫試題參數的瀏覽、修改、更新等功能，也因為這些功能都是建置於Web頁面來實現，所以具有遠端管理操作、簡單易用的特點；其與題庫管理模組相互支援。
註冊及登入模組	管理使用者，根據使用者的身份給予不同的資料存取權限。使用者擁有對自己姓名、密碼、E-mail資料修改的權限，但對於識別碼沒有任何修改的權利。
操作說明模組	系統操作過程之說明；根據登入者的身份來呈現個別最適的說明。
題庫測驗模組	學生在此模組進行測驗。系統於題庫中自動選擇符合試題反應理論選題條件的題目。
題庫管理模組	為適應學科的發展變化，題庫需要不斷地充實，所以此模組提供了題庫試題瀏覽、添加、刪除、修改、更新等功能，也因為這些功能都是建置於Web頁面來實現，所以具有遠端管理操作、簡單易用的特點；其與試題參數模組相互支援。
得分記錄管理模組	透過此一模組將學生的測驗過程、結果作一記錄。由於網絡安全因素的考慮，在該模組中，教師擁有對學生測驗的成績、測驗的時間等資料查詢、瀏覽的權限，但沒有更改的權限。
回饋模組	根據受試者受測的結果，給予適當的回饋。其內涵包括受試者在測驗過程中的形成性評價及整體測驗後的總結性評價。
留言記錄模組	學生可以在此進行留言。

表3-3-2 資料庫的項目功能

資 料 庫	功 能
試題參數資料庫	儲存試題三參數值。
教師資料庫	儲存教師或助教之個人之基本資料。
學生資料庫	儲存學生個人之基本資料。
回饋資料庫	儲存管理各類型資料檔之位址資料。

表3-3-2 (續)

試題資料庫	儲存測驗試題。
結果資料庫	儲存學生測驗過程的作答情形及最後的測驗結果。
留言資料庫	儲存學生的建議、問題以及教師針對受試者問題的答覆。

貳、系統功能分析

本系統預期能在完成後，能達到下列八項功能：

1. 具備多媒體試題的能力：視試題的需要，能夠使試題呈現文字、圖片、聲音等媒體，並能隨受試者的需要反覆呈現該媒體。
2. 多樣化題型：除了單選題還包含用滑鼠點擊配對的配對遊戲等選答題型。
3. 時間限制與否的功能：在測驗過程中，可針對學生挑戰的方式（自我挑戰），選擇是否需時間限制或自訂時間長短。
4. 試題參數的查詢：教師可以查詢各試題的難度、鑑別度及答對比例的統計圖，以便做為修正試題的參考。
5. 測驗結果分析：提供學生查詢個人得分狀況、總分、百分等級的功能，並能顯示成績分布圖。
6. 寄發成績單：學生在測驗結束後，除能立即經由瀏覽器得到測驗的結果外，系統亦會自動將結果交由電子郵件伺服器，以發出印有「空間能力資源網」浮水印的正式成績單給予學生。
7. 加強系統的安全性：依據使用者的身分來顯示可供使用的功能，並需要密碼方能進入系統。使用者在登入之後，若一段時間內沒有操作系統，將必須重新登入方能使用，以免不小心被其他未經授權人員使用系統。
8. 容許多人同時上線測驗：在效能方面，系統至少須能維持容許五十位學生同時上線接受測驗。

參、資料表庫分析

根據系統處理過程，擬定MySQL資料庫的內容，各個資料表庫結構如下：

1. 試題資料表：試題資料表如表3-3-3所示，主要記載試題的屬性資料，包括：試題相關參數資料、主題、選項、答案、鏈結等，其中鏈結是儲存試題中所需的影音檔在伺服器上的鏈結位置。

表3-3-3 試題資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	題號	int	4	
	類型	char	256	試題類型
	主題	char	256	
	選項1	char	10	
	選項2	char	10	
	選項3	char	10	
	選項4	char	10	
	答案	char	10	
	鏈結	char	256	預留欄位

2. 學生（受試者）資料表：學生資料表如表3-3-4所示，主要記錄學生的基本資料，包括：帳號、密碼、行政區、學校、系所別、性別、姓名、年齡、E-Mail等資料，可以由系統管理者視需要加入。

表3-3-4 學生資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	帳號	char	10	
	密碼	char	10	
	行政區	char	256	
	學校	char	256	
	系所別	char	256	
	性別	char	1	

表3-3-4 (續)

姓名	char	8
年齡	int	2
E-Mail	char	256
登站次數	int	4
作答記錄	char	10

3. 結果資料表：主要是記錄受試者在各次測驗的受試相關的資料，如表3-3-5所示，包括該次受試者進入系統日期時間、離開日期時間、答題資料及估計能力層次等。

表3-3-5 結果資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	索引	char	10	
	進入日期時間	Date-time	16	
	離開日期時間	Date-time	16	
	答對題號	int	4	
	答錯題號	int	4	
	最後作答題號	int	4	
	能力估計	int	2	
	各題反應時間	char	256	
	回饋1	int	4	
	回饋2	int	4	
	回饋3	int	4	
	回饋4	int	4	

4. 試題參數資料表：主要是記錄試題參數的相關資料，如表3-3-6所示，包括該試題的題號、難度、鑑別度等。
5. 教師資料表：教師資料表如表3-3-7所示，主要記錄教師或系統管理者的

基本資料，包括：帳號、密碼、行政區、學校、系所別、性別、姓名、年齡、聯絡電話、地址、E-Mail、修改資料記錄、權限等級等資料，可以由系統管理者視需要加入。

表3-3-6 試題參數資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	題號	int	4	
	難度	float	8	值界於-3與+3之間
	鑑別度	float	8	值界於0與+3之間
	修改日期時間	Date-time	16	

表3-3-7 教師資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	帳號	char	10	
	密碼	char	10	
	行政區	char	256	
	學校	char	256	
	系所別	char	256	
	性別	char	1	
	姓名	char	8	
	登站次數	int	4	
	聯絡電話	char	16	
	地址	char	256	
	E-Mail	char	256	
	修改資料記錄	char	256	.txt檔鏈結位置
	權限等級	int	4	

6. 留言資料表：留言資料表如表3-3-8所示，主要記錄學生的建議、問題以及教師針對受試者問題的答覆。包括：留言者、E-Mail、網址、IP、留言時間、留言內容、回覆者、回覆內容，可以由系統管理者視需要加入。

表3-3-8 留言資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	索引	int	4	
	留言者	char	8	
	E-Mail	char	256	
	網址	char	256	
	IP	char	15	
	留言時間	Date-time	16	
	留言內容	char	256	
	回覆者	char	256	
	回覆內容	char	256	

7. 回饋資料表：主要是記錄測驗後試題所需呈現的資料檔如表3-3-9所示，包括文字或影像檔其在伺服器上的鏈結位置。

表3-3-9 回饋資料

主鍵	欄位名稱	資料型態	欄位長度	備註
*	題號	int	4	
	鏈結1	char	256	說明檔鏈結位置
	鏈結2	char	256	說明檔鏈結位置
	鏈結3	char	256	說明檔鏈結位置
	鏈結4	char	256	說明檔鏈結位置
	鏈結5	char	256	說明檔鏈結位置
	修改日期時間	Date-time	16	

肆、測驗執行流程分析

一、系統部分

本系統核心在於線上測驗這一部份，當受試者欲進入測驗模式時，系統會要求受試者進行登入的手續，在確認是經註冊核可的受試者後，才允許受試者進入測驗環境，否則將要求受試者註冊資料。在作答過程中，系統會等

待受試者作答並計算、顯示反應時間，作答後系統檢查是否已達終止條件，如尚未達到則繼續出題供受試者作答，否則系統開始進行結果統計與分析，並根據分析結果，給予適當的建議及回饋，其流程如圖3-3-3所示。

二、IRT部分

1. 由題庫中挑選鑑別度最大、難易度中等的試題做為測驗起始點，傳送至客戶端施測。

2. 先施測驗二至三題後，根據公式 4 反應結果與能力之最大概似函數

$$L(u_1, \dots, u_n | \theta) = \prod_{i=1}^n P_i^{u_i(\theta)} Q_i^{1-u_i(\theta)}, \text{ 估算出能力值 } \theta。$$

3. 根據能力值 θ ，採用公式 5 最大試題訊息法

$$I(\hat{\theta}) = D^2 \sum_{i=1}^n a_i^2 Q_i(\hat{\theta}) \left(P_i(\hat{\theta}) - c_i \right)^2 / (1 - c_i)^2 P_i(\hat{\theta}) \text{ 來選取試題，伺服器將試題傳送到客戶端施測。}$$

4. 受測者作出反應後，系統判斷對錯並記錄，以最大概似估計法根據答題的反應組型重新估算受測者之能力。若受試者目前的答題反應組型為全對或全錯，則無法以最大概似估計法進行能力值估算，則先估計受試者目前能力值，其極值分別設定是-3 及+3，待受試者目前的答題反應組型已非全錯或全對時，再轉換以最大概似估計法進行估算。

5. 檢查是否已達到施測終止條件，終止標準採用預設最小估計標準誤法及最大施測長度。測驗終止標準誤如公式 8 (簡月梅，民 87) 所示。將題庫內部一致性信度代入公式 8，計算出最小估計標準誤 Standard Error(SE)，如本研究的三份量表其終止標準誤分別為 0.46、0.51、0.55。由於某些試題對某種能力受試者而言，其訊息量相當低，故當受試者已作答 20 題(簡月梅，民 87，古松民，民 90)，但能力估計誤差尚未小於等於終止標準誤時，我們並不希望受試者繼續作答，因此最大施測題數設定為 20 題，

總之當受試者能力估計標準誤小於等於終止標準誤，或是施測長度已達 20 題時則結束測驗。

6. 若未達到終止標準時，再重複 3、4、5 步驟，直到滿足終止標準為止。

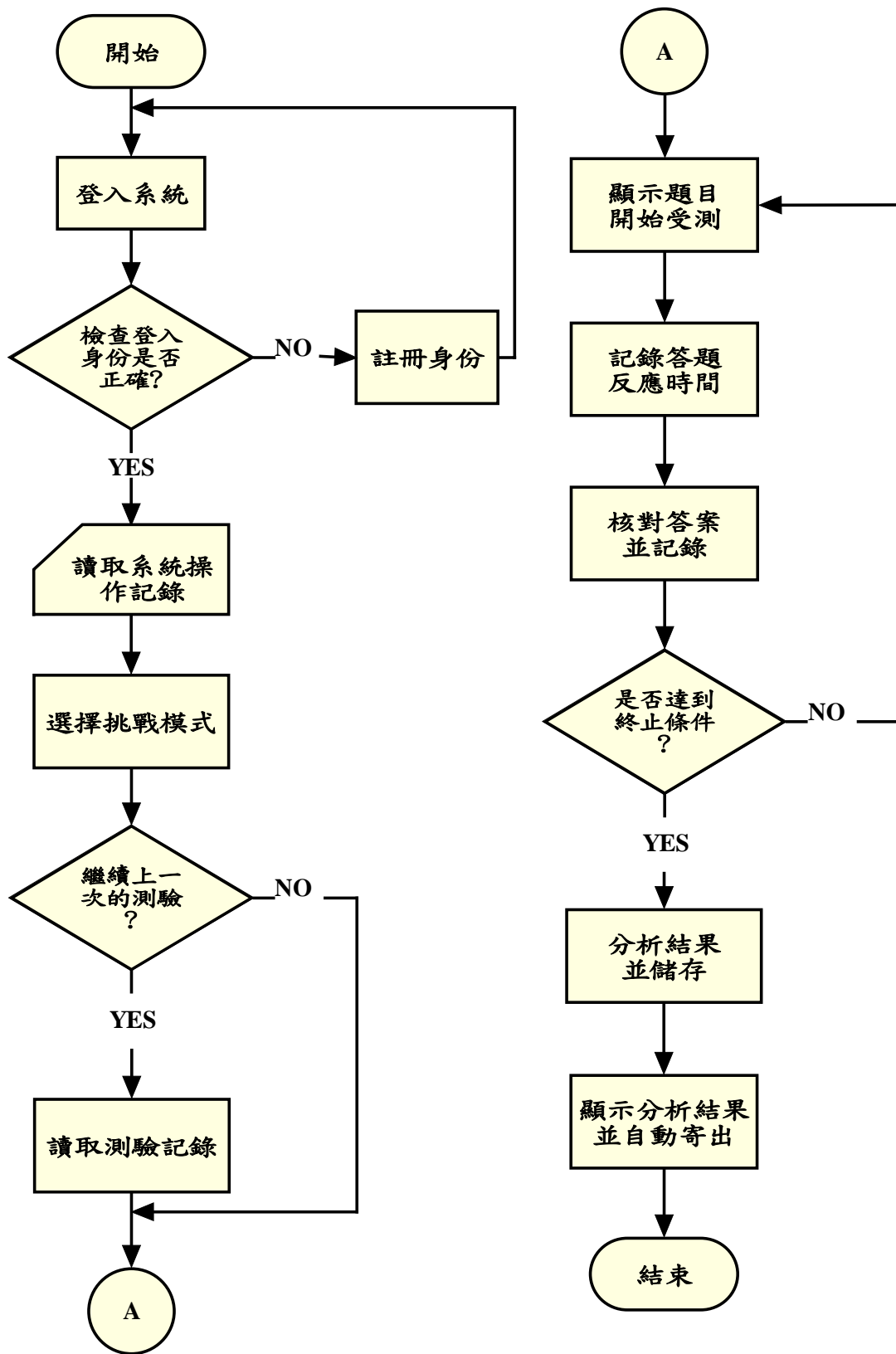


圖3-3-3 系統測驗流程

第四節 資料處理

本節就試題作答方式及研究過程所需試題參數分析、試題反應理論特性分析等說明如下。

壹、量表說明

1. 型版分解空間關係能力測驗

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏左邊的圖，叫做組合圖，右方一連有分別標明 A、B、C、D 代號的四個分解塊狀圖。其中只有一個分解塊狀圖是由左邊的組合圖依照每一個塊狀輪廓線分解而成的，每一個塊狀只能平面旋轉，都不會翻面，它的大小、式樣也完全和組合圖相同。對這類題作答的方法，就是要你從那四個分解塊狀圖中，把那個由組合圖分解而成的分解塊狀圖找出來。

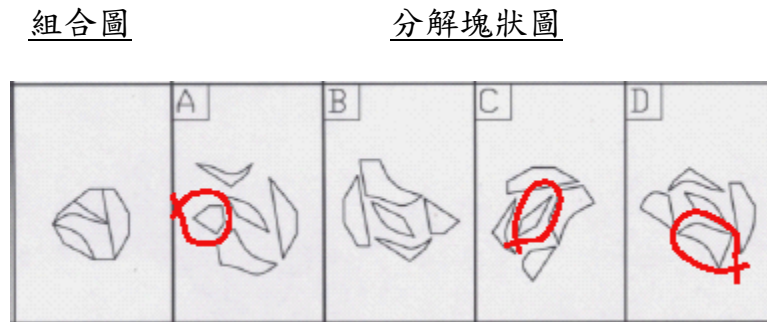


圖3-4-1 型版分解空間關係能力測驗

例題：在圖 3-4-1 右方的四個分解塊狀圖中，那個是由左方組合圖所分解而成的塊狀圖？試看：

A、C 和 D 三個分解塊狀圖都會發現有幾塊與組合圖中顯然不相同（如圖中圈出來的部分）；就形狀和大小來說，B 分解塊狀圖顯然是將組合圖分解之後的圖樣。因此，「B」便是這一題的正確答案了。

2. 型版組合空間關係能力測驗

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏左邊的圖，叫做分解塊狀圖，右方一連有分別標明 A、B、C、D 代號的四個組合圖。其中只有一個組合圖是由左邊的分解塊狀圖依照每一個塊狀輪廓線組合而成的，每一個塊狀只能平面旋轉，都不會翻面，它的大小、式樣完全和組合圖相同。對這類題作答的方法，就是要你從那四個組合圖中，把那個由分解塊狀圖組合而成的組合圖找出來。

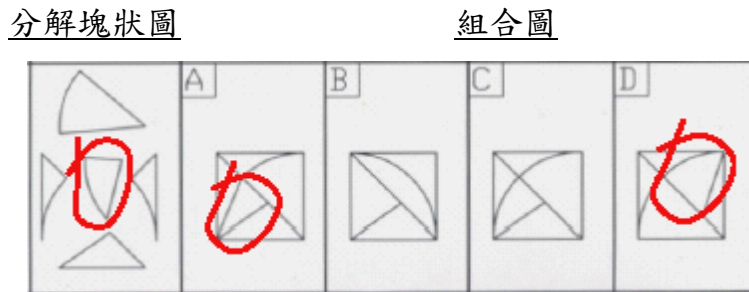


圖3-4-2 型版組合空間關係能力測驗

例題：在圖 3-4-2 右方的四個組合圖中，那個是由分解塊狀圖組合而成？

試看：

B 組合圖中並沒有發現和左方的分解塊狀圖所圈起來的塊片相同形狀的塊片，顯然不是它的組合；而 A 和 D 二個組合圖都會發現圖中圈出來的部分與分解塊狀圖中的塊片在形狀或大小並不相同，顯然也不是答案；就形狀和大小來說，C 組合圖顯然是將分解塊狀圖組合之後的圖樣。因此，「C」便是這一題的正確答案了。

3. 型版接合空間視覺能力測驗

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏上面部分的圖是題目圖，下方一連有分別標明 A、B、C、D 代號的四個接合塊狀圖。其中題目圖是由四片型版所接合，第一片型版的右側和 X 圖型版的左側可以接合，你需要從四個

接合塊狀圖中找出一塊能和 X 圖型版的右側與第四片型版的左側同時接合的型版，每一個型版都不會翻轉。對這類題作答的方法，就是要你從那四個接合塊狀圖中，把那個可以取代題目圖中「？」位置的型版找出來。

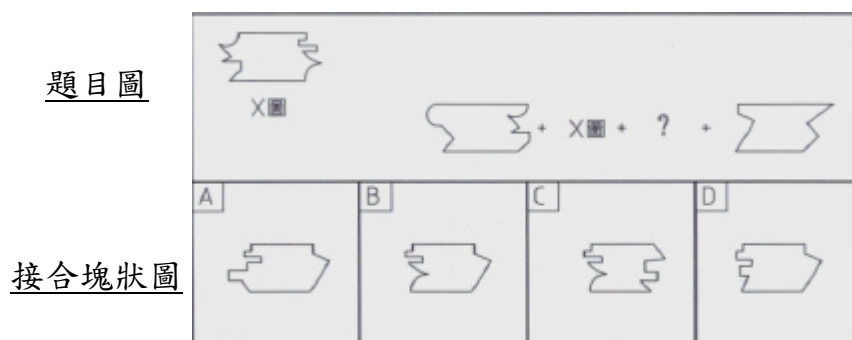


圖 3-4-3 (a) 型版接合空間視覺能力測驗

例題：在圖 3-4-3 (a) 下方的四個接合塊狀圖中，那個是可以取代題目圖中「？」位置的型版？試看：

A 和 D 二個接合塊狀圖的左側顯然都無法和 X 圖型版的右側接合，顯然不是正確的答案；C 接合塊狀圖的右側則無法與第四片型版的左側接合，就形狀和大小來說，B 接合塊狀圖顯然就是可以取代題目圖中「？」位置的型版。因此，「B」便是這一題的正確答案了。

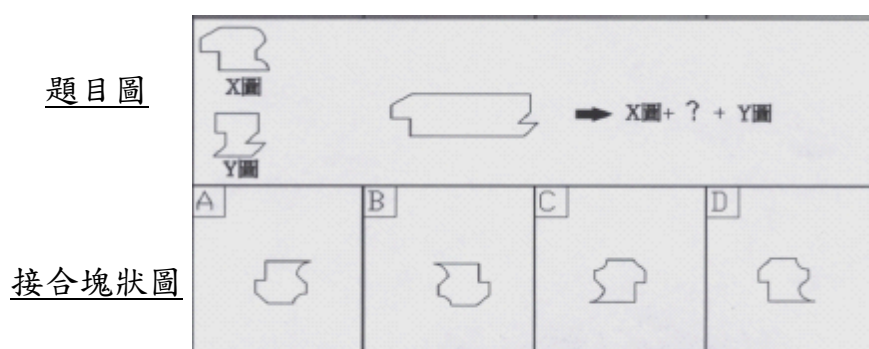


圖 3-4-3 (b) 型版接合空間視覺能力測驗

例題：在圖 3-4-3 (b) 下方的四個接合塊狀圖中，那個是可以取代題目圖中「？」位置的型版？試看：

A、C 和 D 三個接合塊狀圖的左側顯然都無法和 X 圖型版的右側接合，顯然不是正確的答案；就形狀和大小來說，B 接合塊狀圖的左側顯然和 X 圖型版的右側接合，而它的右側也能同時與 Y 圖型版的左側接合，因此，B 接合塊狀圖顯然就是可以取代題目圖中「？」位置的型版。因此，「B」便是這一題的正確答案了。

4. 平面轉換立體空間組織能力測驗

這種測驗全是圖形，請看範例方框裏左邊的圖，叫做正投影視圖，右方一連有分別標明 A、B、C、D 代號的四個立體圖。其中只有一個立體圖能依照從「正前方看」、「正右方看」和「正上方看」的投影原理產生與左邊的正投影視圖相符合的圖形。對這類題作答的方法，就是要你從那四個立體圖中，把那個與它相符合的正投影視圖找出來。

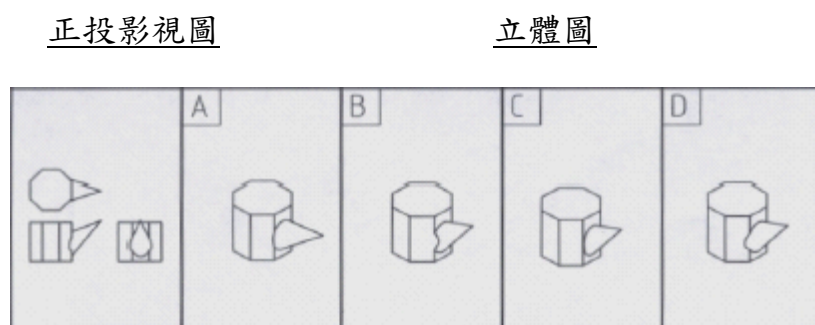


圖3-4-4 平面轉換立體空間組織能力測驗

例題：在圖 3-4-4 右方的四個立體圖中，那個與左方的正投影視圖相符合？試看：

A、B 和 C 三個立體圖都會發現在圓錐體和正八角柱傾斜相交時，所產生的表面相交線顯然不正確。因此，「D」便是這一題的正確答案。

貳、試題分析

試題參數及受試者能力以 Bilogmg 估算，其結果如下：

1. 「型版分解、組合空間關係能力」之試題參數分析

此分量表為是選擇題型式，選擇標準以鑑別度在 0~+3 的範圍，而難度為-3~+3 之間。在 57 題中第 5、26、27 題鑑別指數為負值由程式直接刪除，第 1、2、4、9、19、20、29、30 等 8 題之難度指數未在-3~+3 之範圍內以及第 14、17、18 題的鑑別指數超出+3，故予以刪除，總計正式量表共有 43 題，詳如表 3-4-1 所示。

表 3-4-1 型版分解、組合空間關係能力之試題參數分析

題號	鑑別指數	難度指數	選題結果	類型
1	0.985	-3.300	刪除	型版分解
2	0.600	-4.247	刪除	型版分解
3	0.672	-1.564		型版分解
4	0.563	-3.746	刪除	型版分解
6	0.423	1.506		型版分解
7	0.652	-2.278		型版分解
8	1.061	-2.069		型版分解
9	0.594	-3.728	刪除	型版分解
10	0.997	-2.798		型版分解
11	2.192	-0.408		型版分解
12	0.722	-1.545		型版分解
13	1.141	0.081		型版分解
14	3.325	0.073	刪除	型版分解
15	2.853	-0.035		型版分解
16	0.769	-2.992		型版分解
17	3.207	-0.229	刪除	型版分解
18	3.449	-0.098	刪除	型版分解
19	0.589	4.116	刪除	型版分解
20	0.611	3.485	刪除	型版分解
21	2.681	0.180		型版分解
22	0.821	-1.812		型版分解
23	0.881	1.089		型版分解
24	2.495	0.125		型版分解
25	2.807	-0.037		型版分解

表 3-4-1 (續)

28	1.391	0.407		型版分解
29	0.451	4.784	刪除	型版分解
30	0.610	3.809	刪除	型版分解
31	1.446	-1.189		型版組合
32	1.252	-1.711		型版組合
33	0.525	-0.225		型版組合
34	0.639	-2.042		型版組合
35	0.857	-1.228		型版組合
36	0.868	-1.883		型版組合
37	1.393	-1.604		型版組合
38	0.991	-1.778		型版組合
39	0.493	-0.318		型版組合
40	0.898	-0.853		型版組合
41	1.302	-1.263		型版組合
42	1.340	-1.047		型版組合
43	0.729	0.402		型版組合
44	1.287	-1.495		型版組合
45	0.978	0.957		型版組合
46	0.657	-2.081		型版組合
47	1.489	-0.435		型版組合
48	0.493	-0.560		型版組合
49	1.604	-1.373		型版組合
50	0.705	-1.962		型版組合
51	2.147	-1.109		型版組合
52	1.361	-1.503		型版組合
53	0.761	-0.557		型版組合
54	1.106	-1.025		型版組合
55	0.926	-0.730		型版組合
56	1.600	-1.374		型版組合
57	1.725	-1.272		型版組合

刪除後的正式試題其難度平均值為-1.19，標準差為 1.02，而鑑別度平均值為 0.1，標準差為 0.64。

假設受試者能力值平均為 0，標準差為 1，利用 Bilogmg 針對正式量表來估算受試者在型版分解、組合空間關係能力量表上的能力值表現，可以發現其大致為常態分配，如下圖 3-4-5 所示。

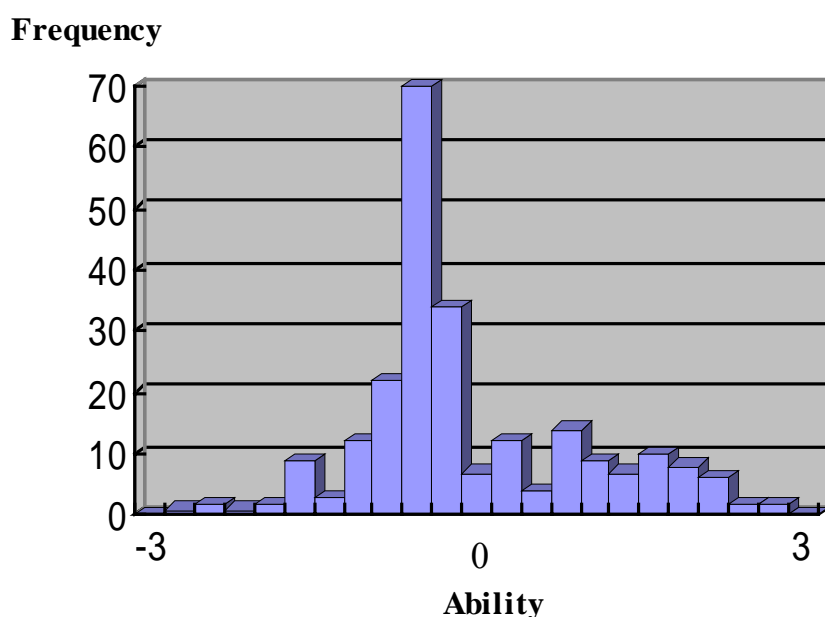


圖 3-4-5 型版分解、組合空間關係能力量表之能力分配

2. 「型版接合空間視覺能力」之試題參數分析

此分量表為是選擇題型式，選擇標準以鑑別度在 0~+3 的範圍，而難度為 -3~+3 之間。在 50 題中第 42 題鑑別指數為負值由程式直接刪除，第 3、5、11、12、18、19、41 等 7 題之難度指數未在此範圍內以及第 24、37、43、44、45 題的鑑別指數超出 +3，故予以刪除，總計正式量表共有 37 題，詳如表 3-4-2 所示。

表 3-4-2 型版接合空間視覺能力之試題參數分析

題號	鑑別指數	難度指數	選題結果	類型
1	1.767	-2.307		型版接合
2	1.005	-2.651		型版接合
3	1.015	-3.591	刪除	型版接合

表 3-4-2 (續)

4	1.133	-2.904		型版接合
5	0.922	-3.155	刪除	型版接合
6	1.156	-1.968		型版接合
7	1.818	-2.621		型版接合
8	1.167	-2.943		型版接合
9	0.898	-1.765		型版接合
10	1.140	-2.087		型版接合
11	0.623	-3.680	刪除	型版接合
12	1.168	-3.554	刪除	型版接合
13	1.437	-2.011		型版接合
14	1.688	-1.281		型版接合
15	1.608	-2.753		型版接合
16	1.687	-2.697		型版接合
17	1.728	-1.942		型版接合
18	1.484	-3.425	刪除	型版接合
19	1.606	-3.287	刪除	型版接合
20	1.361	-2.780		型版接合
21	1.555	-1.932		型版接合
22	1.179	-2.517		型版接合
23	1.819	-2.839		型版接合
24	7.929	-2.920	刪除	型版接合
25	1.572	-2.428		型版接合
26	1.104	-2.485		型版接合
27	1.428	-2.388		型版接合
28	2.120	-1.916		型版接合
29	1.549	-2.604		型版接合
30	1.772	-2.164		型版接合
31	1.563	-2.284		型版接合
32	1.685	-1.283		型版接合
33	1.559	-2.037		型版接合
34	1.637	-1.883		型版接合
35	2.223	-2.011		型版接合
36	2.054	-2.203		型版接合
37	6.808	-2.230	刪除	型版接合
38	1.941	-2.385		型版接合
39	1.472	-2.097		型版接合

表 3-4-2 (續)

40	1.345	-2.620		型版接合
41	1.071	4.683	刪除	型版接合
43	4.617	-1.464	刪除	型版接合
44	12.548	-1.325	刪除	型版接合
45	11.206	-1.277	刪除	型版接合
46	1.906	-1.575		型版接合
47	1.830	-2.282		型版接合
48	2.330	-1.557		型版接合
49	1.050	-2.099		型版接合
50	1.255	-1.962		型版接合

刪除後的正式試題其難度平均值為-2.2，標準差為 0.43，而鑑別度平均值為 1.56，標準差為 0.35。

假設受試者能力值平均為 0，標準差為 1，利用 Bilogmg 針對正式量表來估算受試者在型版接合空間視覺能力之量表上的能力值表現，可以發現其大致為常態分配，如下圖 3-4-6 所示。

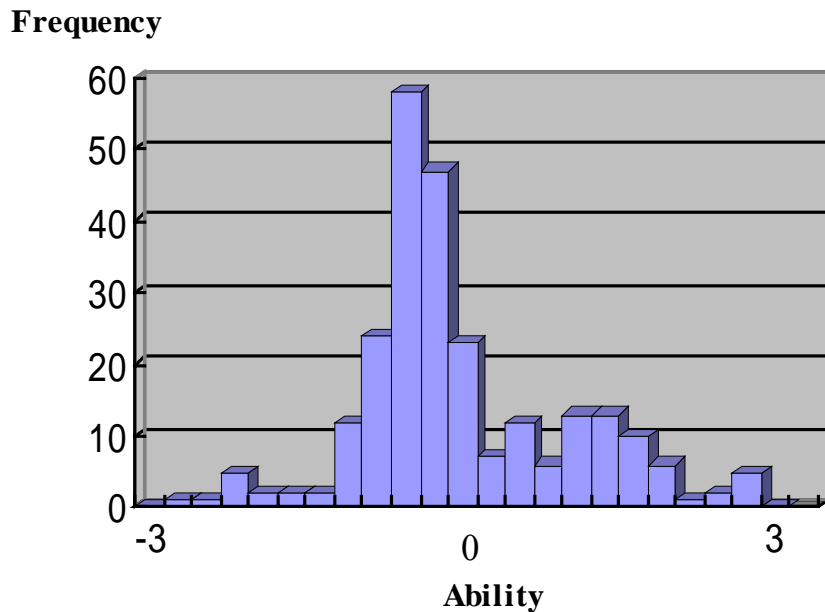


圖 3-4-6 型版接合空間視覺能力量表之能力分配

3. 「平面轉換立體空間組織能力」之試題參數分析

此分量表為是選擇題型式，選擇標準以鑑別度在 0~+3 的範圍，而難度為 -3~+3 之間。在 30 題中第 8 題的鑑別指數超出 +3，故予以刪除，總計正式量表共有 29 題，詳如表 3-4-3 所示。

表 3-4-3 平面轉換立體空間組織能力之試題參數分析

題號	鑑別指數	難度指數	選題結果	類型
1	1.217	-0.038		平面轉換立體
2	1.491	-0.096		平面轉換立體
3	2.331	-0.079		平面轉換立體
4	2.425	-0.614		平面轉換立體
5	1.294	-0.392		平面轉換立體
6	1.139	0.910		平面轉換立體
7	1.466	-0.597		平面轉換立體
8	3.380	-0.837	刪除	平面轉換立體
9	0.756	0.432		平面轉換立體
10	1.341	0.007		平面轉換立體
11	0.767	-1.523		平面轉換立體
12	1.225	-0.038		平面轉換立體
13	0.861	0.038		平面轉換立體
14	0.975	-1.945		平面轉換立體
15	0.846	0.718		平面轉換立體
16	2.277	-0.113		平面轉換立體
17	0.390	1.268		平面轉換立體
18	1.860	-0.310		平面轉換立體
19	1.143	-1.485		平面轉換立體
20	2.212	-0.416		平面轉換立體
21	0.413	0.429		平面轉換立體
22	1.247	-0.076		平面轉換立體
23	2.579	-0.098		平面轉換立體
24	1.177	0.042		平面轉換立體
25	1.952	-0.034		平面轉換立體
26	0.925	-0.107		平面轉換立體
27	2.435	-0.807		平面轉換立體
28	2.165	-0.350		平面轉換立體
29	0.955	-1.676		平面轉換立體
30	0.447	-0.569		平面轉換立體

刪除後的正式試題其難度平均值為-0.1，標準差為 0.73，而鑑別度平均值為 1.23，標準差為 0.66。

假設受試者能力值平均為 0，標準差為 1，利用 Bilogmg 針對正式量表來估算受試者在平面轉換立體空間組織能力上的能力值表現，可以發現其大致為常態分配，如下圖 3-4-7 所示。

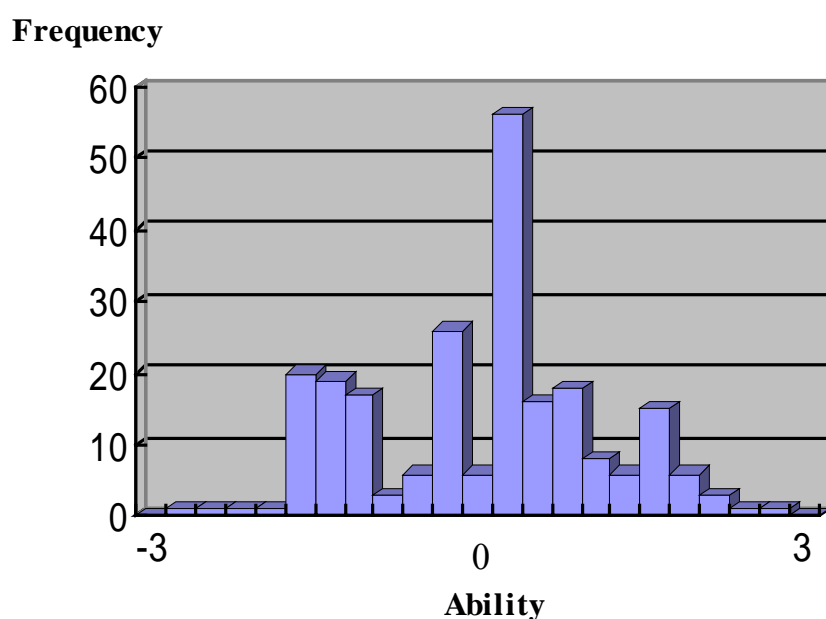


圖 3-4-7 平面轉換立體空間組織能力量表之能力分配

參、信度分析

關於量表的信度方面，是採用「庫李信度」來計算這量表之內部一致性信度，由下表 3-4-4 可以看出三份正式的量表其信度均大於 0.8，代表量表的信度良好。

表 3-4-4 各分量表之信度分析

量表名稱	內含題數	庫李信度
1.型版分解、組合空間關係能力	43	0.89
2.型版接合空間視覺能力	37	0.87
3.平面轉換立體空間組織能力	29	0.83

肆、題庫單向性檢定

適性測驗須符合單向性之假設，故在試題分析後進行題庫單向性檢定。單向性及局部獨立性分屬試題反應理論的二個基本假設，建立在試題反應理論上的試題，均須滿足此二假設。本研究中單向性的假設檢定採用因素分析的方法，若單向性假設成立，則可間接支持局部獨立性假設（Church, Pine & Weiss, 1978；Martin & Pine & Weiss, 1978；Trabin & Weiss, 1983；簡月梅，民 87）。

將 216 位受試者在試題上的答題反應，進行因素分析，結果如表 3-4-5、3-4-6、3-4-7 所示。依據 Reckase（1979）提出之檢定單向性原則：因素 1 之特徵值必須是其它因素的 8 倍以上且因素 1 之可解釋變異量在 20% 以上。由表 3-4-5 中可知，在分量表型版分解、組合空間關係能力裏因素 1 為因素 2 的 8.1 倍，且因素 1 之可解釋變異量為 84.06%；在表 3-4-6 中分量表型版接合空間視覺能力裏因素 1 為因素 2 的 8.2 倍，且因素 1 之可解釋變異量為 79.82%；在表 3-4-7 中分量表平面轉換立體空間組織能力裏因素 1 為因素 2 的 9.6 倍，且因素 1 之可解釋變異量為 74.06%，因此這三份量表皆滿足單向性的假設。

表 3-4-5 型版分解、組合空間關係能力因素分析結果

	因素	特徵值	變異量
型版分解、組合空間關係能力	1	7.61	84.06%
	2	0.94	10.43%

表 3-4-6 型版接合空間視覺能力因素分析結果

	因素	特徵值	變異量
型版接合空間視覺能力	1	8.28	79.82%
	2	1.01	10.23%

表 3-4-7 平面轉換立體空間組織能力因素分析結果

	因素	特徵值	變異量
平面轉換立體空間組織能力	1	5.61	74.06%
	2	0.60	8.34%