

第三章 研究方法與設計

第一節 研究流程

本研究的流程設計、規劃情形如本頁的流程圖：

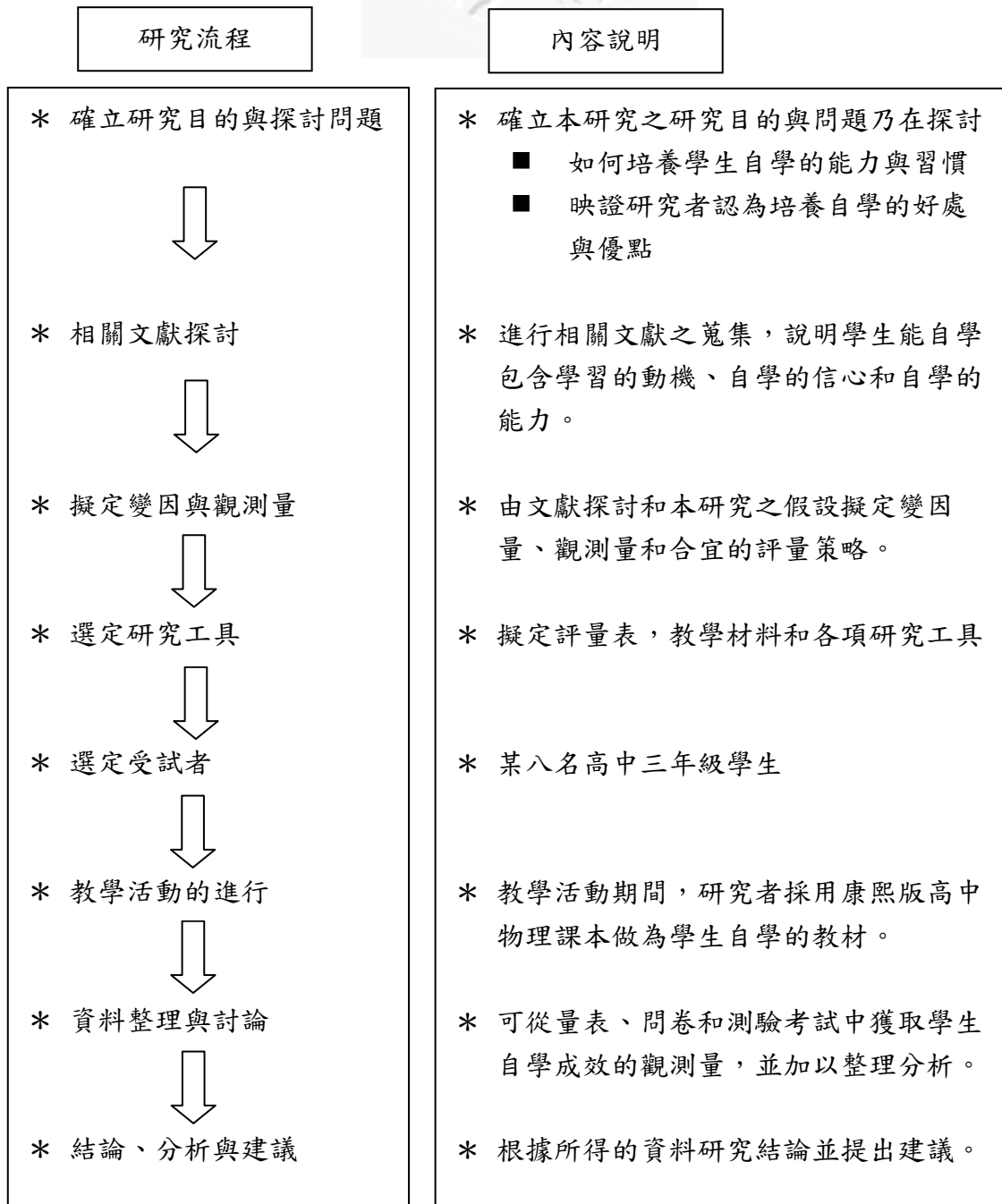


圖 3-1-1 高中物理科自學研究流程圖

第二節 研究對象

本研究的對象來自桃園某所高中三年級的八名學生，這些學生在經過與研究者的訪談後表明認同該計畫並具有參與自學物理活動的意願。所挑選的學生之前從未參與過任何研究活動，為普通班學生不包含特殊學生，且高一入學基本學力測驗成績約 220~240，因此能代表普遍一般高中生。此外挑選的過程，依學習成就的高低，將八名學生分成兩組學生，每組共四人。在研究的過程中，研究者以臨場顧問的方式，與學生採直接接觸，進行為期四個禮拜（九十五年五月至六月初）共二十五小時左右的自學輔導活動。研究者所選擇的課程範圍為高三下物理課程中近代物理與核物理的部分，活動進行前學生未接受過近代物理與核物理的授課活動，活動進行過程這部分的課程完全由學生自學。

第三節 教材與教學活動的設計

壹、 高中物理科自學教材：

- 選取教材：以大同資訊版高中物理課本與教師手冊作為學生自學的教材，其中所選取的教材範圍為高三下的近代物理與核物理。
- 選取因素：研究者認為本教材的內容與編制適合學生自學。

甲、 選定大同資訊版高中物理課本、教師手冊作為自學教材的

說明：

學生該學些什麼能讓學生有興趣主動學習，什麼樣的思考問題能切合學生程度，並引發他將來能自學的能力。本研究之所以選取大同資訊版課本與教師手冊作為自學教材，主要以「動機的引起」、「教材難度的適切」、「概念的引導」、「自學能力的培養」等因素，作為選取大同資訊版課本與教師手冊作為自學教材的考量，以下分別說明：

- 一、 動機的引起：「盡量以生活上所關切和學生感興趣的問題和故事切入以引起學生學習動機」、「以例題展現物理的通用性與應用性，以激發學習興趣」。
- 二、 教材難度：本教材考量「在難度選取上使學生稍微努力即可達成」、「配合學生的數學能力」、「所有的問題，在教師手冊有思考分析引導學生解決」使學生在遇到問題時能有成功的機會以便增加其學習信心，在學生遇到問題有協助學生解決的補救教學。

三、概念的引導：本教材的編制上考量「使學生與之前已學過相關的知識作串接，並達到統整的效果」、「知識性的材料採直接提供的方式，只要學習者瞭解其意義便能有效應用」的優點。

四、自學能力的培養：本教材具有「觀察、推論、歸納、綜合統整、精熟學習和自主獨立等學習能力的培養和訓練」、「合作與求真的學習態度之培養」，「以便使將來學生能具備自學能力」等特色。

乙、大同資訊版高中物理課本、教師手冊與坊間一般教科書的比較：

表 3-3-1 大同資訊版物理課本、教師手冊與坊間一般教科書的比較表

大同資訊版物理課本與教師手冊	一般教科書
喚起學習興趣	預設學習興趣
寫給學生使用	寫給老師使用
設計給特定對象	設計給廣大市場需求
提供學習目的及目標	很少指出學習目的及目標
根據學生之需求來訂定架構	以專業眼光來訂定架構
注意到潛在的學習困難	很少預期學生可能會遭遇的困難
教材內容全部陳鋪開來	教材內容以濃縮方式呈現
版面較為開放	版面以高濃度方式呈現
說明編寫的用意和討論教學策略	未說明編寫的用意和討論教學策略
內容與生活關係密切	內容與生活脫節
科普化、親和性的寫法，讓學生讀起來似有老師當面講解一般	學術性、封閉式的呈現，課文的呈現是提供給老師上課使用
問題簡單、引導學生解決、生活化且提供學習者機會去檢查是否達到學習目標	問題艱深且、生活脫節
安排學習者的評量	很少顧及學習者的觀點
提供學習障礙發生時適切的提示	未提供學習障礙發生時適切的提示
以達成成功教學為目的	以學術呈現為目的

提供學生建構科學概念的問題	未提供學生建構科學概念的問題
提供輔助文字說明	未提供輔助文字說明
考慮學生之特性及知識背景，避免過深奧或過簡單的字彙或用語	為考慮學生會遭遇到的困難，常常使用不必要的術語
避免放入太多學生不需要知道的東西（大部分列入教師手冊中）	課文放入太多學生不需要知道的東西

丙、 如何使用大同資訊版高中物理課本、教師手冊的說明：

學生將如何使用本教材，請見附錄 B 之閱讀材料四。

貳、 培養自學能力的教學活動：

本研究所設計與選定的教學策略主要乃欲培養學生的自學能力，而影響學生自學能力的五個因素為學生的「動機因素」、「信心因素」、「能力因素」、「策略因素」和「性格因素」，其內容如下：

第一個向度：動機因素。在這個向度中教學策略主要提升學生的學習動機，其中影響學生學習動機的因素有「成就動機」、「興趣與好奇」、「知的需求」和「內在目標」。

第二個向度：信心因素。在這個向度中教學策略主要提升學生的信心因素，其中影響學生信心因素的原因有「期望成功」和「獨立解決問題的信心」。

第三個向度：技能因素。在這個向度中教學策略主要提升學生的技能因素，其中影響學生技能因素的原因有「綜合統整的能力」、「組織能力」、「獨立解決問題的能力」、「預測學習成效」和「自我調整學習的能力」。

第四個向度：策略因素。在這個向度中教學策略主要培養學生的策略因素，其中影響學生策略因素的原因有「反省檢討的策略」、「綜合統整思考的策略」和「複誦策略」。

第五個向度：性格因素。在這個向度中教學策略主要提升學生的性格因素，其中影響學生性格因素的原因有「不服輸的性格」、「自主的習慣」、「負責任的心態」、「堅毅不懈的性格」、「追根究底的態度」。

以下說明本研究所選定教學策略，以及教學策略的內容簡述，選定該教學策略的目的，分別說明如下：

甲、 動機行銷策略：(物理行銷學)

一、活動內容：現在有很高尚華麗的衣服想要賣，怎麼賣可以讓衣服搶購一空；現在有滿腹經綸的物理知識，怎麼讓學生如癡如醉般的聽你娓娓道來。這是心理學的問題，而非物理學的範疇，想辦法將物理行銷出去，想法子抓住學生的注意力，就能吸引學生好奇的目光，讓他們想一窺到底物理這個葫蘆裡賣的是什麼藥。當引起學生的注意後，學生便有動機想要主動的探究物理。在求學時期，每當老師說到星體銀河的運行或是宇宙的相關論述，總是能讓我全神貫注的聽著老師所說的一言一語，此外還有許多有趣的物理問題也都能吸引我的好奇心。因此，試著將這些令人匪夷所思的物理問題以及物理發展史和科普書籍融入教學活動之中，是有效提升學生學習動機的教學策略。

二、活動目的：使學生對物理產生知的需求、好奇和興趣，便能提升學生自學的動機。

乙、 自我實現策略：(學生自我價值的實現)

一、活動內容：看到 Michael Jordan 精彩的後仰式跳投和最後一秒進籃得分逆轉勝，總是能讓人血脈噴張，而讓人充滿想練好籃球的鬥志和決心；2005 年在高雄師範大學所舉辦的大專盃羽球賽，看到許多學生為了勝利而充滿拼勁和毅力的追救每顆將落地的球，總也是能激發自己內心深處想

練好羽球的熱情；居禮夫人為了研究放射性所作的犧牲奉獻，總也能感動千千萬萬人。先讓學生有個夢想的藍圖，學生便有一股想達成這個夢想的衝勁，這就能引起學生欲達成目標的動機。而許多偉人堅持努力不放棄的精神，也是學生學習態度和性格的典範。

二、活動目的：提升學生學習的動機，建立學生不服輸、堅毅不懈的性格。

丙、合作競爭策略：(適切的製造同儕競爭的氣氛)

一、活動內容：在運動心理學的研究中發現，當有競爭者時的運動成績會比只有一個人時優異許多，這就是競爭的心理，適切的使用競爭的心理可以使每個個體有更好的學習成就和表現，但是要特別注意競爭的程度，不能使學生產生患得患失的學習情形。

合作學習就是由學生共同合作來解決問題，透過解決問題的過程來達到學習目標。學習過程中，同學們互動、討論、一起工作，增進了學習的動機與經驗的分享。雖然知識是由個人自己建構出來的，但是同儕間的意見和看法也會影響個人建構的知識；因此善用學生的互動，將可幫助彼此建構知識或概念。但是，教師在操作過程中，應特別注意個別學生的差異，以免有部分學生在合作過程中有互動不平等以及過份依賴性的問題。另外使班上成為一個學習的團隊，可使班上有一股同舟共濟，相互激勵和合作的氣氛。就像每次團體的運動比賽前、比賽當時和比賽結束後，球員們總會常常聚在一起互相鼓勵、彼此惕勵，團隊精神的培養，可使學生有更

強的學習動機。

二、活動目的：增強自學動機，培養不服輸的性格，提升自學能力，獲得自學策略。

丁、 正向回饋策略：(善用教師回饋激發學生學習士氣)

一、活動內容：輔導過程中利用問思教學法『所謂問思教學法是以提問、引導、提示的教學方式，給學生表現的機會，而且傾聽他們說話，並盡量讓他們自己得出結論並予以鼓勵。此種輔導模式使學生在學習時養成思考和分享的習慣，學生在過程中會感覺到越來越有成就感和自信心。』引起動機、激勵思考，並對於學生好的反映給予鼓勵和讚賞，盡量給學生說話、表現的機會。

二、活動目的：對於缺乏信心個性的學生，教師的正向回饋是維持學生學習動機的重要因素。教師的正向回饋和評量能提升學生的學習成就、學習動機和學習信心(陳惠萍，民94)²⁷。

戊、 適切挑戰策略：(讓學生適切的獲得成功與失敗的經驗)

一、活動內容：成功的學習經驗對學生學習的動機和學習信心皆有莫大的提升。適切的失敗經驗，可以讓學生思考學習方法和策略的改進和修正，甚至更可引發學生更強烈的動機想要獲得成功，但是這需要技術上的細心操作，對於學習失敗和錯誤學生的處理，教師不能有任何嘲諷之意，應用研討的方式去處理失敗和錯誤的理由和因素，再給學生適切的安慰和鼓勵，使得學生這次經歷的失敗成為一次良好的學習經驗。

學生該學些什麼能學的最快又最好，什麼樣的思考問題能切合學生程度，並引發他將來能自學的能力。在本研究中，研究者採用大同資訊版高中物理課本與教師手冊作為學生自學的教材，主要以「動機的引起」、「教材難度」、「概念的引導」、「自學能力的培養」作為選取教材的考量。

『McClelland (1953)²¹認為面對工作過難或過易時，都不易產生強烈的成就動機。當成敗的可能性各佔一半時，因為在這種情況下工作最具挑戰性，因此追求成功的動機最強』。由此可知，提供給學生學習材料的難度，最好就是使學生成功與失敗機率各半的難度。

二、活動目的：增強學習動機，提升學習信心與能力，提供學生檢討修正策略，培養堅毅不懈的性格。

己、精熟學習策略：

一、活動內容：為了使「精熟學習」產生效果，這個策略分為兩個階段，第一個階段是培養學生掌握重點的能力，也就是培養學生能由課程內容中挑出有精熟價值的部分，也就是課程中精要知識的能力。而具有精熟之價值的概念和知識，應具有以下三個特質：

- 1、正確：只有正確的知識，應用上才能無往不利。
- 2、永久：即使經過長時間未接觸，之後仍有可能用到。
- 3、核心：能做為知識或概念架構的中心、基礎，在其上建立更大、更廣的知識體系。

第二個階段是提供學生複誦的策略，使學生所學得的知識或

技能留存更久，將來能熟練的被應用。

二、活動目的：培養學生自學能力，提供學生精緻化、複誦策略。

庚、綜合統整思考能力的培養（黃貫倫，民 93）³⁹：

一、活動內容：綜合統整的能力為「學生在面對物理科單元之間的銜接，能將其中的思緒脈絡統整起來，前後融會貫通進而形成整體概念的能力」。訓練學生以精簡扼要的新陳述來代表統攝性較高的高層概念或基層概念，利用較高的統攝性來對事物做涵蓋性的詮釋，能夠較有效的利用有限的陳述和時間來表達最多的資訊。

二、活動目的：培養學生自學能力。

辛、自我評價策略：

一、活動內容：在傳統的教學評量方式下，對成長中的學生們而言，既不能由此評量學到如何建立評量的標準，更無法由此評量學習到對自己的行為後果負責。教育的目的不只是教學生知識，評量的目的也不只是檢查學生學到了多少知識，而是要進一步使學生學習到如何檢討自己，如何改進自己。因此就是要學生對學習的結果，從事自我評量。除了核對答案與改正錯誤之外，並進一步檢討，從而做成結論以示自我負責。

二、活動目的：有助於其自主習慣的養成，透過自我比較的方式增加其自學信心，培養其為自己的學習負責任，並獲得部分的自學能力與自學策略。

壬、 正向性格與態度的培養：

- 一、 活動內容：現在的學生普遍缺乏獨立思考與深入探究的心態和性格，也因為如此，現在的學生在學習物理科時，普遍學的懵懵懂懂，對於問題不深入詳細的探究原因。因此研究者認為，教師在面對學生的詢問問題或疑惑時，要表達正向學習的態度，以積極引導其深入探究的心態，當學生面對問題時，鼓勵他對自己為何會產生問題與如何處理該問題的過程作反省與思考，鼓勵學生堅持不輕易放棄解決自己面臨的問題，並引導學生對問題作深入的探索和瞭解。此外總是給學生一種他做的不錯，但還可以更好的心理，會誘發他想做的更好的心理，藉以培養其對自己學習成果負責任與堅毅不輕易放棄的性格。

- 二、 活動目的：自學性格的培養。

癸、 引導建議策略：

- 一、 活動內容：在自學輔導過程中，老師並不試圖去教學生物理的概念或如何解題，大部分的課本內容都要靠學生自己學會。因此老師必須提供學生合適的教材，並讓學生有足夠的時間消化教材內容，而老師必須在學生學習的過程中，試著去引導學生如何自學物理，老師必須要逐步培養學生適切的學習策略與良好的學習方法和態度，如此即可解決學生的根本問題——學生如何自學。學生只要知道怎麼讀書，學生只要學會了如何自我學習，他們就可以主動、有效且獨立地學習。因此，自學輔導過程中，研究者採用下列方針：

1. 研究者希望培養學生自學所需具備的策略，教會學生如何靠自己解決問題，而不是教會學生物理問題怎麼解。
2. 培養學生在學習過程中自問自答，自我思辯的習慣。
3. 當學生遇到對他們而言過難的問題，試著幫學生把問題作適當的簡化，使學生還是能靠自己解決，最後並分析將來學生面過難的問題如何靠自己解決，但老師不試圖幫學生解決任何問題。
4. 輔導過程中，適切的提供學生所需的學習策略和方法。

二、 活動目的：培養學生自學信心、能力和性格，提供學生自學策略。

11、 工具精熟策略：

一、 活動內容：許多學習成就低的學生，在學習新課程的過程中，會遭遇到許多的挫折和障礙，提供學生所需基礎知識的訓練，可以有效的化解因背景知識不足產生的學習阻礙。

二、 活動目的：培養學生獨立解決物理問題的能力。

表 3-3-1 本研究選定教學策略、教學策略內容簡述和影響向度表

策略名稱	策略內容簡述	影響向度	閱讀材料
動機行銷策略	用與生活上有關的問題切入，並提供學生感興趣的教材。	自學動機	一 八 十一
		自學性格	
自我實現策略	提供能激發學生內心深處想學好物理的熱情和鬥志，如提供學生麥可喬丹練籃球或研究者練羽球的心路歷程，用以提升學生的成就動機。	自學動機	五 六
		自學性格	
合作競爭策略	同學發表自學的成果，並鼓勵彼此間相互討教的氣氛。	自學性格	
		自學動機	
		自學策略	
正向回饋策略	對於學生的成果給予肯定，面對學生的錯誤和失敗，以問題解決的方式來處理	自學動機	
		自學策略	
		自學信心	
適切挑戰策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用大同資訊版的高中物理教材 2. 學生可以依自己的能力作回應 	自學動機	四
		自學信心	
		自學能力	
引導建議策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 鼓勵自學能力之重要 2. 提示本教材的價值 3. 引發學生精熟與綜合統整的學習能力 4. 學生遇到問題時，老師採用引導的方式協助學生解決 	自學能力	七 九
		自學策略	
工具精熟策略	在自學之前先熟練這個主題會用到的基礎知識。	自學策略	二
		自學能力	
自我評價策略	要學生對學習的結果作檢討，與學生評論之後做成結論後加以修正，使學生養成自信、自主、對自己負責的性格。	自學性格	三十

第四節 研究評測工具

壹、 自學成效量表和問卷：

研究者將從**動機因素、信心因素、技能因素、策略因素和性格因素**來檢視研究對象的自學能力，研究者選用高中物理科自學成效量表和問卷作為評量工具。本研究在實施自學輔導活動過程前後使用本量表和問卷，研究者期望以本量表和問卷作為評鑑學生在自學能力上的情形，研究者將從自學能力的五個向度上檢視研究對象的自學能力，此五個向度包含**動機因素、信心因素、技能因素、策略因素和性格因素**。首先將『高中物理科自學成效量表和問卷』與指導教授和碩士班的諸位同學進行量表內容的審查，對其中關於自學成效的評鑑是否有缺失或需補充的部分進行增加與刪減。然後再挑選數名學生進行測驗性質的評量，再針對學生所不容易明瞭題意或作答方式的地方進行修正。最後再與指導教授校稿訂正，完成校定，定名為『高中物理科自學成效量表和問卷』（詳見附錄 A）。

貳、 研究使用的統計工具：

研究者於分析資料數據時，所使用的電腦輔助軟體為Microsoft Excel 2003。

第五節 資料處理方式

基於研究的目的與問題，希望可以從收集到的資料當中，透過量化與質性兩種方式雙管齊下，獲取所要的答案，期望可以得到既客觀，也可以完整豐富顯現出事實原貌的結果。所以根據研究的問題，我們做出以下的假設：

1. 假設學生自學能力變化和學習成就變化之間有某些關係和差異存在。
2. 假設高、低學習成就的學生，在自學能力中有某些部分有差異存在。
3. 假設經由研究者的教學活動實施過後，學習成就可以獲得提升。
4. 假設經由研究者的教學活動實施過後，自學能力中有某些部分可以獲得提升。
5. 假設高、低學習成就的學生，其自學能力中有某些部分可以獲得提升。

壹. 量化研究方面：

- 甲、找出自學能力與學習成就之間的相關係數。
- 乙、就高、低學習成就學生，對自學能力進行單因子變異數分析的 F 考驗。
- 丙、對學習成就變化進行相依樣本 t 考驗。
- 丁、對自學能力變化進行相依樣本 t 考驗。
- 戊、分別討論學習成就高、低組其自學能力變化進行相依樣本 t 考驗。

貳. 質性研究方面：

在本實驗中，研究者透過「高中物理科自學成效問卷」，去瞭解到研究目的中所希望瞭解的問題，希望可以得到最客觀而不失偏頗的資料，透過研究者的詮釋和編碼統整，得出最後結論，搭配量化的統計結果，更可以為結論做出最佳的佐證。

本研究的編碼系統由七個號碼所組成，第一組為一個，其餘兩個兩個為一組，總共分成四組，設定與說明分述如下：

- 甲、 第一組由一個數字組成，所代表的是研究工具，1、2 分別代表第一次自學成效問卷、第二次自學成效問卷。
- 乙、 第二組由一個英文字母與一個數字組成，所代表的是組別與個案，A1 代表學習成就高組的第一個學生，B3 代表學習成就低組的第三個學生，A0 代表學習成就高組學生，B0 代表學習成就低組學生，而 C0 代表整體受試樣本學生。
- 丙、 第三組代表類別，由 01~05 的兩位數字組成，自學成效量表與問卷中，01 代表動機因素，02 代表信心因素，03 代表技能因素，04 代表策略因素，05 代表性格因素。
- 丁、 第四組代表細部項目，由兩位數字組成，依照不同的類別各自制訂。

舉例：

1A20312 代表由（第一次自學成效問卷）中，對高學習成就組的個案 A2，所收集到有關（技能因素）方面的（第 12 個項目或詮釋）。