

參、研究方法

本研究分三階段進行，第一階段的分析目標在於文本內有哪些探究的因素；第二階段針對文本中的提問，作更深入的了解；第三階段進行教學實驗。以下分別說明三個階段的工作：

一、探究因素的分析

(一) 分析的文本--「生態互動」之相關內容

分析的文本以學生用書為主。表 3-1 列出本階段抽取的文本樣本。以台灣和美國的教材為主，香港教材為輔，選擇的因素說明如下：

1. 年齡層：以台灣的六年級和七年級教材為第一篩選標準。原因是：初步瀏覽台灣的自然與生活科技教科書（以下簡稱自然教科書）之後，發現中學和小學的教科書有很大的差距：中學的教科書著重知識；小學的著重能力。因此，決定以這兩個年齡層的教科書為抽樣的母群。

2. 單元內容：「生態互動」

選擇「生態互動」單元的原因，是因為它是台灣教科書六年級和七年級都有的共同內容；研究分析的重點，既然是內容呈現的方式，而不是在於內容的本身，但是，單元內容相同，在比較上還是會方便一些。

台灣的七年級課程以生物為主，所以挑出六、七年級的共同議題，就是「生態」。選出單元主題之後，再從美國和香港教材中，找出同階段、同內容的相同章節做分析。

3. 國外的版本：以美國和香港為主。

挑選的美國版本的原因，主要是因為本國的自然科學課程一向參考美國的趨勢，而且美國正在發展探究式的科學教學，出版社運用整合知識與能力的取向已經有十多年的經驗了，相信各州的課本都有較成熟的例子提供參考。本研究抽取的樣本是 2006 年加州政府教育局審查通過的三套六至八年級的自然科學教材，分別是：Scott Foresman, Glencoe, 和 McGraw-Hill-Macmillan 三家出版社。

綜合三地的教科書抽樣，各單元的名稱和年級整理於表 3-1。

表 3-1 本研究分析的「生態」單元樣本

國別	出版社	年級	章別	單元名稱
台灣 自然與 生活科技 教科書	教育部	七下	十	生物與環境
	南一	七下	五	生物與環境的交互作用
	康軒	六下	三	生物與環境
		七下	五 六	生態系 人與環境
	翰林	六下	三	生物、環境與自然資源
		七下	五 六	生物與環境 環境保護與生態平衡
美國 加州	Glencoe	六至八	21-1	Ecology—What is an ecosystem
			21-2	Ecology—Relationship among living things
	McGraw-Hill -Macmillan	六	五 六	Comparing Earth's Biomes Ecosystems and interactions
Scott Foresman	六	一	Why do adaptation vary among species	
		五	How do ecosystems change	
香港 常識 教科書	Times	六下	Unit 2	Adaptation of Living Things
	Educational Publishing Co	六	Unit 1	Variety of Living Things
			Unit 3	Balance of Nature
	教育出版社	六下	九	適者生存
現代教育	六下	四	生物與環境	

(二)分析步驟

1.挑選文本

2.準備文本

(1) 將所挑選的文本掃描成 pdf 檔或是建立 word 檔，以便利 NVivo8 的軟體分析

(2) 分割分析單位：課文中每個次標題之下的內容，包括裡頭的圖表，算一個分析單位。獨立的圖表，即在文本中沒有提及的，或沒有直接相關的，視為獨立的分析單位。

3.進行分析：

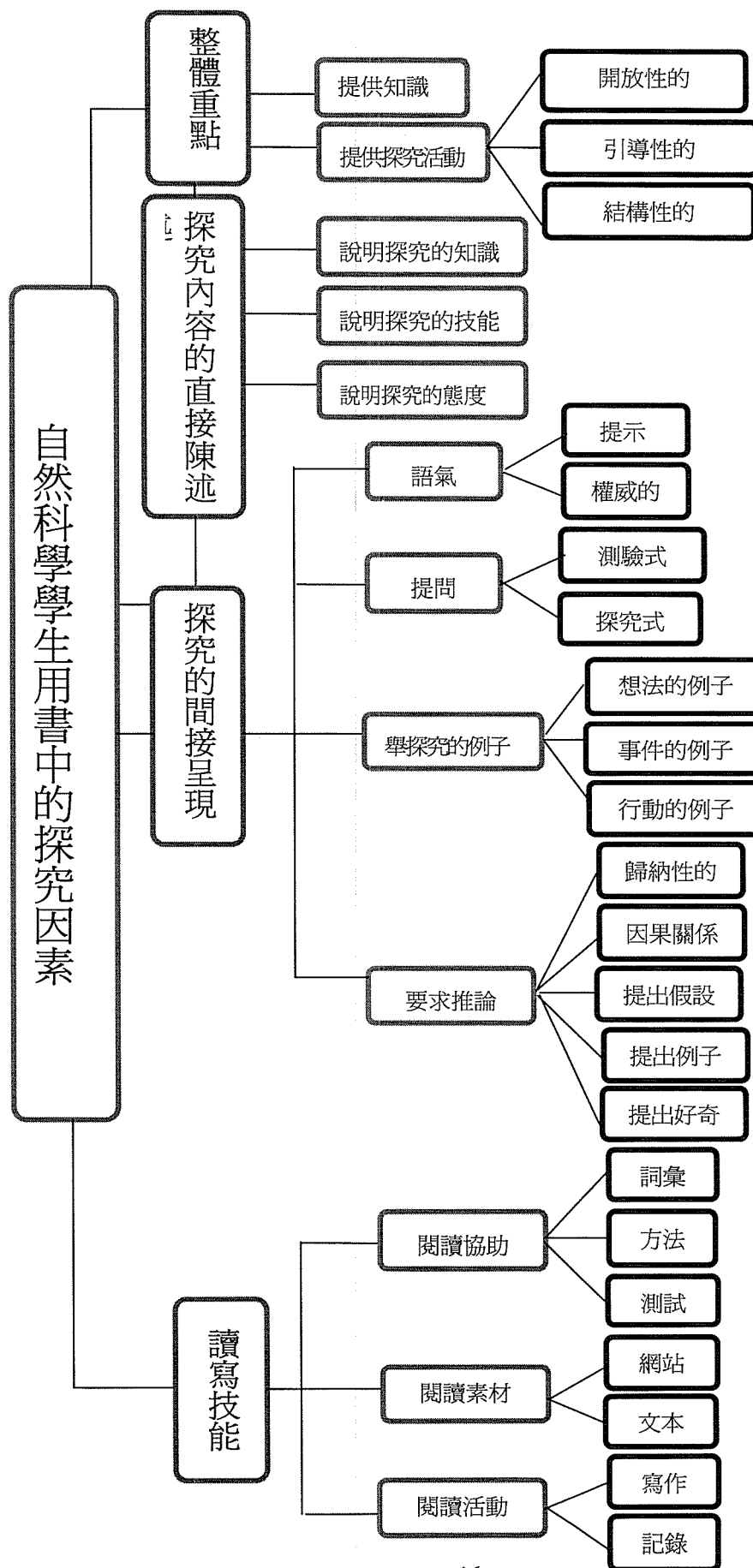
(1) 每一個分析單位，按分析架構的每一個細目做對比，假如分析單位中含細項所描述的內容或特色，該單位就在該細項中獲得分，而且最多獲得 1 分；假如文中有該項有不只一個例子，每個例子都會被收入 Nvivo 的例子檔，但是仍是只得 1 分。

(2) 兩位研究人員獨立做分析，發現不同看法的地方，則進行討論，達成共識。

(三)分析架構本

本研究的階段目標是初步分析自然科學的教科書如何整合自然科學學科知識和學生的探究能力。所以，開始時的構思是分析學生用書中的「探究內容」和「探究內容的呈現」兩大項目。經第一步的分析之後，發現美國的教材呈現了不少「讀寫技能」的內容，頗有參考價值，因此形成了圖 3-1 的分析架構圖中的項目，用以檢視。

圖 3-1 自然科學學生用書中的探究因素



討論和分析後，發現圖 3-1 其實是三個不同的分析向度，所以把分析架構分作圖 3-3 和 3-3 如下：

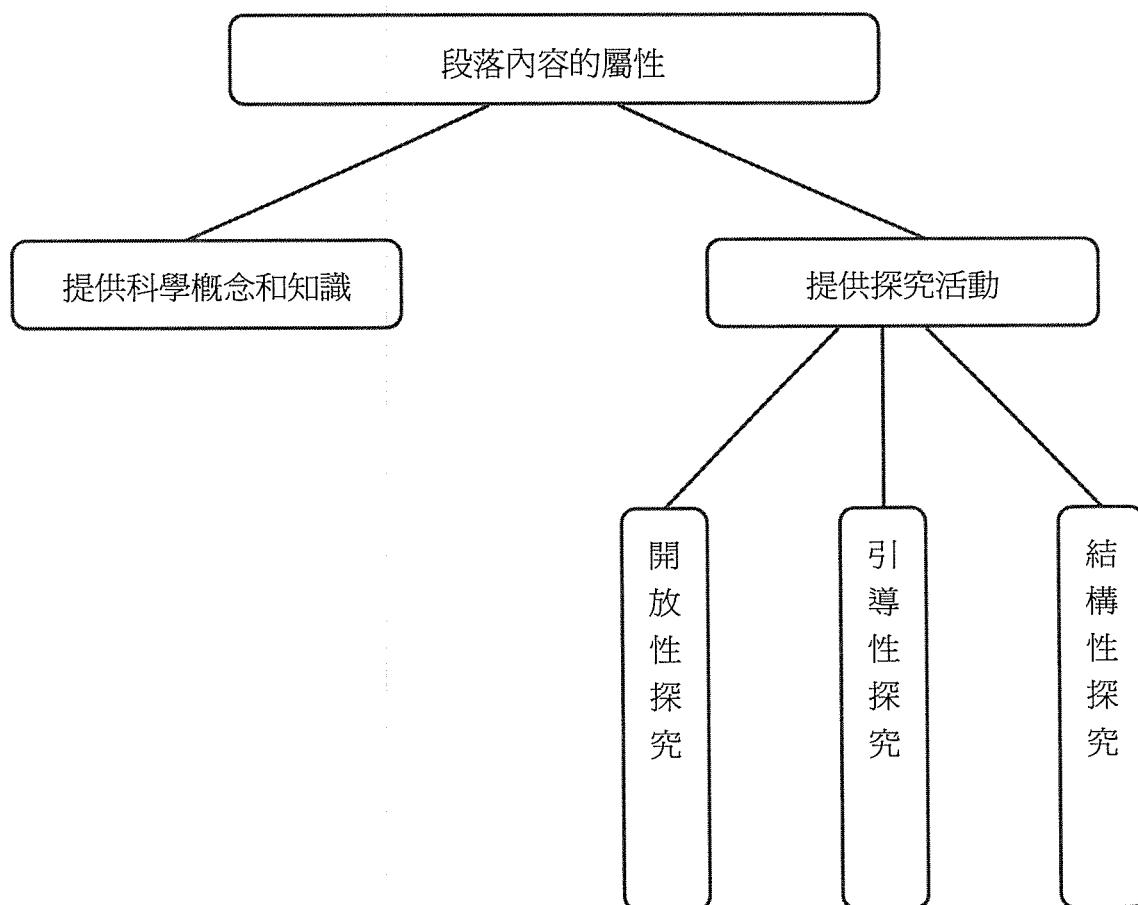


圖 3.2 自然科學學生用書段落內容屬性分析架構圖

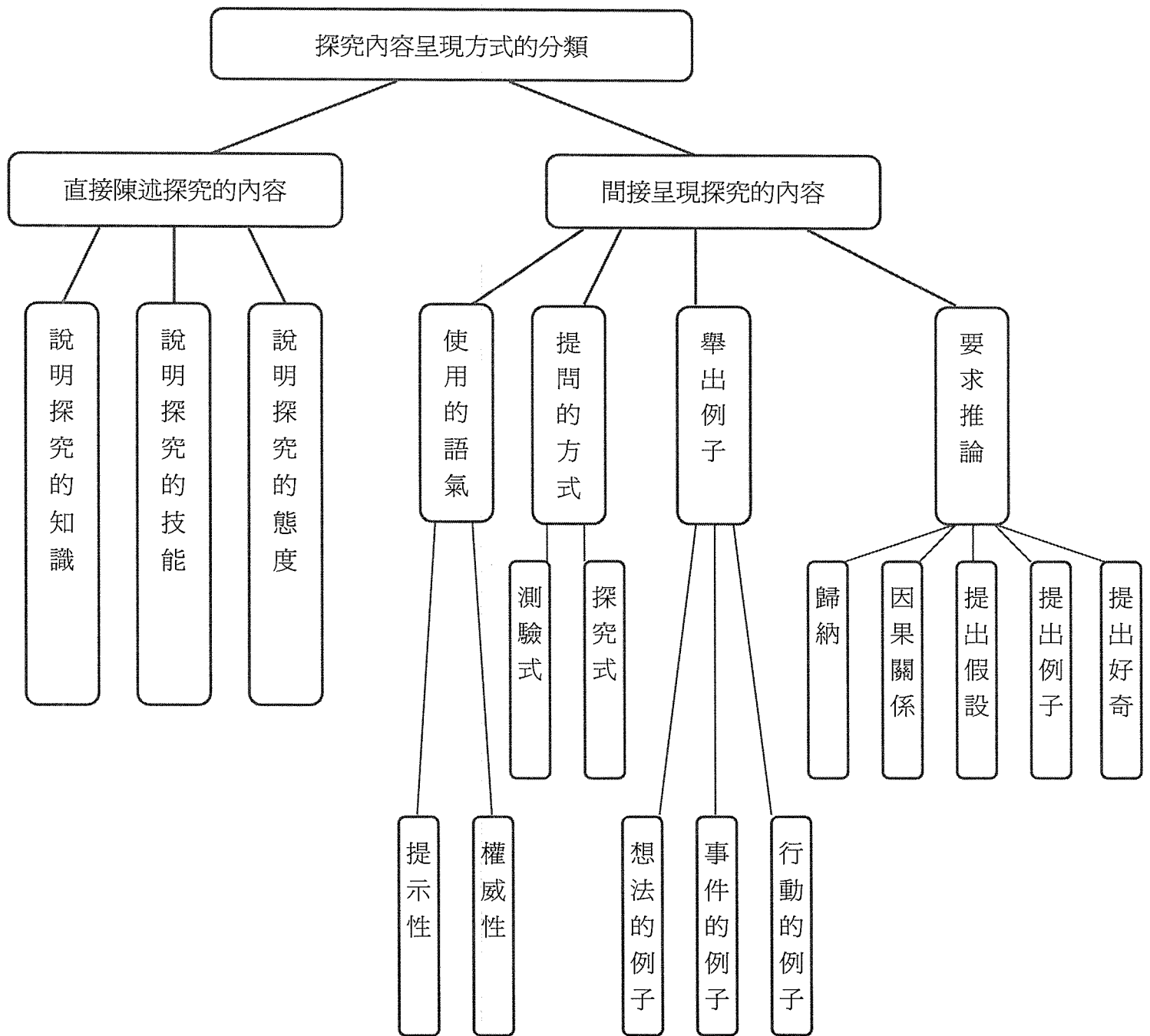


圖 3-3 自然科學學生用書探究內容的分類架構圖

以下分別敘述四大項目和每項中的細節:

1.單位的整體重點

首先，整體檢視分析的單位的重點，了解它的重點是讀者獲得科學知識，還是要帶學生進行科學活動，活動方面分開放性的、引導性的、和結構性的探究。

2.探究的直接陳述

第二大向的分析，是要檢查所分析的單位是否有直接提及探究的知識或培養探究的能力。如果沒有探究的內容的話，在各細項終究不會得到任何的分數。

探究的教學，跟一般教材的項目大致相同，都可能有知識、技能和態度的陳述。架構中的細項，就是從這三大向中發展出來的。

(1) 探究的知識的陳述

即直接告訴讀者：什麼是探究、探究的方法有哪些、探究的技能有哪些等等。

探究知識有哪些具體內容？分析時，以九年一貫課程綱要中自然與生活科技領域的能力指標最爲主要參考。

(2) 探究技能的說明

這部分包括運用探究技能過程的陳述。這種陳述，讓學生知道他在學習探究，知道自己正在學探究的哪些技能，並且知道各項技能的執行方法。

提供探究的活動，間接給學生探究能力的練習，但是學生可能不了解自己正在探究，甚至連教師都不清楚活動的重點在培養哪向探究能力的練習。所以，我們期待，教科書裡能夠直接告訴使用者哪些動作和哪些思維是屬於哪些探究技能，所以，假如書中的活動有標明探究的能力，在本項會得分；但是，只是提供練習，沒有告知所練習的是什麼能力，就不會得分。

技能的直接指點分成兩種，探究本身的技能，以 Harwood (2004)、NRC 的 K-8 標準 (1996) 和九年一貫自然於生活課綱所列的爲準，即包括表 3-2 的項目。

表 3-2 探究的技能項目

Harwood (2004)	NRC K-8 標準 (1996)	教育部 (2003)
構思問題	提出科學問題	觀察
查詢已知	提出計畫	比較與分類
提出預測	運用工具、執行計畫	組織與關連
執行計畫	描述、分析資料	歸納與推斷
分析資料	詮釋結果	傳達
反思結果	思考證據和解釋的關係	創造思考
傳達溝通	了解多元解釋	批判思考
觀察記錄	傳達、溝通、解釋	解決問題
反覆提問	運用數據	綜合思考 推論思考

上表所列的技能，假如在分析單位中有告知給讀者技能的名稱，或是說明技能的應用，則在「探究技能」的項目會得 1 分。

另外，有些思維的技能、或是探究時的操作技能、媒體的運用或是數學的相關技能，假如直接點出指出連結，則在「相關技能」項下得 1 分。

(3) 探究態度

這是態度的直接說明，例如，告訴讀者什麼是探究的精神、指出科學家應有質疑的想法和鍥而不捨的特質等等。

3. 探究的間接呈現

美國(NRC 1996)的課程辨別探究的基礎技能(fundamental ability of inquiry) 和探究的基礎認知(fundamental understanding of inquiry)表示，探究的認知必須直接對學生說明，並且要讓學生練習和操作。美國的出版社都有直接將探究的技能列在每本給學生用書的前頭，這就是上述的「知識陳述」；台灣的教材大多在活動中間接的提示學生，讓他們進行探究時，不知不覺運用了探究能力。因此，讀者和分析者必須從語氣、提問、舉例等等了解到探究。本研究提出五個探究呈現的方法做初步的分析，分別描述如下：

(1) 語氣：

- 提示的語氣：這種語氣在探究活動較會出現。例如：作者提示學生去「觀察」，或是說「想想看，怎麼會有這個結果？」，就是提示學生詮釋結果，學生就會獲得探究的經驗，只是不曉得自己正在探究。
- 不肯定的語氣：作者採用「大概」、「或許」、「可能」等等語詞，會讓讀者感覺到還有別的可能性或結論，表示對某解釋的確實性有所保留，或是不能做定論。這是探究的語氣。
- 權威的語氣：是專家或教師闡明事實時採用的口吻，讓讀者容易被說服，認為這是無可質疑的真理。假使教科書都採用這種口吻，讀者比較不會有質疑，較不會鼓勵學生進行探究。

(2) 提問：

- 探究式：探究式的問題，促使學生運用觀察所得，或是閱讀所得的資訊加以整理和思考，找出想法、例子或解釋，而且，在書中沒有直接提出明確的答案，是鼓勵讀者探究的提問。
- 測驗式：傳統教學由教師提問學生回答，用以測驗學生是否獲得正確的概念，是否理解教師的意思。假如所分析的單位出現這類型的問題，有鼓勵讀者尋找和牢記答案的用意，就會在這項得 1 分。

(3) 舉例：

- 想法的例子：舉出探究時的思維和推論歷程，有幫助讀者模仿探究的邏輯和推理，了解到科學家不是記一堆公式和資訊。
- 行動的例子：舉出執行探究時的動作、步驟和使用工具的方法，有助於讀者了解各動作的原則和原因，更有能力發展出有效、有創意的研究方法；不是隨著指示進行「古典」或「經典」的研究。
- 事實的例子：舉出運用創造新知的實例，讓讀者體會到科學家不一定是天才或聰穎過人；一般人，甚至學生，秉持探究的精神和態度，也可能有重大發現，有些發現是自己獲益，有些還可以協助其他人。

(4) 要求推論：

教科書引導學生進行探究的時候，會要求學生，觀察後、或是閱讀後做一些推論。雖然作者未必會說明做推論是探究能力的哪一種，但是讀者會獲得思維上的練習。以下是本研究探究的幾種推論：

- 歸納性的：多做歸納性的推論，有助於理論和模式的建立。
- 因果關係的：多作因果關係的推論，有助於知識的連結和統整，也協助學生設計實驗。
- 提出假設：從理論和獲得的資料做了歸納之後，再提出沒有看到的事情或還沒有知道的事時的可能性。這種推論試是從好奇和已知邁入新知論證，這是科學實驗階段的關鍵。
- 提出例子：這裡指的是依據某原則提出的例子。
- 提出好奇：學生能提出自己不了解的地方，或是有求知的慾望，是探究的開始。

4. 讀寫技能

讀寫技能的分析，主要從三個角度來看：

- (1) 閱讀協助：編者提供各種幫助學生讀懂教科書的資源，或是閱讀策略，例如：
 - 重要語詞的預習、標示、讀音。
 - 章節前有主要概念的先導整理（advanced organizer）
 - 告訴學生如何閱讀。
 - 小節之後提出測試理解的自評題目（comprehension check）。
- (2) 閱讀素材：編者增加一些趣味性的補充閱讀素材，如：方法。
- (3) 閱讀活動，如：
 - 記錄的方法的介紹。
 - 邀請讀者寫出趣味的報導、書信、故事、劇本等等。

二、提問的分析

在第一階段的文本分析，研究者發現每本教科書的每一頁都有「問題」，引起了進一步分析「問題」的類型和作用。本節介紹分析的方法和範圍。

(一) 分析的文本—「電磁」的相關單元

表 3-3 列出本階段抽取的文本樣本，選擇的理由說明如下：

1. 年齡層：以小學階段的自然科教材為第一篩選標準，原因是第一階段的分析發現，台灣的中小學教材有不同的重點；中學的教材以知識傳輸為重，小學的教材卻以探究活動為主，幾乎每一句都是提問句，所以決定只分析小學高年級的課本。

2. 單元內容—電磁

第一階段的內容屬於生物，而生物的探究活動大多屬於「觀察」的；物理和化學的內容有更多「動手做」的探究，能夠補充和平衡第一階段

的分析結果。瀏覽中外教科書之後，發現「電磁」的單元內容很類似，用以比較「呈現」方法的不同，相當合適。

3.出版社和版本：以美國和台灣為主

美國的教科書能用第一階段的三套，從中挑出六年級或以下的學生用書。

香港的教科書，六年級較缺「電磁」內容，而且第一階段的結果跟台灣的類似，所以本報告限於美國和台灣的比較。

台灣部分，增加以前由台灣省國民學校教師研習會所編的實驗課本，因為現在各家出版社多少都是參考實驗課本編輯的，想用來比較九年一貫教材實施後，是否有些更能整合知識和能力的編寫方式。

表 3-3 本研究分析的「電磁」單元樣本

國別	出版社	年級	章別	單元名稱
台灣	教育部	五上	七	聽話的「磁鐵」
	南一	六上	四	奇妙的電磁世界
	康軒	六上	四	電磁作用
	翰林	六上	三	電磁作用
	台灣省國民學校教師研習會	五下	五	電與磁
美國加州	Glencoe	Red	7	Electricity and magnetism
	McGraw-Hill-Macmillan	四	8	Electricity and magnetism
		六	9	Electromagnets
Scott Foresman	六	17	Changing energy forms	

(二) 分析步驟

1. 挑選文本

2. 抽取分析項目

(1) 將樣本中每一篇課文的每一個問題抽出來做分析，包括標題中的問題、圖表中的問題和測試學生理解的問題。

(2) 「問題」有兩個操作型定義：

- 句子結尾有問號，如：「兩個電池有什麼不同？」
- 提示學生作答的句子，例如：「說一說：兩個電池哪裡不相同。」

3.進行分析

- (1) 每個問句按照分析架構的分類，每個項目挑出最主要的類別，記錄下來。
- (2) 兩位研究人員獨立做分析，有不同看法的地方，進行討論，達成共識。

(三)分析架構

本階段的目標是要深入了解提問在國小自然科教科書中的功能，特別是與學生探究能力的發展的關係。分析架構中有三大項：問題類別、探究活動類別和探究技能類別。

1. 問題類別：本項分析問題的功用，在以下五種問題類別中挑出最重要的一類，不得複選。

(1) 語氣型問題 rhetorical question (激問法)：

此類問題由作者自問自答，有時候放在標題中，引起話題，或引發讀者的好奇，但是沒有預期讀者作答，因為接下來作者就會提出答案，或提出解題的方案。

(2) 測驗型問題 test question：

用來測試讀者(學生)是否獲得正確認知的問題，包括了正式測驗題和測試讀者閱讀理解的 comprehension check。

(3) 示範探究思維的問題 modeling question：

這種問題沒有預期讀者正式回答。它是編者依科學家或好奇的外行人所想，運用探究語氣寫的。此類問題在文本中，或是在虛構學生的話語中出現，幫助讀者從模仿中學習到探究類型的特色和思維。

(4) 討論的問題 discussion question：

此類問題是給學生互相討論用的，通常答案不明顯、或是有多角度，或是需要蒐集和整理資料。

(5) 探究型問題 inquiry question

此類問題，引導讀者依照指示的步驟進行探究，或是提出問題的範圍，讓讀者獨立探究。

假如上一項的問題類別屬於探究型的問題，分析者就繼續做下面兩項的分類，否則就直接分析下一個文本中的「問題」。

2. 探究活動類型

本項標出文本中的「問題」是在哪一類型的探究活動中提出，分

作：

- (1) 開放性的 open inquiry
- (2) 引導式的 guided inquiry
- (3) 指令式的 directed inquiry

定義跟階段一所用的相同，分析者依文本脈絡挑一種，不可複選。

3. 探究的技能類別

將每個探究型的問題依 harwood (2004) 的定義，分成九類關鍵能力：

- (1) 構思問題 (forming the question)：要求讀者提出探究的問題、考試的問題，或有待解決的問題各有不同，學生需要模仿和練習的是探究型的提問。
- (2) 查詢已知 (investigating the known)：要求讀者運用教科書、圖書、期刊、網路查詢相關資料的能力。
- (3) 提出預測 (articulating the expectation)：要求讀者提出一個可能的答案，有時會像科學家正式提出假設 (hypothesis)，有時只不過是一種猜測，或模糊的預期。這種預測能夠幫助探究者將問題轉成可以進一步探究的實驗項目或觀察對象。
- (4) 執行計畫 (carrying out the study)：要求讀者提出有系統的進行實驗或探究的方法，以了解個人的問題和假設。
- (5) 分析資料 (examining the results)：要求讀者檢視所蒐集到的資料或觀察到的現象是否呈現某些規律，或是做一些比較，或是衡量它的正確度。
- (6) 反思結果 (reflecting on the findings)：要求讀者思考分析結果的意義，思考是否能夠連結已知和預期，是否能夠回答原先想知道的問題，是否可以提出解釋。
- (7) 傳達和溝通 (communicating with others)：包括執行前、執行中時的腦力激盪和討論，以及完成後的分享。
- (8) 觀察對象 (observing)：要求讀者觀察或記錄。一般而言有三個向度：包括查詢時的觀察、執行時的觀察和構思問題時的觀察。
- (9) 反覆提問 (questioning)：探究過程中，鼓勵讀者提問，或要展現在不疑處或有疑處的提問示範。

三、教學實驗

前面兩階段的探討，表現出台灣的探究型自然科學教科書，在整合知識和

能力方面有待改進—國中階段重知識，要求學生從閱讀中學習探究，但是未能幫助學生運用所學到的內容實際做探究；國小階段正好相反，探究佔用了大部分的教學時間，但是學生缺乏閱讀素材，所以必須憑空猜想，未能運用已知做探究，使得知識和能力無法整合。

可是，學生有足夠的獨立閱讀能力來從閱讀中獲得已知，再進行探究，有待嘗試，這就是本階段的目標。以下介紹嘗試的步驟：

- (一) 邀請國小老師做合作伙伴；
- (二) 共同設計「整合知識性閱讀和探究技能」的教學，範圍不限自然科學；
- (三) 進行試教，教學時全程錄影，教學後將過程謄寫成逐字稿，用以分析和進行案例討論；
- (四) 目前進行了四次教學實驗：
 1. 四年級：學生自選閱讀關於動物的文本，閱讀的目標是要探討哪些動物符合小說中「野獸」的描述。
 2. 四年級：教師選擇關於「世界遺產建築」的文本，給學生閱讀，閱讀的目標是要探討「世界遺產建築」的共同特徵。
 3. 五年級：教師準備關於埃及的文本，提供學生翻閱，閱讀的目標是回答學生自訂的探究問題。
 4. 六年級：教師準備關於「運用力學原理辨別生蛋和熟蛋」的文本。閱讀的目標是設計幾個實驗，並且執行實驗。

四次教學有共同的特徵：

1. 學生進行開放或引導式的探究活動。
2. 探究的內容並不在自然課本
3. 學生對所探究的議題並不熟悉，必須透過閱讀獲得資訊。
4. 所閱讀的文本比課本複雜，比課文長，教師擔心學生沒有閱讀的興趣或能力。