

# 高中學生決策能力與氣候變遷調適素養改變之教學研究

林昇邦 許瑛珪\*

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

## 摘要

本研究設計氣候變遷調適為主軸的社會性科學議題課程，並探討教學前、後，學生決策能力(辨識兩難問題、區別差異、形成判準、運用策略進行權衡、做出決定並提出缺點)與氣候變遷調適素養(調適認知、調適態度、調適行動力)的表現與變化情形。本研究採單組前後測設計，以便利取樣選取桃園市某高中二年級共37位學生作為研究樣本，進行兩週共四節課的教學實施(課程名稱：海岸線的未來)。研究蒐集學生的「學習單、情境式決策能力試題、氣候變遷調適素養問卷前、後測」等資料，利用描述性統計、無母數檢定法的魏氏考驗、U考驗進行分析。結果發現：教學與課程對於提升學生整體決策能力有顯著幫助，尤其在「形成判準、運用策略進行權衡、做出決定並提出缺點」等三種能力的進步最為明顯；對於提升學生整體「氣候變遷調適素養」(包含調適認知、調適態度與調適行動力)也有顯著幫助；學生傾向從「生態保育」的觀點進行方案的抉擇，其次為「安全功能性」與「社會經濟」。

**關鍵詞：**決策能力、社會性科學議題、氣候變遷調適素養

## 壹、緒論

現代社會環境中充滿許多與科學、社會相關的議題，如基因改造食品的應用，而這些議題牽涉層面很廣，決策者必須考量個人價值觀、生態環境或社會經濟條件等因素，甚至不同觀點彼此互相影響或產生衝突，而這類沒有標準答案的兩難議題稱為社會性科學議題(Socio-Scientific Issues, SSI) (Sadler, 2004)。因為這些議題具有開放、複雜與跨領域的特質，常被許多教育學者設計

成教學素材來幫助學生瞭解科學、科技與社會的關聯，從中訓練學生使用多元觀點進行思考，促進學生道德層面的發展或培養決策(decision-making)相關能力(Sadler; Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)。我國十二年國民教育自然科學課程目標中更希望融合這些公民議題培養學生的決策與問題解決能力(教育部，2016)。

目前氣候變遷屬於當代的重要SSI議題，其牽涉範圍包含人民生存環境、生態平衡，或科學、社會的發展與衝突，因而許多國內

\*通訊作者：許瑛珪，yshsu@ntnu.edu.tw

(投稿日期：民國106年7月26日，修訂日期：民國106年10月26日，接受日期：民國106年11月15日)

外學者紛紛利用此議題進行教學設計，讓學生對於氣候變遷的影響與因應有提早的認識。但葉欣誠(2013)認為我國氣候變遷教育所強調的因應作為太集中於「減緩」行為，也就是從減少溫室氣體排放量來控制全球暖化的速度，反而忽略以「調適」角度來減少災害衝擊。調適的目的在分析、評估不同地區脆弱度與特性，透過決策選擇適當調整行為以降低氣候變遷的衝擊，提高回復力適應未來環境生活(行政院經濟建設委員會，2012)。但目前一般社會大眾或學校師生並不清楚調適與減緩的差異(葉欣誠；鍾采芳，2011)，因此行政院經濟建設委員會(簡稱經建會)便提出「國家氣候變遷調適政策綱領」以推動國人以調適作為面對氣候變遷，並建構我國氣候變遷調適素養(climate change adaptability literacy)指標，包含調適認知、調適態度與調適行動力三面向，期望國人有足夠的知識背景與能力進行評估，並規劃採取適當行動以降低氣候變遷所造成的衝擊。

臺灣是個海岸脆弱度較高的島嶼型國家，在政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC])報告中指出海平面上升一公尺後造成全世界受影響最嚴重的十個地區中，臺灣屬於其中之一(汪中和，2012)，而臺灣暖化速度在近百年來是全球的兩倍快(許晃雄等，2011)，不管是暖化速度或海平面上升的衝擊都屬於高風險地區，應該要即刻進行海岸的調適工作。目前學校有關調適方面的教育還不夠完整，或許學生知道氣候變遷的原因，但學生較難感受氣候變遷所帶來的嚴重、急迫性，或是調適的重要性，校內也很少利用相關課程訓練學生在面對調適議題時該如何進行決策，因而造成學生的調適行動力表現最不理想(徐慧婷，2015)。為解決此問題，我國應積極發展

以「行動」為主軸的調適課程，有機會讓學生透過參與和決策行動來增加學生的相關經驗，並達到氣候變遷調適素養能力的整體提升。

為此，本研究選定了海岸變遷作為議題情境，設計開放式、跨領域、情境兩難的社會性科學議題之課程，套入特定決策框架於課程活動中，引導學生進行調適方案的評估與抉擇。期望結合決策、SSI與氣候變遷調適素養三種元素，設計能讓學生參與決策的調適課程活動，使學生提早在學校中獲得實際解決氣候變遷調適問題的行動經驗，最後達到提升學生決策與氣候變遷調適素養之能力。

基於上述目的，本研究的具體的研究問題如下：

- 一、學生在SSI課程前、後的決策能力改變情形為何？
- 二、學生在SSI課程中，決策能力的表現情形為何？
- 三、學生在SSI課程前、後的氣候變遷調適素養改變情形為何？

## 貳、文獻評析

### 一、決策

「作決策」常被視為是問題解決歷程中的一項步驟，必須先利用個人所發展出來的評定標準，對選項方案進行評估而選擇出最合適方案(Kortland, 1996)。Svenson (1996)提出證據導向的決策框架包括：辨識議題、區別出差異、確認決策；Ratcliffe (1997)提出決策的要素包含：選項、判準、資訊、評估、選擇與回顧。而為了能順利進行選擇，決策者必須針對問題產生特定的判斷標準，陳柏

宇、許瑛珖、吳慧珍與許瑋琇(2011)認為決策歷程應重視判準(criteria)的建立，因此決策能力應包含訂出判準、評估與決定三個部分。Papadouris (2012)則增加「考量判準權重」之元素，將判準設定權重並從各選項的得分來計算加權分數，或者從學生對選項的評估方式中(如逐步刪去法、簡單計分法、權重計分法)檢測學生決策能力的高低(Hsu & Wu, 2015)。

而眾多研究發現，學生面對較複雜的爭議性問題時，雖然能提出相關的因素進行決策，但思考過程偏向直覺式，是透過自身價值觀以刪去法在做決定(Acar, Turkmen, & Roychoudhury, 2010; Eggert & Bögeholz, 2010; Grace, 2009; Lee & Grace, 2012)，除了訂出的判準不夠完整，使用策略評估的能力也表現不盡理想，尤其在訂定判準時考慮的因素與面向通常不足(陳柏宇等，2011)，常只顧著做出決定，而不是將重心放在決策歷程的反省與檢討上(Eggert & Bögeholz; Papadouris, 2012)。為了增進學生的決策能力，Barnes與Miller (1989)建議讓學生從生活中可能會遇到的兩難或爭議性議題來進行決策訓練，Kolkman, Kok與van der Veen (2005)建議決策前先設法蒐集完整資料，再進行分析。當決策者考慮的面向越完整，就能訂出適當的判準並做出明智的決定(陳柏宇等；Chasek, 1997; Kolkman et al.)。若在決策後能讓學生提出關於決定的缺點及配套措施，也能幫助學生從不同角度檢視自己的決定(Hsu & Wu, 2015)。

另一方面，教師在教學過程中可提供清楚明確的決策框架(Edelson, Tarnoff, Schwille, Bruozas, & Switzer, 2006; Grace, 2009; Siribunnam, Nuangchalem, & Jansawang, 2014)，並設計小組合作的學習環境，讓學生

從小組討論中獲得複雜、多面向的知識內容和觀點(陳柏宇等，2011；Grace & Ratcliffe, 2002)，幫助學生融入決策情境，進行有效的討論(Zhang et al., 2015)。Grace則是建議決策活動開始前先設計預習性活動(例如：讓學生練習使用不同決策策略)，並在結束後加入複習性活動(例如：反思決策的問題，讓學生有機會評量自己或看見彼此想法間的差異)。從上述文獻中整理出本研究的決策活動所包含要素為：(一)取材於生活相關的議題，並製造兩難或爭議性論點；(二)設定決策判準前能先進行資料蒐集；(三)做出決定後能提出關於方案的缺點；(四)以合作學習的方式進行課程活動；(五)在課程前增加預習性活動(例如：決策技能訓練)，並於決策後進行複習性活動(例如：回顧與反思決策)。

綜合Svenson (1996)提出證據導向的決策框架和Ratcliffe (1997)提出6步驟的決策模式，本研究的決策歷程框架分為五項步驟：(一)辨識兩難問題：說明議題中各種需要解決的問題；(二)區別差異：從待選擇的方案中蒐集資料並列出方案間的差異項目；(三)形成判準：列出解決問題時應考量的項目與判準；(四)運用策略進行權衡：利用不同策略對判準與方案進行比較；(五)做出決定並提出缺點：做出決定後提出關於此決定的缺點或配套措施。

## 二、社會性科學議題

SSI通常具有開放性問題、對立性論點與社會兩難的特徵，因為SSI的問題結構較模糊，無法單純用科學知識來解決，因此並沒有標準答案或正確的解決途徑(Sadler, 2004)。目前許多國內外學者常利用SSI進行多面向的研究，例如針對科學本質的研究(Bell & Lederman, 2003)、非形式推理的研究(Sadler



& Zeidler, 2005)、論證能力的研究(蘇衍丞、林樹聲, 2012; Zeidler et al., 2005)。而利用SSI提高學生推理思考以及發展決策的能力也早已被視為是現代科學教育的重要目標之一(American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2001), 這種SSI的決策(socioscientific decision making)包含解決問題過程中的「辨識與描述議題的能力」、「形成判準並以多元觀點權衡方案的能力」, 以及「評估、反思決策過程的能力」(Eggert & Bögeholz, 2010)。

而在SSI的決策研究中發現透過小組討論的方式進行學習, 學生能展現出較好的論證能力與決策(Hogan, 2002); 利用SSI進行決策教學, 有助於學生利用更多不同面向的判準進行決策、提出方案缺點與改善方式(呂青樺, 2012; 劉宜青, 2014), 學生能運用刪除或權衡策略進行決策, 並且能將習得的決策能力遷移至其他議題(吳靜宜, 2014)。

在劉湘瑤、李麗菁與蔡今中(2007)整理的研究中發現, 與環境議題有關的研究數量最多, 顯示環境議題適合SSI課程設計與實施。而本研究的「氣候變遷調適」即為一種環境議題, 目前氣候變遷調適正受到全球高度的重視, 此議題不但涵蓋自然科學領域, 還涉及生態保育、社會經濟、人與環境的衝突問題。透過SSI教學設計, 可以提升學生在全球暖化相關議題的認知、態度與學習動機(王永誠, 2011; 林采薇, 2008), 發現另有概念(alternative conceptions)或迷思概念(王永誠; Dawson, 2015), 並提升學生的環境知識、技能與行動力(呂青樺, 2012; 蔡伊淑, 2006), 進而改變自己的思考習慣和想法, 負起公民責任, 採取適當的決策行動面對全球

暖化(林樹聲, 2005)。

因此, 本研究欲設計以「氣候變遷調適」為主題的SSI課程, 課程主要任務是讓學生選擇海岸地區的防護工程來解決氣候變遷下造成的海岸侵蝕問題, 課程中融入社會、科學相關的兩難衝突情境, 學生除了蒐集資料與分析情境, 也利用合作學習、同儕討論的方式將想法價值與他人進行交流, 從中培養學生提出判準、評估方案等相關決策能力, 幫助學生了解科學、科技與其他領域的關連。一方面補足國內氣候變遷調適教育相關研究的不足, 另一方面也期望透過氣候變遷調適與SSI搭配的課程訓練, 學生能獲得決策行動經驗, 瞭解調適的意義, 並能夠察覺在生活中因氣候變遷而造成的環境改變, 進而主動採取適當的決策行動, 減少氣候變遷造成的損害。

### 三、氣候變遷調適素養

氣候變遷「調適」是為了因應實際或預期的氣候衝擊, 在自然或人類系統中做出適當的調整行為, 以減輕衝擊造成的危害。進行調適行為可降低不同地區的脆弱度, 並提升系統回復力以適應未來的氣候環境。我國為了健全國家氣候變遷調適能力, 由經建會在2012年確立「國家氣候變遷調適政策綱領」, 並設立八個調適領域: 災害、維生基礎建設、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性與健康, 負責陳述每個領域氣候變遷的衝擊與挑戰, 以及提出因應的調適策略(行政院經濟建設委員會, 2012)。

我國有關氣候變遷調適素養的發展, 近期以徐榮崇執行教育部「102年氣候變遷調適素養檢測計畫」時所建構的氣候變遷調適素養指標為代表(張育傑、高翠霞、徐榮崇、李

育明，2014，頁5)，其中包含的三種面向指標定義如下：(一)調適認知：瞭解氣候變遷調適的背景知識、議題、行動策略以及與生活的關係等知識與應用；(二)調適態度：培養自我對環境的覺知、敏感度、價值觀、關切與責任感及行為；(三)調適行動力：具備對氣候變遷調適議題進行觀察、紀錄、分析、決策與行動的能力。附錄一則列出關於高中生的素養能力指標。

早期我國對「調適」行動還不熟悉，也缺乏完整的調適素養指標，因此國內研究多半集中於「氣候變遷」議題(如全球暖化、節能減碳)而非「調適」研究。研究面向多以認知(概念)、態度為主，對象則是集中在教師或國小學童。在少數氣候變遷「調適」的相關研究中，徐慧婷(2015)發現國中學生的調適認知、態度整體表現良好，但調適行動與技能整體表現偏低；而一般社會大眾普遍不瞭解減緩與調適的差別(鍾采芳，2011)。氣候變遷調適是一個日益受到關注的議題，但是學校並沒有太多相關課程的介紹或讓學生實際參與行動。因此吳青穎(2014)建議未來能針對各教育階段的調適教材進行設計與研發，並確實將調適概念落實於教育中，以回應氣候變遷調適教育的實際需求，讓教育更完善。

因此，本研究企圖利用SSI課程培養高中生氣候變遷調適素養能力，將調適領域聚焦在「海岸」調適行動，並結合「決策」、「SSI」與「氣候變遷調適」三者成為一種創新的課程。此課程以海岸為主軸，利用社會性科學議題的方式營造科學、社會兩難情境，使同儕之間產生對話與分享，幫助學生形成判準、發展決策能力；決策活動後，讓學生進行回顧與反思以瞭解調適活動的目的，將調適認知與決策行動做連結，期望學生在課程中參與並獲得實際解決氣候變遷調

適問題的經驗，達到提升學生決策與氣候變遷調適素養之能力。

## 參、研究方法

### 一、研究對象與方法

本研究採便利取選取桃園市立某所高級中學的二年級社會組普通班學生(男生11人，女生26人，共37人)。此學校的入學成績中等(錄取該校之國中會考分數為5B)，全班學生皆沒有參與過類似的SSI或決策教學活動。

本研究的授課教師為該班地球科學任課教師，該師擁有地球科學與科學教育背景、四年的高中授課經驗，也曾在科技部計畫下擔任過授課教師。考量該師的班級課堂時數與本研究的研究目的並非比較教學方法，因此本研究採用單組前、後測設計，分析高中生於課程中的學習單表現與前、後測的改變情形。

### 二、課程設計

#### (一)議題選取

本研究的課程選取「海岸變遷」為主題，海岸變遷是我國調適政策綱領中強調的重要領域，因此將課程內容與海平面上升議題結合，呈現出海岸線未來可能承受的各種衝擊，如沿海排水禦潮設施、生態環境與農漁業發展，或國土環境與生命安全的威脅，因此在海岸變遷的主題之下學生必須評估與決策出適合當地的海岸調適方案。若採用禦潮設施(如：建築人工堤防)能直接阻擋海水入侵，安全性最高但會破壞生態；使用人工養灘較不會破壞生態而能保有景觀與遊憩功能，但無法有效阻擋海水入侵。不同方案間存在對立性論點與兩難處，必須考慮當地情況、科學資訊與個人價值觀來做選擇與衡

量，故具備SSI特性。而為了能讓學生順利進入課程情境與瞭解決策過程，課程一開始會利用「購買手機」作為前導活動，將決策與生活經驗作結合。

## (二)氣候變遷調適素養與相關能力指標的對應

十二年國教新課綱強調培養學生「參與生活中公民社會議題中的決策與問題解決的能力」(教育部，2016)，故本研究以氣候變遷調適作為社會議題，並設計成一套同時提升決策能力與氣候變遷調適素養兩項重要能力的課程，附錄二將氣候變遷調適素養高中階段的核心能力指標，與十二年國教課程綱要、環境教育能力指標兩者進行對應，作為未來實施十二年國教新課綱時教師可參考的課程例子。

## (三)活動流程架構

本研究利用六堂課進行課程與前、後測實施，各活動的內容與時間分配簡表如表1所

示。第一週使用一堂課的時間進行前測，包含兩份試題與問卷，但不進行課程活動；第二、三週共四堂課的時間進行SSI課程，包含前導活動、決策活動、回顧與反思活動；第四週再利用一堂課進行後測，完成本次研究所有課程。

## (四)課程內容

本研究的SSI課程可分為「前導活動」、「決策活動」以及「回顧與反思活動」。在課程進行時，學生須自行閱讀文本內容，並以2～4人為單位進行小組討論，每位學生須完成自己學習單的填答。為了記錄學生在課程中的學習表現，學習單的題目以開放式問題為主。

### 1.前導活動

教學者在決策活動前先以「購買手機」情境作為決策練習，讓學生初步認識決策所包含的元素框架與流程，也呼應前面所提及的課程設計要素，先進行預習性活動，而此

表1：前測、課程活動與後測的時間分配簡表

時程	項目	內容	簡介	時間
第一週 前測		情境式決策能力試題		30分
		氣候變遷調適素養問卷		20分
第二週	「海岸線的未來」	前導活動	透過「購買手機」讓學生初步認識決策所包含	30分
第三週	SSI課程		的元素框架與流程，並介紹判準與決策策略。	
		決策活動		
		辨識兩難問題	辨識情境中寶嘉海岸所面臨的兩難問題。	20分
		區別差異	整理表列出情境中四種方案不同的差異項目。	25分
		形成判準	列出解決問題時應考量的項目及判準。	25分
		運用策略進行權衡	選擇決策策略並寫下決策時的思考過程。	25分
		做出決定並提出缺點	選擇方案並提出此方案的缺點、改進方式。	25分
		回顧與反思活動	回顧決策活動與生活的關係，介紹氣候變遷調適相關概念。	50分
第四週 後測		情境式決策能力試題		30分
		氣候變遷調適素養問卷		20分

註：一堂課50分。

活動包含購買手機時如何辨識兩難問題、區別差異、形成判準、運用策略進行權衡、做出決定並提出缺點，並且練習使用不同的決策策略，以利後續決策活動能順利進行。

## 2. 決策活動

決策活動主要利用閱讀課程文本與合作學習方式訓練學生的決策能力，因此教學者角色主要為協助與引導，課程大部分的時間是由學生獨自或同儕討論方式完成學習單。以下分別說明之。

首先，活動情境(如圖1)設定在一個名為「寶嘉海岸」的虛擬海岸線上，因土地開發、港口突堤效應、暴潮侵襲、氣候變遷等問題，已經從沉積海岸轉變為嚴重的侵蝕海岸。為了進一步瞭解海岸面臨的問題，文本提供「潮汐與海水資料」、「沿岸流與侵蝕問題」、「海平面上升的影響」、「生態評估」、「里長訪問」等兩難情境資料，而學生從此步驟中須回答當地遭遇的兩難問題。

接著，給定四種方案：建造海堤與護岸(方案一)、人工養灘(方案二)、建造離岸堤(方案三)、撤退調適策略(方案四)。前三項方案是常見的海岸防護工程，提供「防護與工程介紹」、「影響與評估」、「成本與維護」的資料，例如建築人工堤防雖然會破壞生態，但能直接阻擋海水入侵，安全性最高；使用人工養灘雖無法有效阻擋海水入侵，但

不會破壞生態，能保有景觀與遊憩功能；第四種是選擇撤離方式，短時間對附近居民影響最大，但長久下來可避免許多花費與居民安全疑慮。以上四種方案對學生而言都是陌生的，因此需要學生進行資料蒐集與區別方案差異，符合課程設計要素：先蒐集完整資料，再進行分析。

在形成判準步驟中，引導學生根據情境中的需求，填寫解決問題時應考量的項目，如：「當地居民對於建設的意願」或「對生態的影響」。再從這些項目中訂定判準，如：「願意建設的比例越高越好」或「不能影響到海龜迴游產卵」，填完五項判準才算完成步驟。待學生完成步驟後，教學者邀請多位學生發表自己的判準並說明原因，也讓學生思考「你是否會採用其他同學所設定的判準」，促進學生從更多元的面向進行思考與決策。

進行方案選擇時，學生可利用前導活動所學的三種策略方法進行比較，並寫下衡量的過程。若學生有疑慮，教學者透過引導方式讓同組學生之間進行討論與協助，讓學生自己選擇適合的策略進行評估。最後依照結果選擇最終方案，並寫下此方案的缺點，說明改進方法。最後教學者統計四種方案的選擇人數，引導同組之間進行同儕分享，互相交流意見。

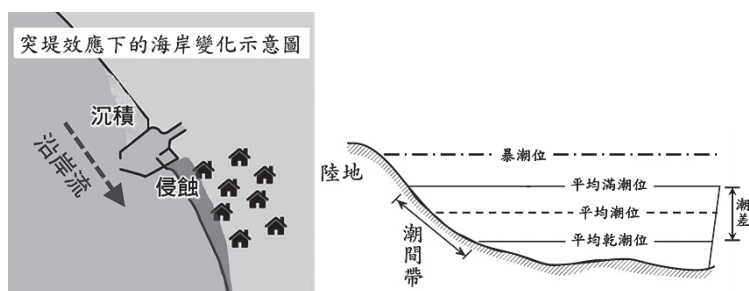


圖1：海岸課程情境中的相關附圖



### 3. 回顧與反思活動

本活動的學習內容分成三個段落：氣候變遷與調適的重要、臺灣海岸脆弱度的介紹、各國調適案例的比較(表2)。主要是讓學生做完決策後能回顧整個決策活動，明白四種方案都是調適行動，目的是為了解決海岸變遷的問題，只是方式有所不同。從文本中學生能瞭解何謂調適，我國與其他國家是如何進行調適，也因學生先經歷海岸工程決策活動，再從本活動相關資料進行問題討論時，較能理解調適行動並沒有標準答案，每個地區都有不同的脆弱度，而且選擇調適方案也必須承擔特定的後果，以及調適行動應隨著變遷的環境隨時做修正與改進，找出最適當的方式來面對未來各種挑戰。

## 三、測驗工具

### (一) 情境式決策能力試題

研究者擷取呂廷鈺(2016)決策能力試題「火力發電 vs. 風力發電」中的情境，修改試題將其對應到本研究的決策步驟(表3)，並由兩位科學教育學者專家與一位地球科學高中教師共同修正與定稿。此情境式決策能力試題以個人為單位作答，共5個開放式題目。正式施測安排在課程前、後各30分鐘的時間，也就是本研究的前測與後測試題項目之一。在此試題中，學生透過文本閱讀先瞭解火力發電與風力發電之差異，其次評估小鎮的特性與建造發電廠的環境、成本，選擇建設一種最適合小鎮的發電廠。此情境沒有標準答

表2：三種調適案例內容簡介

	地點	調適內容
案例一	紐約	為了保護紐約市不受海平面上升與暴潮的威脅，紐約市長於2013年提出耗資200億美元的計劃，包含250項防護工程建議，打算在紐約市海岸線上建立防洪牆、防洪堤和隔離壁；在曼哈頓設置可移動式的防洪牆，在史坦頓島建設永久堤壩；對布魯克林河流安裝鐵閘和堤壩。
案例二	荷蘭	為了改善海岸防護工程，防止暴潮侵襲，諾德維克小鎮設計一套特殊的沙堤防洪系統：先建造人工堤防於下層，表層再以沙子覆蓋，形成新的沙丘。新舊沙丘結合可將海岸線向外延伸40公尺，且遭逢暴風雨時，海浪會先侵襲覆蓋在外的沙丘，內部堤防則受到防護。長久下來小鎮的海岸景觀不再被破壞，天然沙丘的地貌也能夠完整保存。
案例三	英國	英國穆林港的港口設施因颶風暴潮的襲擊而被破壞，為了維持港口營運及觀光需求，已投入不少經費修復。後來在該國政府完整研究及模擬後，認為繼續修築堤防將耗費數百萬英鎊，但也只能維持20～30年的時間。既然無法阻擋港口被破壞，於是開始說服港口附近居民準備搬遷，甚至已有部分居民在政府的安排下移往他處居住。

表3：情境式決策步驟與能力試題對應表

對應的決策步驟	試題內容
辨識兩難問題	1. 根據情境中所提供的資料，科加小鎮目前面臨到哪些兩難的抉擇呢？
區別差異	2. 火力發電與風力發電有哪些差異呢？請依現有資料列出差異之處。
形成判準	3. 在解決不同問題時通常有不同的考量項目，請列出解決小鎮發電問題時應該考量的項目，並且從項目中寫出你衡量或判斷的標準。
運用策略進行權衡	4. 每個人在選擇最終方案前都會進行比較，而你是如何進行方案的比較？請寫下進行比較的過程(可畫圖或列表)。
做出決定並提出缺點	5. 透過上述的比較結果，你選擇興建： <input type="checkbox"/> 火力發電 <input type="checkbox"/> 風力發電。你選擇的方案有什麼缺點？請寫出缺點後試著提出改進的方法。



案，涉及領域包含經濟、社會、科學與環境的兩難，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決策能力表現。

## (二)氣候變遷調適素養問卷

本研究修改自教育部委託世新大學設計「102年氣候變遷調適素養檢測計畫」中的高中學生問卷(教育部，2013)。試題修改後經兩位氣候變遷領域專家與一位地球科學高中教師共同修正與定稿。試題分成調適認知、調適態度與調適行動力三種面向(表4)，氣候變遷調適素養問卷包含三大面向，分別為：1.調適認知：瞭解氣候變遷調適的背景、議題、行動策略以及與生活的關係等知識與應用，並依照文獻再分成背景知識、生活關係與議題、行動策略等三種構面；2.調適態度：培養自我對環境的覺知、敏感度、價值觀、關切與責任感及行為，並依照文獻再分成覺知、敏感度、價值觀與責任感等三種構面；3.調適行動力：具對氣候變遷調適觀察、記錄、分析、決策、參與和經驗的行動能力，並依照文獻再分成蒐集與分析、參與和行動能力等兩種構面。

調適認知部分為4選1單選題共有11題試題，其中包含背景知識、生活關係與議題、行動策略三種構面。調適認知試題採4選1單選題，答對該題編碼為1分，答錯編碼為0分，滿分11分(背景3分、生活關係與議題5分、行動策略3分)；調適態度部分共有13題(包含：覺知、敏感度、價值觀與責任感三種構念)，並依照李克特(Likert)五點尺度量表中的非常同意、同意、普通、不同意、非常不同意，依序給予5、4、3、2、1分的編碼；調適行動力部分共有11題(包含：蒐集與分析、

參與和行動能力兩種構念)，依照總是做到、經常做到、偶爾做到、很少做到、從未做到，依序給予5、4、3、2、1分的編碼。為了呈現出態度與行動力在五點量表中的位置，研究者計算態度13題與行動力11題的平均分數(並非加總分數)，最高5分。

在正式課程前、後各20分鐘的時間內進行施測。試題修改完成後利用非實驗班學生進行前導測試，樣本數121人。測試結果調適認知試題平均難易度 $p = .730$ ，平均鑑別度 $D = 0.41$ ， $KR_{21} = .809$ 。調適態度的內部一致Cronbach's  $\alpha$ 值為.836；調適行動力的內部一致Cronbach's  $\alpha$ 值為.906。

## 四、資料蒐集與分析

資料來源分成前、後測的情境式決策能力試題、氣候變遷調適素養問卷與課堂中的海岸變遷學習單，而研究問題與資料分析表如附錄三。

情境式決策能力試題與課程學習單皆有五題開放性試題，對應的決策步驟為：辨識兩難問題、區別差異、形成判準、運用策略進行權衡、做出決定並提出缺點。因情境式決策能力試題為前後測試題，學生必須獨力完成，而課程學習單可以與同儕進行討論，學生的作答內容普遍較完整，因此在不同的試題情境與作答結果之下，需設計各別作答評分規準。因此研究者依據學生的答題內容與品質，分別發展「情境式決策能力試題」(附錄四A、B)與「海岸變遷課程學習單」的作答評分規準(附錄四C、D)，再依擬定的評分規準對所有學生的前、後測及課程學習單進行評分，並請該校自然科老師協助評分(有效樣本數皆為37份)，評分者信度考驗於五項子能力後測的Spearman's  $\rho$ 係數分別為.96、.93、.93、.93、.94 (皆 $p < .001$ )，皆達

表4：氣候變遷調適素養問卷(只列舉部分試題)

氣候變遷調適素養		素養指標	試題內容
調適認知	背景知識	知道氣候變遷影響下環境的脆弱度	【選01】對於臺灣環境的脆弱度而言，下列敘述何者錯誤？ (1)臺灣西南沿海地區超抽地下水，會導致地層下陷，增加了海水倒灌的機率。(2)地震發生頻率越高的區域，環境脆弱度越高。(3)目前臺灣的環境脆弱度會隨年降雨量增加而上升，反之則下降。(4)過度人為開發會改變臺灣的環境脆弱度。
		生活關係與議題	敘述氣候變遷下所造成的自然災害與生態改變 【選05】氣候變遷所造成的環境與生態改變下列何者正確？ (1)海水酸化影響各地珊瑚礁的生成。(2)極端降雨導致海平面升高。(3)全球暖化會造成沿海地區土壤液化。(4)氣候變遷加劇後造成海洋生物棲息地增加。
		評論氣候變遷對人類生活的衝擊與調適方法	【選06】有關海岸變遷的調適策略，何者敘述正確？ (1)搬離居住在容易淹水地區的居民是海岸調適的策略之一。(2)政府應積極建設人工堤防，因為人工堤防能有效阻擋海水入侵，並解決海岸侵蝕問題。(3)海岸變遷大部分是因為海水位上升而造成，調適策略對改善問題的幫助不大。(4)海域使用的調適策略應由政府或專家來規劃，當地居民的意見較不客觀。
調適態度	覺知	知道氣候變遷的可能成因及衝擊，並嘗試提出因應的方法	【選10】我國政府因應氣候變遷，在全臺灣進行相關的調適策略，其中何者最不適當？ (1)檢視並修築特定區域之堤防與排水系統。(2)優先加強氣候變遷高風險地區的防護調適能力。(3)落實山區的水土保持與海岸區的溼地復育計畫。(4)規劃沿海地區開發計畫，增加土地利用。
		反應氣候變遷對人與環境間相互的關係與影響	【態02】我知道自己的生活方式會對環境造成影響。
		敏感度	表達對氣候變遷衝擊的感受與心情、表現對氣候變遷造成災害地區人民的關懷 【態07】當看到沿海地區因暴潮而發生海水倒灌時，我會擔心他們的居住安全。
調適行動力	價值觀與責任感	建議環境友善的生活與正確的消費觀念	【態10】呼應氣候變遷的減緩對策，我可以從日常生活中，降低溫室氣體的排放量。
		蒐集與分析	運用科技蒐集資訊，並從中探討、瞭解氣候變遷之相關議題 【行02】我能利用簡單的圖表，說明氣候變遷與海岸的相關議題。
		參與和行動能力	比較不同區域性氣候變遷問題的原因與研判可能的解決方式 【行09】我會主動整理課堂上關於海岸方面的氣候變遷調適相關資料，並且具體落實於生活中。

顯著水準，符合評分一致性。學習單的評分者信度為.92、.96、.96、.91、.96。

本研究的樣本數小於50份(37份)，使用Shapiro-wilk單組樣本差異進行常態檢定時，

發現檢定結果於情境式決策能力試題與課程學習單的得分S-W統計量皆小於0.05，在自由度為37時達顯著水準( $p < .001$ )，代表該樣本機率分配違反常態性之假設，故所有推論性

統計的分析皆使用無母數統計方法。其中為瞭解學生在課程前、後的決策能力分數是否有差異時，則針對前測與後測得相依樣本資料以無母數統計中的魏考遜符號等級檢定(魏氏考驗)進行分析。

## 肆、研究結果

### 一、學生在SSI課程前、後的決策能力改變情形

經魏氏考驗的檢定(表5)，學生在課程「前、後」決策能力中的「形成判準」、「運用策略進行權衡」、「做出決定並提出缺點」與「決策能力總分」均達顯著差異( $p$ 值分別為  $< .001$ 、 $< .001$ 、 $.013$ 、 $< .001$ )。而「辨識兩難問題」、「區別差異」則未達顯著差異( $p$ 值分別為  $.143$ 、 $.059$ )。

進一步分析「形成判準」的作答內容，前測學生總共可列出106筆的考量項目，如「成本、環境」，但完整的判準如「成本要

越低越好」、「盡量不破壞環境造成污染」等描述只有43筆(40.6%)，顯示學生對判準的訂定不夠清楚。後測學生總共可列出133筆的考量項目，而其中有123筆(92.5%)資料是根據考量項目訂出完整的判準，顯示經過課程的訓練，學生對於訂定判準的能力有提升(平均每人從1.16筆提升至3.32筆)。

在「運用策略進行權衡」步驟中(表6)，前測有9位(24.3%)學生能列出權衡的過程，如使用計分法、刪去法；22位(59.5%)學生僅列出判準但並未做相關說明；6位(16.2%)學生未列出適當判準也沒有任何說明。課程後，學生能列出權衡過程的人數從9人增加至31人(24.3% → 83.8%)，其中包含7人(18.9%)使用權重方式給予不同計分；未列出適當判準與說明的人數則從6人降至2人(16.2% → 5.4%)。顯示經課程的訓練後，更多學生能利用計分、檢核或刪去的方式來描述如何進行決策，並有部分學生能使用權重方式考量判準重要性。

表5：學生決策能力前、後測魏氏考驗報表

	滿分	前測( $N = 37$ )		後測( $N = 37$ )		$Z$	$p$
		$M$	$SD$	$M$	$SD$		
辨識兩難	3	1.70	1.08	2.00	1.03	-1.46	.143
區別差異	3	1.43	1.19	1.81	1.20	-1.89	.059
形成判準	3	1.08	0.83	2.22	0.92	-4.48	$< .001$
運用策略	3	1.08	0.64	1.97	0.73	-4.44	$< .001$
提出缺點	3	1.65	0.86	2.03	0.69	-2.49	.013
決策能力總分	15	6.95	2.47	10.03	3.05	-4.56	$< .001$

表6：「運用策略進行權衡」前、後測中不同程度答題編碼的次數表

編碼	說明	前測( $N = 37$ )	後測( $N = 37$ )
3分	能賦予判準權重並進行權衡	0人	7人(18.9%)
2分	能利用判準並說明權衡過程	9人(24.3%)	24人(64.9%)
1分	僅列出判準而未說明權衡過程	22人(59.5%)	4人(10.8%)
0分	未列出適當判準也未說明權衡過程	6人(16.2%)	2人(5.4%)

## 二、學生在SSI課程中，決策能力的表現情形

### (一)辨識兩難問題

37位學生從課程文本中總共回答108個寶嘉海岸所遇到的兩難抉擇，平均每位學生寫出2.92個兩難問題。而學生回答的內容可分成五種類別(表7)。從多到少依序為生態保育(26.9%)、景觀與環境(23.2%)、社會與經濟(23.2%)、防禦安全性(19.4%)、成本費用(6.5%)。

### (二)區別差異與形成判準

此步驟需針對四種方案列出差異之處，37位學生總共列出220個項目，平均每位學生寫出5.95項的差異之處。而學生回答的內容可分成八種類別(表8)，從多到少依序為防禦安全性(15.9%)、成本費用(15.0%)、社會與經濟(14.6%)、生態保育(13.6%)、壽命與

維護(13.6%)、政治民意(11.4%)、景觀改變(9.1%)、工程技術(6.8%)。

將判準種類進行統計，發現學生考量最多的是生態保育(17.9%)、其次依序為防禦安全性(16.8%)、社會與經濟(15.6%)、成本費用(14.5%)、壽命維護(12.7%)、政治民意(11.6%)、景觀與環境(5.8%)、工程技術(5.2%)。

### (三)運用策略進行權衡

學生使用的策略方法可分成四種類型(表9)，依照次數分別為簡單計分法16人(43.2%)、檢核法11人(29.7%)、權重計分法7人(18.9%)、刪去法3人(8.1%)。另外，使用權重計分法的7位學生中，有5位將「生態保育」視為最高的權重比例，其他2位則是防禦安全性。學生運用決策的策略例子如附錄五所示。

表7：「辨識兩難問題」的類型統計表

	防禦安全性	生態保育	景觀與環境	成本費用	社會與經濟
總數	21	29	25	7	25
百分比	19.4%	26.9%	23.2%	6.5%	23.2%

表8：「區別差異」與「形成判準」的類型統計表

	防禦安全性	生態保育	景觀與環境	成本費用	社會與經濟	工程技術	政治民意	壽命與維護
區別差異								
總數	35	30	20	33	32	15	25	30
百分比	15.9%	13.6%	9.1%	15.0%	14.6%	6.8%	11.4%	13.6%
形成判準								
總數	29	31	10	25	27	9	20	22
百分比	16.8%	17.9%	5.8%	14.5%	15.6%	5.2%	11.6%	12.7%

表9：「運用策略進行權衡」步驟中策略類型使用統計表

	權重計分法	簡單計分法	是非計分法	刪去法
人數(N=37)	7	16	11	3
百分比	18.9%	43.2%	29.7%	8.1%



### 三、學生在SSI課程前、後的氣候變遷調適素養改變情形

經魏氏考驗的檢定(表10)，學生在課程「前、後」的調適認知、調適態度與調適行動力均達顯著水準( $p$ 值分別為  $< .01$ 、 $.036$ 、 $< .01$ )。

進一步分析每個構念的改變情形，可發現只有態度面向中的「敏感度」、「價值觀與責任感」兩項構念未達顯著差異( $p$ 值分別為  $.344$ 、 $.065$ )，其他構念皆達顯著差異(表11)。

## 伍、結論與討論

### 一、研究發現

從情境式決策能力試題的分析中得知，學生在課程前有做出決策的能力，但品質普遍不佳，例如學生不瞭解如何訂定判準，常

常將考量項目當作判準而利用考量項目進行決策，無法明確設定出決策所需的判準。這樣的結果也呼應其他類似的研究，例如陳柏宇等(2011)觀察到學生能提出相關的因素進行決策，但這些因素不能作為判斷的依據(無範圍或條件的描述)，因此並非完整判準。再者，學生不擅於表達或在學習單上寫出進行思考權衡的過程，反而常常在決策策略不明的情況下做出決定。

在「海岸線的未來」SSI課程中，學生辨識出最多的兩難問題是「生態保育」，決策判準考量最多的項目也是「生態保育」類別；考量最少的項目則是「工程技術」。若從另一個角度進行分析，當學生蒐集資料，列出方案之間彼此「生態保育」的差異時，有極高的比例會直接將「生態保育」作為議題決策的判準之一。當學生賦予判準權重時，將「生態保育」設定為最重要判準之比

表10：氣候變遷調適素養三面向前、後測魏氏考驗報表

面向	滿分	前測( $N = 36$ )		後測( $N = 36$ )		$Z$	$p$
		$M$	$SD$	$M$	$SD$		
調適認知	11	7.19	2.05	8.97	1.55	-4.75	$< .01$
調適態度	5	4.08	0.47	4.20	0.50	-2.10	.036
調適行動力	5	2.99	0.62	3.38	0.70	-5.16	$< .01$

表11：氣候變遷調適素養各項構念前、後測魏氏考驗報表

面向	構念	滿分	前測( $N = 36$ )		後測( $N = 36$ )		$Z$	$p$
			$M$	$SD$	$M$	$SD$		
調適認知	背景知識	3	2.08	0.95	2.54	0.77	-2.57	.010
	生活關係與議題	5	3.24	1.06	4.03	0.83	-3.74	$< .001$
	行動策略	3	1.87	0.79	2.41	0.69	-3.91	$< .001$
調適態度	覺知	5	3.89	0.54	4.21	0.51	-3.93	$< .001$
	敏感度	5	4.15	0.59	4.07	0.63	0.95	.344
	價值觀與責任感	5	4.21	0.57	4.33	0.63	-1.84	.065
調適行動力	蒐集與分析	5	2.82	0.74	3.32	0.85	-4.69	$< .001$
	參與和行動能力	5	3.16	0.62	3.45	0.64	-3.66	$< .001$

例也是最高，因此，學生傾向從「生態保育」的角度觀點進行方案的抉擇，其次才是安全性與社會經濟考量。而在類似的研究中學生也同樣選擇了生態作為興建水庫的判準(吳佳蓉，2015)，生態議題在中學階段受到較多的關注與考量。

課程前，學生的調適行動力在五點量表中平均分數不及3分( $M = 2.99$ )，是氣候變遷調適素養中最低的面向，與徐慧婷(2015)國中生成調適素養檢測結果類似，主要是因為學生在面對氣候變遷調適議題上的蒐集分析能力、參與行動能力的經驗較為不足有關，在沒有課程或學生實際進行決策的經驗下，相關資料蒐集、分析比較、研判解決方法就呈現出較低的認同度。

另外在氣候變遷調適素養之中，只有調適態度面向中的敏感度、價值觀與責任感兩項構念在課程後並沒有顯著的提升，這類題目為：「若看到臺灣美麗的海岸線因為全球暖化而被淹沒，我會很難過」、「當看到沿海地區因暴潮而發生海水倒灌時，我會擔心他們的居住安全」、「我擔心人類會因為氣候變遷而沒有乾淨的水可使用」、「我擔心那些因海平面上升而造成國土被海水淹沒的國家，未來該怎麼辦」。面對這些題目，研究者在課程後隨機抽問了兩位學生，一位學生認為：「大概可以瞭解調適工作的內容啦，我選方案四(撤離)，如果真的搬到安全的地方，那這樣就比較不用再去擔心原本居民的安全或擔心會被淹沒」(20170306課後訪談)；另一位學生則回答說：「以前比較少想過這些問題，上完課以後可以比較體會居民的心情」(20170306課後訪談)。從以上回答可以發現有部分學生對海岸調適工程展現信心，以至於課程後心情表達、擔心受災的敏感程度下降，並反應在問卷作答上，以至於課程後無法達到顯著提升。

## 二、綜合討論

許多研究發現學生提出的決策判準通常並不完整，例如無範圍或條件的描述(陳柏宇等，2011)，為了能有效提升學生訂定判準並進行決策，本研究將決策能力分成五項步驟，也就是在訂定判準前先安排辨識兩難與區別差異，這些步驟是在幫助學生將任務聚焦在方案的資料蒐集與整理上，並從現有資料中設定判準，避免學生在不夠瞭解方案時，產生太發散、不切實際或不易取得資料的判準，影響決策活動。另外，本研究的學習單設計是利用引導填答的方式將判準拆解成「決策時須考量的項目」與「從考量項目中列出能進行衡量的判斷準則」，使學生明白正確判準應該能用來衡量方案之間的符合程度，而非只是一個與決策有關的項目，這也有助於學生更瞭解判準的意義。最後，參考Grace (2009)預習性活動的課程設計方式，設計前導活動讓學生先練習決策流程與策略，因此，本研究的SSI課程，有助於提升學生決策能力，尤其在「形成判準」、「運用策略進行權衡」與「做出決定並提出缺點」達到顯著的提升。

Leeming, Dwyer, Porter與Cobern (1993)在回顧環境知識、態度與行動的研究中發現環境知識的提升較容易達成，若環境態度與行動能融入議題調查與行動導向的教學，則比起傳統單向傳遞的教學更具備效果。依此脈絡下，本研究設計以海岸變遷為情境的決策議題，一方面引導學生在解決調適方案時能分析資料、訂定判準並運用策略進行權衡，另一方面，在課程中加入與調適有關的背景知識概念(回顧與反思活動)，將學生的決策活動與真實生活經驗作連結，提高決策價值。因此，本研究的SSI課程有助提升氣候變遷調適素養的整體能力，尤其從解決問題的行動

經驗中提升蒐集與分析、參與和行動能力的調適行動力。

### 三、研究限制與建議

本研究以桃園市某高中二年級社會組一個班級的學生進行教學，在該班教學之前，教學者曾利用同年段的其他兩個社會組班級進行前導試教，雖然這兩班的課程時數不足，無法進行完整前、後測，但根據教學者表示這些社會組學生的課程投入、反應互動與作答情況類似，除此之外的其他自然組學生或是不同年段的結果就不得而知，因此不同區域、程度、環境的學生結果即成為本研究的研究限制。建議未來研究對象可擴展至其他不同地區、不同背景的高中生，並比較結果之差異，建立更完整的資料，讓氣候變遷調適教育的研究資料能更加完善。

SSI課程總共進行四堂課的時間，在課程進行中教學者只扮演引導的角色，介入的程度較少，主要讓學生進行自主學習並完成學習單填答，不過因本研究的閱讀份量較多，學生閱讀、書寫速度不同，作答方式也不同，例如當回答四種方案的差異之處時，有些學生獨自一人從課程文本中找尋資料，有些學生則是利用同儕分工的方式完成，所以未來在設計學習單時可嘗試利用分組共同填答一份學習單的方式，除了可增加組員間的討論，也會縮短原本填答所花的時間。

另外，若希望學生在決策時能使用較高品質的策略(如：考量判準重要性，給予不同權重的加權計分)，研究者建議可在課程中加

入更多的引導，例如讓學生明白或比較這些策略(加權計分、簡單計分、檢核、刪去法等)的優缺點及限制，否則大部分學生雖然能提升評估的能力，但都只是從原本「策略不明或不知道該如何描述決策過程」進步成「能利用簡單的方式進行權衡與說明」，而較難達到「針對判準重要性給予權重計分並通盤考量找出最適當方案」的程度。

氣候變遷調適素養除了包含三種面向之外，「調適」所涉及的領域也分成災害、維生基礎設施、水資源、土地利用、海岸、能源供給與產業、農業生產及生物多樣性及健康共八種領域。本研究課程中的「海岸」調適只是其中一種，若未來想要提升各領域的氣候變遷調適能力，勢必要有更多主題與情境的結合。而本課程僅以海岸變遷的行動作為研究情境，是期望能先利用SSI與決策融入的創新方式設計不同於以往的調適課程，訓練學生相關能力並探究能力改變的原因、課程中的學習表現以作為未來課程修改之方向，最終能將課程推廣至校園，讓學生從課程活動中體會調適的重要性與急迫性，進而學習到該如何採取適當的決策行動，減少氣候變遷造成的損害。

### 誌謝

本文的完成與刊登要感謝科技部專題研究計畫(MOST 104-2511-S-003-044-MY4)的經費支持，也感謝兩位審查員對本文的審查與建議。

### 參考文獻

1. 王永誠(2011)。以E-STs教學模組進行全球暖化相關議題教學之行動研究——以花蓮縣長橋國小為例。未出版之碩士論文，國立東華大學自然資源與環境學系，花蓮市。

2. 行政院經濟建設委員會(2012)。國家氣候變遷調適政策綱領。臺北市：作者。
3. 吳佳蓉(2015)。探討在網路科學探究平台社會性科學議題決策活動中國中生決策能力的表現。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學科學教育研究所，臺北市。
4. 吳青穎(2014)。探討臺灣高等教育氣候變遷調適教育現況與需求。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學環境教育研究所，臺北市。
5. 吳靜宜(2014)。強調後設認知策略之科學教學對國小學生在社會性科學議題中做決定能力之影響。未出版之碩士論文，國立嘉義大學數理教育研究所，嘉義市。
6. 呂青樺(2012)。社會性科學議題教學對國小六年級學童做決定能力及採取環境行動能力之影響。未出版之碩士論文，國立新竹教育大學數理教育研究所，新竹市。
7. 呂廷鈺(2016)。探討社會性科學議題情境下不同探究教學法對學生決策能力之影響。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學科學教育研究所，臺北市。
8. 汪中和(2012)。氣候暖化帶來的危機與轉機。佳音廣播月刊，8，18-19。
9. 林采薇(2008)。國小社會性科學議題教學研究——地球暖化議題為例。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學科學應用與推廣學系，臺中市。
10. 林樹聲(2005)。通識教育中科學課程之環境議題單元設計與教學建議——以全球暖化議題為例。南華通識教育研究，2(2)，27-42。
11. 徐慧婷(2015)。新北市板橋區國中學生氣候變遷調適素養能力之研究。未出版之碩士論文，臺北市立大學歷史與地理學系，臺北市。
12. 陳柏宇、許瑛珺、吳慧珍、許瑋琇(2011)。GIS融入環境議題的拼圖式合作學習環境對高中生決策能力和水資源概念的影響。科學教育研究與發展季刊，62，33-74。
13. 教育部(2013)。氣候變遷調適素養問卷。查詢日期：2016年9月10日，檢自[http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Main/Knowledge\\_Climate\\_Scale.aspx](http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Main/Knowledge_Climate_Scale.aspx)
14. 教育部(2015)。氣候變遷調適素養指標。查詢日期：2016年9月10日，檢自[http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Get\\_File.aspx?mid=MC201607051308530000](http://disaster.moe.edu.tw/Safecampus/Get_File.aspx?mid=MC201607051308530000)
15. 教育部(2016)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市：作者。
16. 張育傑、高翠霞、徐榮崇、李育明(2014)。氣候變遷調適能力指標之初步建構——以地方基層公務人員為對象。發表於2014年海峽兩岸沿海地區資源、環境與永續發展學術研討會。天津市：天津大學。
17. 許晃雄、陳正達、盧孟明、陳永明、周佳、吳宜昭(2011)。臺灣氣候變遷科學報告。臺北市：行政院國家科學委員會。
18. 葉欣誠(2013)。看見氣候變遷的全貌：我們需要超越節能減碳的氣候變遷教育。研習論壇，151，1-15。
19. 劉宜青(2014)。加強國小學生發展與權衡判準之科學教學對其在社會性科學議題中做決定能力之影響。未出版之碩士論文，國立嘉義大學數理教育研究所，嘉義市。



20. 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。《科學教育學刊》，**15**(3)，335-356。
21. 蔡伊淑(2006)。爭議性科技議題教學對國小五年級學生科學態度影響之研究——以全球暖化為例。未出版之碩士論文，國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東縣。
22. 鍾采芳(2011)。我國民眾避免全球暖化衝擊之願付價值研究。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學環境教育研究所，臺北市。
23. 蘇衍丞、林樹聲(2012)。在社會性科學議題情境下應用鷹架教學提升國小六年級學生論證能力。《科學教育學刊》，**20**(4)，343-366。
24. Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191-1206.
25. American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
26. Barnes, D. L., & Miller, K. (1989). *The decision-making skillbook*. Portland, ME: J. Weston Walch.
27. 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), 352-378.
28. Chasek, P. (1997). A comparative analysis of multilateral environmental negotiations. *Group Decision and Negotiation*, 6(5), 437-461.
29. Dawson, V. (2015). Western australian high school students' understandings about the socioscientific issue of climate change. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1024-1043.
30. Edelson, D. C., Tarnoff, A., Schwille, K., Bruozas, M., & Switzer, A. (2006). Learning to make systematic decisions: Decision-making tasks place science in a meaningful societal context in a case-based environmental science course. *The Science Teacher*, 73(4), 40-45.
31. Eggert, S., & Bögeholz, S. (2010). Students' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues: An application of the rasch partial credit model. *Science Education*, 94(2), 230-258.
32. Grace, M. (2009). Developing high quality decision-making discussions about biological conservation in a normal classroom setting. *International Journal of Science Education*, 31(4), 551-570.
33. 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.
34. Hogan, K. (2002). Small groups' ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4), 341-368.

35. Hsu, Y.-S., & Wu, H.-K. (2015). Development and evaluation of technology-infused learning environments in Taiwan. In M.-H. Chiu (Ed.), *Science education research and practices in Taiwan: Challenges and opportunities* (pp. 211-232). Singapore: Springer.
36. Kolkman, M. J., Kok, M., & van der Veen, A. (2005). Mental model mapping as a new tool to analyses the use of information in decision-making in integrated water management. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30(4-5), 371-332.
37. Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80(6), 673-689.
38. Lee, Y. C., & Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socioscientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807.
39. Leeming, F. C., Dwyer, W. O., Porter, B. E., & Cobern, M. K. (1993). Outcome research in environmental education: A critical review. *The Journal of Environmental Education*, 24(4), 8-21.
40. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2001). *Education at a glance 2011*. Paris, France: Author.
41. Papadouris, N. (2012). Optimization as a reasoning strategy for dealing with socioscientific decision-making situations. *Science Education*, 96(4), 600-630.
42. Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
43. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
44. Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138.
45. Siribunnam, S., Nuangchalem, P., & Jansawang, N. (2014). Socio-scientific decision making in the science classroom. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 5(4), 1777-1782.
46. Svenson, O. (1996). Decision making and the search for fundamental psychological regularities: What can be learned from a process perspective? *Organizational Behaviour and Human Decision Processes*, 65(3), 252-267.
47. 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.
48. Zhang, X., Anderson, R. C., Morris, J., Miller, B., Nguyen-Jahiel, K. T., Lin, T.-J., et al. (2015). Improving children's competence as decision makers contrasting effects of collaborative interaction and direct instruction. *American Educational Research Journal*, 53(1), 1-30.

## 附錄

### 附錄一：氣候變遷調適素養能力指標(擷取自防減災及氣候變遷調適教育資訊網)

氣候變遷調適素養能力指標(高中生)		
調適認知	背景知識、生活關係與議題、行動策略	1-3-1 知道氣候變遷影響下環境的脆弱度 1-3-2 敘述氣候變遷下所造成的自然災害與生態改變 1-3-3 評論氣候變遷對人類生活的衝擊與調適方法 1-3-4 知道氣候變遷的可能成因及衝擊，並嘗試提出因應的方法
調適態度	覺知、敏感度、價值觀與責任感	2-3-1 反應氣候變遷對人與環境間相互的關係與影響 2-3-2 表達對氣候變遷衝擊的感受與心情 2-3-3 表現對氣候變遷造成災害地區人民的關懷 2-3-4 建議環境友善的生活與正確的消費觀念
調適行動力	蒐集與分析、參與和行動能力	3-3-1 運用科技蒐集資訊，並從中探討、瞭解氣候變遷之相關議題 3-3-2 比較不同區域性氣候變遷問題的原因與研判可能的解決方式 3-3-3 規劃、執行個人在日常生活中對氣候變遷調適之友善行動

註：上表編號中第一數字代表課程目標序號，1認知，2態度，3行動力；第二數字代表學習階段序號，1小學高年級，2國中，3高中，4大專，5教師；第三數字代表流水號。

## 附錄二：氣候變遷調適素養與相關能力指標對應檢核表

		對應項目檢核							
氣候變遷調適素養—高中核心能力		十二年國民教育 高中自然科課程綱要			環境教育高中能力指標				
		必修 課程	加深加廣 選修課程	總綱核心 素養—社 會參與	環境覺知 與敏感度	環境 概念 知識	環境價 值觀與 態度	環境 行動 技能	環境 行動 經驗
調適 認知	1-3-1 知道氣候變遷影響下環境的脆弱度		●			●			
	1-3-2 敘述氣候變遷下所造成的自然災害與生態改變	●	●		●				
	1-3-3 評論氣候變遷對人類生活的衝擊與調適方法	●	●						
	1-3-4 知道氣候變遷的可能成因及衝擊，並嘗試提出因應的方法	●	●			●			
調適 態度	2-3-1 反應氣候變遷對人與環境間相互的關係與影響	●				●	●		
	2-3-2 表達對氣候變遷衝擊的感受與心情		●						●
	2-3-3 表現對氣候變遷造成災害地區人民的關懷			●			●		
	2-3-4 建議環境友善的生活與正確的消費觀念						●		
調適 行動力	3-3-1 運用科技蒐集資訊，並從中探討、瞭解氣候變遷之相關議題		●						●
	3-3-2 比較不同區域性氣候變遷問題的原因與研判可能的解決方式		●			●			●
	3-3-3 規劃、執行個人在日常生活中對氣候變遷調適之友善行動	●					●	●	●

## 附錄三：研究問題與資料分析表

研究問題	分析項目	資料來源	分析方法
一、學生在SSI課程前、後的決策能力改變情形為何？	分析學生在前、後測中整體與各項決策子能力的分數差異與作答情形	前、後測決策能力試題	魏氏考驗內容分析
二、學生在SSI課程中的作答表現情形為何？	分析學生在學習單中各項決策子能力的作答表現情形	課程學習單	描述性統計內容分析
三、學生在SSI課程前、後的氣候變遷調適素養改變情形為何？	分析學生在前、後測中調適認知、調適態度、調適行動力的分數差異與各項子能力表現情形	前、後測氣候變遷調適素養問卷	魏氏考驗內容分析

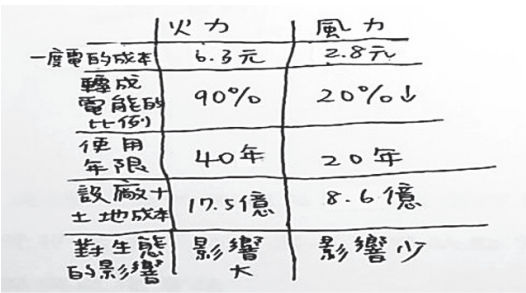
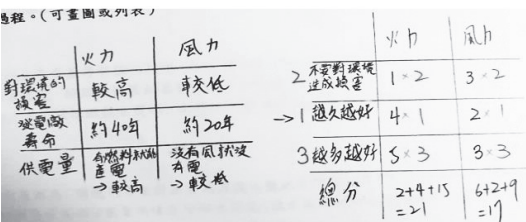


## 附錄四

## (一)「情境式決策能力試題」作答評分規準

項目	評分規準
辨識兩難問題	指出三項或以上面臨兩難的抉擇之處3分；指出兩項抉擇2分；指出一項抉擇1分；未指出兩難抉擇或無關的說明0分。
區別差異	區別出選項之間五項或以上的差異之處3分；區別四項差異2分；區別三項差異1分；區別兩項或以下差異0分。
形成判準	列出四項或以上具有證據導向的考量項目與判斷標準3分；列出三項或兩項得2分；列出一項得1分；未針對考量項目形成判斷標準0分。
運用策略進行權衡	賦予判準各自的權重，再針對給定的選項進行分析3分；根據方案列出最少兩項具有證據導向的判斷資料，並且能說明或呈現權衡過程2分；未說明或呈現權衡過程1分；無法根據方案列出判斷資料、列出的資料不足兩項，且未說明或呈現出權衡的過程0分。
做出決定並提出缺點	做出決定並提出三項或以上的缺點3分；提出兩項缺點2分；提出一項缺點1分；未做出適當決定；或做出決定但沒有提出缺點0分。

## (二)「情境式決策能力試題」學生作答範例

學生編號與評分說明	學生實際回答範例
<p>學生編號：【B39】評分說明：列出成本、生態、壽命、環境四項兩難處。因此辨識兩難問題得分為3分。</p> <p>學生編號：【B13】評分說明：總共列出成本、轉換電能比例、使用年限、土地成本、生態影響共五項差異。因此區別差異問題得分為3分。</p>	<p>資金、生態、發電廠壽命、氣候條件</p>  <p>環境影響低、壽命久、成本低、是再生能源、產生1度電費用低</p> 
<p>學生編號：【B20】評分說明：列出五種正確判準。因此形成判準得分為3分。</p> <p>學生編號：【B18】評分說明：將判準中的供電量設為3分權重，對環境危害設為2分權重，發電廠壽命設為1分權重，再計算出權重總分。因此運用策略進行權衡得分為3分。</p>	

## (二)「情境式決策能力試題」學生作答範例(續)

學生編號與評分說明	學生實際回答範例								
學生編號：【B22】評分說明：提出三項關於方案的正確缺點。因此做出決定並提出缺點得分為3分。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>缺點</th><th>改進方法</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>壽命不穩</td><td>把老舊,已腐蝕的風車改建成觀光景點</td></tr> <tr> <td>沒有風的話</td><td>搭西日本太陽能,若無風→太陽能;若有風→風力</td></tr> <tr> <td>不穩定</td><td>平時多儲存能量</td></tr> </tbody> </table>	缺點	改進方法	壽命不穩	把老舊,已腐蝕的風車改建成觀光景點	沒有風的話	搭西日本太陽能,若無風→太陽能;若有風→風力	不穩定	平時多儲存能量
缺點	改進方法								
壽命不穩	把老舊,已腐蝕的風車改建成觀光景點								
沒有風的話	搭西日本太陽能,若無風→太陽能;若有風→風力								
不穩定	平時多儲存能量								

註：B為後測，數字為學生座號。

## (三)「海岸變遷課程學習單」作答評分規準

項目	評分規準
辨識兩難問題	指出四項或以上面臨兩難的抉擇之處3分；指出三項抉擇2分；指出兩項或一項抉擇1分；未指出兩難抉擇或無關的說明0分。
區別差異	區別選項之間七項或以上的差異之處3分；區別六項差異2分；區別五項或以下1分；無法區別選項之間的差異0分。
形成判準	列出五種具有證據導向的考量項目與判斷標準3分；列出四種判斷標準2分；列出三種或以下判斷標準1分；未針對考量項目形成判斷標準0分。
運用策略進行權衡	賦予判準各自的權重，使用加權計分方式進行權衡3分；使用簡單計分或檢核方式2分；利用刪去法得出最終方案1分；未說明或呈現出權衡的過程0分。
做出決定並提出缺點	做出決定並提出三項的缺點3分；提出兩項缺點2分；提出一項缺點1分；未做出適當決定或沒有提出缺點0分。

## (四)「海岸變遷課程學習單」學生作答範例

學生編號與評分說明	學生實際回答範例																																								
<p>學生編號：【N02】評分說明：列出安全兩難、生態兩難、社會經濟兩難、經費成本兩難共四項。因此辨識兩難問題得分為3分。</p> <p>學生編號：【N05】評分說明：列出壽命與維護、社會與經濟、生態保育、景觀與環境、政治民意、防禦安全性共六項差異之處。因此區別差異得分為3分。</p>	<p>居民希望興建堤防防止海水倒灌保障居民安全，但是興建堤防可能導致生態改變及衝擊當地觀光業，經費也可能不足。</p>																																								
	<table><tr><th>(範例)</th><th>【方案一】建設海堤+涵洞</th><th>【方案二】人工養灘</th><th>【方案三】建設離岸堤</th><th>【方案四】無工程進行</th></tr><tr><th>工程分類(可不寫)</th><th>硬性防護工程</th><th>柔性海岸工法</th><th>硬性防護工程</th><th>無工程進行</th></tr><tr><td>H 壽命</td><td>20年</td><td>5年</td><td>8年</td><td>100年</td></tr><tr><td>觀光</td><td>減少15%</td><td>增加 2%</td><td>對觀光上活動無甚影響</td><td>不影響</td></tr><tr><td>生態</td><td>消失 61%</td><td>破壞性最低</td><td>不利海龜類上岸</td><td>保育最佳</td></tr><tr><td>景觀</td><td>破壞地影響</td><td>不影響</td><td>影響最小</td><td>不影響</td></tr><tr><td>居民支持度</td><td>91%</td><td>60%</td><td>61%</td><td>29%</td></tr><tr><td>海小徑建設</td><td>能架設</td><td>定期補砂維持</td><td>能架設</td><td>不用架設</td></tr></table>	(範例)	【方案一】建設海堤+涵洞	【方案二】人工養灘	【方案三】建設離岸堤	【方案四】無工程進行	工程分類(可不寫)	硬性防護工程	柔性海岸工法	硬性防護工程	無工程進行	H 壽命	20年	5年	8年	100年	觀光	減少15%	增加 2%	對觀光上活動無甚影響	不影響	生態	消失 61%	破壞性最低	不利海龜類上岸	保育最佳	景觀	破壞地影響	不影響	影響最小	不影響	居民支持度	91%	60%	61%	29%	海小徑建設	能架設	定期補砂維持	能架設	不用架設
(範例)	【方案一】建設海堤+涵洞	【方案二】人工養灘	【方案三】建設離岸堤	【方案四】無工程進行																																					
工程分類(可不寫)	硬性防護工程	柔性海岸工法	硬性防護工程	無工程進行																																					
H 壽命	20年	5年	8年	100年																																					
觀光	減少15%	增加 2%	對觀光上活動無甚影響	不影響																																					
生態	消失 61%	破壞性最低	不利海龜類上岸	保育最佳																																					
景觀	破壞地影響	不影響	影響最小	不影響																																					
居民支持度	91%	60%	61%	29%																																					
海小徑建設	能架設	定期補砂維持	能架設	不用架設																																					
<p>學生編號：【N30】評分說明：1.社會與經濟、2.防禦安全性、3.成本費用、4.政治民意、5.壽命與維護。共五種判準。因此形成判準得分為3分。</p>	<p>1.影響居民生計越少越好、2.安全性越高越好、3.維修費越低越好、4.支持度越高越好、5.維修的時間間隔越高越好。</p>																																								

(四)「海岸變遷課程學習單」學生作答範例(續)

學生編號與評分說明		學生實際回答範例				
學生編號：	【N11】	評分說明：利用簡單計分法進行評分，並計算總分。因此運用策略進行權衡得分為2分。				
學生編號：	【N38】	<p>評分說明：列出選擇方案後，海岸變陡、海平面上升、方案需定期維護等三項缺點。因此做出決定並提出缺點得分為3分。</p> <p>海岸變陡→搭建支架固定沙岸坡度；海平面上升→建造堤防；需定期維護→調整經費</p>				

註：N為課程代號，數字為學生座號。

附錄五：課程學習單「運用策略進行權衡」之學生作答例子

Level 3. (3分)		評分說明	
評分標準	賦予判準各自的權重，使用加權計分方式進行權衡。		
例子	【N38】	<p>將判準中的防災設為5分權重，環境設為4分權重，壽命設為3分權重，金額設為2分權重，居民影響度設為1分權重，再計算權重總分。</p>	
評分標準	Level 2. (2分)	根據判準與選項的關係，使用簡單計分或檢核方式進行權衡。	

## 附錄五：課程學習單「運用策略進行權衡」之學生作答例子(續)

評分標準	Level 3. (3分) 賦予判準各自的權重，使用加權計分方式進行權衡。	評分說明
------	--	------

例子

【N11】

	甲	乙	丙	丁
較佳之建設費用	4	3	5	2
破壞較少之環境影響	2	4	3	5
能維持較久之壽命	5	2	3	4
較高之支持度	3	4	5	2
總分	14	13	16	13

利用簡單計分法進行評分，並計算總分。

評分標準

Level 1. (1分)

根據判準將選項刪去，利用刪去法得出最終方案。

例子

【N06】

第1考量：防災功能 $\Rightarrow$ 方案二 (X)
2 : 居民支持度 $\Rightarrow$ 方案四 (X)
3 : 居民生計影響 $\Rightarrow$ 方案一 (X)
∴ 方案三。

先考量防災功能，刪去方案二；再考量居民支持度，刪去方案四，最後考量生計影響，刪去方案一，而得出方案三。

註：學生作答例子編碼說明，例如：N38 = 學生座號38。



# A Teaching Research on Improvements of Eleventh Graders' Decision-Making Abilities and Climate Change Adaptability Literacy

Sheng-Pang Lin and Ying-Shao Hsu\*

Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

## Abstract

This study aims to explore students' improvements in decision-making abilities (i.e., identifying controversies and differentiation, generating criteria, using strategies to compare pros and cons, making and evaluating decisions), and climate change adaptability literacy (i.e., cognition, attitude and action) after socio-scientific issues instruction. The one-group pretest-posttest design was adopted with a technique of convenient sampling (37 sophomore students from a senior high school in Taoyuan City) in the study. The data including the pre- and post- tests of decision-making ability, questionnaire of climate change adaptability literacy and worksheets were collected and analyzed with nonparametric statistics. The results showed that the students' overall decision-making ability was improved significantly after socio-scientific issues instruction; the students' overall climate change adaptability literacy was improved significantly after socio-scientific issues instruction; most of the students intended to make their decisions from the "ecological protection" view.

**Key words:** Decision-Making, Socio-Scientific Issues, Climate Change Adaptability Literacy

---

\* Corresponding author: Ying-Shao Hsu, yshsu@ntnu.edu.tw