

第參章 研究方法

本研究的理論基礎乃奠基於文化人類學世界觀及 Vosniadou 的架構理論，欲探究受試者的預設、信念及心智模式；而研究方法也多取法於上述兩方面研究的取向與方法，以深度的半結構式晤談為主，並同時輔以紙筆繪圖，讓受試者可以盡情表達其內在的想法。晤談時的語音資料，利用近年來在兒童語言學習領域廣泛使用的 CHILDES 進行晤談資料的謄錄、影像語音資料與文字的連結與分析工作。

本章分為七節，第一節描述本研究的研究對象與研究者，第二節介紹本研究的研究取向，第三節探討研究主題的選取原則及結果，第四節論述研究工具的發展與設計，第五節介紹研究資料的收集方式，第六節敘述研究資料的處理與分析，第七節描繪整個研究進行的流程。首先，介紹本研究的研究對象與研究者。

第一節 研究對象與研究者

根據研究目的，本研究欲探究受試者對於四個地球科學主題所具有的「心智模式」、「信念」與「預設」三方面。由於「預設」的檢測部分，涉及較複雜的描述與判斷，因此，受試者必須具備相當程度的認知與述說能力；同時，參酌國內外的研究文獻及預試結果，所以，選擇國小二年級以上的學生作為研究對象。此外，由於國內的科學課程安排，國小三～六年級、國中三年級與高中一年級均含有較深入的地球科學相關內容，因此，在研究對象的選取上，選取未深入接觸自然科目的國小二年級學生、剛上完國小三～六年級自然科的國一學生、修完國三及高一地球科學課的高一學生，已有數年不再於正式課程中接觸地球科學相關課程的科學相關研究所學生（即排除了地球科學相關科系學生，本研究中的地球科學相關科系係指地球科學系、大氣科學系、地球物理系等等）為受試者；晤談學生的選取標準為口語表達能力良好、自然或地球科學學科成績居全班成績前段的自願者為研究對象。除了研究所階段的受試者是透過網路及教師介紹的自願者，並給付一張蛋塔兌換券作為酬謝外；其餘三個階段的受試者皆透過其任課教師（國小二年級是透過各班導師推薦，國中一年級及高中一年級則是透過專任教師的推薦）徵詢有意願參與的受試者，且為無償接受訪談。

研究分成兩個階段實施，分別進行預試與正式施測。第一階段的預試目的主要是測試工具及相關研究方式進行與分析的適切性，故選取各階層受試者各一位，但未晤談地球科學相關學系學生。第二階段的正式施測之受試者，目前均在台北市區就讀，且其就讀學校均為中小學教師評價極佳的學校，以市區優良學校且學業表現良好的學生作為受試者的理由是基於受試者同質性的考量。選取各階

段受試者共 64 位，其中，國小二年級、國中一年級、高中一年級、非地科相關科學主修研究所學生各 16 位（物理及化學研究所各 8 位）。同一層級的受試者來自於同一個學校的不同班級（國小二年級受試者分屬於四個不同班級，國中一年級受試者分屬於五個不同班級，高中一年級受試者分屬於三個不同班級，研究所受試者則分屬於化學及物理兩個不同研究所），皆為各班級成績前幾名（除了研究所階段以外），男女比例各半（除了物理研究所由於女生學生人數較少且未找到有意願參與的受試者，故全部八位皆為男生）。晤談在該學年下學期初至學期中於受試者或研究者就讀的學校內進行，每位受試者的晤談時間約為一個小時（±15 分鐘），視受試者的回答狀況而定，約兩個半月的時間完成所有受試者的晤談工作。

研究者本身在大學及研究所時，受過並通過義務張老師四階段的受訓課程，結訓後並擔任一年多的實際晤談輔導工作，之後雖然不再擔任此工作，仍持續參加相關的讀書會與演練團體，對於晤談技巧（例如建立關係、肢體語言、問話、候答等等）、逐字稿謄錄、整理及分析有一定的訓練與實務經驗。研究所畢業後，擔任專任研究助理期間，協助老師以一對一的晤談方式進行資料的蒐集，以及後續的資料處理與分析。於博士班就讀時期，並修習諮商輔導、質的與量的研究方法、資料分析、科學哲學、多元文化、科學學習心理學等相關課程，因此，能夠勝任本研究的工具發展、施測、晤談及後續的分析工作。

第二節 研究取向

「質的研究就像是一把大傘」（Van Maanen et al., 1982），寬廣到幾乎無所不包，或是如一棵大樹（Wolcott, 1992），掩蔭著各種研究方法分枝（陳向明，2000）。研究者在如土壤的日常經驗之上，選擇爬上某一個分析以獲得對於此經驗的觀點；改變的是看待事件的觀點變了，而不是事件本身變了（Wolcott, 1992）。因此，當我們決定了要爬上哪個分枝，也就決定了我們的取向與作法。

如上所述，為了達到研究目的，本研究屬於質的研究取向，以半結構式晤談及口語資料分析為主，希望對受試者的想法有更深入的了解。此外，因為本研究希望測得受試者的心智模式、信念與預設，預設是屬於形而上學的層次，一般人並不易直接由認知層次回答，也就是不易由直接詢問受試者而得到，故本研究傾向於採取 Vosniadou 等人「由下而上」（bottom-up）的方式，也就是由研究者從相關問題的回答中，歸納出受試者所具有的預設、信念與心智模式內容。

第三節 研究主題的選取

在更詳細介紹研究方法之前，有必要先就本研究的研究主題之選取原則及結

果，作一論述。上下四方謂之宇，古往今來謂之宙，「宇宙」二字即蘊含了「時間」與「空間」的意義。從混沌理論的觀點，不同尺度下所觀察到的現象會有所差異；因此，具有不同尺度特性的地球科學現象，也可能使個體形成不同的詮釋與因果解釋。

根據美國太空總署 (NASA, National Aeronautics and Space Administration) 的地球系統科學委員會 (ESSC, Earth System Sciences Committee)，地球系統過程可以依其所涉及的特徵時間與空間尺度的大小的時空尺度劃分如圖 3-3.1 (ESSC, 1986)；所謂的特徵時間尺度是指其生命期長短，而特徵空間尺度則是指此系統所涵蓋的範圍大小。根據此圖顯示，一般而言，若系統所涉及的空間尺度愈大，其生命期也愈大，反之亦然，因此，大部分的地球系統都位於此圖中兩條斜直線所夾的區域中；也就是說，系統的生命期長短與空間尺度大小兩者之間具有極高的相關性。所以，在本研究中，為了簡化研究的設計與執行，暫不考慮空間尺度這個向度，僅以生命期長短作為系統的特徵空間與時間尺度之代表。在時間尺度的面向，須考量兩個不同的層面，一個是上述的系統生命期長短，一個則是作用力的週期性。生命期長短並不一定等於作用力的週期，其關鍵在於決定此系統的因果型式。

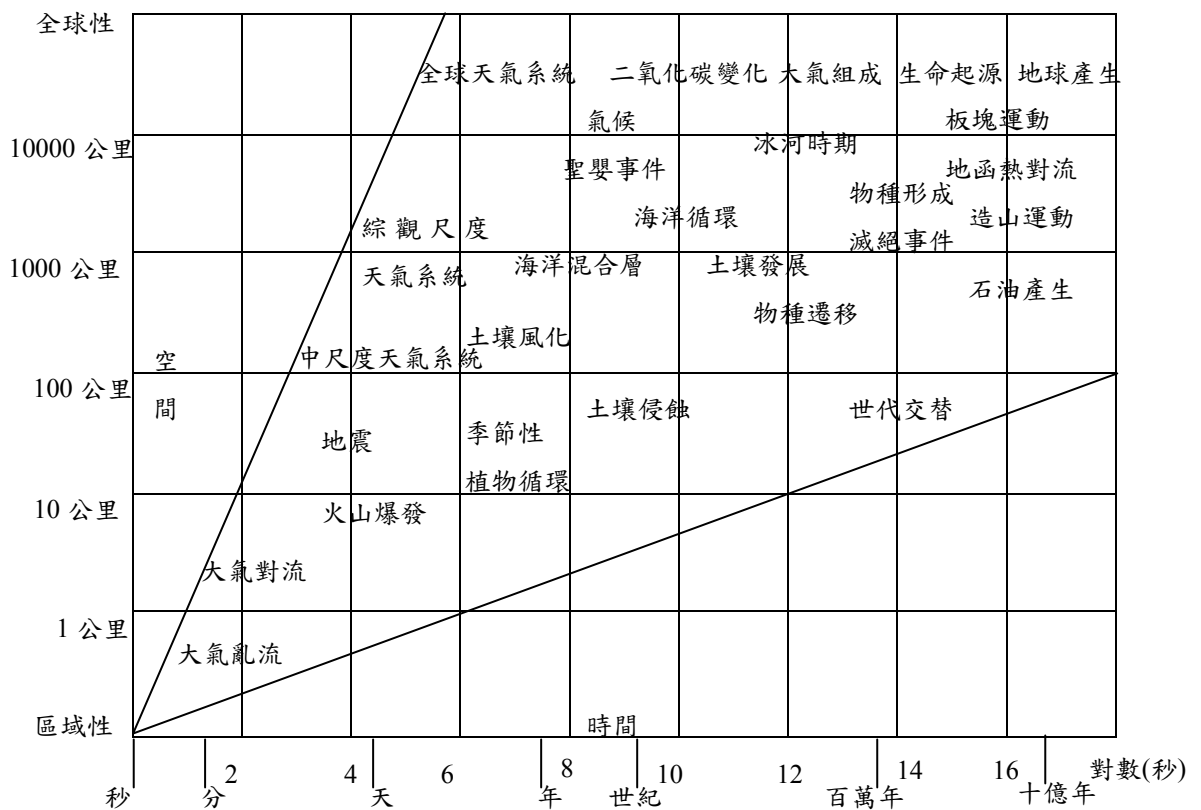


圖 3-3.1 地球系統過程的特徵空間與時間尺度 (ESSC, 1986)

就某個層面而言，科學概念也就是在探討變化的因果關係，此由「因」變成「果」的關係，可分為「線性」與「非線性」兩種。所謂的「線性」因果關係也就是由因直接造成果的發生，例如地球自轉造成晝夜變化；而所謂的「非線性」因果關係也就是因與果之間是一個交互作用的過程，可能由數個因造成一個果，而果可能又是另一個果的因，例如颱風的形成過程中，涉及了複雜的因果關係交互作用。而此線性或非線性的因果型態，與此現象是否為週期性變化有著密切的關係。

科學現象可以分為「週期性變化」與「非週期性變化」兩種，「週期性變化」指的是此系統的生命期長短，與作用於此系統上的作用力之週期，兩者是相等的；而「非週期性變化」則是指此系統的生命期長短，與作用於此系統上的作用力之週期，兩者是不相等的。所謂的「生命期」指的是此現象系統出現一次所持續的時間，也就是從初生、發展到消失所歷經的時間，例如颱風的生命期約為一個星期。而所謂的「作用力之週期」則是指施加在此現象上或是造成此現象的原因兩次作用之間所間隔的時間，例如晝夜變化，就可將其作用力之週期視為一天左右。晝夜變化的生命期長短與作用力之週期相同，皆約為一天，故屬於「週期性變化」；颱風的生命期長短約一星期，而其作用力之週期則可能是數天至數月，兩者之間並不相同，故屬於「非週期性變化」。一般而言，「週期性變化」現象屬於較單純直接的線性因果關係，而「非週期性變化」現象則涉及了較複雜的非線性因果關係。「週期性變化」與「非週期性變化」現象所具有的不同型態的因果關係，可能影響人們對於此現象的認知情形，而對這些現象持著不同的看法，即具有不同的世界觀，其預設內容也可能有所不同，導致學習上的困難。

基於上述考量，本研究將整個自然現象，依其所涉及的「週期性變化」與「生命期長短」兩個維度，劃分為四大範疇（即 2×2 所形成的類別），如表 3-3.1 所示。在此分類系統中，是否具週期性的部分，則以是否可明確推論得出其出現的時間為劃分依據，以「P」代表具週期性，以「N」代表非週期性；而生命期時間的長短以一天為劃分依據，比一天短的「短時間」以「S」代表，比一天長的「長時間」以「L」代表。則所形成的八大範疇，可以 SP、LP、SN、LN 表示，以下，詳述各個範疇的分類依據及其相關現象。

一、第一類：生命期短且具週期性（SP）

此範疇的特色在於系統的生命期極短，而其作用力具有週期性，每隔一段時間就可以觀察或是體會到相同現象的發生，這是由於其因果關係是線性的，造成此結果的「因」（也就是作用力）之週期與生命期相等。因為此類現象的生命期及作用力週期極短，因此固定間隔一短暫時間就可以觀察到相同現象的發生，所以，個體可以在短時間內經驗整個現象的發生與結束，例如「晝夜變化」。

二、第二類：生命期長且具週期性 (LP)

此範疇的因果關係與第一類相似，兩類之間的差異在於第二類的生命期及作用力週期極長。因為其時間尺度太大，個體可以經驗，卻無法在短時間內完整觀察到整個現象的發生與結束，而須藉助長期的觀察與體會，例如「季節變化」。

三、第三類：生命期短且非週期性 (SN)：

此範疇的生命期與第一類相似，但是其發生卻不具週期性，也就是說，這些現象並不是每隔一段相同的時間就一定會發生的，這是由於其因果關係是非線性的，生命期與作用力週期不同所致，我們只能說在某些時候它較容易出現，但卻不一定會發生。人們對於這一類現象，更不容易了解其背後所涉及的複雜因果關係，例如「地震」，某個因引發了果之後，此果可能又變成另一個因，再與原先的因或是另一個因共同作用之下，而產生了另一個果，而此果可能又變成另一個因，再與所有的因交互作用之下，再產生另一個果，更不具有掌控感。

四、第四類：生命期長且非週期性 (LN)

此範疇的特色與第三類相似，兩類之間的差異在於第四類現象的出現時間較長。因此，雖然也可以經驗此現象，卻無法完全觀察整個現象的發生與結束。其發生可能是由某個因引發果之後，這個果又會變成另一個因而引發另一個果，如此進行下去，例如「颱風」。

表 3-3.1 將自然現象依是否具週期性與生命期長短劃分為四大範疇

		週期性 (因果關係)	
		具週期性 (Periodic) (線性因果關係)	非週期性 (Non-periodic) (非線性因果關係)
生命期	短 (Short)	SP (I) 晝夜變化、海陸風、山谷風	SN (III) 地震、極光、虹霓、閃電、 雷陣雨、龍捲風、焚風、 逆溫、沙塵暴、土石流、 火山爆發
	長 (Long)	LP (II) 季節變化、季風	LN (IV) 颱風、板塊運動、溫室效 應、臭氧洞、聖嬰事件

根據上述的地球科學相關主題的尺度劃分，為了能達到受試者對於不同尺度地球科學現象之心智模式、信念與預設之研究目的，同時兼顧不同年齡層及知識背景的受試者之理解，為此，適切的主題選擇是重要的。所以，本研究決定以「是否具有週期性」及「生命期長短」作為選取的標準，在上述四個範疇中各選取一種現象，且此主題即使對國小學生而言也是熟悉的；仔細思索評估並徵詢地球科學及科學教育專家學者的意見之後，最後選定以「晝夜變化」（生命期短且具週期性）、「季節變化」（生命期長且具週期性）、「地震」（生命期短且非週期性）及「颱風」（生命期長且非週期性）四個地球科學現象作為研究的主題。

第四節 研究工具發展與設計

為了達到本研究的研究目的，本研究的研究工具直接針對受試者對於此四個主題所形成的心智模式、信念及預設，研究者可就受試者對此工具的回答內容進行提取。由於目前的研究文獻對於個體在各個研究主題可能具有的心智模式、信念與預設內容並不多，因此，本研究一開始的主要工作是參考既有文獻，設計半結構式晤談的題目，同時請益相關的學者專家對於晤談試題的看法，並數度實際施行晤談，再根據所得到的晤談結果，反覆修改題目而成。接下來，介紹研究工具的設計，依序探討試題設計的原則及形式、試題的內容、信度與效度檢驗。

因為本研究的目的是在於探究個體的心智模式、信念與預設內容，所以，整個研究工具的命題，是依循「心智模式」、「信念」、「預設」三大主軸設計晤談題目。接下來，依序介紹此三大類題目的命題原則及試題形式，並以「晝夜變化」主題為例，列舉說明。

一、試題設計的原則

依循「心智模式」主軸的題目設計，關注的焦點是個體對於各主題系統中各成分及彼此之間的交互作用情形所形成的概念系統，所以，問題的重心乃在於各主題所涉及的概念。以「晝夜變化」主題為例，因為此主題涉及了白天與晚上兩個時間點，包含了太陽、月球與地球三個天體，所以命題原則在於詢問白天與晚上時，這些星體的相對位置關係，以及白天與晚上的轉換情形與機制為何。

依循「信念」主軸的題目設計，是以實際生活中可以觀察到的現象作為問題重心，藉以偵測受試者在這些日積月累的生活經驗所形成的信念為何，所以，問題的重心乃在於詢問受試者對於日常經驗的看法。以「晝夜變化」主題為例，生活經驗中可以看到太陽與月亮東昇西落，感覺到白天熱及夜晚冷，所以，命題原則在於詢問個體對於這些經驗的解讀，以提取其所具有的信念。

依循「預設」主軸的題目設計，則是以假設性或是解釋性題目為主，以異時異地時的可能現象或是「為什麼」類型的題目，讓受試者在回答這些問題時，能

顯現出其所持有的預設意象。以「晝夜變化」主題為例，詢問個體其他星球上的情形，或是與地球現況不一樣的情形又會怎樣，藉以了解其隱含之「主體、客體、分類、關係、因果、時間、空間」與「本體論、認識論」所形成的 14 個預設向度內容。

二、試題形式

在上述的命題原則之下，為了更切合本研究的目的，問題型式和 Vosniadou 等人所使用的「事實性問題」(factual question) 及「衍生性問題」(generative question) 兩類問題略有不同。修改的原因在於本研究希望獲得更多關於受試者如何看待外界的觀點（也就是本文所謂的「世界觀」），因此，將「衍生性問題」擴展為涵蓋更大範圍的「機制性問題」。而「事實性問題」則仍維持不變，此乃因為此類問題仍是不可或缺，由於對受試者而言，從現象著手進行，一來因此類問題通常較易直接回答，可以導引受試者順利進行晤談情境中；二來則是因為此類問題有助於獲得受試者對於此現象所具有的一般性印象，故仍有其必要性。所以，本研究的問題型式主要為「事實性問題」(factual question, **FQ**) 與「機制性問題」(mechanical question, **MQ**) 兩大類。

「事實性問題」是直接詢問受試者對於此現象的印象與描述，例如「請問晚上時，月亮在哪裡？」，主要是關於「什麼」(what)、「誰」(who)、「何時」(when) 與「何處」(where) 這類的問題。根據事實性問題，可以了解受試者對於上述研究主題的基本描述。但此類問題的缺點在於受試者的回答，可能是直接背誦書本上的知識，而不是自己內心真正的想法。因此，本研究尚設計了另一類型的問題——「機制性問題」，藉此形式問題彌補事實性問題不足之處。

所謂的「機制性問題」，其所關注的焦點在於受試者如何詮釋或解釋上述研究主題的發生機制，是詢問「如何」(how) 與「為什麼」(why) 之類的問題，例如：「請問，如何從白天變成晚上呢？」、「為什麼白天比較熱，晚上比較冷？」等等這類的問題。藉由此種機制性問題，可以更清楚瞭解受試者對於這些現象所持有的心智模式、信念與預設。

本研究的半結構式晤談題目，大部分的題目皆涵蓋這兩種類型。總的來說，是利用事實性問題作為起始的引導並獲得初步的訊息，再藉由一系列的機制性問題，視情況需要插入合適的事實性問題，以深入晤談，進一步釐清探究深植於受試者內心的想法。

三、試題內容

本研究的試題主要針對心智模式、信念、預設的提取，試題內容分別根據各主題的相關概念、信念內容與預設向度進行編製，四個主題的主要題型及內容相似，但依各主題特色略作修改。此外，因為國小二年級學生對於一些科學及日常

用語的熟悉度與其他年長的受試者有所不同，所以，實際晤談時，對於此階層的受試者之題目與用語皆視情況略作調整。

此部分工作與 Vosniadou 所採用的方式類似，都是從受試者的回答中，由研究者自行歸納出受試者的預設；與 Vosniadou 不同的地方在於題目的內容，Vosniadou 認為可以從針對心智模式的問題之回答中提取出信念及預設，所以，他們的問題重心完全放在心智模式的了解上。但是，這樣僅僅針對心智模式而設計的問題，受試者的回答受限於問題本身，因此，只能提取出較為一般性的信念與預設，而由於這些訊息的不充分，可能造成實際應用上的困難，導致後續的教學利用與研究難以突破。

除了上述考量之外，因為本研究進一步精緻化預設的向度，將原先粗略的「本體論」與「認識論」，加上世界觀理論中七個共相組，兩兩相對應，而將預設細分為 14 個次類別。由於針對心智模式所設計的問題，並不容易完全得到這些細分向度的預設相關資料，故除了心智模式的題目外，尚必須針對信念與預設的這些面向設計題目，如此一來，才能從受試者對於這些問題的回答中，得到足夠的訊息進行這些面向的分析。當然，如同 Vosniadou 等人的論點，此三個層面的題目並不必然是互相排斥或是互相獨立的，有些題目可能同時涉及此三個層面，也可能是較偏重其中一個或是兩個，因此，只能說題目設計的重點在於測試哪一個層面，但也可能從受試者的回答中，同時獲取關於其他層面的訊息。

（一）心智模式部分

心智模式部分的題目，其焦點在於個體對於各主題的概念為何。因此，題目設計涵蓋了此現象所涉及各個要素與彼此間的相互作用，以及個體如何解釋此現象的形成與運作情形，每一主題的題目皆依此主題所涉及的相關概念而設計。

以「晝夜變化」主題為例，詢問白天及晚上時的太陽、地球與月球的位置，以及白天與晚上如何轉變的原因等等為主。在此特別說明，在此主題，因為先前的測試結果發現國小二年級學生並不容易直接描述太陽、月球與地球的相對位置，故增加一些關於地球形狀的問題，由此出發再進入晝夜變化的相關問題，這樣的修改讓此階層的受試者，比較容易描繪晝夜變化的日、地、月關係；「季節變化」則是以不同季節時的日地關係、季節變化的原因等等為主；「地震」則以地震時的地面上及地面下的現象、發生的時間、地點、原因等等；而「颱風」則聚焦於其前後的現象、結構、發生的時間、地點、原因等等。

（二）信念部分

信念部分的題目，其重心在於個體受到文化的影響之下，以及來自於日常生活經驗中的觀察，而形成的信念。因此，題目的設計主要以兩方面為主軸：一方面，以平時所能觀察或體會到的現象為主軸，詢問個體對於這些現象的想法；另

一方面，則是提舉一些民間盛行的說法或是事件，詢問受試者對於此之看法觀感，藉以瞭解其對此主題之信念。

例如在「晝夜變化」這個主題，以「為什麼早上時太陽從東邊升起來，傍晚時從西邊落下」、「為什麼白天比較熱，晚上比較冷」及「每天的白天晚上長度是否一樣」這類型的題目，藉由受試者對於這些日常經驗的詮釋，得到他所持有的信念。「季節變化」則是藉由「為什麼夏天比較熱，冬天比較冷」或是「影子在不同季節時的情形」這類型的題目，得到受試者對於不同季節時的冷熱變化、影子變化、日地關係、季節變化的原因等等所抱持的信念。「地震」則以地震時的表面上及地面下的現象、發生的時間、地點、原因，以及與地震相關的說法及預測報導等等，測試受試者所持有的關於此主題之信念。而「颱風」則聚焦個體對於其前後的現象、結構、發生的時間與地點、原因，以及與颱風相關的說法等等，藉以瞭解受試者對於此主題的信念內容。

（三）預設部分

預設屬於比信念更深的層次，因而並不容易直接詢問受試者「你的預設是什麼」而得到根植於受試者的預設，故須透過問題的情境設計，從受試者的回答中透露出其深層的預設內涵。本研究中，關於預設的題目，可以分成三大類型，分別是「心智模式相關」、「假設性情境」與「盛行說法」，分述如下。

第一類型的「心智模式相關」題目與 Vosniadou 的題目型態相似，是與心智模式相關的題目，也就是在測心智模式的同時，同時可以顯現出其所持有的預設內容。例如：「為什麼白天比較熱，晚上比較冷？」這樣的題目，即完全涵蓋了心智模式、信念與預設三個層次，因為受試者在回答此問題時，可以體現其如何解釋造成晝夜冷熱變化的心智模式、對於影響冷熱變化的信念，以及其對於冷熱與日地關係的預設。

第二類型的「假設性情境」題目則是參考 Cobern (1997) 之建議原則而設計的，他認為當受試者面對虛構性問題時，易用自己習以為常的觀點回答，所以，較容易顯現出其所持有的預設。因此，本研究部分問題之設計即為假設性的問題情境，詢問與實際狀況不同的情形，藉此探究受試者利用自己所具有的預設回答。例如「在什麼情形下，我們所居住的地方可能沒有日夜變化」，或是其他星球的狀況，例如「火星上，有沒有日夜變化」，並請受試者解釋其狀況及原因，可得到受試者對於其他星球與地球、分類、關係、因果、時間與空間的預設內容。

第三類型的「盛行說法」題目則是來自於盛行於一般民眾之間的說法，此部分題目取材於民間故事、傳說、大眾傳播媒體、諺語等等說法，例如以颱風草葉子上的摺痕數目預測今年侵襲台灣的台灣次數，或是以大量動物的不尋常舉動預測地震的發生，這類型的題目受到文化的影響極大，也可藉此探詢受試者的想法。此盛行說法題目可能同時測出受試者所持有的預設與信念內容，端視題目本身所涉及的層面而定。

依循上述的命題原則與題目形式進行命題，全部的晤談題目及試題分析如附錄所示，每個主題的所有題目皆涵蓋所有的欲測向度，因此，題目型式相似。此題目僅作為主要的晤談主軸，實際晤談時，研究者視受試者的回答內容，詢問更深入的問題，繼續深究的題目之焦點在於各主題的定義、現象、成因、預測、異時異地的可能性，進一步釐清其想法。

四、信度與效度檢定

研究工具的信度檢定，主要是根據受試者的回答，檢定各主題內與各主題之間是否具有內在一致性。因為研究工具涉及了地球科學的學科知識及哲學方面的預設議題，所以，本研究工具試題交由地球科學方面與哲學方面的專家進行研究工具的效度檢定。所以，陸續邀請兩位台灣師範大學地球科學系教授、一位中央大學大氣科學系教授、一位台灣大學哲學系教授進行晤談题目的審查，並根據專家的審查意見修正問題，增加题目的深度與廣度。

第五節 研究資料的收集

研究資料的收集分為兩個階段，一是預試階段，一是正式施測，皆以一對一晤談方式進行，並配合受試者的繪圖說明，因此，有「口語」及「紙筆繪圖」兩種型式的資料。預試階段，其目的在於測試晤談問題的適切性，以及分析方法的有效性。正式施測，則是以修正後的晤談問題進行較大規模的半結構式晤談，此部分工作與 Vosniadou 所採用的方式類似，從受試者的回答中，由研究者自行歸納出受試者的預設。由於本研究的科學主題涉及了立體空間的概念，為了能夠完整記錄受試者的表達，因此，晤談過程中，皆先徵得受試者的口頭同意，全程錄影錄音；且為了便於之後的資料電子化處理，皆以數位錄音、錄影設備記錄。此外，並保留受試者於晤談時的繪圖原稿，轉成電子檔保留，事後再將此口語資料以 CHILDES 進行謄錄，進行後續的資料分析工作。

第六節 研究資料的處理與分析

本研究需處理的資料主要有兩大類型，一是紙筆繪圖，一是晤談的口語資料。繪圖部分，保留受試者的原稿，利用掃描器轉為電子圖檔，並將模型操弄錄影繪製成示意圖。晤談口語資料部分，將數位錄音筆資料傳送到電腦上並轉換成 CHILDES 可處理的檔案類型，利用 CHILDES 結合語音與文字資料，並將口語資料的轉錄成電腦逐字稿檔案。接下來，詳述兩大類型資料的處理及分析方式。

一、研究資料的處理

(一) 紙筆繪圖資料的處理

晤談過程中，受試者除了以話語的方式回答之外，並同時在紙上繪圖，以利說明。除了保留受試者的繪圖原稿之外，皆以數位相機翻攝或掃瞄器轉為電子圖檔，研究者並將其圖轉畫為示意圖；部分受試者並未繪圖，而僅以肢體動作或是以積木模型實際展示，此則由研究者觀察錄影資料，繪下示意圖。不論何種資料，皆轉為電子檔儲存。

(二) 晤談口語資料的處理

此部分的工作主要為語音資料的轉檔與謄錄，其重點在於把晤談時所記錄下的語音資料轉換成電腦文字檔案。首先，將數位錄音器記錄的晤談語音資料，連線傳輸到電腦中，並用軟體轉為 CHILDES 可讀取的檔案型式。接下來，以 CHILDES 系統中的 CHAT 所提供的影音模式「Sonic Mode」進行語音資料與文字資料的結合，並將晤談的語音資料謄錄成文字檔。運用 CHILDES 所提供的諸多功能，可將語音資料作適當的切段、重新切段、重複或連續撥放等等，直接以電腦就可同時處理語音及文字謄錄，並自動建立語音與文字的連結對應，在後續的分析或是報告時，都可同時呈現語音與文字，如此一來，提供了修改與報告的便利性。受限於研究經費，所有的轉檔謄錄工作皆為研究者一人進行。雖然藉助 CHILDES 可節省許多的心力，晤談口語資料之處理與分析，仍然極為耗時。

二、研究資料的分析

研究分析的進行，主要是根據受試者的晤談口語資料，並配合受試者的繪圖資料。分析的重點在於探究四個不同群體受試者對於四個地球科學主題所持有的心智模式、信念及預設內容。其處理方式，依序呈現受試者對於各個相關題目的回答，再整理歸納出其類型。除了分別針對單獨群體及主題外，並作四個群體在四個主題的整體分析比較。

心智模式部分，主要是根據 Vosniadou 的分類方式，分為「初始的心智模式」、「綜合的心智模式」及「科學的心智模式」三種類型，每個類型之下在細分為若干種心智模式。信念部分，則依各主題的主要信念呈現其所具有的信念形式。預設部分，則依三階自我、非我、分類、關係、因果、空間、時間七個向度在本體論與認識論方面的內容。

第七節 研究流程

整個研究，從閱讀 Vosniadou 的相關研究文獻開始萌發，但深入接觸之後發現，雖然她告訴了我們概念改變難以發生的原因是肇因於深植的預設難以改變，後續卻一直沒有提出有效的解決方法。研究者為了突破架構理論的瓶頸，轉而進行世界觀理論的鑽研與思索，至今歷經了兩年多的時間。確立研究主題之後，廣泛蒐集並閱讀比較相關的文獻資料，計有概念改變研究及 Vosniadou 架構理論、哲學方面關於預設的探討、世界觀理論及其實徵研究、地球科學學習的研究、地球科學現象的尺度劃分、研究方法的論述等等，以作為研究的規劃、設計之參考。接下來，確定研究目的與研究問題，並據此進行研究設計。為了達到研究目的，解決研究問題，因此，設計合適的研究工具。並根據研究需要，選擇合適的研究對象。資料處理與分析，包括以 CHILDES 進行口語聲音與文字資料結合並謄錄，經由口語資料藉分析受試者所持有的各主題之心智模式、信念以及預設內涵。最後，完成論文。接下來，將詳述各階段的研究時程及工作內容，整個研究流程如圖 3-7.1 所示。

一、醞釀階段（89 年 7 月～91 年 2 月）：

本論文的預備階段歷經一段相當久的時期，其原因在於思考過程中遇到瓶頸，因此，中途曾試圖暫時中止，另覓出路。但是，兜了一圈之後，仍然覺得原先的主題是自己的興趣所在，乃決定回歸原先路線，重新投入心力，希望能有新的突破與發現。

此階段的工作主要是透過相關文獻的查詢、閱讀、整理與分析，文獻的種類包括期刊論文、碩士或博士論文、研討會文章、古代天文相關的歷史書籍、傳說、民間故事、科普書籍等等，領域則涉及了迷思概念、世界觀、預設、人類學、地球科學、研究方法論等等。此階段的重點在於探索中國及外國的古天文學，以及民間地球科學相關諺語的整理，試圖就此確定研究的地球科學主題。

這段時期對於論文的意義，在於整個論文主軸的醞釀與大方向的決定。一開始，以迷思概念的研究作為出發點，並將重心放在與地球科學相關迷思概念方面。初步決定仍以 Vosniadou 的架構理論為主軸，但對於遇到瓶頸的預設部分，必須另尋出路。因為在科學教育的研究中，對於「預設」與「信念」的定義不太清楚也不太一致，因此，決定從預設、信念出發，搜尋哲學、人類學、科學教育等領域對於這些辭的定義與用法。並在文獻的搜尋中，發現世界觀方面的研究，將預設細分為七個向度，且提供了從世界觀對於科學教育的著力點，隱約覺得可以將 Kearney 的世界觀理論與 Vosniadou 的架構理論相結合，但仍然不清楚如何將這兩者作適當的結合與修正，才能使研究變得可行。

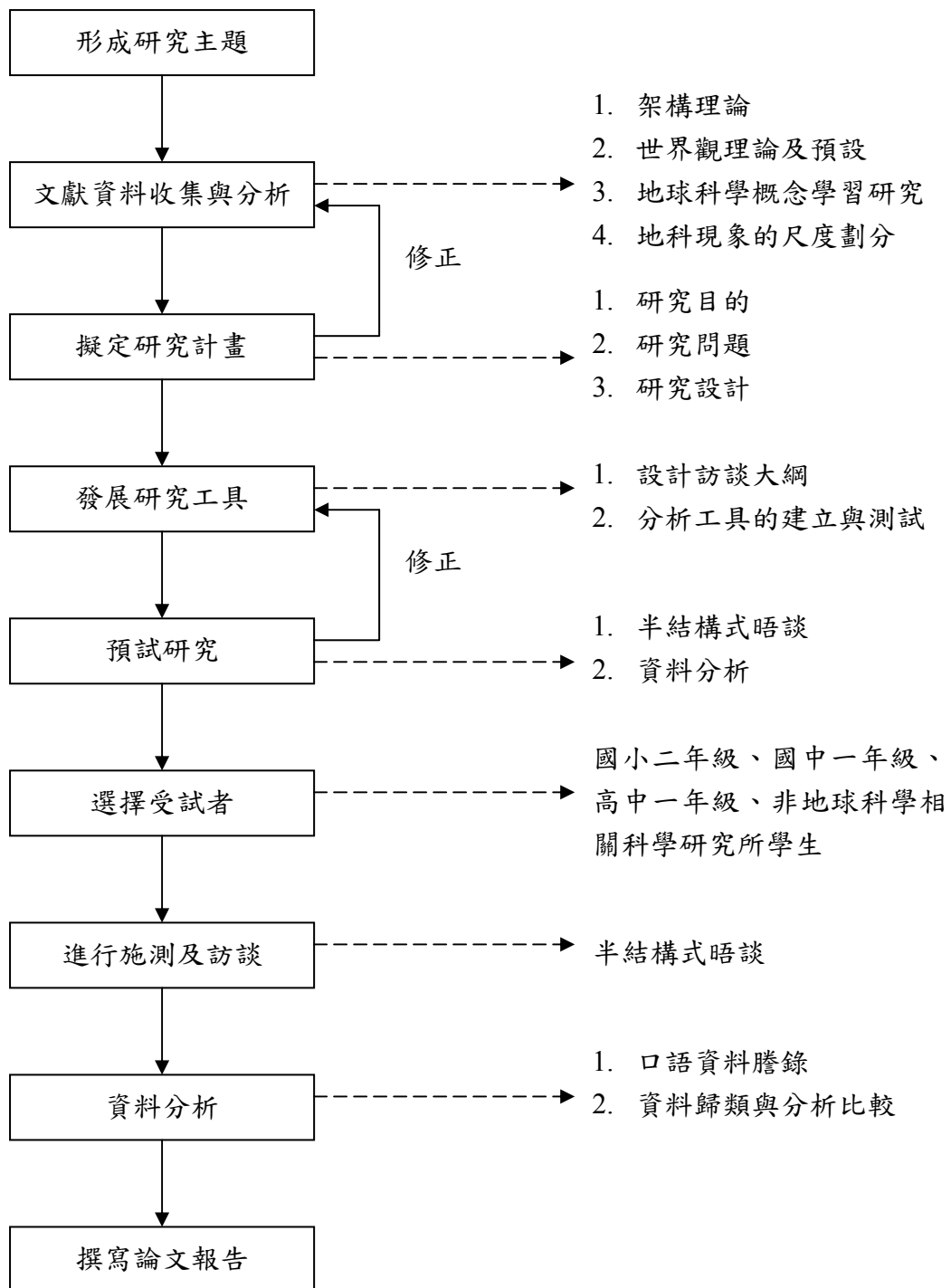


圖 3-7.1 研究流程圖

二、成形階段（91年3月～92年2月）：

此階段仍然耗時極長，其困難點在於 Kearney 的世界觀理論與 Vosniadou 的架構理論兩個理論的重心似乎在兩個截然不同的層面，世界觀理論的焦點在於個體對於周遭世界的看法，也就是一種較為宏觀或巨觀的想法，而架構理論則是關注於較小的科學主題，如何將這兩者作適當的結合與修正使研究變得可行，並不容易。過程中，不斷閱讀相關文獻，並求教於相關的專家學者，試圖釐清並界定各自領域中的理論內涵。此階段的工作除了大量的文獻閱讀之外，更多了許多的思考。

這段時期對於論文的意義，在於整個論文的理論架構大致底定。透過預設部分作為連接的橋樑，順利整合 Vosniadou 的架構理論與 Kearney 的世界觀理論，而形成了本研究的理論基礎。同時，因為上述兩個理論分屬於科學教育與人類學兩個不同的學門，且為了切合本研究目的的需求，因此，作了適度的修正。此外，並決定以不同尺度特性的地球科學現象作為研究主題，分別是「晝夜變化」、「颱風」、「季節變化」及「地震」，詳細的主題選取請參照本章第三節「研究主題的選取」。

三、設計階段（92年3月～92年9月）：

理論架構確定之後，研究工具的設計又是另一項重大工程，而於此，再度遇到了另一個大瓶頸，其困難點仍然來自於科學教育與人類學所關注的焦點不同所致。在人類學上，著眼於民族或是文化族群在日常生活中所形成的一般性想法，因此，相關的研究工具也多針對此；但是，這樣一般性的研究工具，所測試出來的是個體在日常生活中的想法，這樣的想法對於科學概念的學習並不一定有絕對的影響，例如可能在平常的生活中相信輪迴，但此種震盪的時間觀並不見得會影響線性時間觀的學習。而科學教育方面，關注的則是在較特定的概念學習上，因此，相關工具之重心是放在概念主題上。

由於本研究感興趣的是預設、信念對於科學概念所形成的心智模式之影響，聚焦於世界觀對於科學概念學習的影響，測試世界觀的工具也必須針對科學主題相關情境設計，如此一來，方可測出個體對於此概念的相關預設及信念內容。一開始，參考文獻資料，以及研究的理論架構，試擬若干題目。並在工具設計過程中，不斷透過嘗試性晤談，根據被晤談者的回答及回饋意見，來回修正晤談題目。

四、預試階段（92年10月～93年1月）：

為了使後續的研究順利，在正式施測之前，進行預試，此預試的目的在於測試晤談工具、資料分析工具、分析方法的適切性。此階段工作包括實際挑選各階層各一名的志願受試者施行預試，並進行後續的整理與分析。選取國小二年級、

國中一年級、高中一年級及研究生四個階段各一位受試者，以一對一半結構式晤談蒐集受試者對於四個主題的想法。

預試的施行結果，對於整個研究的貢獻有下列幾方面。在晤談工具方面，由受試者的回答，確實可以得到心智模式、信念及預設三個層面的資訊，故仍保留原設計的題目，但作若干的增添與修改。在晤談方式方面，由於國小階層受試者之口語表達與用詞並不同於成人，因此，訪談過程中需要較長的候答時間與鼓勵，同時也需要就其回答做更進一步的釐清，以避免誤解了受試者的意思；且根據預試時的訪談經驗，此階層受試者並不易以平面繪圖完全表達其立體的空間概念，對於以二維描繪立體再加上時間變化的四維概念更是困難。因此，在本研究的正式訪談中，藉由實物模型的操弄以助於其概念之展現，同時錄音錄影以完整記錄受試者的操弄過程，便利後續的分析與解讀。其餘三個階層的受試者，雖然其口語及繪圖的表達能力皆較好，但為了能夠保留較多的訊息，也是以同樣的方式進行訪談時的資料蒐集——以實物模型操作，配合紙筆繪圖，並全程錄音錄影。在資料分析工具方面，發現 CHILDES 引進語音資料的檔案大小有所限制，利用合適的語音處理軟體將語音檔切割成較小的檔案，即可解決此問題；此外，因 CHILDES 可以在同一文字檔案中，同時引進數個不同的影音檔，故在處理上尚稱便利。在分析方法方面，以融合世界觀與 Vosniadou 理論之修正後的架構理論作為分析架構，分析所有受試者對於「晝夜變化」、「季節變化」、「地震」及「颱風」四個主題的心智模式、信念與預設內容。

在 92 年 12 月 30 日舉行論文計畫書審查委員會，邀集分屬於哲學、地球科學、世界觀與科學教育相關專家共五位。會後，並根據各委員的審查意見，修改研究計畫，作為正式施行的準備。根據審查委員們意見，做了兩項更動。首先，考慮四個階層受試者的同質性，故研究者決定重新選取受試對象，以同樣位於台北市區評價不錯的學校內科學學科表現良好的學生作為受試者，故聯繫工作亦為此階段的工作重心之一，透過教師、電子佈告欄 (BBS)、朋友幫忙徵選合適且願意接受訪談的受試者。其次，增加若干的問題，並將預設檢測之問題納入正式施測中。由於問題量的增加，故重新安排晤談題目的順序與內容，將異時異地的假設性題目集中在最後，一來可以縮短晤談的時間，二則可以當作前面問題的檢測之用。

五、完成階段 (93 年 2 月~94 年 3 月)：

此階段的工作重心在於正式施測，以及資料的分析、討論，並完成論文的撰寫。採取一邊晤談蒐集資料，一邊儘快將晤談資料以 CHILDES 謄錄逐字稿及處理，以保留更多的晤談訊息。之後，根據受試者的回答內容及繪圖資料，進行初步的分析歸類，以及後續的整體比較。最後，完成全部論文的撰寫。