

國立臺灣師範大學理學院

科學教育研究所

碩士論文

Graduate Institute of Science Education

College of Science

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

探討社會性科學議題導向課程中 11 年級生小組互動

對其社會性科學推理的影響

The influence of 11th-grade students' group
interactions on their socioscientific reasoning in a
SSI-based curriculum

徐琬庭

Hsu, Wan-Ting

指導教授 Advisor：許瑛珪 博士 Ph.D.

中華民國 109 年 8 月

August 2020

探討社會性科學議題導向課程中

11 年級生小組互動對其社會性科學推理的影響

摘要

本研究旨在探討社會性科學議題導向的課程中，11 年級高中生的小組互動情形及其對學生在社會性科學與永續性推理（socioscientific and sustainability reasoning，簡稱 S³R）模式下，社會性科學推理能力的影響。研究對象為我國 11 年級高中學生，以便利取樣的方式，選取中部一所合作高中的兩班社會組學生為研究樣本，有效樣本數 87 人。研究採混合式的實驗研究法，輔以單組前、後測設計，檢視施以社會性科學議題「氣候變遷海岸防護大作戰」的課程成效、學生在該課程中展現的小組互動模式，並探討這些小組互動模式如何影響學生 S³R 的學習。收集的研究資料有：學生的前、後測、個人學習單、小組討論錄音錄影檔。透過推論性統計與內容分析方法，研究結果顯示全體學生在進行 SSI 導向課程後，其 S³R 並無顯著差異， $t(86) = -0.548$ ， $p > 0.05$ 。而不同先備 S³R 對學生的學習成效沒有影響， $F(2) = 1.577$ ， $p > 0.05$ 。另外，在探討課程中不同小組互動模式對學生 S³R 之學習成效的影響上，結果發現就算高層次的小組互動模式也不一定能促進學生之 S³R，而是要看討論內容之深度；而小組互動模式中的「破碎型互動」，無與他人有明顯互動的學生之 S³R 也仍有機會受到提升。

關鍵字：社會性科學與永續性推理、社會性科學議題、小組互動

The influence of 11th-grade students' group interactions on their socioscientific reasoning in a SSI-based curriculum

Abstract

This study aims to explore the influence of the SSI-based curriculum on students' group interactions and their socioscientific reasoning (SSR). Eighty-seven 11th-grade students who were from middle Taiwan participated in this case study. The case study supplemented with a one group pre-and post-test design was conducted to examine the effect of SSI-based curriculum on students' SSR, the types of students' group interaction demonstrated in this curriculum, and how these types of group interactions influenced students' SSR in a SSI context. The inferential statistic and content analysis were adopted to analyze students' responses in the pre- and post-test, the individuals' worksheets, and the video and audio recording of students' interactive behaviors and verbal discourses. The results indicated that all students didn't have significant differences on their SSR ($t=-0.548$, $p>0.05$) after the SSI-based curriculum. However, students' who had different prior SSR had no significant differences on learning effectiveness, $F(2) = 1.577$, $p > 0.05$. Moreover, considering to the effect of different group interactions to students' SSR, we found that even high-level group interactions does not necessarily promote students' SSR, but depends on the depth of the discussion content, while in the "broken interaction" of the group interactions, students' SSR without obvious interaction with others still has a chance to be improved.

Keywords : Socioscientific Issues, Socioscientific Reasoning, Small-Group Interactions

目 次

第壹章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的	4
第三節 研究問題	4
第四節 研究的重要性.....	5
第五節 名詞釋義	7
一、 社會性科學議題 (Socio-Scientific Issues, 簡稱 SSI)	7
二、 社會性科學與永續性推理 (socioscientific and sustainability reasoning, 簡稱 S ³ R)	7
三、 小組互動模式 (Interaction Patterns)	7
第六節 研究限制	8
第貳章 文獻探討	9
第一節 社會性科學議題.....	9
一、社會性科學議題的定義	9
二、社會性科學議題教學.....	10
三、小結：與本研究的關係.....	11
第二節 社會性科學與永續性推理	12
一、SSI 中的推理	12
二、從 SSR 到 S ³ R.....	12
三、S ³ R 的定義與模型	12
四、小結：與本研究的關係.....	13
第三節 小組互動模式.....	13
第參章 研究方法	18
第一節 研究對象	18
第二節 研究設計與流程.....	19
第三節 研究工具	21
第四節 教學設計	23
第五節 資料分析	29
一、S ³ R (前、後測及學習單)	29
二、小組互動模式資料 (錄音檔、錄影檔)	36
第肆章 研究結果與討論.....	39
第一節 整體學生在課程後 S ³ R 的改變分析.....	40
第二節 不同先備能力學生在課程後的學習成效差異.....	53
第三節 不同小組互動模式對於學生的 S ³ R 之影響	55
一、「氣候變遷海岸防護大作戰」課程中小組互動模式的表現情形	55

二、小組互動模式對學生 S ³ R 的影響	58
第五章 結論與建議	76
第一節 研究發現	76
一、 全體學生在課程後 S ³ R 之變化	76
二、 不同先備 S ³ R 學生在課程後的學習成效差異	76
三、 不同小組互動模式對於學生之 S ³ R 之影響	76
第二節 綜合討論	78
一、 全體學生於課程進行前、後的 S ³ R 之變化	78
二、 不同先備 S ³ R 的學生於課程進行前、後的學習成效的影響之差異	78
三、 不同小組互動模式對於學生之 S ³ R 之影響	78
第三節 檢討與建議	80
一、對研究設計的檢討與建議	80
二、未來教學與研究方向建議	81
參考文獻	82
中文部分	82
外文文獻	82
附錄一	85

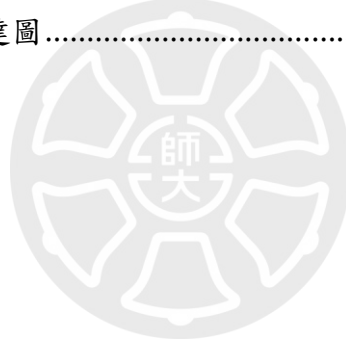


表 次

表 2-1 Milson (1973) 提出的溝通互動模式 (communication pattern)	15
表 2-2 Roth (1995) 提出的五種互動模式 (interactional patterns)	16
表 2-3 郭佳甄 (2016) 的小組互動模式	17
表 3-1 情境式 S ³ R 試題簡介	22
表 3-2 課程任務與 S ³ R 對照表.....	25
表 3-3 S ³ R 試題評分規準	30
表 3-4 小組互動模式編碼 - 以三人小組為例的模式圖	36
表 3-5 研究資料分析表	38
表 4-1 S ³ R 測驗前、後測相依 t 檢定結果表	40
表 4-2 全體學生前、後測「問題面向」之得分情形	41
表 4-3 全體學生前、後測之「問題面向」得分改變人次表.....	42
表 4-4 全體學生前、後測「相互作用」之得分情形	43
表 4-5 全體學生前、後測之「相互作用」得分改變人次表.....	43
表 4-6 全體學生前、後測「知識」之得分情形.....	45
表 4-7 全體學生前、後測之「知識」得分改變人次表	45
表 4-8 全體學生前、後測「價值觀」之得分情形	47
表 4-9 全體學生前、後測之「價值觀」得分改變人次表	47
表 4-10 全體學生前、後測「不確定性」之得分情形	49
表 4-11 全體學生前、後測之「不確定性」得分改變人次表.....	49
表 4-12 全體學生前、後測「利益協調」之得分情形	51
表 4-13 全體學生前、後測之「利益協調」得分改變人次表.....	51
表 4-14 S ³ R 高、中、低分組在前、後測表現的敘述統計量表.....	53
表 4-15 單因子共變數分析摘要表	54
表 4-16 A 組在任務中的小組互動模式	56
表 4-17 B 組在任務中的小組互動模式.....	56
表 4-18 C 組在任務中的小組互動模式.....	57
表 4-19 D 組在任務中的小組互動模式	57
表 4-20 焦點組學生小組互動模式與 S ³ R 測驗總分進步分數對照表	58

圖 次

圖 2-1 S ³ R 模型.....	13
圖 3-1 研究流程圖	20
圖 3-2 海岸環境介紹附圖	27
圖 4-1 全體學生前、後測之「問題面向」得分改變圖	42
圖 4-2 全體學生前、後測之「相互作用」得分改變圖	44
圖 4-3 全體學生前、後測之「知識」得分改變圖	46
圖 4-4 全體學生前、後測之「價值觀」得分改變圖	48
圖 4-5 全體學生前、後測之「不確定性」得分改變圖	50
圖 4-6 全體學生前、後測之「利益協調」得分改變圖	52
圖 4-7 a. A1_M、b. A2_M、c. A3_L 在「價值觀」維度之學習單內容	61
圖 4-8 a. B1_M、b. B2_M、c. B3_M 學習單 1.1.2 之內容	63
圖 4-9 a. A 組 S ³ R 前、中、後測之變化雷達圖；b. B 組 S ³ R 前、中、後測之變化雷達圖	67
圖 4-10 a. C 組 S ³ R 前、中、後測之變化雷達圖；b. D 組 S ³ R 前、後測之各維度平均分數變化雷達圖	75





第壹章 緒論

本研究旨在探討社會性科學議題導向的課程中，11 年級高中生的小組互動情形及其對學生社會性科學推理(socioscientific reasoning，簡稱 SSR)能力的影響。本章共分六節，第一節為研究背景與動機；第二節說明研究目的；第三節依研究目的提出研究問題；第四節指出研究的重要性；第五節為重要名詞釋義；最後第六節則說明研究的範圍以及限制。

第一節 研究背景與動機

二十一世紀是一個知識爆炸的年代，而且未來知識更新的週期將愈來愈短。知識更新周期是指知識更新一次所用的時間，是衡量世界總體發展速度的重要指標，隨著社會的發展，信息通信技術帶來了人類知識更新速度的加速。根據聯合國教科文組織（United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization，簡稱 UNESCO）的研究，在 18 世紀時，知識更新周期為 80~90 年，19 世紀到 20 世紀初，縮短為 30 年，20 世紀 60~70 年代，一般學科的知識更新周期為 5~10 年，20 世紀 80~90 年代，許多學科的知識更新周期縮短為 5 年，而進入 21 世紀時，許多學科的知識更新周期已縮短至 2~3 年。為了因應這樣多變的社會現況與未來，具有全球指標性的經濟合作發展組織（The Organisation for Economic Co-operation and Development，簡稱 OECD）(OECD, 2006)指出：符合現代社會公民素養的學生應具備使用科學證據支持主張的能力、解決問題的能力，以及做出合理決策的能力。而臺灣從 108 年開始推動以素養為導向的「十二年國教課綱」。十二年國教課綱裡的「核心素養」，是指一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度（教育部，2014）。一個具有素養的公民，具備的不再只是單一的學科知識，而是跨領域、融合所有學科知識，加上溝通團隊合作，面對地區或全球性環境議題時，能有改善或解決問題的認知與行

動技能（教育部，2008）。

然而，究竟如何培養前述學生的素養與能力呢？根據 Sadler 和 Zeidler(2004)、Cannard (2005)、Sadler 和 Donnelly (2006)、Zeidler (2014)的研究，社會性科學議題（Socioscientific Issues, 簡稱 SSI）導向的教學，可以培養學生獨立思考及解決問題的能力。因為 SSI 本身不單純是一個科學議題，更涉及社會、政策或環境等各層面的交互影響。這類議題的解決途徑沒有標準答案，常因個人的經驗、背景、文化、所處環境或所持立場差異，而有不同的觀點及解決方式，所以常常會出現兩難的情境。Sadler、Barab 和 Scott (2007)針對 SSI 的教學提出了一個架構，這個架構定義了在 SSI 情況下，學生應該具備的推理表現：（1）認識到 SSI 的內在複雜性；（2）從多個角度檢查問題；（3）意識到 SSI 需要透過持續的探究以解決問題，以及（4）對收集到的信息完整性保持懷疑。期待學生可經由參與多個 SSI 的學習，對 SSI 的特徵與相關的實務(practices)有所理解。

有部分學者將 SSI 與環境永續的概念相結合，重新將這類有關重要社會價值和實踐，並且涉及不同學科領域的專家之間的爭議的問題，稱之為社會敏銳問題（socially acute questions, 簡稱 SAQs）(Legardez & Simonneaux, 2006)。但無論是 SSI 或者是 SAQs，這類爭論性議題的教學旨在協助學生應用其社會性科學推理（Socioscientific Reasoning, 簡稱 SSR）投入 SSI 討論中（Sadler, 2007）能力，與他人協商解決 SSI 中的爭議問題。因此 SSI 的教學還有個主要目的是鼓勵學生進行集體決策（collective decision-making），透過與他人討論與協商，交換彼此對議題的相關知識、認知、理解，以期能找出最合適的解決策略或方案。

SSI 中的推理涉及複雜面向之間的交互作用，學生在推理的過程中，除了應用科學知識與證據外，其他領域，包括價值、經濟學、本地和全球觀點、治理問題，以及利益相關者的各種觀點，尤其是環境永續的觀點也至關重要。而正因為 SSI 涉及到多面向的觀點互動，所以其本質上是複雜的。若再結合永續性的觀點，學生除了需要思考其社會與生態之間的動態互動，還需考量不同空間、時間與社會文化體系對這個社會-生態動態系統的影響(Morin, Simonneaux, Simonneaux, &

Tytler, 2013)。Morin 等人(2014)結合了 SSR 與認識論的觀點，發展了社會性科學與永續性推理 (socioscientific and sustainability reasoning, 簡稱 S³R) 的模式。這個模式指出學生在 SSI 中進行推理時，需要思考的六個維度，包含：問題面向、相互作用、知識、不確定性、價值觀和利益協調。

從上述兩個架構從可知，學生在 SSI 中進行推理涉及複雜的思考過程，需要結合與議題相關的知識、瞭解這些不同面向的知識間的交互作用（例如：學術與非學術或是科學與社會等）及其限制，甚至需考量不同團體之間的利益平衡機制。若沒有具體的教學引導與適當的教學策略，學生容易在這類議題中無所適從，且容易有過量的認知負荷。

近期 SSI 相關研究中大都建議採用學生合作討論進行決策的教學策略（靳知勤、吳靜宜，2017），也就是所謂的集體決策（collective decision-making）。由於 SSI 這類公眾議題涉及不同層級的推理與決策過程，包含個人、地方、與全球性。但身為未來具素養的公民，學生主動參與 SSI 的討論與協商是其應具備的素養之一。參與 SSI 的討論與協商意味著與他人共同討論並協商出一個大多人認同的解決方法與策略，其本質是集體決策。因此在課室中提供集體決策情境能讓學生體驗未來他們面對 SSI 需面對的狀況（與他人協商），透過討論也能增進彼此對議題的理解。過去相關研究指出，透過協作討論 SSI，能增加學生對議題相關知識的認識、提升學生的決策、論證與推理的高階思考能力（黃柏鴻、林樹聲，民 96）。因此，本研究認為學生間良好的互動與協商關係是影響其 SSI 學習成效的關鍵。

郭佳甄（2016）將小組互動模式（Interaction Patterns）分成五種等級，由低至高依序為無社交互動、無反應互動、破碎型互動、領導型互動，以及理想型互動，她的研究發現指出：小組成員互動的增加有助於協作問題解決的學習。基於她的研究發現，本研究認為不同類型的小組互動模式可能影響學生對於 SSI 產生不同理解而對其 S³R 表現有所影響，例如無社交互動和無反應互動這兩種型態，由於學生間的互動不足，導致無法共享與協商彼此對 SSI 的理解，因此，學生對

於 SSI 的認識可能不足，對於其 S^3R 的表現可能有負面影響；反之，理想型互動因為代表成員間具有良好的互動情形，有機會增加學生的集體決策，進而增進學生整體的 S^3R 。基於此，本研究引用郭佳甄(2016)對小組互動模式的分類系統，將探討不同小組互動模式對學生 S^3R 學習成效的影響。

第二節 研究目的

根據前一節的研究背景與動機，本研究認為學生在 SSI 課程中的小組互動將影響其 S^3R 的表現與學習成效，因此研究將探討不同的小組互動對學生 S^3R 的影響。為此，本研究挑選「海岸環境變遷」議題，設計情境兩難的社會性科學議題導向的課程，主要目的是培養學生的 SSR 表現。除了探討這個 SSI 導向課程對學生 S^3R 的影響之外，亦探討學生的協作互動對其 S^3R 的表現之影響。

第三節 研究問題

基於上述研究目的，以下將進一步具體地描述研究問題：

- (一) SSI 導向課程對學生 S^3R 的影響為何？
- (二) 不同先備 S^3R 的學生對課程後 S^3R 的學習成效的影響為何？
- (三) 不同小組互動模式如何影響學生在 SSI 導向課程中的 S^3R 的 S^3R 表現？以及其對 SSI 導向課程後學生 S^3R 學習成效之影響？

第四節 研究的重要性

依據研究動機、背景、目的與研究問題，此節將說明本研究之重要性，分述如下：

學術研究層面

- 一、以實施 SSI 情境的教學而言，國內少有 S^3R 的相關研究，目前多為探討學生在 SSI 情境下的論證能力、決策能力等等之方向的研究，較少關於學生推理能力之研究。而 S^3R 模型除了可明確檢測學生在各個維度的推理能力之等級外，也能作為 SSI 課程發展之參考，因此本研究基於 S^3R 模型所發展的 SSI 導向課程，可提供未來 S^3R 相關實徵研究的參考。
- 二、過去研究指出小組言談、小組互動會影響學生在 SSI 中的高階思考，包括學生在社會性科學議題中的推理。但 S^3R 本身涉及的 6 個維度的推理思考，這 6 個維度的定義各有不同，卻又彼此交互影響。透過本研究結果，將可具體釐清不同小組互動形式對每位學生在 S^3R 表現及其學習成效的影響。

教學現場層面

- 一、若自然科教師欲進行 SSI 情境下的教學，透過本研究對於學生 S^3R 與 SSI 課程教學相關性的探討，可以了解教學方式與內容如何增進學生的 S^3R ，可增進教師在教學內容或評量方式能有更適切的規劃與設計。
- 二、當自然科教師評量學生的 S^3R 時，可以透過本研究的結果對學生表現的優劣有更好的詮釋與理解，以精進教學的品質。

三、 此本研究欲釐清 SSI 導向的課程對不同先備能力學生之社會性科學推理的學習成效，期能具體指出不同 S³R 之學生在 SSI 導向課程中其所適用的學習引導與困難，提供教師在發展與實施 SSI 教學之參考與應用。



第五節 名詞釋義

有關本研究之重要名詞定義如下：

一、 社會性科學議題 (Socio-Scientific Issues, 簡稱 SSI)

本研究採用 Sadler (2004)對社會性科學議題的定義：具有對立性論點或社會性兩難問題，且這些兩難問題和科學之間有概念層面或科技層面上的連結或相關性。而本研究教學的主題「氣候變遷海岸防護大作戰」議題能符合本研究對 SSI 的定義，是因為海岸防護的主題須考量沿岸流之流向、沙灘保存、港口維護、生態保育、道路安全、上游的水壩之影響，以及政府或居民等的立場因素。這些因素不僅止於科學知識的考量，也牽涉到經濟生產、觀光旅遊、居民安全、預算等因素的影響，所以是一個具情境兩難，且沒有唯一正確解決方式的問題，故本研究選取的議題屬於社會性科學議題。

二、 社會性科學與永續性推理(socioscientific and sustainability reasoning, 簡稱 S³R)

S³R 指的是 SSI 情境下，加入永續發展的概念所進行的推理。而 S³R 模型是由 Morin、Simonneaux、Tytler 和 Barraza(2014)依據 Sadler 等人在 2007 年提出的 SSR (socioscientific reasoning, 簡稱 SSR) 拓展而來，包含六個維度：(1) 問題面向 (Problematization)：是否從不同角度解決了情況的不同方面？(2) 相互作用 (Interactions)：社會生態系統的動態是否設想了不同社會、時間或空間尺度？(3) 知識 (Knowledge)：不同的知識如何發起？(4) 不確定性與風險 (Uncertainties and Risks)：是否掌握了知識的有效性條件和技術科學風險？(5) 價值觀 (Values)：是否了解此議題涉及的價值觀？以及 (6) 利益協調 (Governance)：是否跨各種社會機構考慮了私人利益和集體利益之間的關係（家庭團體、同儕團體、專業團體、協會、公共機構、國家）？

三、 小組互動模式 (Interaction Patterns)

本研究沿用郭佳甄 (2016) 所提出之小組互動模式之分類，參考自 Milson

(1973)提出的在團體工作中常出現的七種溝通互動模式，以及 Roth (1995)歸納的五種互動形式，將互動模式由互動情形差到互動情形良好分成五種，依序為(1)無社交互動：成員間彼此沒有任何的互動；(2)無反應互動：成員發出溝通的訊息，但並無收到回應；(3)破碎型互動：小團體式的互動型態；(4)領導型互動：領導者分別與其他成員互動，但其餘成員之間並無互動；以及(5)理想型互動：成員間互動平等且頻繁。

第六節 研究限制

此處將說明本研究的研究範圍(會處理的)、研究限制(無法處理的)。首先，本研究的範圍有：採用便利取樣進行研究，是以 87 位臺中市一所都市地區之高中二年級學生為研究對象，而該校社會組學生之整體學習表現屬於偏高程度(人)。在社會性科學議題的情境下，運用探究式教學法來培養學生的 S³R (事)。教學介入的時間為第一次段考後的第一次正式上課，為時共 300 分鐘，即為六節課(時)。介入地點為原班上課的地科教室(地)。介入工具有作為前、後測的 S³R 試卷(物)。

基於上述對於本研究範圍之描述，本研究有以下推論的限制：

- 一、本研究以臺中市一所都市地區之高中二年級學生為研究對象，由於研究地區與研究樣本之限制，每所學校的環境、地區差異與學生素質皆不相同，不宜將研究結果推論至所有高中學生，僅是核對情境相似的學生做推論。
- 二、本研究為依據海岸相關之 SSI 情境下所分析出來的研究結果，不應該過度類推到其他無關之 SSI 主題之上。

第貳章 文獻探討

此章節承接上一章的研究目的、研究問題，本章將分三個小節進行文獻評析：一、社會性科學議題的定義、教學特色，以及與環境議題的相關研究。二、社會性科學與永續性推理 (S³R)，包含背景、演進、定義與模型。三、小組互動模式的發展、定義與相關研究。並且在每小節的結尾說明社會性科學議題、S³R 以及小組互動模式與本研究之關係。

第一節 社會性科學議題

一、社會性科學議題的定義

一個議題之所以具有爭議性，乃因人們感受科學（技）所帶來的便利與好處時，卻又害怕該科學（技）所帶來的負面影響，擔心無法承受種種風險(Kolstø, 2001)。這類的議題可以是地方性或全球性的，以議題內容的屬性分類又可包括環境生態、健康、倫理道德和資源利用等因科技發展所造成的爭議(林樹聲, 2004a)。劉湘瑤、李麗菁和蔡今中(2007)蒐集了近二十年文獻中，整理出以社會性科學議題為主題的實徵研究所使用的議題有：1. 地方性環境問題，如自然資源利用和環境管理等人類行為對自然的影響(Grace & Ratcliffe, 2002; Hogan, 2002; Jime'nez-Aleixandre, 2002; Patronis, Potari, & Spiliotopoulou, 1999; 林樹聲, 2004b)；2. 環境價值與正義，如實驗動物的動物權(Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002)；3. 全球性環境問題，如能源開發使用、氣候變遷、臭氧層破壞(Ratcliffe, 1997; Sadler, Chambers, & Zeidler, 2004; Yang & Anderson, 2003; 林樹聲, 2004b; 靳知勤, 2002)；4. 與醫學和生物科技有關的基因倫理等題材(Bell & Lederman, 2003; Sadler & Zeidler, 2004)。

林樹聲 (2008)整理出社會性科學議題的四大特色：（一）SSI 屬於開放性、複雜的且結構不佳 (ill-structured) 的問題(Sadler, 2004)，沒有提供給學生非常嚴謹的條件，也沒有標準的、唯一的答案；（二）SSI 涉及多重觀點間的衝突，因

為持有不同觀點的利益團體，會對於問題解決的方法有不同觀點而呈現對立的局面，造成不同團體之間的兩難衝突(Oulton, Dillon, & Grace, 2004)；（三）SSI 通常涉及個人價值觀，思考與決定的過程通常會反映出一個人在道德推理或倫理上的判斷與考量(Zeidler & Keefer, 2003)；（四）SSI 本身為跨領域及多面向的，包含科學、社會、政治、經濟、法律、生態保育，以及倫理道德等等，人們必須作全面的思考，才足以充分的解決這類問題。

綜合上述，SSI 為與科學或現代科技相關，會依據每個人的環境、價值觀、立場等等因素而造成有不同抉擇，並形成問題兩難的社會性議題。

二、社會性科學議題教學

1970 年代晚期，美國科學教育正處於第二次的改革運動。當時為因應社會科技的快速變動，有意識須培養具有科學能力素養的公民，因此開始將科學教育的重點放在科學、科技與社會這三者間的相關與連結，目標為讓學生了解這三者間的重要性與密不可分，此為科學、科技與社會(Science, Technology, and Society, 簡稱 STS)教學的科學教育理念(Bybee, Carlson, & McCormack, 1985)。接續 STS，晚近學者提出「環境」也是極其重要的一環，強調個人、道德和社會因素對於抉擇判斷的重要性，故進一步形成 Science-Technology-Society-Environment Education（簡稱 STSE 教育）(Hodson, 1994, 2003; Pedretti, 2003)。

然而，不論是 STS 或是 STSE，都有其不足與限制。Shamos (1995)指出 STS 所使用的議題，常常不夠貼近日常生活，以至於跟學生脫節，無法引起學生的興趣，教學成效有限之外，也造成老師教學的困難。另外，STS(E)到後期漸漸淪為一項教學策略或教學理念，因為缺乏理論架構的支持，所以並非一個具有完整理論架構的教育理論(Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)。

依據前述，Zeidler、Sadler、Simmons 和 Howes（2005）因而提倡「社會性科學議題」（Socioscientific Issues，簡稱 SSI），比起 STS(E)無法幫助個人認知、理解科學及社會間的兩難情境，SSI 認為個人的倫理、價值觀也應包含在內，因為包含了情意面向，相對於 STS(E)更能引發個人的內在想法(Zeidler, 2014;

Zeidler et al., 2005)

三、 小結：與本研究的關係

歷來與 SSI 搭配的研究主題多為：科學內容知識、科學本質、論證能力、決策能力，以及偏情意面向的品格與公民教育(Sadler, 2009; Zeidler, 2014)，也有許多探討 SSI 與學生推理能力之間關係的研究(Topcu, Sadler, & Yilmaz-Tuzun, 2010)，但較缺乏具體且系統化的評量，所以本研究使用 S³R 模型，評量學生在 SSI 中的推理表現，由此顯示出本研究的重要性。



第二節 社會性科學與永續性推理

一、 SSI 中的推理

二十一世紀科學教育的主要目標是發展學生的科學素養，而學生在社會科學議題中的推理能力（socioscientific reasoning，簡稱 SSR）以及決策能力

（decision-making）漸漸被重視。近年來，愈來愈多的科學教育工作者致力於提高學生對 SSI 多個面向（multidimensional aspects）的理解（Chang & Rundgren，2010；Saoudi & Simonneaux，2007；Wu & Tsai，2007；Zohar & Nemet，2002），鑑於 SSI 是開放性的、結構混亂的、具爭議性的，Sadler 和 Zeidler（2004）在 SSI 中所進行的推理屬於非正式推理，認為非正式推理是個人基於各種因素與原則，最後針對 SS 的作出決策的思考過程。

二、 從 SSR 到 S³R

Sadler、Barab 和 Scott（2007）提出了一種 SSR 結構來理解學生對 SSI 特徵的相關實踐，特別介紹了以下四種實踐做法：（1）認識到 SSI 的內在複雜性；（2）從多個角度檢查問題；（3）意識到 SSI 議題將受到持續不斷的質疑，以及（4）對可能有偏見的信息表現出懷疑。

Morin、Simonneaux、Simonneaux、Tytler 和 Barraza（2014）提出需要擴展上述之 SSR 模型，進一步包括兩個方面：考慮不同生產者提供的知識以及探索相關公眾參與的治理模式。Sadler、Klosterman 和 Topcu（2011）重新建構 Sadler 等人（2007）的 SSR 模型時，認為有必要將與 SSI 相關的內在不確定性與不同利益相關者考慮 SSI 的多樣性觀點聯繫起來，因此在他們修正的 S³R 模型中，還評估學生是否能從多個利益相關者的視角及其利益去作思考及討論。

三、 S³R 的定義與模型

基於上述觀點，Morin 等人（2014）發展出 S³R 模型的六個維度：（1）問題面向（Problematization）：是否從不同角度解決了情況的不同方面？（2）相

互作用（Interactions）：社會生態系統的動態是否設想了不同社會、時間或空間尺度？(3)知識(Knowledge)：不同的知識如何發起？(4)不確定性(Uncertainties)：是否掌握了知識的有效性條件和技術科學風險？(5)價值觀（Values）：是否了解此議題涉及的價值觀？以及(6)利益協調（Governance）：是否跨各種社會機構考慮了私人利益和集體利益之間的關係(家庭團體、同儕團體、專業團體、協會、公共機構、國家)？如圖 2-1 所示。另外，依據認識論的觀點，每一維度也再分成四個層級以作為推理表現評量依據，將於第三章再詳述之。

四、 小結：與本研究的關係

本研究欲探討 SSI 課程前、後，學生 S^3R 的改變，因此，不論是前、後測，還是實施的海岸防護 SSI 課程，均是以 S^3R 模型的六個維度：問題面向、相互作用、知識、不確定性、價值觀，以及利益協調作為課程和試題研發的框架。

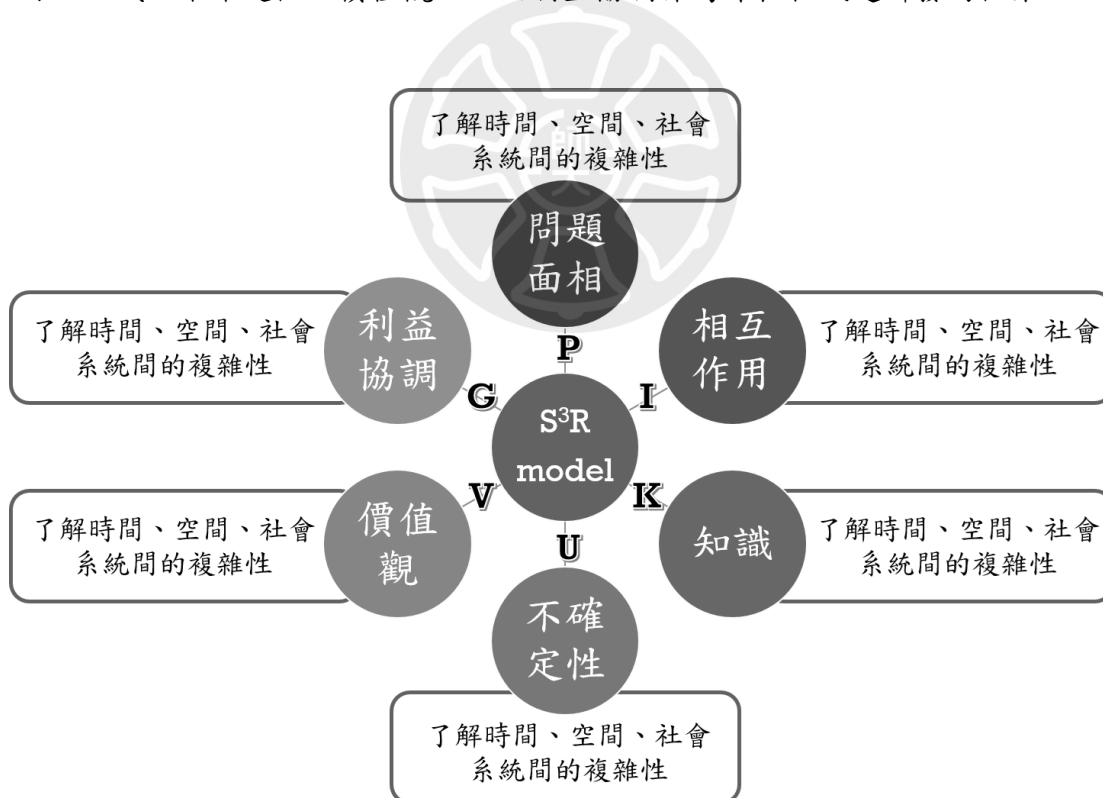


圖 貳-1 S^3R 模型

第三節 小組互動模式

Vygotsky (1986) 提出近側發展區(ZPD)的概念，研究發現人類的學習與社會、文化的情境和脈絡息息相關，透過改善學生所處環境，將有助於其認知發展，在社會文化歷程中引發學習，將本能的基本心智運作轉化為較高心智運作。另外，透過人際間的互動，可增加學生的學習信心，並在有足夠能力時，增加自己的責任進行思考和解決問題。

顏瓊芬和黃世傑(2003)針對職前教師進行開放式探究課程中對話的研究，將對話模式分成對稱式、不對稱式與移動式不對稱互動，發現學生透過小組互動，能更增加自己的整合能力，改善開放式探究實驗的品質。另外，小組成員不同的角色與風格將大大的影響小組成員發展對實驗探究的理解。

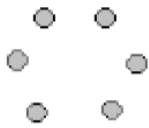
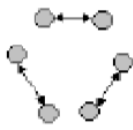
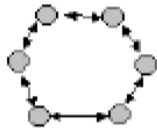
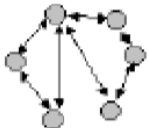
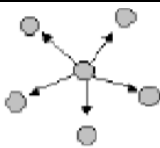
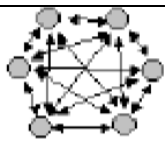
李建億 (2006)對於小組互動模式對學習成效影響的研究中，採用 Milson (1973) 及 Roth (1995) 的互動模式分類，發現「高學習成效」傾向「破碎或結黨的溝通」的型態，而「低學習成效」則傾向「理想的溝通」，雖然溝通模式為理想，但溝通內容為較不相關的。郭佳甄 (2016) 提出小組互動模式和個人協作問題解決能力有關聯，但並非絕對。

郭佳甄 (2016) 參考 Milson (1973) 提出在團體工作中常出現的七種溝通互動模式(如表 2-1)，以及 Roth (1995) 從中學生的開放式物理實驗中分析了學生的對話結果，由小組成員的參與及貢獻程度之差異所歸納出五種互動形式(如表 2-2)，提出了五種小組互動模式 (表 2-3)。郭佳甄 (2016) 提出的小組互動模式是將互動情形差到互動情形良好分成五種，依序為 (1) 無社交互動：成員間彼此沒有任何的互動；(2) 無反應互動：成員發出溝通的訊息，但並無收到回應；(3) 破碎型互動：小團體式的互動型態；(4) 領導型互動：領導者分別與其他成員互動，但其餘成員之間並無互動；以及 (5) 理想型互動：成員間互動平等且頻繁。

本研究認為 SSI 這類公眾議題的本質就是集體決策，並且有良好的互動與協商關係是影響學生 SSI 學習成效的關鍵，所以欲從小組互動模式的角度來探討學生 S³R 在課程後的影響差異。又因郭佳甄 (2016) 整理之模式是因為該小組互動

模式為整理了以上兩位學者之分類，且本研究課程討論活動均 3 人為一小組，有些分類並非合適，因此，採用郭佳甄（2016）提出的小組互動模式作為探討小組互動對學生 S³R 影響的分析依據。

表 貳-1 Milson（1973）提出的溝通互動模式（communication pattern）

模式	定義	模式圖
無社交的溝通 （unsocial）	成員間彼此沒有溝通。	
無反應的溝通 （unresponsive）	有成員發出溝通訊息，卻無得到回應。	
私下交談 （tete-a-tete）	每位成員只與另外一人作交談。	
刻板的溝通 （stilted）	成員只和相鄰的成員作溝通。	
破碎或結黨的溝通 （fragmented, cliquish）	小團體式互動。	
控制的領導 （dominant leader）	以領導者為中心，一對多作溝通。	
理想的溝通 （ideal）	每位成員均能充分且平均的與其他成員進行溝通，無明顯小團體。	

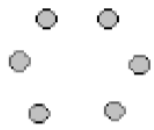
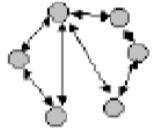
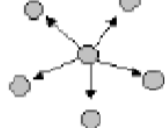
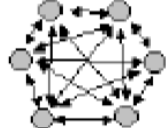
註：摘錄自郭佳甄的碩士論文（2016，p. 26）

表 貳-2 Roth (1995) 提出的五種互動模式 (interactional patterns)

互動層次	定義	模式圖 (英文：參與者 底線：發言時間長度)
對稱互動 (Symmetric)	小組成員都是平等的參與討論，並非由某位成員主導	<u>A</u> <u>B</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> <u>A</u> ...
不對稱互動 (Asymmetric)	由某位成員主導、支配組員的談話	<u>A</u> <u>B</u> <u>A</u> <u>C</u> <u>A</u> ...
移動式不對稱互動 (Shifting Asymmetric)	成員在互動過程中，不是一直保持平等的對談，但每位成員多少有貢獻	<u>A</u> <u>B</u> <u>C</u> <u>A</u> <u>B</u> ...
平行偶爾的互動 (Parallel occasional)	最初小組的互動是屬於對稱的互動型態，但互動持續的時間長短不一，有時會有零星的互動	<u>A</u> <u>B</u> <u>B</u> <u>A</u> <u>B</u> ...
沒有參與的互動 (None, no participation)	小組成員中，出現某一成員從頭到尾都沒有參與任務的情形	...

註：摘錄自郭佳甄的碩士論文 (2016, p. 27)

表 貳-3 郭佳甄（2016）的小組互動模式

編號	互動模式	定義	模式圖
I-1	無社交互動	成員間彼此沒有溝通。	
I-2	無反應互動	有成員發出溝通訊息，卻無得到回應。	
I-3	破碎型互動	小團體式互動，有成員無任何參與行為。	
I-4	領導型互動	以領導者為中心，一對多作溝通。	
I-5	理想型互動	每位成員均能充分且平均的與其他成員進行溝通，無明顯小團體。	

註：修改自郭佳甄的碩士論文（2016）

第參章 研究方法

本研究探討，學生於 CWISE 平台進行社會性科學議題「氣候變遷海岸防護大作戰」的課程前、中、後，學生 S³R 的變化，以及不同小組互動模式對於學生 S³R 的影響。本研究以個案研究，並輔以採單組前後測實驗研究法設計

(Single-group pre-test and post-test experimental research method design)，分析 11 年級學生於「氣候變遷海岸防護大作戰」課程前、後，在「情境式 S³R 試題」的 S³R 表現，以了解學生 S³R 的變化情形；並且分析課程中的不同小組互動模式以及學習單內容，以探討不同小組互動模式對 S³R 的影響。

本章共分五節，分別為研究對象、研究設計與流程、研究工具、教學設計，以及資料分析，說明本研究的主要架構與內容，並於以下各章節詳述之。

第一節 研究對象

本研究採「便利取樣 (Convenience Sampling)」，選取台中市立某所高級中學的學生，錄取該校之國中會考分數為 5A，會考成績總點數為 93 點以上，為純女校。研究對象為該校高二（11 年級）社會組的學生。預計參與研究學生總人數為 90 人，將於課程實施前後接受「情境式 S³R 試題」前、後測施測，僅針對有效回收樣本進行分析。因有 3 位學生未參與前、後測，因此本研究之有效樣本為 87 位學生。另外，因受限於人力及攝影器材的數量，本研究僅挑選四組學生作為焦點組，每組 3 人，總人數為 12 人，分組模式為隨機。授課教師為一名地科專長教師，年資超過 10 年，目前正在攻讀其科學教育博士學位，這位教師本身雖然沒有參與 SSI 課程開發與實施的經驗，但其表示對在課程中實施 SSI 導向之課程有極大興趣，且也參與本研究所發展的 SSI 導向課程。

而教學者的角色為旁觀者，不主動介入，僅提供教師與學生科技等技術支援。

第二節 研究設計與流程

本研究採混合式的實驗研究法，輔以單組前後測設計（The One-Group Pretest Posttest Design），探討 11 年級學生在以 SSI 導向的課程中，不同小組互動模式對其 S³R 之影響。以下將分段落詳細介紹本研究的「研究流程」。

本研究將流程共分成三個階段（請參閱圖 3-1），分別為「準備階段」、「資料收集階段」與「結果分析階段」，各階段的詳細工作內容分述如下：

一、 準備階段

從歷經構思研究問題之發散與收斂，廣泛閱讀科學教育相關領域的文獻，進而確定研究主題及研究設計，研究者修改先前指導教授研究團隊所研發的 SSI 課程及決策能力試題而發展出適合的 S³R 之研究工具。

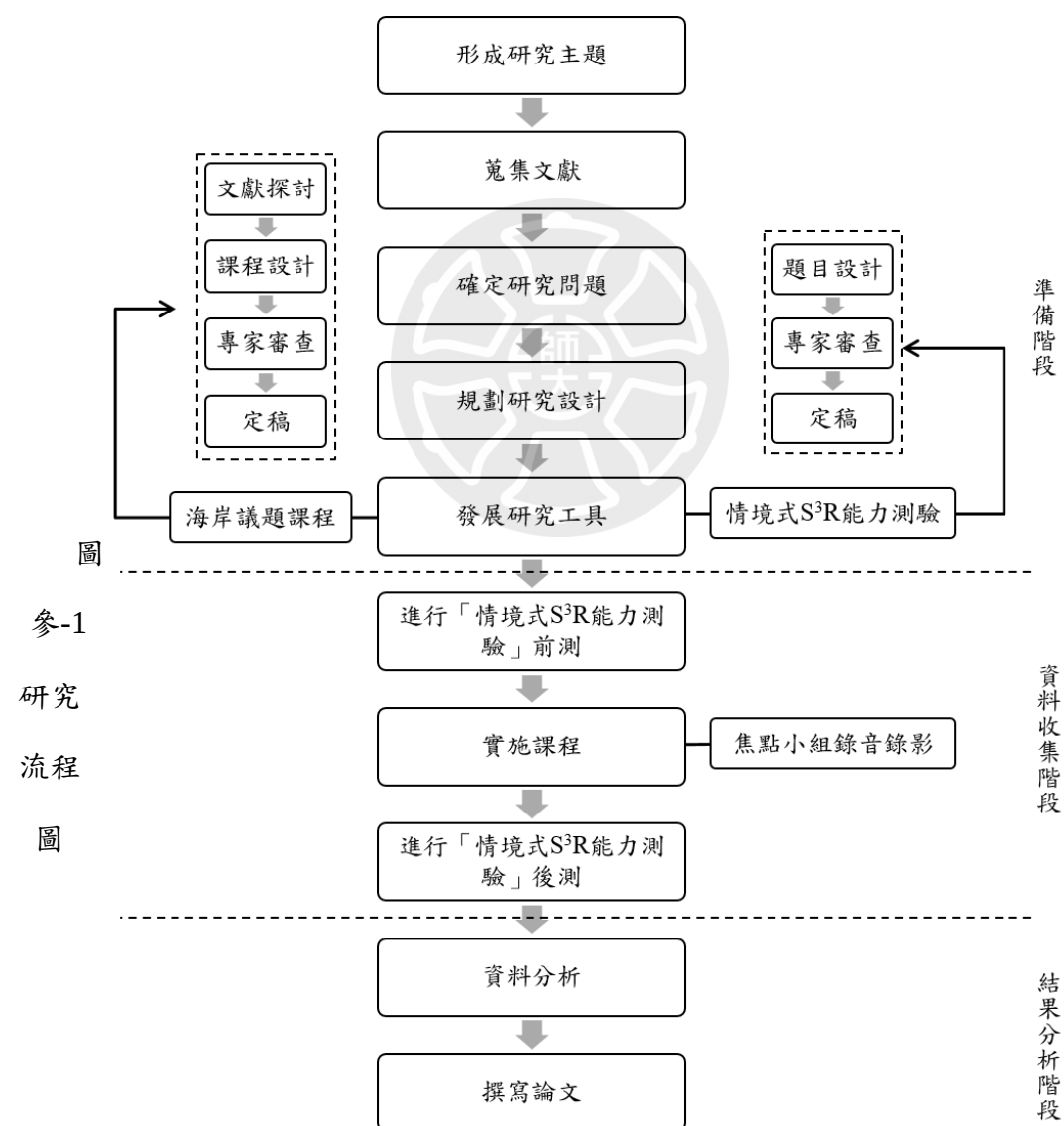
研究工具分成「課程工具」與「試題工具」。「課程工具」是一套有關海岸變遷的 SSI 導向課程（名稱為「氣候變遷海岸防護大作戰」），課程設置在合作式網路科學探究學習平台（Group Web-based Inquiry Science Environment，簡稱 CWISE）上，內含相關的閱讀文本資料，以及開放性問題的學習單，此學習工具已經過兩位科學教育學者專家與一位地球科學高中教師審查與修正，課程總共 200 分鐘；「試題工具」為「情境式 S³R 試題」（詳見附錄一），議題情境參考自張文馨（2018）發展的水庫興建試題，試題則經過兩位科學教育學者專家審查與修正。試題工具於正式課程前、後施測，以比較學生在 SSI 導向課程前後 S³R 的改變情形。

二、 資料收集階段

依據本研究的研究設計，在正式課程前先讓學生進行「情境式 S³R 試題」的測驗，並將結果作為前測資料。接著，在正式課程中進行「氣候變遷海岸防護大作戰」課程任務，收集學生在課堂中小組互動的錄音、錄影資料以及學習單。當課程正式結束後，再次施測「情境式 S³R 試題」，將結果作為後測資料，比較學生課程前、中、後 S³R 變化之情形。

三、 結果分析階段

此階段主要針對收集的資料進行資料分析，以作為論文撰寫的依據。分析學生在課程前、中、後 S³R 的表現與變化情形，並且探討不同小組互動模式與學生 S³R 之間的相關性。在資料分析與論文撰寫的過程中，仍持續閱讀相關文獻，並針對論文內容不斷地補充、修正與更新。



第三節 研究工具

為了解 11 年級學生經過「氣候變遷海岸防護大作戰」的 SSI 導向課程前、後， S^3R 的變化，本研究參考 Morin 等人 (2014) 的 S^3R 的模型，發展出評量學生 S^3R 之「情境式 S^3R 試題」以及課程學習單。另外，本研究亦收集課程進行中四組焦點組學生之錄音檔、錄影檔，由研究者進一步作資料分析，由此檢視學生在課堂中之小組互動模式，以分析不同小組互動模式對於學生 S^3R 之影響。上述各研究工具的發展原則與內容，詳述如下。

一、 情境式 S^3R 試題與課程學習單

本研究參考 Morin 等人 (2014) 的六維度 S^3R 模型，發展情境式 S^3R 試題與課程學習單。試題與學習單內容由兩位科學教育學者專家與一位地球科學高中教師共同審查與修正，完成專家與內容效度。情境式 S^3R 試題使用了水庫興建的 SSI 情境，以個人為單位作答，題目全為開放式題目，共 6 大題，8 小題：題 1-1、1-2 為「問題面向」(P)、題 2-1 為「相互作用」(I)、題 3-1 為「知識」(K)、題 4-1 為「價值觀」(V)、題 5-1 為「不確定性」(U)，以及題 6-1、6-2 為「利益協調」(G)。正式施測安排在課程前、後各 30 分鐘的時間，以紙筆測驗的形式進行。課程學習單則分為個人或小組為單位作答，作答方式分成 CWISE 平台上的線上作答以及紙本學習單的手寫作答。

此份試題的情境修改自張文馨 (2018)發展的水庫興建試題，學生透過文本先了解某地區的供水量、用水量，以及 3 個水壩建置預定地點的資料，由此選擇適合的壩址。此情境沒有標準答案，涉及領域包含經濟、社會、科學及環境的兩難，抉擇的過程也與個人價值判斷有關，符合社會性科學議題之特色。學生作答的內容即為本研究欲檢視的學生 S^3R 表現，而情境式 S^3R 試題簡介如表 3-1 所示，完整試題內容可參考附錄一。

二、 研究者

研究者本身就是收集資料的工具之一，為逐字稿的整理者以及資料的分析者。研究者的背景為科學教育研究所的研究生。在前、後測，以及課程進行中、小組互動時，研究者並無介入，以利呈現較真實的學生協作互動原始面貌。

表 參-1 情境式 S³R 試題簡介

對應的 S ³ R 維度	定義	題號	試題內容
問題面向	學生能夠從不同的面向或觀點中，意識到議題涉及的層面和兩難處。	1-1	在挑選勁思地區的水壩建址時，需要考量哪些問題？
		1-2	承上題，考量這些問題以挑選壩址時，會面臨哪些 <u>進退兩難</u> ？
相互作用	學生能夠透過社會、時間、空間尺度，意識到動態的社會生態系統中的複雜性。	2-1	承上題，這些問題是否具有普及性？為什麼？（例如，這些問題在台灣的社會文化背景下，是否會發生？；勁思地區在 30 年後，仍舊會面對這些問題？）
知識	學生能夠表達議題相關的學術表現和其他形式的知識。	3-1	挑選壩址的過程中，你需參考哪些的資料、證據或概念？（課內、外皆可）
價值觀	學生能夠了解議題所涉及的價值觀立場。	4-1	我支持將水庫興建在： ☐ 壩址一 ☐ 壩址二 ☐ 壩址三 哪些理由支持你所挑選壩址？
不確定性	學生能夠掌握知識有效性的條件和技術應用所存在的風險。	5-1	你挑選的壩址具有任何 <u>風險或缺陷</u> 嗎？如何去確認或調整？
利益協調	學生能夠考慮社會機構中的各種關係，並知道如何均衡私人 and 集體利益。	6-1	這個議題涉及哪些利益相關者？（哪些群體的利益會受到 <u>正/負面影響</u> ）
		6-2	若採用你挑選的壩址，這些 <u>利益相關者該如何彼此協調</u> 以減少負面影響？

第四節 教學設計

一、 議題選取

近年來，SSI 愈來愈受到科學教育學者所重視(Sadler, 2004)。而 SSI 的種類包羅萬象，牽涉的層面也極廣。劉湘瑤等人(2007)整理出了近年來有關 SSI 之研究大多都以環境議題為主，如科技發展對於環境生態保育的影響等議題。而研究者主要聚焦在全球面臨的氣候變遷，面對多變且難以預測的氣候變遷，現代公民應該具有社會科學的推理能力，並具備有永續發展的意識，也就是本研究所重視的 S³R。期許經由 SSI 課程的學習，學生未來亦能夠在不同議題具有 S³R。

臺灣是一個四面環海的海島國家，海洋資源對我國人民是極重要的一項資產，然而，由於氣候變遷、海平面上升，海洋帶來的不僅是資源，也可能存在威脅人民生命、財產等等的威脅。因此，本研究選定海岸防護策略作為主題，讓學生由某虛擬島國的情況作為發想與練習，考慮到科學、生態、經濟、社會等各個面向，經由科學性推理而作出個人最佳的決策。一方面增加學生的多元觀點，一方面可以讓學生反思臺灣在海岸防護上面臨的困境。

由於環境議題往往都很複雜(Pata & Sarapuu, 2001)，涉及許多層面，本研究的「氣候變遷海岸防護大作戰」課程具有複雜性的情境，符合 SSI 的特徵。期望能透過本研究的 SSI 導向課程，培養學生對於氣候變遷議題的 S³R。

二、 任務內容架構

本研究的課程「氣候變遷海岸防護大作戰」屬於環境議題的整合性課程，學生需要利用現有的背景知識，進行相關資料的收集，課程目標主要強調學生運用知識的能力，而非知識的建構。

本 SSI 課程總共需要四週六堂課（300 分鐘），實施時間為今年（2020）4 月中至 5 月初，第一週以一堂課的時間（50 分鐘）進行前測、破冰以及課程介紹；第二週、第三週，一週兩堂共 100 分鐘，輔以 CWISE 平台實施課程，並加上紙本學習單與討論單，引導學生進行討論及增進其 S³R。最後，在第四週以一

堂課的時間（50 分鐘）進行總結與後測。教師的角色則是在學生有問題的時候協助解答，而討論的過程中是不介入的，不會做太多口語上的引導，教師的介入度沒有很高。課程內容詳細敘述如下。

1. 環境介紹

在 S³R 任務正式開始之前，學生需要對這次課程的 SSI 議題的背景有相當的了解，才能針對社會性科學及永續性進行合理的推理。而本研究的 SSI 情境為海岸變遷與防護，假定於某島國的一個港口——利馬港與一名為利馬河的河口之間的一個叫做碧麗西馬海岸的沙灘，為一虛擬情境。學生須利用給予之條件及背景，回答後續任務之開放性問題。

2. 促進學生 S³R 之任務

此課程主要利用 CWISE 平台與配合紙本學習單依 SSI 學習情境分成幾個步驟，每個步驟分別分成數個「任務」，各任務主要由 S³R 六個維度（問題面向、相互作用、知識、不確定性、價值觀和利益協調）所設計而成，期望以 SSI 情境培養學生的 S³R。然而，六個維度難以單獨帶入 SSI 情境，並且也無先後順序之分，因此以課程步驟順序(1.1-1.7)分別說明之，各步驟中之「任務」與培養之學生 S³R 對照如表 3-2。

（1）步驟 1.1：海岸環境介紹

在第一個步驟中，首先讓學生閱讀與海岸相關之現狀描述，並理解此課程主要的任務需求。經由給予學生碧麗西馬海岸有關「沙灘侵蝕」、「生態狀況」、「土地利用」以及「主要道路」等資料，讓學生可以藉由互動式的 flash 動畫（如圖 3-2）獲取各項細節，並辨識、列舉出各項海岸問題牽涉之面向，例如：生態、自然環境、社會民生、經濟等（任務 1.1.1、1.1.2）。個人撰寫完畢後，進入到第一個小組討論任務 1.1.3，組內互相分享各自發現之問題，並歸納出共同的問題面向，再進一步取得組內共識，標示出各面向之重要性與關聯性，因此任務 1.1.3 涉及之 S³R 維度為「問題面向」。

表 參-2 課程任務與 S³R 對照表

步驟	時間	任務	涉及的 S ³ R					學生討論問題引導
			問題	交互	知識	風險	價值	利益
1.1	40 min	1.1.1、			●			引導學生利用突堤效應的概念，推論海岸線變化。
		1.1.2						
		1.1.3	●					小組針對列舉出之海岸問題，進行「問題面向」和「相互作用」的相關討論。
1.2	30 min	1.2.1						認識各項防護技術。
		1.2.2		●				藉由給予代表著與現狀不同之時間、空間、或社會背景之情境 A、B、C，進行小組討論，找出最適合實施之防護技術方案。
1.3	30 min	1.3.1						繪製各區域欲使用之防護技術。

(續下頁)

表 3-2 課程任務與 S³R 對照表（續）

步驟	時間	任務	涉及的 S ³ R						學生討論問題引導
			問題	交互	知識	風險	價值	利益	
1.4	40 min	1.4.1							預測各區域會侵蝕、堆積或維持不變。
		1.4.2	●	●	●	●		●	預測各區域形成之不同影響。
		1.4.3-1.4.5					●		判斷影響為正面或負面。
		1.4.6					●		說明仍建議政府實施自己規畫之方案的原因。
1.5	10 min	1.5.1							檢查統整報告。
1.6	40 min	1.6.1							自行填寫討論單。
		1.6.2				●	●	●	小組進行分享各自的方案設計理念，經由闡述更加清楚整個議題牽涉之各項「價值觀」，並發現「不確定性和風險」所在，以及討論各個利益相關者的立場，並思考相關的「利益協調」程序。
1.7	10 min	1.7.1							調整報告內容。



圖 參-2 海岸環境介紹附圖

(2) 步驟 1.2：海岸防護技術介紹

此步驟提供了 4 種海岸防護技術(突堤、護岸、海堤以及人工養灘)之說明，並以任務 1.2.1 讓學生進行一次小型的形成性評量，測驗學生是否均有理解各防護技術的特性。

接著在任務 1.2.2 中，教師給予學生三張海岸情境卡，此海岸情境包含了時間(例如：未來 10 年、未來 20 年和未來 50 年的沙灘侵蝕狀況)、空間(例如：利馬河口與利馬港附近之侵蝕狀況差異)以及社會(例如：土地利用、主要道路之分佈情形)尺度之變化，因此學生需要進行小組討論，共同判斷各個尺度之相互作用，比較各個尺度與現狀之差異，再去思考三個情境適用之海岸防護技術，因此任務 1.2.2 涉及之 S³R 維度為「相互作用」。

(3) 步驟 1.3：學生自行規劃海岸防護方案

經步驟 1.1 及 1.2，學生已對海岸問題及 4 種防護技術有了認識，即可進一步在此步驟所嵌入的 flash 軟體畫面中，繪製各區域欲使用之海岸防護技術。

(4) 步驟 1.4：學生自行反思所設計方案之影響

因學生在上個步驟中已經設計完個人的海岸防護方案，下一步接著讓學生先

進行對於自己設計方案的反思，提出個人預計使用之防護技術對海岸地區之影響（任務 1.4.1、1.4.2）。因為學生提出之影響源自於各個面向之問題；可能提到在不同時空背景下的各尺度之間的相互作用；會配合各種課內或課外、新學或舊有知識；提及自己方案中的風險及缺陷；考慮到不同利益相關者間的協調方式，所以此任務涉及之 S³R 維度有「問題面向」、「相互作用」、「知識」、「不確定性」、「利益協調」。

接續前一項任務，學生要從列舉出的影響中，依其價值觀判斷該影響為正面或負面（1.4.3），再挑出正面影響填至任務 1.4.4；挑出負面影響填至任務 1.4.5。因此任務 1.4.3-1.4.5 涉及之 S³R 維度為「價值觀」。

再接續前面的任務，儘管學生已經知曉自己設計方案之負面影響，但當面對荷西市政府官員時，會以何種價值觀去建議使用該設計的方案，是這個任務聚焦的部份。因此任務 1.4.6 涉及之 S³R 依然為「價值觀」。

（5）步驟 1.5：統整學生撰寫之報告

經由 CWISE 課程平台之幫助，學生從畫面回顧前幾項任務所撰寫之報告，此步驟只是讓學生進行再次確認，並無新的 S³R 之培養。

（6）步驟 1.6：小組進行整體防護方案審查及討論

S³R 任務的尾聲，先是讓同學各自填寫討論單，整理自己的防護方案以及重視之問題面向、正負面影響與風險，緊接著就讓小組內互相分享各自的方案與理念，經由分享以及同學給予之回饋，促進學生之 S³R。最後，思考並討論此海岸議題與防護措施會牽涉到哪些不同的利益相關者，如何去協調各方面以減少負面影響。因此任務涉及之 S³R 有「問題面向」、「不確定性」、「價值觀」和「利益協調」。

（7）步驟 1.7：學生依討論結果自行調整方案

此步驟為額外的一個部分，若是前一步驟中，組內同學對自己設計之防護方案有回饋或建議，學生可將建議打在此步驟中，並進行反思。因為此步驟非每位同學均有填答，故並不納入本研究探討範圍。

第五節 資料分析

本節根據本研究之研究問題，針對研究中收集到的「情境式 S³R 試題」、課程學習單以及焦點組的小組互動對話錄音、錄影資料等進行分析，並於本節詳述之。

一、 S³R（前、後測及學習單）

本研究針對情境式 S³R 測驗及課程學習單的編碼，是根據 Morin（2004）發展出之 S³R 的架構後，經調整後我們可以將學生在 S³R 六個維度的評分為 0~4，學生在每個維度均只會有單一的得分，詳細可參考表 3-3。其中，

本測驗滿分 24 分，因為均為開放性問答題，故請一位科學教育研究所的研究生與研究者針對其中 1/4，共 48 份進行評分。以 Spearman rho 分析，得到互評者相關係數為 0.814($p < 0.01$)，達顯著水準，表示該研究生與研究者的評分結果相關性十分良好。而評分不相同之處則經過討論，再次確認達到共識之評分，後續以此共識分數進行資料分析。



表 參-3 S³R 試題評分規準

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
問題 面向 (P)	學生能夠從不同的面向或觀點中，意識到議題構造中的複雜性。	Level 4. 將各個利益相關者的觀點連結起來，定義議題兩難的本質。	雖然水流量大，但同時積砂量也大。 當建水壩的條件各個都符合時，卻可能遭當地居民反對。
		Level 3. 從多個面向多個觀點去思考議題。	蓄水量大 → 經費需求也高 維護生態 → 影響民生 經費少，保護古蹟和居民 → 影響環境、蓄水量少
		Level 2. 只用一個面向多個觀點，或多個面向僅一個觀點去思考議題。	多個面向僅一個觀點 有蓄進水量很大，地質也不錯的壩址，但需犧牲的居民戶和棲息地等也最多，會不知道要不要選它。
		Level 1. 只用一個面向或觀點。	建水壩可能對目前人民來說是有利的，但是之後出生的小孩可能要替前人挖屁股，質地鬆軟，可能易倒塌
		Level 0. 無關的說明、未說明。	Example 1 : GFF 互相衝突 Example 2 : 不可能找到一個完美的水壩建址。

(續下頁)

表 3-3 S³R 試題評分標準 (續)

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
相互 作用 (I)	學生能夠透過社會、時間、空間尺度，意識到動態的社會生態系統中的複雜性。	Level 4. 描述跨不同社會、時間和空間尺度的互動，並整合與可持續性相關的生態-社會系統。	有，台灣面積小卻有非常多特種，若開發林地勢必會壓縮到生物的棲息地；人口多且密集&農業發達，於已開發地區興建水壩必定會影響居民生計；台灣各地有著豐富多元的文化遺蹟可能遭淹沒。上述狀況並不會隨時間消失減緩，甚至可能加劇。
		Level 3. 描述了不同時空的生態系統，或不同社會群體之間的相互作用，而沒有考慮生態系統與社會之間的相互作用。	是，水壩為一凹洞，泥沙沉積後，無法自然輸出，導致蓄水量日漸縮減，若人口仍持續增加，又會再次出現同一問題。
		Level 2. 以不同的經濟、社會或環境尺度去想像超越一般性的日常情境。	是，若人口持續成長，用水量勢必增加，又得蓋新水壩才能滿足需求。
		Level 1. 描述的是日常生活、一般性的情境。	1. 上述問題皆具有普遍性，
		Level 0. 無關的說明、未說明。	

(續下頁)

表 3-3 S³R 試題評分規準 (續)

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
知識 (K)	學生能夠表達學術和其他形式的知識。	Level 4. 鏈接社會性科學知識，認知到不同觀點的連貫性。	我認為需要當地的地質結構、地質變化、是否有錯移及錯移量。調查當地居民的意願、看法，並時刻具有永續經營及機會成本的概念，取得耗損與利益的平衡。
		Level 3. 鏈接社會性科學知識，但連貫性限於問題的一種觀點。	岩層的穩固 (成分、型態、有無斷層)、當地生態的組成、應舉辦公聽會等讓居民以更了解在地的角色給予協助。 (有考慮到岩層穩固這項觀點的社會性科學知識)
		Level 2. 並列、對比幾種不同的知識 (學術或非學術知識)。	1. 壩址的年進水量與蓄水量。 2. 是否影響環境生態與居民。 3. 需具有水土保持的概念，減少水壩淤泥的堆積。
		Level 1. 僅考慮學術或非學術知識。	建壩經費、維修經費、生態地、原居民、max 蓄水量、泥砂淤積、地質狀態
		Level 0. 無關的說明、未說明	

(續下頁)

表 3-3 S³R 試題評分規準 (續)

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
不確定性 (U)	學生能夠掌握知識有效性的條件和技術科學的風險。	Level 4. 闡明知識主張的闡述需要有特定的條件，以減少不確定性或估計風險。	會影響到稀有生物生存，得去確認相關生物的棲息地分部與習性，並由此作出調整。
		Level 3. 設想需要協調多種信息源，以評估有關的風險，或解決相互矛盾的方案。	淹沒古蹟→評估是否可遷址 積沙量大→優化水土保持工作 影響100戶人→有效溝通
		Level 2. 認識到有關該問題的相互競爭的主張使用了多種信息來源。	土質鬆軟，易風化
		Level 1. 沒感覺到缺少任何信息。斷言被陳述為事實。	
		Level 0. 無說明。	

(續下頁)



表 3-3 S³R 試題評分規準 (續)

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
價值觀 (V)	學生能夠了解議題所涉及的價值觀立場。	Level 4. 闡明價值觀在議題範圍中，與其他觀點相比較，所佔的相對位置。	1. 供水量雖小但以L1表格仍能滿足居民需求。 2. 經費，影響人數較少且積砂量小。
		Level 3. 闡明形成衝突的價值觀。	1. 不影響稀有生物 2. 影響戶數相對A較少 3. 維護年限達30年以上，達成政府期望，雖積砂量大但運作時期夠久。 4. 年產水量較C大
		Level 2. 識別內涵的價值觀或信念。	一、滿足至少30年的居民用水需求 二、便宜 三、CPI值較高
		Level 1. 不了解內涵的價值觀或信念。亦即沒有提出任何個人的價值觀。	對居民的傷害是最小的 和人文史蹟
		Level 0. 無說明。	

(續下頁)

表 3-3 S³R 試題評分標準 (續)

編碼	定義	評分標準 (scoring rubrics)	例子
利益 協調 (G)	學生能夠考慮各種社會機構中的關係，並知道如何均衡私人和集體利益。	Level 4. 批判分析社會機構之間可能的監管程序。	① 政府從獲利的資方得到較多的稅收，則能用這筆錢保護生態 ② 設立環保法規 → 有罰錢收入 (ex. 設立保護區……)
		Level 3. 設想不同利益相關者積極參與開放的協調流程。	政府應在蓋水壩前與受影響上居民多多溝通，協調人文史蹟之問題，透明的公開資料，經費減少大家的疑慮。
		Level 2. 提出針對不同利益相關者的解決方案。	1. 這個議題涉及哪些利益相關者？(哪些群體的利益會受到正/負面影響) 正負皆有：居民 負：生態 2. 若採用你挑選的壩址，這些利益相關者該如何彼此協調以減少負面影響？ 審慎評估土地的開發，若有改善方法則積極實施 有效溝通
		Level 1. 有考慮到不同利益相關者的需求但沒提出解決方案。	1. 這個議題涉及哪些利益相關者？(哪些群體的利益會受到正/負面影響) 1、水庫附近居民和下游受益居民 2、水庫原棲息地物種 2. 若採用你挑選的壩址，這些利益相關者該如何彼此協調以減少負面影響？ 1. 政府應思考如何保育慣習地物種
		Level 0. 沒有考慮到不同利益相關者的需要。	我覺得沒有辦法減少這負面影響。

二、 小組互動模式資料（錄音檔、錄影檔）

（一）資料處理

小組互動模式來自焦點組學生在 SSI 導向課程中的錄音、錄影檔等資料。本研究先將學生討論中的閒談部份刪除掉，剩下與課程內容有相關的對話。接著同時瀏覽錄影檔與錄音檔，從中找到關鍵的對話串，並轉為逐字稿，做為分析學生 S3R 發展的佐證資料，確認小組互動模式與學生 S³R 的關聯。

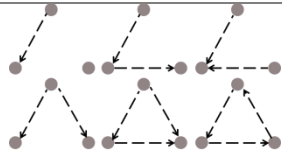
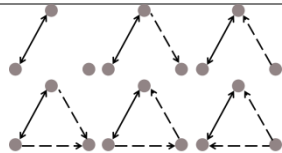
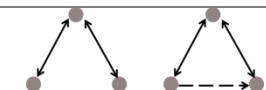
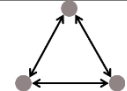
在錄音錄影的資料轉譯為自資料的過程中，小組成員之編碼方式為「組別-編號_前測高、中、低分組」，組別分別為 A、B、C、D 四組，編號為 1、2、3，前測高、中、低分組依照高至低分別為 H、M、L。例如 A1_M 代表的是 A 組編號 1 號之學生，其在「情境式 S³R 試題」的前測總分屬中分組之學生。

（二）互動模式編碼

本研究欲探討學生在有小組討論的課程任務中之互動模式，因此小組互動的分析單位是根據課程任務進行切割，單位的長短以小組進行任務的時間長短而定。本研究沿用郭佳甄（2016）整理之五種小組互動形式，由互動層次低至互動層次高依序為：（1）無社交互動、（2）無反應互動、（3）破碎型互動、（4）領導型互動，以及（5）理想型互動。以三人小組互動模式圖舉例並編碼，如表 3-4。編碼 I-1 為「無社交互動」，即在討論過程中三位學生完全無互動，不論是雙向有回應的互動，或是單向無回應的互動都完全沒有發生；編碼 I-2 為「無反應互動」，即三位學生中有至少一人對其餘組員發出互動訊息，但無論接收到的另一方是誰，均沒有回應，形成單向的互動；編碼 I-3 為「破碎型互動」，與「無反應互動」相比，此模式中，當單一學生發出互動訊息時，開始會獲得另一位組員之回應，但仍僅是小團體型之互動，三位學生中將會有一位組員偏向邊緣化；編碼 I-4 為「領導型互動」，即在整個小組討論中，三名學生之中將有一名擔任領導者的角色，與其他兩位組員均有良好的來回互動，但其餘兩位組員之間並無雙向之互動；編碼 I-5 為「理想型互動」，此為互動層級最高之小組互動模式，即小組中之三位學生各人之間均有良好的雙向互動。

表 參-4 小組互動模式編碼 - 以三人小組為例的模式圖

編碼	互動模式	定義	模式圖
----	------	----	-----

I-1	無社交互動	成員間彼此沒有任何的互動	
I-2	無反應互動	成員發出溝通的訊息，但並無收到回應	
I-3	破碎型互動	小團體式的互動型態	
I-4	領導型互動	領導者分別與其他成員互動，但其餘成員之間並無互動	
I-5	理想型互動	成員間互動平等且頻繁	

(三) 模式分析

進行分析時，需先依據錄音檔與錄影檔的資料，畫出小組互動圖（如互動為雙向則標為實線雙箭頭、單向標為虛線單箭頭，無互動則無箭頭）再作編碼。例如 C 在任務 1.1.3 中，每個人均有良好互動，則評為「理想型互動」，簡要逐字稿如下：

C_1.1.3_4：

C3_H：(點 C1_H 以引起注意)妳寫了哪些？

C1_H：妳們有寫住宅區嗎？

C2_H：有，我只寫到住宅區，因為...

C1_H：那就是住宅區的算是民生問題吧！就是沒有那個嘛！

因為沒有，能量緩衝帶，住宅區遭殃。

每個分析單位中，每個小組只會有一個編碼，亦即各分析單位均只會有單一互動模式。

本研究的研究問題與相關資料整理可參考表 3-5 的內容。其中「試題」為水庫情境之「情境式 S³R 試題」，為個人填答之前、後測試題。「學習單」則分為紙本或 CWISE 平台之線上填答，也均有小組或個人填答的部分。

表 參-5 研究資料分析表

研究問題	資料來源				分析方法
	試題	學習單	錄音檔 (逐字稿)	錄影檔	
(一)SSI 課程對學生 S ³ R 的影響？	✓				內容分析 相依 t 考驗
(二)不同 S ³ R 的學生，經由課程後的能力變化有何差異？	✓				內容分析 One-way ANCOVA 考驗
(三)不同小組互動模式如何影響學生 S ³ R 的成效？	✓	✓	✓	✓	內容分析

第肆章 研究結果與討論

本研究欲探討在經過「氣候變遷海岸防護大作戰」SSI 導向課程訓練後，不同小組互動模式下學生推理能力的改變情形。在此章節將以三小節呈現資料分析的結果，內容包含第一節針對研究問題一探討「SSI 導向課程對學生 S³R 的影響」，比較全體學生在前、後測的 S³R 分數；第二節針對研究問題二探討「不同先備 S³R 的學生對課程後 S³R 的學習成效的影響」，進一步分析經 SSI 導向課程後，不同 S³R 的學生之 S³R 的分數是否有差異；第三節針對研究問題三探討「小組互動模式的表現」，統整焦點組之小組互動模式，分析不同小組互動模式對學生的 S³R 是否有差異。



第一節 整體學生在課程後 S³R 的改變分析

在本節中將利用本研究編擬之「情境式 S³R 試題」來評量學生在 SSI 課程後，學生 S³R 的變化。此試題乃針對 S³R 之 S³R 六個維度編製共 6 大題的開放式作答試題。去除前、後測缺漏未相配的樣本，共 87 份的前、後測試題得分。

一、學生之 S³R 總分改變分析

將「情境式 S³R 試題」之 S³R 六個維度在前、後測總分經 IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0 軟體進行統計考驗後，得以下結果：

針對全體學生前、後測的 S³R 6 個維度之總分進行常態性檢定，因學生人數大於 50 人，故採用 Kolmogorov-Smirnov 常態性檢定。由常態性檢定結果可知前、後測的 S³R 總分顯著性均小於 0.05，稍微偏離常態分佈，但因樣本數超過 20 個，t 檢定的檢定力不會太差，故仍以常態分佈的情形繼續進行統計分析。

為瞭解經過教學後，學生的 S³R 在前、後測有無差異，對資料進行相依樣本 t 檢定。由表 4-1 可知，其顯著性水準取值大於 0.05，即學生 S³R 在前測（mean = 13.07）、後測（mean = 13.24）並沒有顯著差異。

表 肆-1 S³R 測驗前、後測相依 t 檢定結果表

	平均數	標準差	t	df	p	E.S.
前測	13.07	2.062	-0.548	86	0.585	0.3049
後測	13.24	2.261				

(二) 學生之 S³R 各維度得分改變分析

因為結果發現全體學生前、後測之總分並無顯著進步，故研究者再繼續對全體學生前、後測之 S³R 六個維度得分進行分析，欲探討細分各維度後，學生的 S³R 是否進步。其各維度之得分將依序整理成表並繪製人次累積圖。

1. S³R 之「問題面向」得分

經分析發現其結果如表 4-2 所示：

學生於課程進行前後「問題面向」之得分情形，原 0 分之學生由 2 人(2.3%)增加為 4 人(4.6%)；1 分之學生由 2 人(2.3%)增加為 3 人(3.4%)；2 分之學生由 48 人(55.2%)減少為 43 人(49.4%)；3 分之學生由 20 人(23.0%)增加為 24 人(27.6%)；4 分之學生由 15 人(17.2%)減少為 13 人(14.9%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後在「問題面向」未達顯著變化。

表 肆-2 全體學生前、後測「問題面向」之得分情形

問題面向之得分	前測（人數/百分比）	後測（人數/百分比）
0	2(2.3%)	4(4.6%)
1	2(2.3%)	3(3.4%)
2	48(55.2%)	43(49.4%)
3	20(23.0%)	24(27.6%)
4	15(17.2%)	13(14.9%)

再從表 4-3 與圖 4-1 可發現全體學生有 33 人(37.9%)之得分並未產生改變，其中 24 人為 2 分、5 人為 3 分、4 人為 4 分。有 4 人(4.6%)轉變為 0 分，其中 1 人原本為 1 分、2 人原為 2 分及 1 人原為 3 分；有 3 人(3.4%)轉變為 1 分，其中 1 人原本為 2 分、1 人原為 3 分及 1 人原為 4 分；有 19 人(21.8%)轉變為 2 分，其中 1 人原本為 1 分、13 人原為 3 分及 5 人原為 4 分；有 19 人(21.8%)轉變為 3 分，其中 2 人原本為 0 分、12 人原為 2 分及 5 人原為 4 分；有 9 人(10.3%)轉變為 4 分，均為原本由 2 分轉變而來。顯示出「問題面向」維度不論是前、後測，層級 2 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生為只用一個面向多個觀點，或多個面向僅一個觀點去思考 SSI。

表 肆-3 全體學生前、後測之「問題面向」得分改變人次表

分數	無變化	變為 0 分	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	33	4	3	19	19	9
佔總人數 百分比	37.9%	4.6%	3.4%	21.8%	21.8%	10.3%

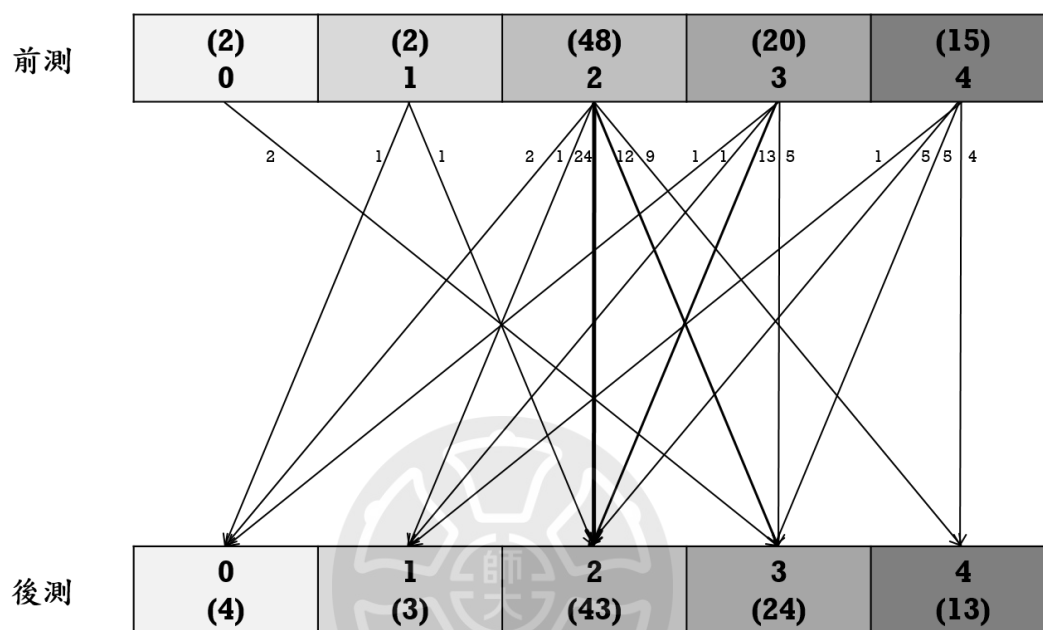


圖 肆-1 全體學生前、後測之「問題面向」得分改變圖

2. S³R 之「相互作用」得分

經分析發現其結果如表 4-4 所示：

學生於課程進行前後「相互作用」之得分情形，原 0 分之學生由 1 人(1.1%)減少為 0 人(0.0%)；原 1 分之學生由 42 人(48.3%)增加為 51 人(58.6%)；2 分之學生由 17 人(19.5%)減少為 12 人(13.8%)；3 分之學生由 18 人(20.7%)減少為 13 人(14.9%)；4 分之學生由 9 人(10.3%)增加為 11 人(12.6%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後，「相互作用」此維度得分無特別明顯之進、退步。

表 肆-4 全體學生前、後測「相互作用」之得分情形

相互作用之得分	前測（人數/百分比）	後測（人數/百分比）
0	1(1.1%)	0(0.0%)
1	42(48.3%)	51(58.6%)
2	17(19.5%)	12(13.8%)
3	18(20.7%)	13(14.9%)
4	9(10.3%)	11(12.6%)

再從表 4-5 與圖 4-2 可發現全體學生有 35 人(40.2%)之得分並未產生改變，其中 28 人為 1 分、1 人為 2 分、3 人為 3 分及 3 人為 4 分。無人(0.0%)轉變為 0 分；有 23 人(26.4%)轉變為 1 分，其中 1 人原為 0 分、11 人原本為 2 分、8 人原為 3 分及 3 人原為 4 分；有 11 人(12.6%)轉變為 2 分，其中 5 人原本為 1 分、5 人原為 3 分及 1 人原為 4 分；有 10 人(11.5%)轉變為 3 分，其中 5 人原本為 1 分、3 人原為 2 分及 2 人原為 4 分；有 8 人(9.2%)轉變為 4 分，其中 4 人原本為 1 分、2 人原為 2 分及 2 人原為 3 分。顯示出「相互作用」維度不論是前、後測，層級 1 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生僅會思考一般性的日常情境。

表 肆-5 全體學生前、後測之「相互作用」得分改變人次表

分數	無變化	變為 0 分	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	35	0	23	11	10	8
佔總人數百分比	40.2%	0.0%	26.4%	12.6%	11.5%	9.2%

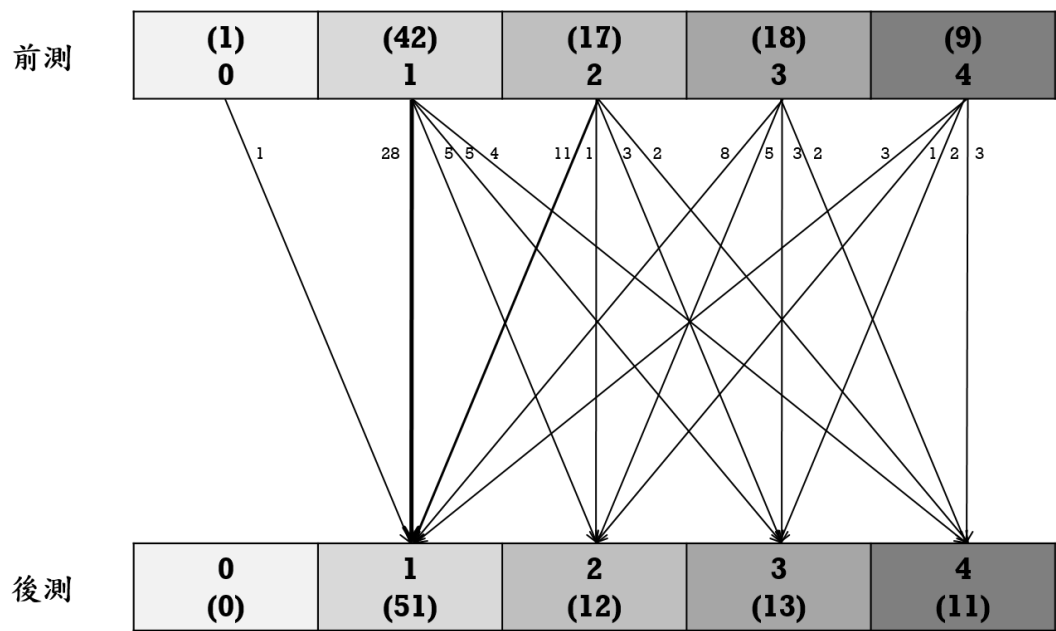


圖 肆-2 全體學生前、後測之「相互作用」得分改變圖



3. S³R 之「知識」得分

經分析發現其結果如表 4-6 所示：

學生於課程進行前後「知識」之得分情形，原 0 分之學生由 4 人(4.6%)減少為 3 人(3.4%)；1 分之學生由 69 人(79.3%)減少為 66 人(75.9%)；2 分之學生由 9 人(10.3%)增加為 10 人(11.5%)；3 分之學生由 5 人(5.7%)減少為 4 人(4.6%)；4 分之學生由 0 人(0.0%)增加為 4 人(4.6%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後，「知識」此維度得分有明顯提升。

表 肆-6 全體學生前、後測「知識」之得分情形

知識之得分	前測（人數/百分比）	後測（人數/百分比）
0	4(4.6%)	3(3.4%)
1	69(79.3%)	66(75.9%)
2	9(10.3%)	10(11.5%)
3	5(5.7%)	4(4.6%)
4	0(0.0%)	4(4.6%)

再從表 4-7 與圖 4-3 可發現全體學生有 58 人(66.7%)之得分並未產生改變，其中 2 人為 0 分、54 人為 1 分、2 人為 2 分。有 1 人(1.1%)轉變為 0 分，其原本為 1 分；有 12 人(13.8%)轉變為 1 分，其中 2 人原本為 0 分、6 人原本為 2 分及 4 人原為 3 分；有 8 人(9.2%)轉變為 2 分，其中 7 人原本為 1 分及 1 人原為 4 分；有 4 人(4.6%)轉變為 3 分，其中 3 人原本為 1 分及 1 人原為 2 分；有 4 人(4.6%)轉變為 4 分，均為原本由 1 分轉變而來。顯示出「知識」維度不論是前、後測，層級 1 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生僅認知到學術性知識。

表 肆-7 全體學生前、後測之「知識」得分改變人次表

分數	無變化	變為 0 分	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	58	1	12	8	4	4
佔總人數 百分比	66.7%	1.1%	13.8%	9.2%	4.6%	4.6%

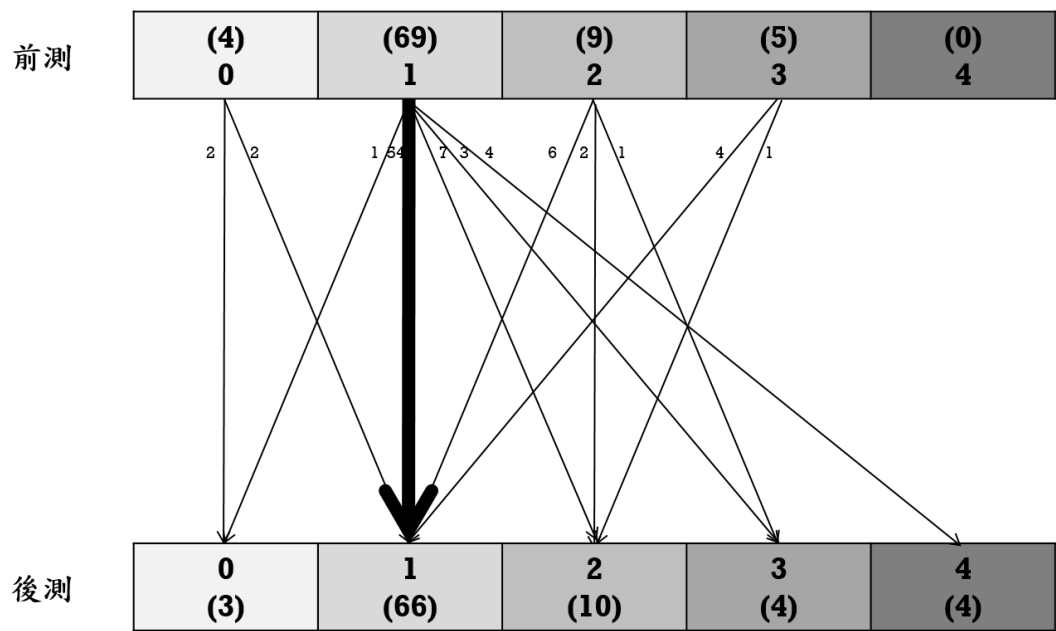


圖 肆-3 全體學生前、後測之「知識」得分改變圖



4. S³R 之「價值觀」得分

經分析發現其結果如表 4-8 所示：

學生於課程進行前後「價值觀」之得分情形，原 1 分之學生由 4 人(4.6%)減少為 1 人(1.1%)；2 分之學生由 62 人(71.3%)增加為 73 人(83.9%)；3 分之學生由 15 人(17.2%)減少為 6 人(6.9%)；4 分之學生由 6 人(6.9%)增加為 7 人(8.0%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後，「價值觀」此維度得分略有提升。

表 肆-8 全體學生前、後測「價值觀」之得分情形

價值觀之得分	前測 (人數/百分比)	後測 (人數/百分比)
1	4(4.6%)	1(1.1%)
2	62(71.3%)	73(83.9%)
3	15(17.2%)	6(6.9%)
4	6(6.9%)	7(8.0%)

再從表 4-9 與圖 4-4 可發現全體學生有 56 人(64.4%)之得分並未產生改變，其中 54 人為 2 分、1 人為 3 分以及 1 人為 4 分。有 1 人(1.1%)轉變為 1 分，其原本為 3 分；有 19 人(21.8%)轉變為 2 分，其中 4 人原本為 1 分、11 人原為 3 分及 4 人原為 4 分；有 5 人(5.7%)轉變為 3 分，其中 4 人原為 2 分及 1 人原為 4 分；有 6 人(6.9%)轉變為 4 分，其中 4 人原為 2 分及 2 人原為 3 分。顯示出「價值觀」維度不論是前、後測，層級 2 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生僅認識到與 SSI 議題相關之價值觀，而無法進一步思考其具爭議的性質。

表 肆-9 全體學生前、後測之「價值觀」得分改變人次表

分數	無變化	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	56	1	19	5	6
佔總人數	64.4%	1.1%	21.8%	5.7%	6.9%
百分比					

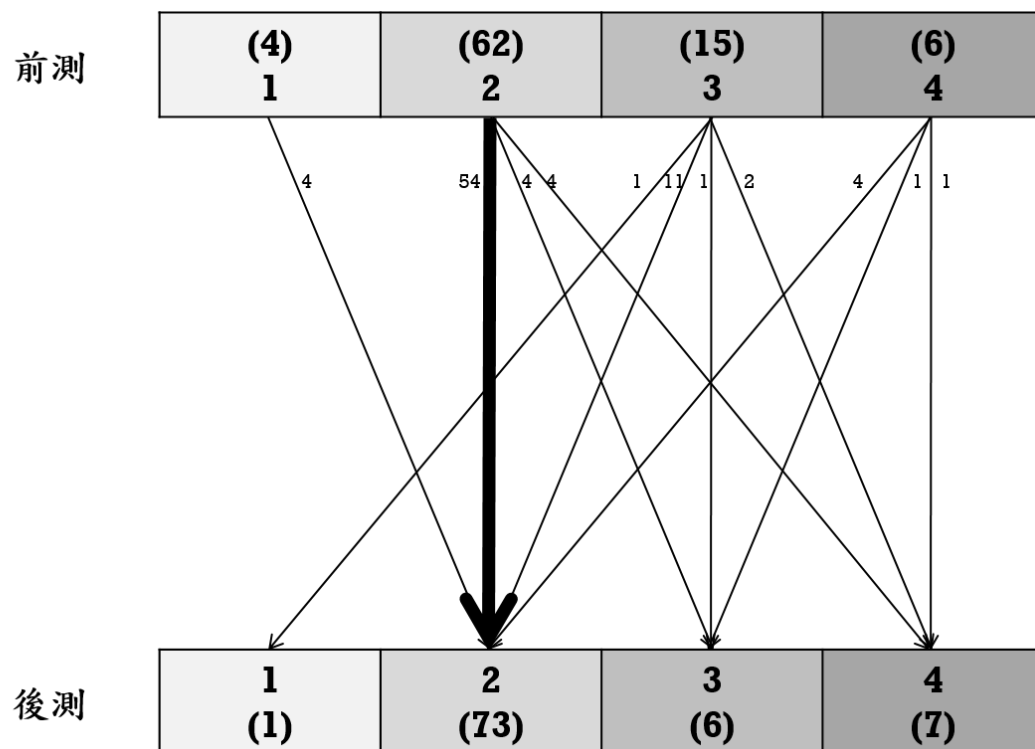


圖 肆-4 全體學生前、後測之「價值觀」得分改變圖

5. S³R 之「不確定性」得分

經分析發現其結果如表 4-10 所示：

學生於課程進行前後「不確定性」之得分情形，原 1 分之學生由 0 人(0.0%)增加為 2 人(2.3%)；2 分之學生由 22 人(25.3%)減少為 16 人(18.4%)；3 分之學生由 41 人(47.1%)增加為 42 人(48.3%)；4 分之學生 24 人(27.6%)增加為 27 人(31.0%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後，「不確定性」此維度得分有略微提升。

表 肆-10 全體學生前、後測「不確定性」之得分情形

不確定性之得分	前測（人數/百分比）	後測（人數/百分比）
1	0(0.0%)	2(2.3%)
2	22(25.3%)	16(18.4%)
3	41(47.1%)	42(48.3%)
4	24(27.6%)	27(31.0%)

再從表 4-11 與圖 4-5 可發現全體學生有 41 人(47.1%)之得分並未產生改變，其中 5 人為 2 分、24 人為 3 分、12 人為 4 分。有 2 人(2.3%)轉變為 1 分，均為原本由 2 分轉變而來；有 11 人(12.6%)轉變為 2 分，其中 7 人原為 3 分及 4 人原為 4 分；有 18 人(20.7%)轉變為 3 分，其中 10 人原為 2 分及 8 人原為 4 分；有 15 人(17.2%)轉變為 4 分，其中 5 人原為 2 分及 10 人原為 3 分。顯示出「不確定性」維度不論是前、後測，層級 3 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生除了能評估知識主張的信息來源所形成之風險，也能提出相應的解決辦法。與前幾項維度相比，此維度為多數學生表現最佳的 S3R 維度。

表 肆-11 全體學生前、後測之「不確定性」得分改變人次表

分數	無變化	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	41	2	11	18	15
佔總人數					
百分比	47.1%	2.3%	12.6%	20.7%	17.2%

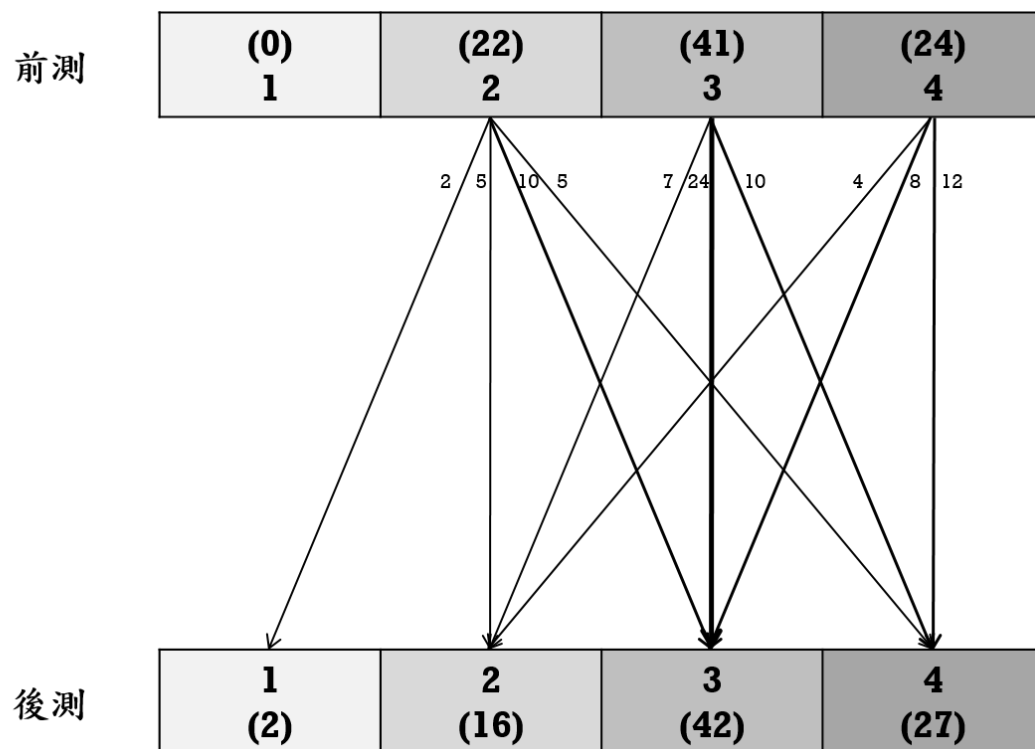


圖 肆-5 全體學生前、後測之「不確定性」得分改變圖

6. S³R 之「利益協調」得分

經分析發現其結果如表 4-12 所示：

學生於課程進行前後「利益協調」之得分情形，原 1 分之學生由 12 人(13.8%)減少為 6 人(6.9%)；2 分之學生由 54 人(62.1%)增加為 57 人(65.5%)；3 分之學生由 13 人(14.9%)減少為 10 人(11.5%)；4 分之學生由 8 人(9.2%)增加為 14 人(16.1%)。從上述人數改變情形可顯示學生於課程後，「利益協調」此維度得分有略微提升。

表 肆-12 全體學生前、後測「利益協調」之得分情形

利益協調之得分	前測（人數/百分比）	後測（人數/百分比）
1	12(13.8%)	6(6.9%)
2	54(62.1%)	57(65.5%)
3	13(14.9%)	10(11.5%)
4	8(9.2%)	14(16.1%)

再從表 4-13 與圖 4-6 可發現全體學生有 51 人(58.6%)之得分並未產生改變，其中 5 人為 1 分、40 人為 2 分、2 人為 3 分及 4 人為 4 分。有 1 人(1.1%)轉變為 1 分，其原本為 3 分；有 17 人(19.5%)轉變為 2 分，其中 5 人原本為 1 分、8 人原為 3 分及 4 人原為 4 分；有 8 人(9.2%)轉變為 3 分，其中 2 人原為 1 分以及 6 人為 2 分；有 10 人(11.5%)轉變為 4 分，其中 8 人原本為 2 分及 2 人原為 3 分。顯示出「利益協調」維度不論是前、後測，層級 2 的學生仍佔最多，維持的也最多，即大多學生雖能提出議題之利益相關者並給予其補償措施，但無法擬定使其互相協調的流程，或更中立、嚴謹之監管方案。

表 肆-13 全體學生前、後測之「利益協調」得分改變人次表

分數	無變化	變為 1 分	變為 2 分	變為 3 分	變為 4 分
人數	51	1	17	8	10
佔總人數	58.6%	1.1%	19.5%	9.2%	11.5%
百分比					

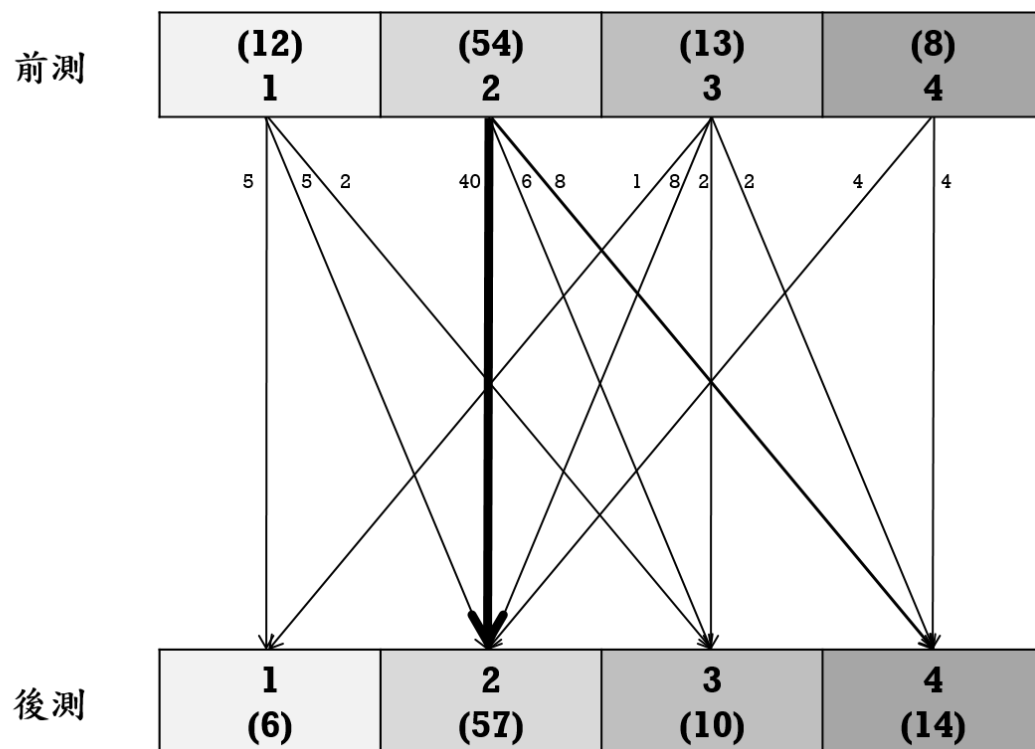


圖 肆-6 全體學生前、後測之「利益協調」得分改變圖

第二節 不同先備能力學生在課程後的學習成效差異

研究者將「情境式 S³R 試題的前測分數」視為學生的「先備 S³R」，為了探討不同先備 S³R 的學生在課程後的能力改變情形，首先以前測分數作為依據並進行分組。高分組即前測分數前 1/3 的學生，樣本數 24 人，下限為 14 分；中分組為前測分數中間 1/3 的學生，樣本數 9 人，分數介於 12 至 14 分；低分組為前測分數後 1/3 的學生，樣本數 11 人，上限為 12 分。高、中、低分組的相關能力與分數如表 4-14 所示。

為瞭解不同先備能力學生的前測分數是否有差異，進行單因子變異數分析 (One-way ANOVA) 考驗，整體考驗的 F 值為 187.775 ($p < 0.01$)，達顯著水準。由事後考驗可知，各組的平均值差異之 p 值均小於 0.05，表示先備能力高分組 (mean = 15.29)、中分組 (mean = 12.50)、低分組 (mean = 10.19) 的前測成績均有顯著差異。

為了深入探討 SSI 導向課程對於高、中、低分組學生學習成效的影響，以學生 S³R 前測分數作為共變項，後測分數為依變項，進行單因子共變數分析 (One-way ANCOVA) 考驗。

在進行單因子共變數分析前，需先檢測「組內迴歸係數同質性」，以確認 S³R 此一依變項是否適合進行共變數分析，由組內迴歸係數同質性考驗結果可知，「組別×前測」的 p 值 > 0.05 ，交互作用效果未達顯著水準，表示兩組前後測所形成的斜率並無顯著差異，亦即共變項 (S³R 前測分數) 與依變項 (S³R 後測分數) 間的關係不會因自變項處理水準的不同而有所差異，符合共變數分析中組內迴歸係數同質性的假定，可進一步進行共變異數分析。

由表 4-15 得知，排除共變項 (S³R 前測分數) 對依變項 (S³R 後測分數) 的影響力後，自變項 (高、中、低先備 S³R) 對學生 S³R 所造成的實驗效果不顯著， $F = 1.577$ ($p > 0.05$)。表示不同先備 S³R 對學生的學習成效沒有影響。

表 肆-14 S³R 高、中、低分組在前、後測表現的敘述統計量表

	低分組 (n=16)					中分組 (n=40)					高分組 (n=31)				
	前測		後測		進步 分數	前測		後測		進步 分數	前測		後測		進步 分數
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
S ³ R	10.	0.8	11.	2.2	1.56	12.	0.5	13.	2.6	1.00	15.2	1.24	13.6	2.45	-1.61
總分	19	3	75	4		50	1	50	02		9	3	8	5	

表 肆-15 單因子共變數分析摘要表

來源	平方和	自由度	均方	F	顯著性
前測	0.041	1	0.041	0.007	0.936
組別	19.744	2	9.872	1.577	0.213
誤差	519.733	83	6.262		
總數	15818.000	87			
修正後總數	563.931	86			



第三節 不同小組互動模式對於學生的 S³R 之影響

為了進一步探討學生在「氣候變遷海岸防護大作戰」課程中，小組互動模式對學生 S³R 的影響，利用焦點組在此課程中的課室錄影檔與錄音檔，分析焦點組的小組互動模式。

一、 「氣候變遷海岸防護大作戰」課程中小組互動模式的表現情形

「氣候變遷海岸防護大作戰」課程章節 1.1-1.7 共有 18 個任務，其中有 15 個任務為學生自行閱讀、思考，或填寫學習單（包含紙本及 CWISE 平台），因此無小組互動，不計入分析內容。而當中有 3 個任務，「1.1.3 討論問題面向」、「1.2.2 判斷情境卡適用方案」、「1.6.2 互相分享討論單內容」為主要有小組討論的任務，因此以該 3 個任務為小組互動模式的分析內容。由表 3-2 可知，「1.1.3 討論問題面向」主要涉及 S³R 中的「問題面向」；「1.2.2 判斷情境卡適用方案」主要涉及 S³R 中的「相互作用」；「1.6.2 互相分享討論單內容」主要涉及 S³R 中的「不確定性」、「價值觀」及「利益協調」。

另外，分析過程中發現當中有一組資料蒐集不全，為無效樣本，因此最終總共有 4 組有效的焦點小組之樣本，分別為 A、B、C 和 D 組，一組 3 人，共 12 人。各小組互動模式的分析如表 4-17、表 4-18、表 4-19 和表 4-20。

表 肆-16 A 組在任務中的小組互動模式

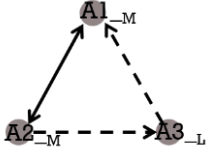
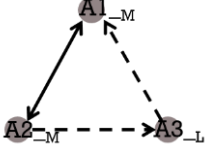
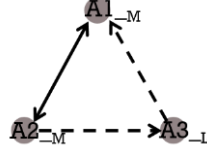
	1.1.3	1.2.2	1.6.2
	討論問題面向	判斷情境卡適用方案	互相分享討論單內容
所花時間	16'43"	5'05"	3'51"
小組互動模式	I-3 破碎型互動	I-3 破碎型互動	I-3 破碎型互動
小組互動模式圖			

表 肆-17 B 組在任務中的小組互動模式

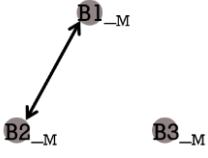
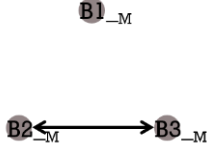
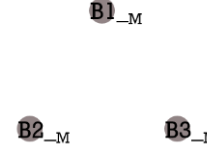
	1.1.3	1.2.2	1.6.2
	討論問題面向	判斷情境卡適用方案	互相分享討論單內容
所花時間	16'12"	1'59"	14'51"
小組互動模式	I-3 破碎型互動	I-3 破碎型互動	I-1 無社交 (偶有 I-4 領導)
小組互動模式圖			

表 肆-18 C 組在任務中的小組互動模式

	1.1.3 討論問題面向	1.2.2 判斷情境卡適用方案	1.6.2 互相分享討論單內容
所花 時間	9'06"	5'13"	15'53"
小組 互動 模式	I-5 理想型互動	I-3 破碎型互動	I-3 破碎型互動
小組 互動 模式 圖			

表 肆-19 D 組在任務中的小組互動模式

	1.1.3 討論問題面向	1.2.2 判斷情境卡適用方案	1.6.2 互相分享討論單內容
所花 時間	13'40"	7'07"	5'03"
小組 互動 模式	I-3 破碎型互動	I-4 領導型互動	I-5 理想型互動
小組 互動 模式 圖			

二、 小組互動模式對學生 S³R 的影響

(一) 小組互動模式對焦點組學生 S³R 總分之影響

針對焦點組學生小組互動模式來看 S³R 的進步情形，如表 4-21。以下對於各組分別進行討論。

由表 4-17 與表 4-21 可知，A 組三項任務都是破碎型互動，並且主要均為 A1_M 和 A2_M 在互動、討論。不過，儘管 A 組互動模式的編碼結果為破碎型互動，但由攝影檔中可發現，A3_L 並非被屏除在小組討論之外，雖然互動較少，但該學生均有在聆聽，並負責記錄，以及最後在老師抽點到該組時，也負責報告小組的討論結果，研究者推測可能因為此緣故，A3_L 總分進步最多，共 4 分。

由表 4-18 與表 4-21 可知，B 組在三項任務中為破碎型互動以及無社交互動，可能因為互動偏少，故 B 組中每個學生的均無明顯進步。

由表 4-19 與表 4-21 可知，C 組雖然均屬於高分組的學生，但該組的小組互動，由一開始的理想型互動，後來退化為破碎型互動，只有 C2_H 在後兩個任務中，分別與 C1_H 和 C3_H 互動，可能因為 C2_H 為 C 組參與最多討論的組員，故其為該組總分唯一進步之學生。

表 肆-20 焦點組學生小組互動模式與 S³R 測驗總分進步分數對照表

焦點組別	小組互動模式			學生	S ³ R		
					前測	後測	進步分數
A	1.1.3	1.2.2	1.6.2	A3_L	10	14	4
	I-3	I-3	I-3	A2_M	12	12	0
	破碎型互動	破碎型互動	破碎型互動	A1_M	13	14	1
B	1.1.3	1.2.2	1.6.2	B3_M	12	15	3
	I-3	I-3	I-1	B1_M	13	13	0
	破碎型互動	破碎型互動	無社交互動	B2_M	12	13	1
C	1.1.3	1.2.2	1.6.2	C1_H	16	11	-5
	I-5	I-3	I-3	C3_H	14	12	-2
	理想型互動	破碎型互動	破碎型互動	C2_H	17	18	1
D	1.1.3	1.2.2	1.6.2	D2_M	12	16	4
	I-3	I-4	I-5	D3_H	15	16	1
	破碎型互動	領導型互動	理想型互動	D1_H	19	17	-2

由表 4-20 與表 4-21 可知，D 組為互動狀態最良好的一組，從破碎型互動、

領導型互動，到最後的理想型互動。而其中，改變最多的學生為 D2_M，從一開始與其他組員無互動情形，到課程中會與 D1_H 互動，以及最後主動與其他兩位組員均有互動，故其在該組總分進步最多，另外，也有可能因 D2_M 之其餘組員均為高分組，由於同儕鷹架的作用，故其進步了 4 分。

（二）小組互動對焦點組學生 S³R 各維度得分之影響

本研究將課程前、中、後組之 S³R 各個維度的得分變化繪製成雷達圖（圖 4-8 和圖 4-9），藉此探討小組互動對學生 S³R 的影響。由於本研究發展之課程未強調「知識」維度的培養，因此以下討論不包含「知識」。

如圖 4-8-a 所示，按前測分數，A 組學生由中分組與低分組學生組成（A1_M、A2_M 為中分組，A3_L 為低分組）。首先，透過圖 4-8-a 可知，在「問題面向」，A1_M 維持在最高層級，顯示 A1_M 能辨識議題所涉及的面向且能指出議題中的兩難，A3_L 在後測也能達到最高層級，而 A2_M 則是維持層級 2，僅能從單一觀點考量相關變數。對應到「問題面向」的討論任務主要發生在步驟 1.1.3，A 組學生在這個討論任務中展示出破碎型的互動（表 4-17）。由逐字稿 A_1.1.3_4、A_1.1.3_21 中可發現，該組討論內容涉及之「問題面向」主要為生態（A_1.1.3_4）以及社會民生（A_1.1.3_21）。詳細討論內容如下：

A_1.1.3_4：

A3：海岸線會變什麼。

A2：自然環境是什麼？侵蝕...

A3：環境跟生態。

A2：生態是，應該就是那些動物吧！

A_1.1.3_21：

A2：那再來社會民生是指..

A1：農業吧！

A2：道路那些。

A1：道路也嚴重影響到啦！尤其是主要道路。

A1：防止土地沙化。

A2：他就是在防砂的呀！

A1：喔~~~

A2：防止他沙漠化，因為她土地向前了，所以他就要更多防

風林。

A1：對。

從影片分析可發現，只有 A1_M、A2_M 參與小組互動與討論，A3_L 發言次數雖然較少（64 個對話串中僅錄到 12 個），但仍有專注在 A1_M 及 A2_M 的討論中，所以在「問題面向」維度 A3_L 是有進步的。

接著「相互作用」維度對照到任務 1.2.2，A 組學生在這個討論任務中也與任務 1.1.3 一樣展示出破碎型互動（表 4-17）。由逐字稿 A_1.2.2_23 中發現學生的討論內容是落在層級 2，也就是會從教師給予的不同情境去思考該地區適用的海岸防護方案。

A_1.2.2_23：

A2_M：十年後將面臨海水淹沒風險的高度開發沿海小鎮...(思考)

A1_M：如果是高度開發的話...

A2_M：不可能是突堤。

A1_M：如果是高度開發的話，搞不好...

A2_M：D（海堤）吧？

A1_M：護岸或者是...

A2_M：D（海堤）或 A（護岸），我也覺得可能是 A（護岸）耶。

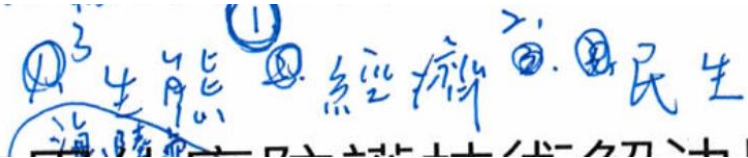
但由圖 4-8-a 可發現，A1_M 與 A3_L 仍維持在層級 1，顯示不論是前測或後測，學生均只能思考、描述出一般的日常情境，無法就不同的尺度去想像超越日常情境的狀況，而 A2_M 甚至由層級 2 下降至層級 1。研究者推測，可能因 A 組在任務 1.2.2 的討論時間總長僅有 5 分 05 秒，故不足以使學生的 S³R 產生進步。

任務 1.6.2 對照到「價值觀」、「不確定性」以及「利益協調」三個維度，A 組學生在這個討論任務中也仍然與任務 1.1.3、1.2.2 一樣展示出破碎型互動（表 4-17）。在「價值觀」維度，A 組學生皆維持在層級 2，顯示學生均僅能識別出與議題相關之價值觀，而由 A 組學生的學習單（如圖 4-7）中可發現，該組

a.



b.



c.



圖 肆-7 a. A1_M、b. A2_M、c. A3_L 在「價值觀」維度之學習單內容

學生也僅有在任務 1.6.2 的第 1-1 題中提出自己所考量到之價值觀，並沒有進一步思考價值觀所形成之衝突(層級 2)，顯示不論課程前、中、後，此維度成就均持平。

A 組由任務 1.6.2 的影片分析可發現，因小組較晚才開始討論，時間到了才在學習單上寫下討論出共識的答案，故關於「不確定性」維度的討論，一開始只有 A2_M 以兩句話作為答案，A3_L 負責記錄，如逐字稿 A_1.6.2_37：

A_1.6.2_37：

A2_M：有沒有辦法解決所有的問題(念題目)，沒辦法啊！

A2_M：只是，只能減緩，不能完全解決。

A3_L：(抄寫答案)。

從整體討論內容來看，該組學生習慣討論出正確答案，沒有繼續批判彼此的防護方案，甚至當 A2_M 欲表達人工養灘的缺點(「不確定性」維度)，A3_L 還制止了不讓對話繼續深入，逐字稿如下：

A_1.6.2_53：

A2_M：但是我有發現人工養灘有個缺點。

A3_L：不用講缺點，只要講農民的問題要怎麼解決就好。

「利益協調」則為 A 組歧異性最大之維度，A1_M 維持在層級 1，顯示其有考慮到不同利益相關者，卻無法想出對應之解決方案；A2_M 維持在層級 2，即在前、後測中皆有提出解決方案；A3_L 則由層級 2 上升至層級 3，顯示其能對不同利益相關者之間的協調流程有清晰的概念。從影片分析可發現 A3_L 是負責記錄的角色，並且該組已經以猜拳的方式事先決定好由 A3_L 負責報告，故研究者推測因為此項緣故，雖該學生表面上互動較少，但反而比 A1_M 與 A2_M 更加的認真思考此 SSI 的各個面向，故能提升其 S³R，如逐字稿 A_1.6.2_39：

A_1.6.2_39：

A3：等一下就要收。

A2：(點頭)。

A2：我覺得你現在先不要這樣。

A3：觀光業者就是我的那個方案，就是要養灘，對不對？

A1：恩(點頭)，對。

A2：什麼意思，你說什麼，第幾題？

A1：(指題目)

A1：如果是觀光業者當然希望養灘。

A2：因為這樣子可以增加生態，就是可以去親水，就是那個觀光。

A3：河口養灘。

A1：而且他前面其實...。

A2：所以我要寫養灘。

A3：啊農民咧？

A1：因為我覺得人工養灘對農民...

B 組按前測分數均由中分組學生組成。首先，透過圖 4-8-b 可知，在「問題面向」，B1_M 維持在層級 2，顯示該學生僅能從多個面向一個觀點來思考議題；B3_M 則維持在最高層級，能辨識議題之兩難；而 B2_M 則從層級 4 下降至層級 3。此維度所對應到任務 1.1.3 之小組互動模式為破碎型互動，由影片分析中可發現大多都是 B1_M 與 B2_M 在討論，B3_M 幾乎沒有參與。而 B1_M 與 B2_M 雖有互動，但只專注討論民生經濟以及生態兩個面向，討論內容逐字稿 B_1.1.3_1 如下：

B_1.1.3_1：

B2_M：XXX(學生 B3 之姓名)妳寫什麼？

B3_M：棲地消失呀！然後..

B2_M：妳都只寫環境喔？

B3_M：還有一些工業、農業，農地也沒了，產業....。

B2_M：(點頭)。

另外，由 B 組學生之學習單(如圖 4-8)可發現，該組學生辨識出的海岸問題同質性高，小組討論內容雷同，故 B 組在「問題面向」維度沒有進步。

a.

影響陸蟹、海龜生存環境	區域一
海水掏空道路地基	區域二
影響觀光	區域三
農業土地減少	區域四
	區域五

b.

海岸線後退	區域一
港口淤積	區域二
陸蟹生態受影響	區域三
主要道路受到破壞	區域四
農業區域減少	區域五

c.

沙灘流失	區域一
工業用地增產	區域二
陸蟹棲地減少	區域三
防風林面積增加	區域四
	區域五

圖 肆-8 a. B1_M、b. B2_M、c. B3_M 學習單 1.1.2 之內容

接著以「相互作用」維度來看，除了 B3_M 在前測中的此題因無作答而評為層級 0，其餘三位學生之前、後測分數均為層級 1，顯示該組學生均僅能想像一般的日常情境。在此維度對應到的任務 1.2.2 中，小組互動模式仍與任務 1.1.3 同樣為「破碎型互動」，但無參與互動之學生由原本的 B3_M，轉變為 B1_M 完全不參與討論，全程均坐在一旁做自己的事務，B2_M 因此轉而與 B3_M 討論。由逐字稿 B_1.2.2_1 中發現該組學生的討論內容與 A 組在此任務中的內容落差不大，位在層級 2，同樣有從不同情境去思考該地區適用的海岸防護方案。內容如下：

B_1.2.2_1：

B2_M：(對 B3_M)妳說妳覺得這個是 A(護岸)。

B2_M：然後我覺得這個應該是 C(人工養灘)。

B2_M：十年內...喔它應該是要那個啦！海堤吧！

B3_M：D(海堤)嗎？

B2_M：對對對(填寫答案)。

研究者推測，雖任務中有練習到層級 2，但後測仍維持層級 1 之原因，可能為本課程設計僅在各維度各提供一個小任務，無論次數(此維度僅提供 3 個情境)或時間(B 組在任務 1.2.2 僅花了 2 分鐘整)都不足以促進學生增進其 S³R。

由圖 4-8-b 可發現，任務 1.6.2 對照到之「價值觀」、「不確定性」以及「利益協調」三個維度，B 組學生在此任務幾乎無互動，愈到後段每個人愈發明顯在作自己的事情，故為「無社交互動」。在「價值觀」維度，B1_M 與 B3_M 在後測中皆為層級 3(B1_M 4→3；B3_M 2→3)，顯示該兩位學生均有辦法闡述出議題中形成衝突之價值觀；而 B2_M 則在後測中則由層級 3 下降為層級 2。以小組互動來看，僅 B2_M 偶有作為領導的角色引導討論(簡短之「領導型互動」)，如逐字稿 B_1.6.2_2，B 組討論出有 B2_M、B3_M 均最重視生態面向，而 B1_M 則最重視經濟面向，可發現在討論中學生發現了價值觀的衝突所在，因而達到層級 3：

B_1.6.2_2：

B1_M：我想解決的問題...(唸題目)

B2_M：妳想解決什麼？(作勢遞麥克風給 B1_M)

B1_M：是說，是說什麼生態...侵蝕...

B2_M：沒有，看妳偏重什麼，像我就是偏重生態保育，人工養灘全部給他蓋起來！給海龜用最好的，sea turtle

B2_M：XXX(學生 B3_M 之姓名)妳是填什麼？妳偏比較什麼？

B3_M：那個吧...生態保育。

B2_M：耶！妳看我們就是偏生態保育類。

B1_M：沒有我還是用消波塊(護岸)。

B2_M：妳用消波塊！(驚訝)

B1_M：效率、效率。

B2_M：妳注重效率！

不過，後來又進行了一番討論後，B1_M 妥協於 B2_M，泯化了意見衝突，將價值觀修改為與 B2_M、B3_M 同樣之價值觀，可能因此過程，使得 B1_M 與 B2_M 在後測中「價值觀」維度的層級下降。詳細逐字稿 B_1.6.2_14 如下：

B_1.6.2_14：

B1_M：這樣可以嗎?(拿學習單給 B2_M 確認)

B2_M：可以呀！隨便~不是啊！啊妳是人工養灘為主，妳還跟我說是注重效用。

B1_M：護岸跟突堤不是。啊不然全部..

B2_M：那就，妳如果注重效用的話就不會是人工養灘了，就全部大改。

B1_M：沒有啊！啊因為它，它就長那麼多地方啊！我也不喜歡它的(笑)。

B1_M：就只有，就只有有生物的地方才会有...

B2_M：那妳就會是重視生態啊！

B1_M：我只有重視那裏的生物。

B2_M：啊重視生物啊不就等於重視生態，是在哈囉。

B2_M：妳要對陸蟹跟海龜要...

B1_M：有啊！就生態大於效用啊！

B2_M：喔！那妳還是應該要生態為主咩！

B1_M：沒有為主，只是大於一點而已。

B2_M：喔...(趴桌煩惱)。

B1_M：等一下我整理一下。

B2_M：(起身)好我要寫說，成本昂貴...

B1_M：好吧！就是...啊...就是生態為主(用立可帶塗掉答案)。

B2_M：(轉頭看 B1_M)好白癡喔(笑)。

B1_M 與 B2_M 在「不確定性」維度前、後測的表現皆持平(分別為層級 3 與層級 2)，B1_M 能評估出不同信息源並想出解決方式，B2_M 則僅維持認知到了不同信息的存在(如逐字稿 B_1.6.2_32)；而 B3_M 從層級 3 下降至層級 2，從其後測之答案推測，可能與填答意願有關係（僅寫了 7 個字）。

B_1.6.2_32：

B2_M：不對呀！人工養灘真的很廢。就是一直補一直補一直補，颱風來直接一個龍捲風就咻咻咻被捲起來。

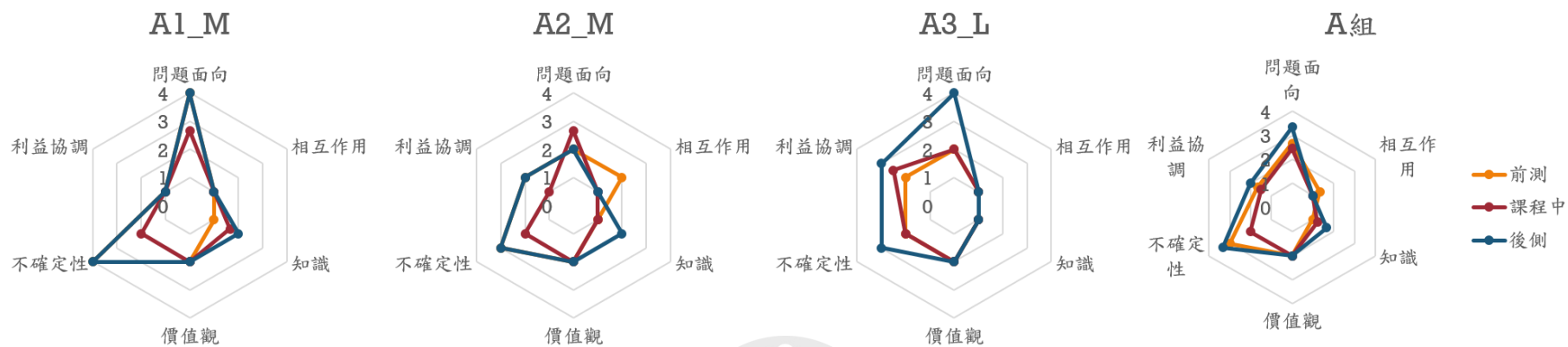
「利益協調」除 B1_M 維持在層級 2，僅有提出解決方案，其餘的 B2_M 與 B3_M 均在後測進步至層級 3。從影片分析可發現，此處 B2_M 可能因 B1_M 與 B3_M 都在進行自己的作業，故該學生轉而與隔壁小組討論，其中有討論到使不同利益相關者參與解決方案的觀念，如下逐字稿 B_1.6.2_41：

B_1.6.2_41：

B2：協調要放什麼呀？喔可以開公聽會呀！

總括而言，研究者推測因該組在最後 1.6.2 這項任務中為無社交互動之小組互動模式，故對應到之「價值觀」、「不確定性」以及「利益協調」三個維度無穩定的進步或退步。

a.



b.

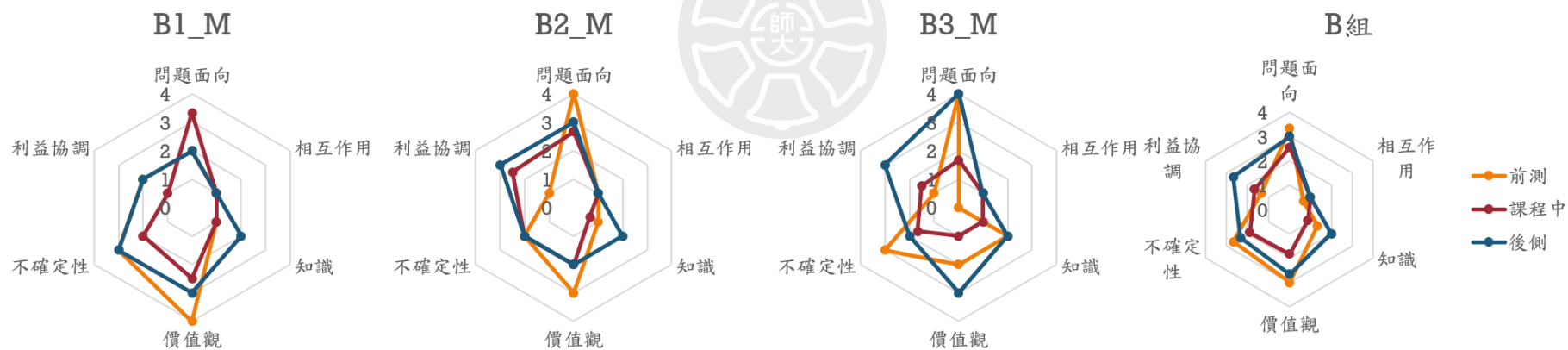


圖 肆-9 a. A 組 S³R 前、中、後測之變化雷達圖；b. B 組 S³R 前、中、後測之變化雷達圖

C 組按前測分數均由高分組學生組成。首先，由圖 4-9-a 可知，在「問題面向」，所有組員在前測均達到最高層級，顯示該組學生皆能清楚了解議題兩難的本質。而後測時，可能因天花板效應，C2_H 維持了最高層級，C1_H 與 C3_H 層級均下降。小組互動模式在對照到的任務 1.1.3 中為最良好之「理想型互動」，討論內容主要與 A、B 兩組相似，都有討論到生態(如逐字稿 C_1.1.3_1)以及社會民生(如逐字稿 C_1.1.3_4)。

C_1.1.3_1：

C3_H：就是棲息地...痾...好。

C2_H：就是生態。

C3_H：生態。生態然後...我直接寫生態(記錄)。

C_1.1.3_4：

C3_H：(點 C1_H 以引起注意)妳寫了哪些？

C1_H：妳們有寫住宅區嗎？

C2_H：有，我只寫到住宅區，因為...

C1_H：那就是住宅區的算是民生問題吧！就是沒有那個嘛！

因為沒有，能量緩衝帶，住宅區遭殃。

在「相互作用」維度，C 組幾乎每位學生的前、後側表現均為層級 1，顯示該組學生均僅能描述日常生活情境，僅 C3_H 的後測提升至層級 2，考慮到了超越一般性的情境。在任務 1.2.2 時，C 組討論了在三個情境下之最適合的海岸防護措施，故討論也達到層級 2。逐字稿 C_1.2.2_1 如下：

C_1.2.2_1：

C1_H：青年大量外移...(唸題目並思考)

C1_H：這就最棒了！(肯定)

C2_H：C 是養灘嗎？

C1_H：蛤？

C2_H：C 是人工養灘嗎？

C1_H：對！

C2_H：那成本是最貴的耶！

C1_H：欸！對喔！(將原本答案塗掉)啊我真是 A、B、C、D 對不起來。

C3_H：(坐了回來但仍繼續做自己的事)。

C1_H：A 是什麼？消波塊絕對不可能！消波塊絕對不可能！
消波塊絕對不可能！100%答案，我沒看過消波塊旁邊有在養
蚵的！不可能啊！

C1_H：我自己覺得突堤啦~還是用 D(海堤)？可是啊這裡就們
有人在養蚵，是在哈囉？突堤才會建港口呀！那我覺得是
B(突堤)耶。

小組互動模式為「破碎型互動」，大多都是 C1_H 與 C2_H 在討論，C1_H 也主動擔任了此任務學習單之紀錄，而 C3_H 可能因為學習單進度落後，幾乎沒有加入討論，但其在組員討論完畢後，有再度自行思考此對照到層級 2 之任務，研究者推測可能因為此緣故而使得 C3_H 能考慮一般情境以外的狀況。詳細逐字稿 C_1.2.2_12 如下：

C_1.2.2_12：

C3_H：現在要做什麼？(探頭問 C2_H)

C2_H：前面(手指小組討論學習單)。

C3_H：(仔細觀看剛剛已小組討論完畢之學習單，並自己進行
答案確認)。

C1_H：(將學習單拿回檢查並填答)。

由圖 4-9-a 可發現，小組互動模式也為「破碎型互動」的任務 1.6.2，對應到「價值觀」、「不確定性」以及「利益協調」三個維度。

C2_H 與 C3_H 在此三個維度之前、後測均持平，唯一僅有 C1_H 在「不確定性」與「利益協調」發生明顯退步，「不確定性」由可闡明知識主張的特定條件，降到僅能認知知識主張來源自各個訊息源；「利益協調」由可設想不同利益相關者之協調過程，降至僅提出簡略的解決方案。由影片分析中發現，C1_H 雖主導了前幾項任務，卻在課程後半段開始明顯失去對課程之興趣，漸漸不參與小組討論，基本上只在教師要求各小組報告前，簡單與組員分享自己的設計方案。而且在任務進行中，C3_H 數次嘗試以呼喚其綽號或肢體動作關心 C1_H，欲使其加入討論，但 C1_H 幾乎不予回應。唯一僅有一次 C1_H 欲開始加入討論，卻剛好被授課教師打斷，於是又從討論中淡出了，之後也不曾再回來討論，如逐字

稿 C_1.6.2_1。故研究者推測可能因上述互動情形使得 C1_H 在「不確定性」與「利益協調」兩項維度產生退步。

C_1.6.2_1：

C3_H：XXX(C1_H 之綽號)，你好了嗎？

C1_H：好了...

C3_H：妳來討論吧！

C3_H：妳覺得呢？一開始想...

T：好，那我看很多同學基本上都已經討論得差不多了，我跟大家說下最後一步，來來來，暫停一下。

C3_H：吼~~(怒吼)

C1_H：(撫額，接著開始放空)。

如圖 4-9-b 所示，按前測分數，D 組學生由高分組與中分組學生組成(D1_H、D3_H 為高分組，D2_M 為中分組)。首先，透過圖 4-9-b 可知，在「問題面向」，D1_H 與 D2_M 均在後測達最高層級，顯示該兩位學生能辨識出問題所涉及之面向且清楚各面向造成之兩難；D3_H 在前測也為最高維度，但在後測時降為層級 3，轉變為僅能識別問題之各個面向與各個觀點。就影片分析可知，D2_M 雖在任務 1.1.3 中表面上與組員沒多少互動，但其均有專注在聆聽另外兩位學生的討論。另外，雖然 D1_H 與 D3_H 討論熱烈，但就逐字稿 D_1.1.3_19 來看，討論內容都仍較為表面，僅是將問題作面向之分類。內容如下：

D_1.1.3_19：

D1_H：好，那我們分類一下。

D3_H：先寫生態，生態最好寫。

D1_H：例如：生態。那我覺得我們比較...在討論牠們的棲息地。

D3_H：就是生態，然後...。

D1_H：棲地。然後，再來是...就是...我覺得是人跟...。

D3_H：生活嗎？

D1_H：就是，對，應該是...民生。

D3_H：社會民生嗎？

D1_H：就是，因為我們有一點，我們討論的面向有一點像是...

病...人跟動物...

D2_H：動物棲息地的生存。

D1_H：所以我們要寫什麼？人及動物？人 v.s. 動物？

並且，討論當中 D3_H 曾經因為覺得 D1_H 講述之內容與任務無關而進行反駁，但不被 D1_H 所理會，D1_H 一直維持錯誤說法，最後 D3_H 妥協，尊重 C1_H 心中所想。此一歷程可能也導致了 D3_H 在「問題面向」維度退步了一層級。詳細逐字稿 D_1.1.3_19 如下：

D_1.1.3_19：

D1_H：好，那棲地就是第一個，工業廢水。

D1_H：(邊記錄)是嗎？是工業廢水嗎？

D3_H：因為...因為我不確定它是不是只要有...就...它有沒有只針對說，此段海岸線變化。

D1_H：好，那剛剛，好，那這個先寫好了。

D1_H：然後第 3 個是，廢水，箭頭，農業灌溉(記錄)。

D2_M：沙...沙子。

D1_H：就是養殖廢水。

D2_M：喔(點頭)。

D2_M：那我們就說利馬河口到利馬港中間的積沙減少，然後是它的自然環境。

D3_H：養殖汙染，水汙染。

D1_H：養殖汙染(記錄)。

接著「相互作用」維度 D1_H 與 D3_H 為持平在層級 1，顯示該兩位學生均僅能描述出日常的一般生活情境；而 D2_H 則由層級 1 提升至層級 2，轉變為能想像出超越一般情境之狀況。由影片分析可發現，D1_H 在提出與 D3_H 意見相左的內容時，D3_H 在此任務中開始會予以反駁，且自行上網找尋相關資訊，但 D1_H 仍然不加以理會。如下列逐字稿 D_1.2.2_1：

D_1.2.2_1：

D3_H：比較像是突堤，因為突堤比較親水。

D2_M：可是突堤破壞度很高欸。

D3_H：就是突堤至少不會讓他沒辦法養蚵，啊護岸的話是。

D3_H：護岸的話是會堆放很多在那。

D1_H：等一下，我覺得我要改一下我的答案。

D3_H：我是寫 BACD 啊！

D1_H：為什麼不能用那個護岸？

D3_H：護岸嗎？因為他們不是要養蚵嗎？

D1_H：可是通常小漁港不是都是邊都是消波塊，就沿著消波塊，像這樣子，在這邊活動。我覺得人工養灘是一定不可能。然後這個也不可能啊！現在就是這兩個。

D3_H：我會選擇這個的原因是因為你還是有沙岸就是可以...，然後你依然可以去養蚵，養蚵是需要有沙子的。

D1_H：對。

D3_H：插那個不知道什麼東西的。

D1_H：然後他那個是標誌。

D3_H：對。

D1_H：就是幾公里幾公里。

D3_H：沒關係我們可以先看下一個。

D3_H：可以看一下養蚵環境。(上網查資料)

D1_H：而且，好喔看一下。

D3_H：主要還是有親水的那一個。

D1_H：因為它是弄在海裡面的，可是護岸就是把...欸它的截圖有點糟糕。

D3_H：就是...

與前述 C3_H 相似，在任務 1.2.2 中，D2_H 都是與組員較無明顯互動之學生，較為不同的是，雖 D2_M 較為少話，但其均有一直在專注聆聽 A1_H 與 A3_H 的對話，研究者猜測可能因其有進行個人關於此對照到層級 2 之任務的思考，故 D2_M 在「相互作用」維度達到層級 2，能考慮超乎一般生活之情境。

任務 1.6.2 對照到「價值觀」、「不確定性」以及「利益協調」三個維度，D 組在此任務中之小組互動模式為「理想型互動」。D 組在「價值觀」維度，D2_M、D3_H 均持平於層級 2，顯示該兩位學生均能識別內涵的價值觀或信念；D1_H 則由原本的層級 3 下降至層級 2，從能去思考議題當中具衝突之價值觀，

到無明顯提出價值觀衝突之所在。由逐字稿 D_1.6.2_1 可發現，D 組在討論時雖為「理想型互動」，但多僅為個人自我方案陳述，並無組員間相互批判的討論，因此可能無法使該組學生意識到價值觀之衝突，藉以獲得進步。

D_1.6.2_1：

D1_H：我覺得，我覺得我會先解決道路侵蝕的問題，因為道路侵蝕的問題就是，很直接的會影響到我們的生活。

D3_H：恩(點頭)。

D1_H：所以這個地方我也會用比較貴的那個，海堤，來做區隔。然後第二個應該是工業廢水的部分，因為工業廢水他會直接就是影響到海洋的生態，那接下來什麼的陸蟹棲息地、海龜棲息地其實都會影響到，而且是很嚴重，就是永久傷害的那一種。所以，第二個是這個。然後第三個就是沙岸侵蝕的那個，因為畢竟這是一個很長遠的活動，不是活動，就是長遠的一個... 痾..維護，所以我沒有辦法就是做那麼及時的那個，我們當然也是要有一點就是備抵(?)之後再去處理沙岸侵蝕的問題。

D3_H：那換我分享是...

由圖 4-9-b 可發現，D 組每位學生在「不確定性」維度均沒有任何變化(D1_H 維持為層級 4；D2_M、D3_H 則維持在層級 3)。由影片分析中可發現，D 組在討論中直接跳過有關「不確定性」的題目，故該組學生在此維度無產生任何影響。

D2_M 與 D3_H 在「利益協調」維度均從層級 3 上升至層級 4，D1_H 則原本就達到層級 4 並維持，顯示該組學生均已能從政府的角度去設想有關各利益協調者之嚴格的監管流程。而在任務 1.6.2 中討論的最後，組員輪流分享了利益相關者有關之內容，D1_H 所表達的層級有達到 4，即有談到詳細監管流程。研究者推測因而帶動了其餘兩位組員也達到最高層級。詳細如下逐字稿 D_1.6.2_6：

D_1.6.2_6：

D1_H：那再來三，我覺得這有點難欸。我自己想到的方法是，因為我自己是比較偏向利馬港經營者，所以我可能就是會，就是課利馬港經營者的稅，然後(笑)，然後補助當地的農民，因為農民是受害者(笑)，就是他比較沒有從中獲得利潤，然後相對就是他可能會因為這樣損失掉他的..痾..對，就是可能他本來

在種的地方被我蓋了海堤。

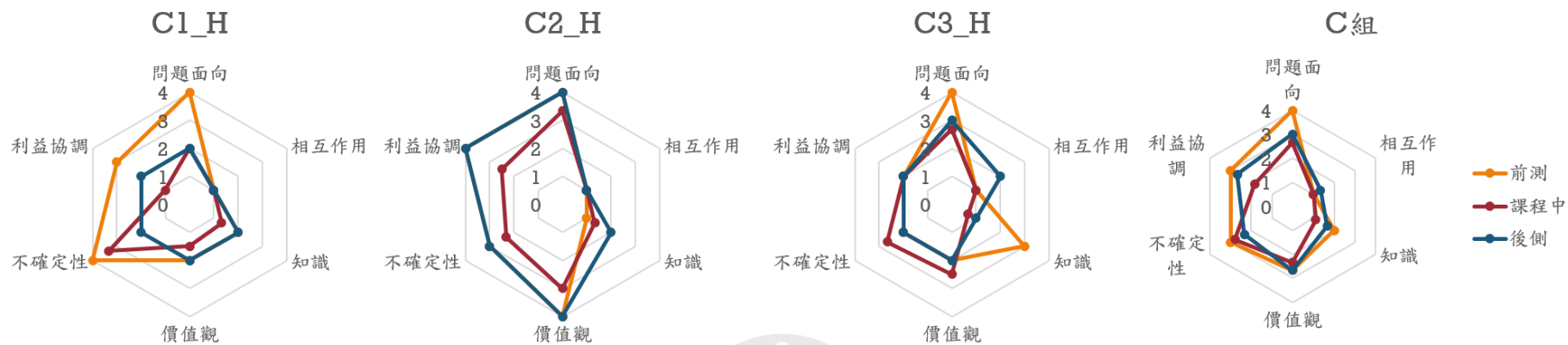
D3_H：收入來源。

D2_M：如果沒有...

D1_H：對，收入來源，所以我覺得可能比較需要補助。然後觀光業者經營者我可能會幫助他轉型吧！大家轉型去當利馬港經營者。



a.



b.

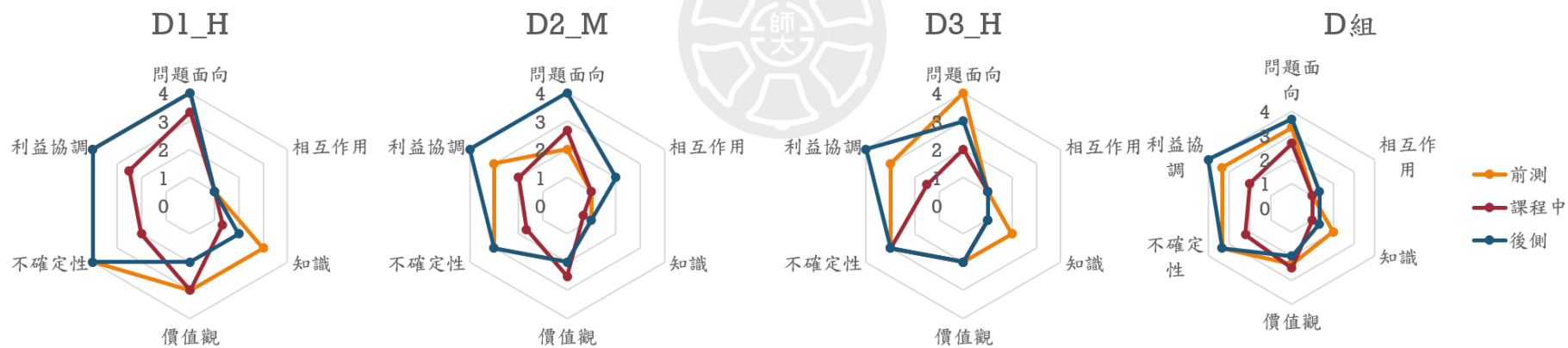


圖 肆-10 a. C 組 S³R 前、中、後測之變化雷達圖；b. D 組 S³R 前、後測之各維度平均分數變化雷達圖

第伍章 結論與建議

本章共分三節，第一節「研究發現」針對研究目的歸納研究結果與發現，以回應研究問題；第二節以「綜合討論」整合研究發現和前人研究文獻的關係；第三節根據研究結果提出教學與研究上的「檢討與建議」，同時提供未來研究方向，以及回饋至教學現場。

第一節 研究發現

本節依據第壹章之研究問題與第肆章之研究結果進行歸納說明，共可分成「全體學生在課程後 S³R 之變化」、「不同先備 S³R 學生在課程後的學習成效差異」，以及「不同小組互動模式對於學生之 S³R 之影響」等三個方面。

一、 全體學生在課程後 S³R 之變化

本研究發現經「氣候變遷海岸防護大作戰」SSI 導向課程訓練後，全體學生的 S³R 總分無顯著進步，進一步分析全體學生 S³R 之各維度則發現，其中「知識」維度最有明顯提升。另外，多數學生在「問題面向」、「價值觀」以及「利益協調」維度均在前、後測中表現出層級 2 之能力，顯示多數學生在此三項維度中雖可識別並描述出立場、價值觀與知識，但沒有意識到將其整合的需要；在「相互作用」、「知識」兩維度則多維持在層級 1，顯示學生僅表達出一個正確答案，能至少表現出知識的正確形式；而多數學生在「利益協調」維度表現出的層級則最高，達到層級 3，顯示在此維度學生能在單一面向上，識別多項元素，並且意識到將多個利益相關者之需求整合之必要。

二、 不同先備 S³R 學生在課程後的學習成效差異

為了探討 SSI 導向課程對於不同先備能力學生之影響，本研究將先備 S³R 不同的學生進行高、中、低分組，但發現其結果為沒有顯著差異。

三、 不同小組互動模式對於學生之 S³R 之影響

另外，由焦點組來進一步納入小組互動模式以探討學生的 S³R 之變化。首先，

在焦點組前、後測之 S³R 總分變化可發現，如與組員有最多討論(如 C2_H)、負責記錄、報告之學生(如 A3_L)，或者與組員相比較為低成就之學生(如 A3_L 與 D2_M)，其 S³R 有可能提升最多。

進一步在焦點組中細分 S³R 各維度(「知識」除外)可發現：

1. 部份學生後測填答意願降低

由前、後測填答的字數與內容可發現，部份學生在後測中有降低的趨勢，導致其 S³R 維度之層級下降。研究者認為，S³R 層級下降不一定是學生之 S³R 實際上真的退步，而是由於前、後測的題目一致，填答內容較具重複性，造成學生的填答意願下降。

2. 任務頻率、次數或時長影響學生的學習成效

因本研究之 SSI 導向課程在各個任務中僅對應到 S³R 其中的一個維度，且任務數量、頻率以及時長皆不足，導致無法顯著提升學生的 S³R。

3. 任務引導之要求不夠明確將導致學生的討論深度過於表面

據授課教師描述，該校學生較習慣結構式任務，因此如任務引導問題較為簡略，則學生的小組討論也會趨於表面，無法進行深入的批判以及思考，進而促進其 S³R。

4. 破碎型互動中無互動之學生也有機會進步

由影片分析可發現，三人小組仍會時常有學生被邊緣，故無互動產生，形成破碎型互動。但破碎型互動中也可能仍有屬於較內斂少話型之學生，雖無明顯互動，但會因為有仔細聆聽組員之討論，而提升其 S³R。

第二節 綜合討論

本節將藉由本研究的發現，針對全體學生於課程後之 S^3R 之變化、不同先備 S^3R 的學生於課程後學習成效之差異，以及不同小組互動模式對於學生之 S^3R 之影響等三個方面進行討論。

一、 全體學生於課程進行前、後的 S^3R 之變化

雖然本研究原先的假設是，學生在經過具有小組互動過程的 SSI 導向課程訓練後，其 S^3R 應該會有所提升。然而本研究的結果顯示，全體學生經「氣候變遷海岸防護大作戰」SSI 導向課程後，整體的 S^3R 並無顯著進步。推論其原因可能為，「氣候變遷海岸防護大作戰」SSI 導向課程中所設定之情境，與學生個人生活沒有足夠大的聯繫。根據 Cajas (1999) 和 Pedretti 與 Hodson (1995) 所提供的建議，教育者選擇學生生活環境之當地議題，能更使得 SSI 成為讓科學更貼近學生生活的工具，因此本研究的教學策略可能需要增加更多與學生生活相關的元素，以增加學生對議題之聯繫。

此外本研究由 S^3R 各維度之改變發現「問題面向」、「相互作用」在課程後偏向極端化；「知識」、「不確定性」、「利益協調」有明顯提升；「價值觀」則沒有顯著提升或降低，此結果與 Morin 等人 (2014) 之研究結果不盡相同，該研究指出所有研究對象之 S^3R 皆有成長，此外，也指出小組討論中的觀點多樣性是促進推理層次的關鍵因素。因此，研究者推測造成本研究其中幾項維度（「問題面向」、「相互作用」及「價值觀」）沒有顯著進步的原因可能為研究對象之文化、社會經驗以及對地域的理解太過同質，無法促進 S^3R 中該維度的進步。

二、 不同先備 S^3R 的學生於課程進行前、後的學習成效的影響之差異

高、中、低三組之不同先備 S^3R 的學生對於 SSI 導向課程後之學習成效的影響無顯著差異。此結果推測可能原因為本課程之課程設計未能滿足各種不同先備能力之學生，幫助提升學生的 S^3R 。

三、 不同小組互動模式對於學生之 S^3R 之影響

可能因為任務的引導問題不夠明確，沒有要求學生要如何討論，只有請組員們互相分享，討論內容可能流於形式與太過表面，故儘管小組互動模式為「理想型互動」，亦有可能無法使學生之 S^3R 獲得進步。且授課教師曾表示，該校學生習慣且偏好有正確答案的問題，也不喜歡與同學有爭議，可能是造成學生無法進

一步批判彼此想法的原因。因此研究者認為，任務的引導說明應該更加具體，才能讓學生討論到該討論的重點，也建議提供訓練任務，協助學生瞭解如何批判但尊重彼此的意見。

由研究結果可發現，「破碎型互動」中沒有明顯參與互動之學生，儘管幾乎沒有與他人互動，但仍有可能專注於討論任務，使得該學生之 S³R 有進步的機會。



第三節 檢討與建議

本節根據結果進行研究設計與研究工具的檢討，提供研究者未來在進行相關課程設計時參考的原則，並針對未來教學相關的研究提出可探討的方向與建議。

一、對研究設計的檢討與建議

(一) 「氣候變遷海岸防護大作戰」SSI 課程

本研究結果發現經此課程訓練後，學生的 S^3R 無顯著提升。研究者認為主要原因為，課程內容雖然針對 Morin 等人 (2014) 的 S^3R 模型進行設計，卻並無實際幫助到學生的 S^3R 。可能原因有：

1. 課程中的討論任務過少，不夠促進學生的 S^3R 。
2. 課程所設計的討論問題雖符合 Morin 等人 (2014) 的 S^3R 模型之各個維度的方向，卻無法藉由該討論問題刺激學生的 S^3R 。
3. 無法強制規定每位學生參與討論，尤其當小組學習單一組只有一份時，有時會淪為一組之中只有其中一個組員自行填答，而非小組討論後的共識答案。

針對以上 3 點可能原因，提出以下建議：

1. 增加更多小組討論的問題與時間。
2. 進行一次又一次討論設計的修正，經由每一次的課程設計提升，最後產出最佳版本的課程討論設計。
3. 可增加互評制度，確保小組討論單是經由每個人所討論出的共識所填答完成的。

(二) 情境式 S^3R 試題

本研究使用的試題參考了 Morin 等人 (2014) 的 S^3R 模型，發展出評量學生 S^3R 之「情境式 S^3R 試題」，主要檢測高中生經過「氣候變遷海岸防護大作戰」的 SSI 課程前、後， S^3R 的變化，故使用同一份試題進行分析與比較。而前、後測的施測時間為第一週與第四週，雖然時間不至於過度相近，但因同樣的題目書寫第二次，仍有產生閱讀、書寫倦怠感的可能，或者發生練習效應而影響研究結果。故建議未來進行試題開發時，能嘗試發展多組同樣套用 Morin 等人 (2014) 的 S^3R 模型，以檢測學生 S^3R 的試題本，並利用難易度、信效度相似的 S^3R 試題本進行前、後測的施測，以了解學生在課程後 S^3R 的變化情形。

二、 未來教學與研究方向建議

（一）針對研究對象的建議

本研究因採便利取樣，僅以台中市某高中二年級兩個班級的學生進行教學，學生的年齡、性別與程度均受到限制，未免過於單一。而每所高中存在不同地域、社經背景的差異，甚至同一所高中的不同班級、不同組別之學生的推理能力也不盡相同，可能影響到研究的結果，因此建議未來研究對象可拓展至其他不同地區、不同背景的高中生作為樣本，並比較結果之差異，作為更完善之學生推理能力的研究。

（二）針對小組討論的建議

本研究的課程設計，是先由個人自行閱讀情境並填答學習單後，再進行小組討論，激發學生在 SSI 中的 S^3R 。若未來進行類似的課程設計時，在硬體環境的條件許可之下，建議可在自行作答的任務時，讓學生的座位間距拉大，降低學生先行私下討論、互相影響答案異質性的可能。而在小組討論的任務時，再將學生的座位改成分組圍圈的形式，而非線形排列之座位。如果同個小組的學生是面對桌子坐一直排，則很有可能會是坐在中間的同學擔任領導者的角色，導致小組互動模式為領導型互動或破碎型互動，影響研究之結果。

參考文獻

中文部分

- 李建億. (2006). 網際網路專題學習互動歷程之研究. *科學教育學刊*, 14(1), 101-120.
- 林樹聲. (2004a). 重視自然與生活科技學習領域中科技爭議議題的融入與探討. *國民中小學九年一貫課程理論基礎 (二)*, 453-465.
- 林樹聲. (2004b). 應用學習環策略進行科技引起的社會爭議議題之教學研究. *行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告 (計畫編號: NSC 92-2511-S-415-003)*.
- 林樹聲. (2008). 科學教室中的社會性科學議題之教學. *教師之友*, 49(4), 2-6.
- 張文馨. (2018). 探討高中生在社會性科學議題決策課程中非形式推理能力、小組協作調整行為與決策方法的關係. *國立臺灣師範大學 (2018 年)*
- 靳知勤. (2002). “有素養”或“無素養”?-解讀非科學主修大學生對三項全球性環境問題之敘述表徵. *科學教育學刊*, 10(1), 59-86. doi:10.6173/CJSE
- 劉湘瑤, 李麗菁, & 蔡今中. (2007). 科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討. [Scientific Epistemological View and Decision-making on Socioscientific Issues]. *科學教育學刊*, 15(3), 335-356. doi:10.6173/cjse.2007.1503.03
- 顏瓊芬, & 黃世傑. (2003). 學生在開放式科學探究過程中互動模式之研究. *科學教育學刊*, 11(2), 141-169.

外文文獻

- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bybee, R., Carlson, J., & McCormack, A. (1985). NSTA yearbook: Science/technology/society. *Washington, DC: National Science Teachers Association*.
- Cajas, F. (1999). Public understanding of science: Using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, 21(7), 765-773.
- Cannard, K. (2005). Embracing Controversy in the Classroom. *Science Scope*, 28(8), 14-17.
- Grace, M. M., & Ratcliffe, M. (2002). The science and values that young people draw upon to make decisions about biological conservation issues. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1157-1169.
- Hodson, D. (1994). Seeking directions for change: The personalisation and politicisation of science education. *Curriculum Studies*, 2(1), 71-98.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching: The Official*

- Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.
- Jime' nez-Aleixandre, M.-P. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1171-1190.
- Kolstø, S. D. (2001). 'To trust or not to trust,...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901.
- Legardez, A., & Simonneaux, L. (2006). L'école à l'épreuve de l'actualité. *Issy-les-Moulineaux: ESF*, 110.
- Milson, F. (1973). *An introduction to group work skill*. Routledge and Kegan Paul, London: Taylor & Francis.
- Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Tytler, R. (2013). Digital technology to support students' socioscientific reasoning about environmental issues. *Journal of Biological Education*, 47(3), 157-165. doi:10.1080/00219266.2013.821748
- Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., Tytler, R., & Barraza, L. (2014). Developing and Using an S3R Model to Analyze Reasoning in Web-Based Cross-National Exchanges on Sustainability. *Science Education*, 98(3), 517-542. doi:10.1002/sce.21113
- OECD. (2006). *International migration outlook*: OECD publishing.
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411-423.
- Pata, K., & Sarapuu, T. (2001). *Application of cooperative learning environment in developing students' environmental decision-making skills*. Paper presented at the EdMedia+ Innovate Learning.
- Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.
- Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education. In *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 219-239): Springer.
- Pedretti, E., & Hodson, D. (1995). From rhetoric to action: Implementing STS education through action research. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 463-485.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Roth, W.-M. (1995). *Authentic school science: knowing and learning in open-inquiry science laboratories*: The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in science Education*, 45(1), 1-42.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of

- content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488. doi:10.1080/09500690600708717
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27. doi:10.1002/sce.10101
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*: Rutgers University Press.
- Topcu, M. S., Sadler, T. D., & Yilmaz-Tuzun, O. (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2475-2495.
- Vygotsky, L. S. (1986). Thought and language (A. Kozulin, ed.). In: Cambridge, ma: mit Press.
- Yang, F.-Y., & Anderson, O. R. (2003). Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education*, 25(2), 221-244.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis. *Theory, research, and practice*. In NG Lederman & SK Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, 2, 697-726.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education. In *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7-38): Springer.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

附錄一

水庫蓋哪兒？

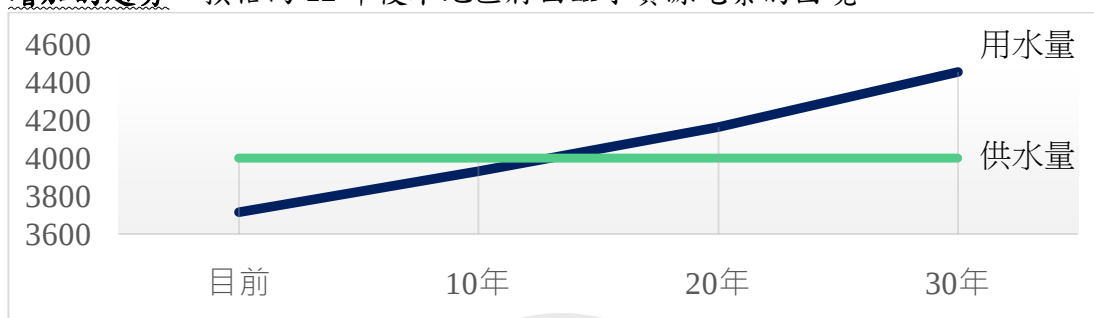
學校：

、學號：

、姓名：

背景介紹

勁思地區是一個人口及產業正逐漸成長的小型都會區。目前供水量大約 4,000 萬公噸，尚能滿足勁思地區的用水需求。然而，由於人口增長，整體用水量有日漸增加的趨勢，預估約 12 年後本地區將面臨水資源吃緊的困境。



政府為了穩定水源，準備 8,000 勁幣(GD)作為勁思地區水庫興建與維護的經費，希望能至少滿足居民未來 30 年的用水需求。政府在勁思河上游找到 3 個預定地點設置水壩，但要設在哪裡還需進一步評估。請根據引導，思考以下問題，協助勁思地區挑選適當的水壩建置地點。

3 個預定地點資料

	編號/項目	壩址一	壩址二	壩址三
基本資料	(A)最大蓄水量	4,613 萬公噸	698 萬公噸	664 萬公噸
	(B)平均年進水量	2,505 萬公噸	1,059 萬公噸	654 萬公噸
	(C)地質狀況	膠結良好的厚層砂岩及礫岩，岩性堅硬，滲透率高。下游 150m 及壩邊坡 20m 有斷層經過。	含煤層之泥頁岩及薄層砂岩交互堆疊而成，質地鬆軟；易被風化、侵蝕。	含煤層之泥頁岩及薄層砂岩交互堆疊而成，質地鬆軟；易被風化、侵蝕。
	(D)土地利用	農田	農田	公有林地
建壩影響評估	(E)影響居民數	2,000 戶	100 戶	0 戶
	(F)淹沒之人文史蹟	2 座	1 座	0 座
	(G)影響稀有生物	無	無	1 處
	(H)後續狀況	積砂量大，有滲漏水可能	積砂量大。	因水土保持佳，積砂量適中
經費	(I)建壩經費*	7,540GD	1,681GD	1,050GD
	(J)年維護費**	190GD，扣除建壩經費，尚可維護 1 年。	95GD，扣除建壩經費，尚可維護 48 年。	67GD，扣除建壩經費，尚可維護 76 年。

* 建壩經費：壩體、攔砂壩與環境影響處理費用（如居民遷移費、生態與史蹟處理費等）之合計。

** 年維護費：處理水土保持、滲漏水、清淤及壩體安全維護等費用之合計。

一、辨識問題

你認為，在挑選勁思地區的水壩建址時，需要考量哪些問題？

承上題，考量這些問題以挑選壩址時，會面臨哪些進退兩難？

二、相互作用

承上題，這些問題是否具有普及性？為什麼？（例如，這些問題在台灣的社会文化背景下，是否會發生？；勁思地區在 30 年後，仍舊會面對這些問題？）



三、知識

挑選壩址的過程中，你需參考哪些的資料、證據或概念？（課內、外皆可）

四、價值觀

你對勁思地區挑選水庫壩址的看法是？（在下列你支持的水壩興建地上打勾）

我支持將水庫興建在：

☐壩址一 ☐壩址二 ☐壩址三

哪些理由支持你所挑選壩址？

五、不確定性

你挑選的壩址具有任何風險或缺陷嗎？如何去確認或調整？

六、利益管治

這個議題涉及哪些利益相關者？（哪些群體的利益會受到正/負面影響）

若採用你挑選的壩址，這些利益相關者該如何彼此協調以減少負面影響？