

## 第三章、研究方法

本章旨在說明研究的設計、研究對象、研究工具、研究流程與資料分析方式等。全章共分成五節：第一節為「研究設計」；第二節為「研究對象」；第三節為「研究工具」；第四節為「研究流程」；第五節為「資料分析」。

### 第一節 研究設計

在科學文本中常會用科學詞彙表達科學概念，這些科學概念之間包含著語意關係，而「產生」常被用來表達概念之間的語意關係，但是「產生」的論述方式在句子中有不同的意義，呈現多元不同的語式，尤其在相同版本教科書中會有不同的論述方式。教科書文本句中包含「產生」一詞論述語意關係所表達的語式有多種，例如在力學部分「外力作用於物體時，物體產生加速度」與「重力使物體做等加速度運動，這種由重力作用而產生的加速度」兩種語式，所表達的語意也有其差異，使用「產生」一詞的文本句在不同語式的句子也體現出不同的語意，閱讀者可能對其有不同的解讀與語意上的理解。楊文金與蔡佩君(2008)研究發現物質過程詞(例如「產生」)的使用，在物理力學方面常造成不必要的誤解。除了在物理文本造成不必要的誤解，在其他學科文本是否有同樣的情況，因此，本研究欲由物理、化學、生物不同學科論述中使用「產生」論述來探討師生對其語意理解情形。

本研究由南一版與康軒版教科書中分析其使用「產生」表述概念關係之文本句，整理出兩個版本教科書以「產生」表述概念關係最常使用的語式，瞭解在描述概念之間語意關係所呈現的語式與語意表達的差異。這些問題的探究對科學教學很重要，不僅可以提供學生理解在文本中利用「產生」的語式論述表達什麼語意關係，也讓教師透過這些資訊在教學中可以有效的使用「產生」論述語意關係，希望經由這個研究結果，促進科學教學成效，也讓教科書的論述更貼近學生的閱讀理解。

先對南一版本與康軒版本教科書進行分析，統計兩個版本教科書常使用的兩個語式作為問卷設計，並將語式以抽象符號表示為純語式(如：A 產生 B)，並以相同語式作為基礎選取物理、化學、生物學科文本代表性的論述作為問卷內容，以純語式與不同學科文本論述設計出「不同學科論述語意理解問卷」。

在「不同學科論述語意理解問卷」中，藉由純語式論述與不同學科語意論述比較不同學習階段學生語意理解差異，以及探究教師與學生對文本中使用「產生」表述概念關係論述在語意上的理解，並以凱利方格(Kelly Repertory Grid Techniques)為探究分析方法，由個體對元素(element)與構念(constructs)的評價以了解個體對元素與構念的理解。

根據楊文金與蔡佩君(2008)研究發現八年級與九年級學生對於物理文本中使用「產生」之論述常造成不必要的誤解。本研究繼而針對同一群八年級學生，待其升上九年級學習牛頓第二運動定律之後再進行同一問卷施測，以探究學生學習前後對物理文本論述語意理解情形。因此，選取物理文本論述設計出「物理論述語意理解問卷」，進行縱向研究。在「物理論述語意理解問卷」中藉由純語式論述與語意情境論述比較學習前與學習後的學生語意理解差異，並將物理文本中表述事件與事件間邏輯語意關係之論述設計於「物理論述語意理解問卷」內，以瞭解學習前後學生對於事件間邏輯語意關係理解為何。

## 第二節 研究對象

本研究採以「不同學科論述語意理解問卷」及「物理論述語意理解問卷」兩份不同內容的問卷，因此兩份問卷各有主要探究的研究對象。

### 一、不同學科論述語意理解問卷

不同學科論述語意理解問卷之研究對象為科學教師、高一學生、國一學生，其中包括科學教師 18 人、高一學生 161 人、國一學生 183 人，總計 362 人。受測的國一學生在他們未接觸與問卷相關學科內容前進行施測，而高一學生剛學習國中自然與生活科技課程內容，並在其未接觸與問卷相關內容之高中課程前進行施測，相較於國一學生，高中學生學習國中自然與生活科技課程後對教科書中表述概念間的論述有深入的瞭解。

比較高一學生與國一學生有二個目的，一是高一學生學習國中自然與生活科技後對於科學文本較為熟悉，在學科知識亦較為充分，可能對語意論述的區辨更為清楚，所以本研究預期高一學生與國一學生對論述之語意理解應該會有差異，二是為了瞭解學生學習國中自然與生活科技課程後與正要接觸國中自然與生活科技的學生對論述的理解，可作為科學文本撰寫與科學教學過程談論科學的參考依據。

科學教師對教科書中使用「產生」表述概念關係論述之語意解讀是本研究探討重點之一，科學教師的理解與學生在概念上的建構有緊密的關係。本研究採以物理、化學、生物不同學科論述，因此，選取 5 位物理背景自然科教師、7 位化學背景自然科教師、5 位生物背景自然科教師，這些科學教師具有豐富教學經驗且熟悉科學教科書內容。「不同學科論述語意理解問卷」研究對象為科學教師、高一學生與國一學生，因此，不僅可以瞭解各組研究對象的看法，也可以進行科學教師與高一學生、科學教師與國一學生以及高一學生與國一學生的差異比較。

## 二、物理論述語意理解問卷

「物理論述語意理解問卷」內容主要為牛頓第二運動定律主題，為了探討學生在學習前與學習後對於文本論述的語意理解是否有差異，因此，「物理論述語意理解問卷」研究對象主要為八年級學生 66 人，依據楊文金與蔡佩君(2008)研究對於八年級施測結果。待這些學生學習牛頓第二運動定律之後再進行施測，瞭解學習前學生的看法與學習後學生的看法，並比較學習前與學習後學生的理解差異。

## 第三節 文本分析

### 一、分析範圍

#### (一) 分析版本

論述是詞彙語法層的語言資源，為了有代表性地說明語言資源，必須進行語料的分析。本研究分析語料為康軒版與南一版國中自然與生活科技教科書第一冊至第六冊。在語料庫中所選取的句子依據句號、冒號、問號、驚嘆號切分句子，這類的句子稱為文本句，選出文本句之後，依據 SFL 將文本句斷為小句，接著依據及物系統對小句進行語法類別編碼與分析。

#### (二) 分析焦點與分析單位

科學文本中使用「產生」的論述有很多類型，有些作為動詞，如：物體在液體中產生一向下加速度；有些作為名詞，如：加速度的產生；有些構作為名詞組，如：產生的孢子。本研究分析的焦點著重於使用「產生」表述概念關係的動詞。

### 二、語料蒐集

利用楊文金(2004)建立之 STAR(Science Text Analysis Resource)資料庫搜尋資料。文本分析內容包含康軒版、南一版與翰林版的自然與生活科技教科書。對於「產生」一詞在文本中易引起閱讀困難的論述，結合 SFL 觀點以及 STAR 搜尋資料作深入的探討。以下將說明 STAR1.0 及 STAR2.0 程式的操作方式與功能。

#### (一) STAR1.0 程式

查詢文本內容可使用 STAR1.0 程式功能，STAR1.0 程式「查詢文本資料」查詢科學文本有「出版」、「作者」、「冊別」、「文本句」、「章別」、「頁別」等查詢的條件，每一個條件可獨立查詢或合併查詢，選擇所欲查詢條件或在查詢條件空欄鍵入要查詢的詞彙，按下產生查詢指令，接著按下「查詢」鍵，即可出現所要查詢的結果。圖 3-3-1 為 STAR1.0 程式查詢文本的畫面：

請輸入所欲查詢的條件

A1. 文本特質:

出版  冊別  作者  填入者

ckip 文本句 頁 章 HELP

A2.

B. 邏輯關係:

C. 請輸入SQL指令

圖 3-3-1 STAR1.0 程式查詢文本

程式 STAR1.0 查詢結果顯示符合所欲查詢的資料，資料是以文本句作為一個單位。文本句是以句號、問號、驚嘆號作結束的句子。由查詢的結果可獲知符合條件的文本句有多少。

點選「檢視查詢結果」後，會出現「基本訊息」、「文本句」、「文本資料」、「SE\_CKIP」四個欄位。由「基本訊息」可獲知查詢結果總文本句數，而「文本句」顯示文本內容，每一列出現一個文本句，「文本資料」顯示文本出現在哪個版本、哪一冊、哪一章、哪一頁等資訊，「SE\_CKIP」顯示對於科學文本作 CKIP 斷詞之後的標記，利用中研院 CKIP 斷詞系統程式將文本句斷成一個一個詞彙，也可以讓使用者知道文本句中每一個詞彙的詞性，CKIP 斷詞系統程式斷詞後再將詞彙修改成適合科學文本的詞彙單位。

## (二) STAR2.0 程式

STAR2.0 程式進入介面之後，需先將所欲分析的科學文本分段鍵入儲存，再將文本斷出文本句，文本句是以句號、問號、驚嘆號作結束，斷出文本句儲存後，將文本句的單位斷成小句單位，以作為研究的最小單位。

科學文本斷成小句之後，以 CKIP 斷詞系統輔助作 PPCCI 分析(P: Participant, P: Process, C: Circumstance, C: Conjunction, I: Interpersonal)，依據系統功能語言學將小句進行斷詞並標示句中「參與者」、「過程」、「環境成份」、「連接詞」、「人

際關係」。最後按下「Theme/Rheme ZA」欄位可進行主述位分析。

No	Cls No	Clause
1 n	1-1-1	由力的效應 知道， <<1>> 環境 過程 狀入
2 n	1-1-2	<<1>> 物體 通常會 因 力的作用 而 產生 形變 與 運動狀態的改變， 狀入 參與 人際 連接 參與 連接 過程 參與 連接 參與
3 n	1-2-1	但 有時候 去拉或推一個靜止的物體時， 物體 卻仍然 靜止不動， 連接 環境 環境 參與 人際 過程
4 n	1-2-2	此時 可以 想像 有一個大小相等、方向相反的力 同時 也 對 物體 作用， 環境 人際 過程 參與 環境 人際 過程 參與 過程
5 n	1-2-3	使 其合力 為 零， 過程 參與 過程 參與
6 n	1-2-4	這個力 稱為 摩擦力。 參與 過程 參與
		當 物體呈現靜止狀態時， 摩擦力的 大小 恰 等於 施力大小，

NO	Theme	Rheme	Remarks
1	由力的效應 <sub>4</sub>	知道 <sub>1</sub> 《1》	
2	《1》物體 <sub>1</sub> 通常會 <sub>2</sub> 因 <sub>1</sub> 力的作用 <sub>3</sub> 而 <sub>1</sub>	產生 <sub>1</sub> 形變 <sub>2</sub> 與 <sub>1</sub> 運動狀態的改變 <sub>4</sub>	
3	但 <sub>1</sub> 有時候 <sub>3</sub> 去拉或推一個靜止的物體時 <sub>10</sub> 物體 <sub>1</sub> 卻仍然 <sub>2</sub>	靜止不動 <sub>3</sub>	
4	此時 <sub>1</sub> 可以 <sub>1</sub>	想像 <sub>1</sub> 有一個大小相等、方向相反的力 <sub>8</sub> 同時 <sub>1</sub> 也 <sub>1</sub> 對 <sub>1</sub> 物體 <sub>1</sub> 作用 <sub>1</sub>	
5		使 <sub>1</sub> 其合力 <sub>2</sub> 為 <sub>1</sub> 零 <sub>1</sub>	
6	這個力 <sub>2</sub>	稱為 <sub>1</sub> 摩擦力 <sub>2</sub>	
7	當 <sub>1</sub> 物體呈現靜止狀態時 <sub>5</sub> 摩擦力的 大小 <sub>5</sub> 恰 <sub>1</sub>	等於 <sub>1</sub> 施力大小 <sub>3</sub>	
8	且 <sub>1</sub> 方向與 施力方向 <sub>4</sub>	相反 <sub>1</sub>	
9		行走 <sub>1</sub> 於剛打過蠟的地板 <sub>7</sub>	
10	一不小心 <sub>3</sub> 就會 <sub>2</sub>	滑倒 <sub>1</sub>	
11	同樣的 <sub>2</sub> 當 <sub>1</sub> 機車行駛於潮濕的路面時 <sub>8</sub> 也 <sub>1</sub> 要特別 <sub>2</sub>	小心 <sub>1</sub>	
12		以免發生 <sub>2</sub> 打滑的情形 <sub>4</sub> (圖5-2) 為 <sub>1</sub> 什麼? <sub>1</sub>	
13	由活動5-1 <sub>2</sub> 可 <sub>1</sub>	知 <sub>1</sub> 《1》	
	《1》摩擦力的 大小與兩物體的接觸	面積 <sub>1</sub> 有關 <sub>1</sub> 物體材料與接觸面的粗糙程度	

圖 3-3-2 STAR2.0 程式介面

運用 STAR1.0 與 STAR2.0 程式功能，能夠有效幫助研究者選取科學文本分析的範圍、查詢論述方式資料有多少，並且能夠對科學文本作斷詞、斷句、詞性與主述位分析，避免在研究過程因為人工查詢造成遺漏或錯誤。

### 三、語料編碼

教科書中使用哪些相同論述方式來描述哪些不同概念？相同概念之間的論述方式又有何不同？這些問題對於科學文本的編者或教師而言具有重要性，對這些問題的分析結果有助於他們瞭解目前國中科學文本哪些是使用「產生」描述概念之間語意關係的重要論述方式，以及論述方式所指涉的語意關係，以促使學生能夠理解使用「產生」表述概念關係之論述所傳達的精確語意。

以下先對南一版與康軒版教科書有哪些使用「產生」表述概念關係的論述形式進行分析。

#### (一) 比較不同版本中使用的語式

##### 1. 南一版本教科書

針對國中南一版自然與生活科技教科書第一冊至第六冊，使用產生表述概念關係之論述進行分析，南一版使用產生表述概念關係論述總共有 214 句，將這些論述歸納出「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」、「A 造成 C 產生 B」四種語式，其中「A 產生 B」語式有 176 句(82.24%)，「A 使 C 產生 B」語式有 23 句(10.75%)，「A 受 C 產生 B」語式有 12 句(5.61%)，「A 造成 C 產生 B」語式有 3 句(1.40%)。

##### 2. 康軒版本教科書

對國中康軒版自然與生活科技教科書第一冊至第六冊使用「產生」表述概念關係之論述進行分析，康軒版使用產生表述概念關係論述總共有 283 句，將這些論述歸納出「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」、「A 讓 C 產生 B」四種語式，其中「A 產生 B」語式有 253 句(89.40%)，「A 使 C 產生 B」語式有 25 句(8.83%)，「A 受 C 產生 B」語式有 3 句(1.06%)，「A 讓 C 產生 B」語式有 2 句(0.71%)。

南一版與康軒版共有的語式為「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」，而南一版與康軒版差異在於南一版「A 造成 C 產生 B」語式與康軒版「A 讓 C 產生 B」。

本研究為了探究教科書中使用「產生」表述概念關係之論述，選取兩個版本教科書常出現典型代表的語式作為研究之純語式論述，因此，選取「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」三個語式作為純語式研究。



## (二) 比較不同版本中不同學科使用的語式

### 1. 南一版本教科書

依據前述分析進一步對南一版本教科書中不同學科使用的語式進行比較，在生物科使用「產生」表述概念關係總共有 45 句，其中「A 產生 B」語式有 39 句，「A 使 C 產生 B」語式有 4 句，「A 受 C 產生 B」語式有 1 句，「A 造成 C 產生 B」語式有 1 句。因此，可知南一版本生物科文本較常使用「A 產生 B」語式來說明概念間的關係，而「A 受 C 產生 B」語式與「A 造成 C 產生 B」語式較少出現在南一版生物科文本中作為論述。

在化學科文本中使用「產生」表述概念關係之論述共有 61 句，「A 產生 B」語式有 53 句，「A 使 C 產生 B」語式有 5 句，「A 受 C 產生 B」語式有 3 句，「A 造成 C 產生 B」語式沒有出現在化學科文本，而南一版本化學科文本較常以「A 產生 B」語式論述概念間的關係。

在物理科文本中使用「產生」表述概念關係之論述共有 108 句，「A 產生 B」語式有 84 句，「A 使 C 產生 B」語式有 14 句，「A 受 C 產生 B」語式有 8 句，「A 造成 C 產生 B」語式有 2 句。因此，物理文本中較常使用「A 產生 B」語式論述，較少出現「A 造成 C 產生 B」，而相較於化學科文本與生物科文本，物理文本有較多使用「產生」表述概念關係的句子，且在物理文本中「A 使 C 產生 B」語式也比上述兩學科文本明顯多出許多。

表 3-3-1 南一版本不同學科語式比較

科目	語式	數量
生物	A+產生+B	39
	A+使+C+產生+B	4
	A+受+C+產生+B	1
	A+造成+C+產生+B	1
化學	A+產生+B	53
	A+使+C+產生+B	5
	A+受+C+產生+B	3
	A+造成+C+產生+B	0
物理	A+產生+B	84
	A+使+C+產生+B	14
	A+受+C+產生+B	8
	A+造成+C+產生+B	2

## 2. 康軒版本教科書

對康軒版本教科書中不同學科文本使用的語式進行比較，在生物科使用「產生」表述概念關係總共有 74 句，其中「A 產生 B」語式有 70 句，「A 使 C 產生 B」語式有 4 句，而「A 受 C 產生 B」語式以及「A 讓 C 產生 B」語式皆沒有出現在康軒版本生物科文本。因此，康軒版本生物科文本較常使用「A 產生 B」語式來論述概念間的關係。

在化學科文本中使用「產生」表述概念關係之論述共有 99 句，「A 產生 B」語式有 89 句，「A 使 C 產生 B」語式有 7 句，「A 受 C 產生 B」語式有 3 句，「A 讓 C 產生」語式沒有出現在化學科文本，而康軒本化學科文本較常以「A 產生 B」語式論述概念間的關係。

在物理科文本中使用「產生」表述概念關係之論述共有 109 句，「A 產生 B」語式有 94 句，「A 使 C 產生 B」語式有 13 句，「A 受 C 產生 B」語式有 8 句，「A 讓 C 產生 B」語式有 2 句。因此，物理文本中較常使用「A 產生 B」語式論述，不同於化學科文本與生物科文本「A 讓 C 產生 B」語式只出現在物理科文本論述，而相較於化學科文本與生物科文本，物理文本中有較多使用「產生」表述概念關係的句子，且「A 使 C 產生 B」語式也比上述兩學科文本明顯多出許多。

表 3-3-2 康軒版本不同學科語式比較

科目	語式	數量
生物	A+產生+B	70
	A+使+C+產生+B	4
	A+受+C+產生+B	0
	A+讓+C+產生+B	0
化學	A+產生+B	89
	A+使+C+產生+B	7
	A+受+C+產生+B	3
	A+讓+C+產生+B	0
物理	A+產生+B	94
	A+使+C+產生+B	13
	A+受+C+產生+B	0
	A+讓+C+產生+B	2

本研究從資料庫比對整理過程中發現，南一版與康軒版教科書共有的語式為「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」。兩個版本在生物科、化學科與物理科文本中普遍最常出現的語式皆為「A 產生 B」，因此本研究以「A 產生 B」作為純語式分析並且分別由生物、化學以及物理文本選取語意論述作為問卷試題，以探究在相同語式學生對於不同學科語意論述語意理解情形。

兩個版本在不同學科文本比較亦發現，「A 使 C 產生 B」也是出現在生物科、化學科以及物理科文本句子較多的語式，而且「A 使 C 產生 B」在兩個版本物理科文本出現句子數比生物科、化學科文本多。所以，本研究也採以「A 使 C 產生 B」作為純語式分析並分別由生物、化學、物理文本選取語意論述作為問卷試題。

### (三) 相同語式在不同學科語意論述所表述的語意關係

為了瞭解學生對於不同學科文本，使用「產生」表述概念關係論述之理解，本研究循前研究由資料庫比對整理南一版與康軒版文本之論述，採以「A 產生 B」與「A 使 C 產生 B」作為純語式。

純語式一「A 產生 B」，選取物理文本語意論述「外力作用於物體時，物體產生加速度」，化學文本語意論述「氫氧化鈉解離產生負離子 OH<sup>-</sup>，稱為氫氧根離子。」，生物文本語意論述「菌絲亦可產生孢子，以繁殖後代。」。

純語式二「A 使 C 產生 B」，選取物理文本語意論述「力使物體產生加速度」，化學文本語意論述「二氧化錳使雙氧水產生氧氣」，生物文本語意論述「細菌所含的酵素使酒產生乳酸和醋酸」。

針對相同語式在不同學科文本語意論述，以下由系統功能語言學觀點，以及物系統物質過程、關係過程、存在過程探究教科書中使用「產生」表述概念關係。及物系統將組成事件成分區分為過程詞、參與者以及環境成分(胡壯麟，1989)，整個事件以過程詞為核心，分析參與者之間的關係或參與者與環境成分的關係。

## 1. A 產生 B

物理語意論述：「外力作用於物體時，物體產生加速度」

物體	產生	加速度
載體(Carrier)	關係過程	屬性(Attribute)

「物體產生加速度」論述中，過程詞是「產生」，參與者為物體與加速度，物體在事件內角色是載體，加速度在事件內的角色是屬性，物體與加速度間的關係即載體與屬性關係，而過程詞「產生」表述參與者與參與者間的關係。說明載體與屬性的關係是關係過程，因此，「物體產生加速度」論述中「產生」所表述即關係過程。

化學語意論述：「氫氧化鈉產生負離子 OH<sup>-</sup>，稱為氫氧根離子」

氫氧化鈉	產生	負離子 OH <sup>-</sup>
作用機制	存在過程	存在物(Existent)

「氫氧化鈉產生負離子 OH<sup>-</sup>」論述中，過程詞為「產生」，參與者為氫氧化鈉與負離子 OH<sup>-</sup>，氫氧化鈉在事件內扮演角色是一種解離作用機制，負離子 OH<sup>-</sup>在事件內角色是存在物(Existent)，氫氧化鈉與負離子 OH<sup>-</sup>關係即表示負離子 OH<sup>-</sup>存在的過程，而論述中過程詞「產生」表述參與者與參與者間的關係，說明作用機制與存在物的關係為存在過程，因此，「氫氧化鈉產生負離子 OH<sup>-</sup>」論述中「產生」所表述為氫氧化鈉解離為負離子 OH<sup>-</sup>之存在過程。

生物語意論述：「菌絲亦可產生孢子，以繁殖後代」

菌絲	產生	孢子
動作者(Actor)	物質過程	目標(Goal)

「菌絲產生孢子」論述中過程詞為產生，參與者為菌絲和孢子，菌絲在事件內角色是動作者(Actor)，孢子在事件內的角色為目標(Goal)，菌絲與孢子的關係即動作者(Actor)與目標(Goal)的關係，而過程詞「產生」扮演連結參與者與參與者關係的角色，說明動作者(Actor)與目標(Goal)的關係是物質過程。因此，「菌絲產生孢子」論述中「產生」所表述為物質過程。

## 2. A 使 C 產生 B

物理語意論述：「力使物體產生加速度」

力	使	物體	產生	加速度
施事	物質過程	受事(載體)	關係過程	屬性

「力使物體產生加速度」為一複雜的兼語式論述，由「使」、「產生」二個過程詞及「力」、「物體」、「加速度」三個參與者構作科學事件，「使」扮演連結力與物體關係的過程詞角色，力是施事，而物體是受事，「產生」連結物體與加速度之間的關係，此時物體也體現為載體角色，加速度為屬性，物體與加速度體現載體與屬性關係，因此，「力使物體產生加速度」論述使用「產生」表述為關係過程。

化學語意論述：「二氧化錳使雙氧水產生氧氣」

二氧化錳	使	雙氧水	產生	氧氣
施事	物質過程	受事(動作者)	物質過程	目標

「二氧化錳使雙氧水產生氧氣」是由「使」、「產生」二個過程詞與「二氧化錳」、「雙氧水」、「氧氣」三個參與者組成小句，構作成一科學事件，「使」為連結二氧化錳與雙氧水的過程詞，二氧化錳為施事，雙氧水為受事。「產生」連結雙氧水與氧氣間的關係，此時雙氧水也體現為動作者，氧氣為目標，雙氧水與氧氣體現動作者與目標關係，因此，「二氧化錳使雙氧水產生氧氣」論述中使用「產生」表述為物質過程。

生物語意論述：「細菌所含的酵素使酒產生乳酸和醋酸」

細菌所含的酵素	使	酒	產生	乳酸和醋酸
施事	物質過程	受事(動作者)	物質過程	目標

「細菌所含的酵素使酒產生乳酸和醋酸」由「使」、「產生」二個過程詞與「細菌所含的酵素」、「酒」、「乳酸和醋酸」三個過程詞組成小句，「使」扮演物質過程之過程詞，且連結細菌所含酵素與酒之間關係，細菌所含的酵素為施事，酒為受事，「產生」連結酒以及乳酸和醋酸之間的關係，酒是動作者，乳酸和醋酸為目標，酒與乳酸和醋酸體現動作者與目標關係。因此，「細菌所含的酵素使酒產生乳酸和醋酸」論述中使用「產生」表述為物質過程。

相同語式在不同學科語意論述中使用「產生」卻表述為不同語意關係，化學

與生物論述中使用「產生」表述為物質過程，但是在物理論述中使用「產生」卻表述為關係過程，科學文本使用「產生」同一個過程詞在不同學科文本表述不同語意關係是否適合，是否容易造成學生閱讀理解差異，本研究將在第四章討論。

## 第四節 研究工具

### 一、問卷設計

#### (一) 不同學科論述語意理解問卷

##### 1. 純語式與不同學科語意情境論述試題

依據南一版與康軒版教科書文本分析，找出兩個版本文本中使用「產生」表述概念關係之論述，並歸納出常用語式「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」及「A 受 C 產生 B」以作為問卷純語式試題，探知師生對教科書常用語式理解為何，並由物理文本、化學文本、生物文本各選取一則論述為語式「A 產生 B」作為語意情境論述試題，同樣也由物理文本、化學文本、生物文本各選取一則論述為語式「A 使 C 產生 B」作為語意情境論述試題，以瞭解師生對於相同語式在不同學科論述之理解情形。

##### 2. 產生取代為其他過程詞

各學科常會使用到一些重要詞彙，但這些詞彙的使用方式及語意常因學科主題而有差異。因此「取代」的科學語言遊戲著重在不同學科中一些經常使用的重要詞彙的區別與語意瞭解(林文杰，2007)。本研究為了解學生對科學文本中過程詞的理解，瞭解過程詞在科學敘述中扮演的角色，而且能比較過程詞的語意差異。將一個過程詞，以另一個過程詞取代而原意不變。在前導研究訪談學生的過程，發現學生對於使用「產生」論述的說明常會使用的過程詞有「形成」、「製造」、「具有」、「具備」、「發生」、「存在」。因此，問卷的設計請受試者閱讀文本論述內容之後，根據語意選擇在論述中「產生」這個過程詞，取代為「形成」、「製造」、「具有」、「具備」、「發生」、「存在」六個過程詞與原論述語意的符合程度，符合程度分為四個等級「符合(=4)」、「還算符合(=3)」、「不太符合(=2)」、「不符合(=1)」，請受試者逐題選擇自己認為的符合程度。

問卷完整內容附於文後，另外此份為卷對 56 位國一學生進行問卷預試，其結果發現問卷內在一致性  $\alpha$  值為 0.853，問卷有良好信度堪以使用。



## (二) 物理論述語意理解問卷

### 1. 純語式與物理語意情境論述試題

從國中自然與生活科技教科書選取典型有關於牛頓第二運動定律之語意情境論述「物體受外力作用時，則沿著作用力的方向產生加速度。」，並且將論述中物體、力、加速度取代為抽象符號形成純語式「B 受 A 作用時，則沿著 A 的方向產生 C」，在學生學習前與學習後分別進行施測，以瞭解學生學習前後對物理文本有關牛頓第二運動定律論述之語意理解情況。

選取國中自然與生活科技教科書關於牛頓第二運動定律的語意情境論述為：

(1) 物體受外力作用時，則沿著作用力的方向產生加速度。

語意情境論述中科學詞彙取代為抽象符號的純語式論述為：

(2) B受A作用時，則沿著A的方向產生C。

語意情境論述(1)與純語式論述(2)為相對應的論述，而(1)論述中物體相當於(2)論述中 B，(1)論述中外力相當於(2)論述中 A，(1)論述中加速度相當於(2)論述中 C。(1)與(2)論述中皆使用「產生」表述物件與物件間的關係。請學生仔細閱讀物理語意情境論述(1)後，選擇他們認為是什麼產生加速度，閱讀純語式論述(2)後，選擇他們認為是什麼產生 C，藉以探知學生對物理語意情境論述與純語式論述之語意理解情形。

### 2. 事件間連接關係之理解

物理文本論述進行文本脈絡中小句間事件邏輯關係的拆解，以事件間的關係加以分類並改寫，以系統功能語言學(SFL)界定的兩種時序連接關係(「同時」與「接續」)以及三種表示結果連接關係(「因果」、「條件」與「方法」)設計「物理文本語意理解問卷」，其設計格式如下：

項次	說法	符合程度				理由
		符合	還算符合	不太符合	不符合	
(1)	「物體由高處落下」與「物體做等加速度運動」同時發生。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(2)	先「物體由高處落下」之後才發生「物體做等加速度運動」。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(3)	「物體由高處落下」是「物體做等加速度運動」的原因。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(4)	「物體由高處落下」是「物體做等加速度運動」的條件。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
(5)	「物體由高處落下」是「物體做等加速度運動」的方法。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

「牛頓第二運動定律」相關物理文本脈絡，體現事件之間五種連接關係：「同時」、「先後」、「因果」、「條件」、「方法」，以李克氏量表的形式呈現。讓學生閱讀文本後，比較改寫的文句其意義與原本文本句的意義符合程度，符合程度分為四個等級：「符合」、「還算符合」、「不太符合」、「不符合」，由學生選答結果以探知學生對於事件間連結關係傾向哪一種理解。

## 二、凱利方格技術(Repertory Grid Techhique)

Kelly(1955)利用凱利方格技術(簡稱RGT)「角色方格」探究個體對生活中重要人物的構念所發展的技術。Kelly認為RGT是探究個體構念系統的方法，結合質性晤談與量化分析，探索對於主題領域個體的概念理解，也就是構念系統(construct system)，亦可比較並且分析在不同情境下個體構念系統的差異性。

RGT方格由元素和構念所組成，元素是個體思考之後對於物件的評價，物件可為具體概念或抽象概念。構念是個體用以描述元素的相關特質。

利用RepGrid IV將全部學生方格依照不同過程詞進行合併方格，可以得到N個包含過程詞小句為元素，五個連接關係為構念的合併方格，每一個合併方格表示出所有學生對事件間邏輯關係的理解，對合併方格結果進行選項分析。

以 FOCUS 分析學生對事件間邏輯關係類別間相似性的理解，以 PrinCom 分析學生對事件間邏輯關係理解的分佈關係，以 Crossplot 分析過程詞隱含事件間邏輯關係分佈情況。

Kelly 將 RGT 視為探索個體構念系統 (personal construct system) 的方法，這種方法試著以被研究者的觀點來觀察這個世界，理解其情境以及所關心的事物。在量化分析部分，RGT 具有以下的特性：探索個體對於主題領域的概念理解，即構念系統 (construct system)。也可以比較個體在不同情境下構念系統的異同，以及分析個體之間構念系統的異同。RGT 方格由元素 (elements) 與構念 (constructs) 兩個部分所組成，元素是個體思考並給予評價的物件，此物件可以是具體概念或抽象概念。

### (一) RGT 問卷元素

凱利方格設計問卷中元素是分析的重要部分，依據前述文本句分析，出現頻率最高的兩種語式分別選擇物理文本、化學文本、生物文本語意論述共六個論述，及將語式中概念抽換為抽象符號表示的純語式「A 產生 B」、「A 使 C 產生 B」、「A 受 C 產生 B」三個論述，總共九個論述作為問卷中的九個元素，凱利方格元素列表如下：

表 3-4-1 問卷的元素

編號	凱利方格元素
1	A 產生 B
2	物體產生加速度
3	菌絲產生孢子
4	氫氧化鈉產生負離子 OH <sup>-</sup>
5	A 使 C 產生 B
6	力使物體產生加速度
7	二氧化錳使雙氧水產生氧氣
8	細菌所含的酵素使酒產生乳酸和醋酸
9	A 受 C 產生 B

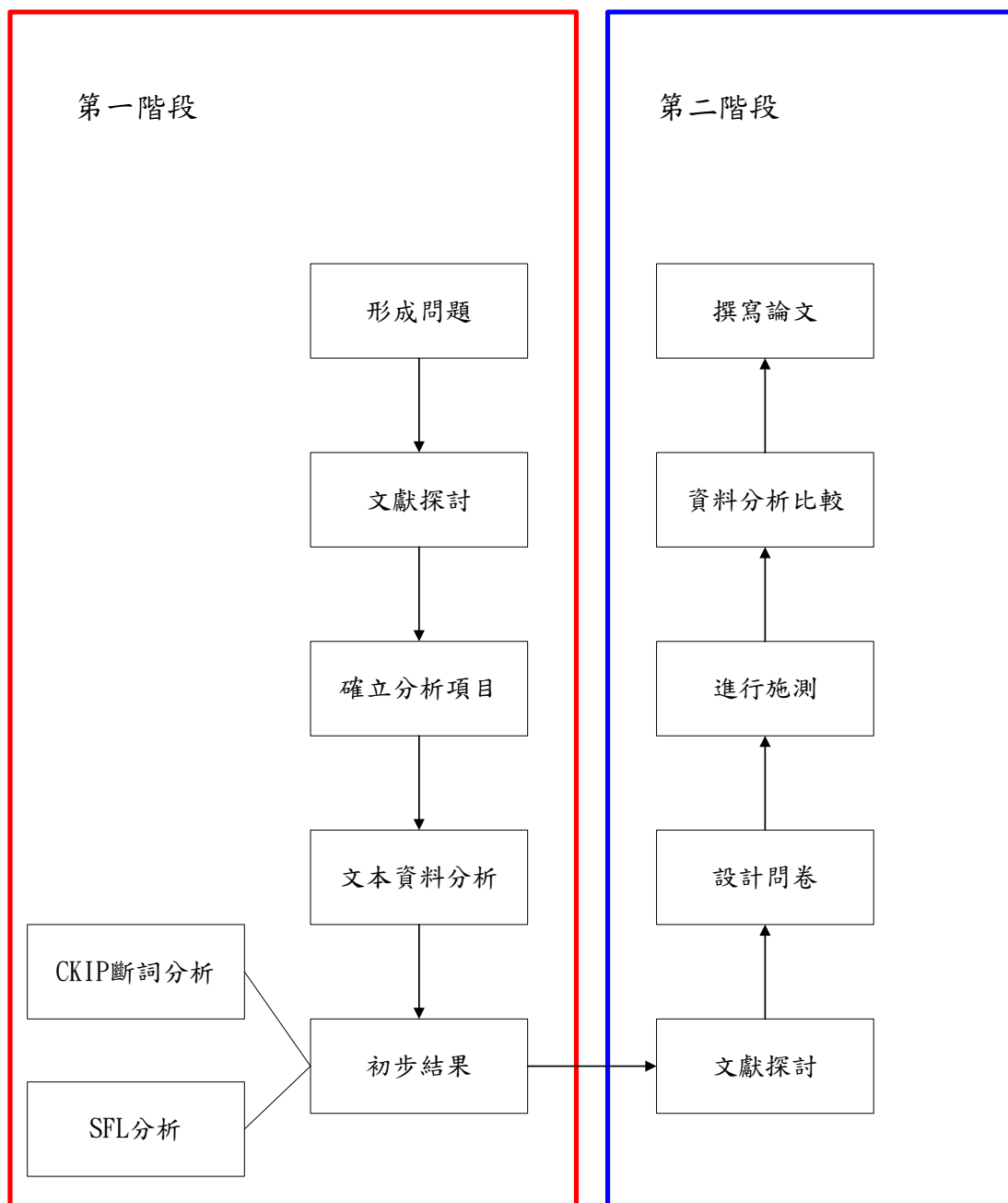
## (二) RGT 問卷構念

問卷的構念是文本表述概念關係的過程詞，表述兩個概念間關係必須賴以過程詞連結兩個概念，所以概念間的關係表述關鍵在於過程詞的使用是否適當。在前導研究訪談學生的過程，發現學生對於使用「產生」論述的說明常會使用的過程詞有「形成」、「製造」、「具有」、「具備」、「發生」、「存在」。過程詞「形成」、「製造」、「具有」、「具備」、「發生」、「存在」在教科書科學文本論述中常用以表述概念關係為三種過程：物質過程、關係過程、存在過程，這些過程詞均可作為問卷構念，物質過程為「形成」、「製造」兩個過程詞，關係過程為「具有」、「具備」兩個過程詞，存在過程為「發生」、「存在」兩個過程詞，總共六個過程詞作為構念。問卷構念列表如下所示：

表 3-4-2 問卷構念

語意類別	構念
物質過程	形成
	製造
關係過程	具有
	具備
存在過程	發生
	存在

## 第五節 研究流程



## 第六節 資料分析

本研究收集的資料包括不同學科論述語意理解測驗與物理論述語意理解測驗。本研究使用 SPSS10.0 統計軟體，依據研究問題分別進行次數分析、描述性統計、Kruskal Wallis 檢定、Mann-Whitney 檢定、Cochran Q test 檢定統計分析。受試者對於「產生」取代為其他過程詞語意理解採以 RepIV 1.10 軟體進行分析，更詳細的分析受試者的語意理解，。資料詳細內容說明如下：

資料分析先以描述統計分析學生在每一題作答情形，描述學生在每一題的表現情形。再比較分析不同年級間的差異情況，探究不同年級學生對不同學科論述的語意理解。

### 一、不同學科論述語意理解問卷

#### (一) 純語式與語意情境論述分析

針對高一學生、國一學生以及科學教師作答情形，統計在純語式各個選項選答人數比率與人次分佈，並統計在物理、化學、生物不同學科論述各個選項選答人數比率與人次分佈。

當研究資料不屬於等距變數和比率變數時，即 T 考驗的基本假定無法滿足研究所蒐集的資料，Kruskal Wallis 檢定、Mann-Whitney 檢定、Cochran Q test 檢定是替代的方法(林清山，1992)。因此，本研究相採以無母數統計 Kruskal Wallis 檢定、Mann-Whitney 檢定、Cochran Q test 檢定來檢驗研究問題。

研究進行 Mann-Whitney 檢定，比較高一學生與國一學生作答結果是否有差異性。

進行 Cochran Q test 檢定，比較所有學生對於相同語式在純語式、物理論述、化學論述、生物論述作答情況是否有顯著差異。

#### (二) 產生取代為其他過程詞適合度分析

由於本研究採用凱利方格技術來探討教師與學生對級位分體論述之理解，因此主要說明凱利方格技術在研究資料上處理程序與分析方法。

將每一位受試者填寫的問卷作答情況可以形成一個方格，方格數目等於所受試的人數，方格中的數值由 1 到 4。各組對象可形成一方格表，所以研究中的方格表示為：科學教師方格、高一學生方格以及國一學生方格。

方格中的每個數值為所有受試者的答題平均值。算出整體平均值之後，將方格的評值以 RepIV 1.10 軟體進行分析。

本研究所使用 RGT 的分析方法包括 FOCUS、主成分分析 PrinCom 是屬於單一方格的分，COMPARE 以及合併方格的主成分分析是比較兩個方格間差異的方法。

本研究施測的對象為科學教師、高一學生以及國一學生三組，分別以(國)、(高)、(師)表示。這三組施測對象可得〔國〕、〔高〕以及〔師〕三個評比方格，所以這三組施測對象可分別進行單一方格的 FOCUS 以及 PrinCom 分析。在本研究中將探討科學教師與高一學生、科學教師與國一學生以及高一學生與國一學生對文本中使用「產生」論述的語意理解差異。

## 1. FOCUS 分析

FOCUS 分析可看出元素與構念的群集分佈(cluster distribution)，利用 Rep IV1.10 程式可以分別呈現元素樹狀圖以及構念樹狀圖，用以表示受試者認為元素之間或構念之間的相似程度。因此，FOCUS 分析除了可以瞭解哪些元素或構念彼此形成群集之外，還可瞭解元素之間或構念之間相似性的階層關係。

## 2. PrinCom 分析

PrinCom 主成份分析(Principle Component, 簡稱 PrinCom)則呈現元素和構念系統呈現在二維座標的分佈，某一些元素或構念可能較為聚集，某一些則較為分散，由二者在二維空間的分佈情形瞭解出元素或構念的相似性，以及元素與構念的相關情形，雖然 PrinCom 無法如 FOCUS 可看出元素構念的階層關係，但是 PrinCom 提供平面分佈情況的訊息，藉以解讀受試者所認為之元素與構念在座標分佈上的可能表示的語意關係。

FOCUS 分析與 PrrinCon 分析是單一方格分析法，有效運用這二種技術可以得到以下分析訊息：

〔師〕 FOCUS：科學教師的 FOCUS 分析

〔高〕 FOCUS：高一學生的 FOCUS 分析

〔國〕 FOCUS：國一學生的 FOCUS 分析

〔師〕 PrinCom：科學教師的 PrinCom 分析

〔高〕 PrinCom：高一學生的 PrinCom 分析

〔國〕 PrinCom：國一學生的 PrinCom 分析

### 3. COMPARE 分析

COMPARE 則是用於比較兩方格間元素或構念的相似程度。將原有二方格中的數值相減後，取絕對值，則可得到方格的差異值，方格中的每個數值即是兩方格中兩兩數值的差異值。相似程度的計算方式如下：

$$\text{相似度} = [1 - \text{總差異} / \text{最大總差異}] \times 100\%$$

在本研究中，採 1 到 4 等級，而共有 9 個元素與 6 個構念，為了增加研究數據的解析度，將原有的等級分數(ranking scale)利用線性轉換，由原始分數 1 至 4 轉換為 0 至 99 (RepIV 程式可設定之最大數值為 99)，也就是原始分數的 1 等於轉換後的值 0，原始分數的 4 轉換為 99，若假設方格平均值為 X，則轉換後分數 Y 之轉換方式如下：

$$Y = 99 * (X - 1) / (4 - 1)$$

原始分數	轉換分數
1	0
2	33
3	66
4	99

因此元素的最大總差異量為  $(99-0) \times 9 = 891$ ，構念的最大總差異量為  $(99-0) \times 6 = 594$ 。由此可分別算出元素或構念之間的相似程度。



#### 4. 合併方格(composited grid)

二個可以比較的方格可合併成一個方格，稱為合併方格(composited grid)，將合併方格進行主成分分析，可以同時看到二個方格的元素與構念呈現在同一二維平面中。本研究中，不同受試對象均給予相同的問卷內容，評比方格中的元素與構念相同，所以可以直接進行方格合併。

合併方格分為合併元素方格以及合併構念方格，合併元素方格主要在比較二維平面中二方格元素的相似分佈情況，所以合併元素方格中的元素數為原有二方格中的元素相加而得，例如本文中一共有 9 個元素，因此可形成一 18×6 的合併元素方格。

合併構念方格是在比較原有二方格中構念在平面上的分佈情形，方格中的總構念數也是原有方格的構念數相加，所以本研究中可形成一 9×12 的合併構念方格，亦可以對 18×12 的合併方格進行分析，如果平面中的元素與構念數過於密集，反而不容易分析元素與構念的相似性。

本研究對合併元素方格以及合併構念方格進行主成分分析，目的是為了瞭解科學教師與高一學生，科學教師與國一學生，以及高一學生與國一學生對於元素與構念的理解。

## 二、物理語意理解問卷

物理語意理解問卷設計由純語式與語意情境論述、事件間連接關係理解兩部分組成。此研究部分為探究學生學習前後語意理解差異，因此，學生在學習前沒有作答或學習後沒有作答均視為遺漏值，學生有漏答情況也視為遺漏值，以下就各部分的資料分析分別說明：

### (一) 事件間連接關係分析

統計學生學習前對物理語意論述脈絡中，體現事件之間五種連接關係：「同時」、「先後」、「因果」、「條件」、「方法」，選擇符合程度之人數及人數比率。

統計學生學習後對物理語意論述脈絡中，體現事件「同時」、「先後」、「因果」、「條件」、「方法」五種連接關係，選擇符合程度之人數及人數比率。

比較學生學習前與學習後在事件「同時」、「先後」、「因果」、「條件」、「方法」五種連接關係選答人數改變情況。

## (二) 純語式與物理語意情境論述分析

統計學生學習前後對物理語意論述「物體受力作用時，則沿著力的方向產生加速度。」各選項選答人數與人數比率，及其改變情況。

統計學生學習前後對純語式論述「B 受 A 作用時，則沿著 A 的方向產生 C。」各選項選達人數與人數比率，及其改變情況。