

在自然場景遇見社會性科學議題

在自然場景遇見社會性科學議題：生態環境場景傳達的另一種科學意象

葉蓉樺 國立自然科學博物館

Jung-Hua Yeh, National Museum of Natural Science

葉蓉樺 博士

國立自然科學博物館科學教育組助理研究員

04-23226940#245

jung@mail.nmns.edu.tw

台中市 40453 北區館前路 1 號科學教育組

在自然場景遇見社會性科學議題：生態環境場景傳達的 另一種科學意象

本研究旨在檢視以能源議題進行科學博物館內的自然場景的探索引導，參與者從這個過程獲得怎樣的科學意象。科學博物館的自然場景展示區以呈現各種生態環境的特徵和環境中獨特的物種而設計，相關的教育活動發展，一直是以協助學習者觀察物種特徵及環境適應、認識多樣性的生態環境為目標。本研究用能源議題進行引導觀眾對展品進行探索學習，探討觀眾是否接受這種引導架構，以及觀眾在這種引導架構詮釋下覺察到的科學意象。研究採質化取向，由文獻研究釐出探究教學鷹架應有的特質，設計探索引導鷹架；以焦點團體座談蒐集資料。研究對象為 2016 年參加展場探索研習的 18 歲以上參與者。研究資料顯示，參與者認為能源議題是很好的架構引導他們進行生態知識應用在社會相關問題思辨，在活動中是個參與者而不只是接受者。最後根據研究結果，提出自然場景探究教學鷹架對成人進行科學探索引導模組建議。

關鍵字：自然場景、科學博物館、探究教學鷹架、替代能源設施

壹、 背景與動機

科學類博物館是重要的科學學習場所與資源，這類非制式教育機構有助於引發學生對科學學習的興趣(McCallie, Bell, Lohwater, Falk, Lehr, Lewenstein, Needham, & Wiehe, 2009; National Research Council, 2009)。許多研究都在探討非制式情境科學學習發生的條件、成效、參觀活動設計(Anderson, Lucas, Ginns, & Dierking, 2000; Lucas, 2000; Anderson, Lucas, & Ginns, 2003; Henriksen & Jord, 2001; Falk & Adelman, 2003; Brooke & Solomon, 2001; Rix & McSorley, 1999; Davidson, Passmore, & Anderson, 2010; Bamberger & Tal, 2007)，研究都認為科學展示館這類非制式情境中，具有社會互動、學習者自己能決定學習的主題的特徵，參觀過程中的任務結構對學習行為有重要的影響。自 1990 至 2010 年期間，歐洲新舊科學中心、科學博物館或自然史博物館，都增設關於氣候變遷的展示，以回應這個眾所關注的議題(葉蓉樺，2014a)。回顧台灣以科學博物館或科學中心進行科學學習的研究，發現研究多專注在從學校教學的觀點探討參觀前後學生對科學概念的取得、科學博物館參觀對公民科學態度或素養的影響，較少研究自科學博物館的角度，探討基於展示場景進行教育規劃時如何回應社會關注議題(Kim & Yeh, 2016)。

本研究主要目的為發展基於展示場景回應社會關注議題的教育活動，並探討有興趣進行科普工作者對此種活動型態的看法或接受度。首先參考博物館學習、科學教育相關文獻，提出以場景探究型態回應社會議題的活動架構。接著再以網路科學普及閱讀平台辦理的科學青年營參加者 27 位為對象，試進行活動架構，以現場觀察筆記(field note)及團體訪談進行分析。

研究問題如下：

1. 如何以自然史場景進行回應社會關注議題的教育活動規劃？
2. 有意於科普工作者對於使用「替代能源類型與環境的適配」作為引導自然史場景觀覽的核心任務有甚麼樣的評論？
3. 活動參與者對於這個活動架構有甚麼建議？

貳、 文獻探討

進行教學活動設計之前，就科學博物館學習研究、探究學習及能源議題三個方面進行文獻探討。

一、 科學博物館學習研究

博物館科學學習相關的研究，在 2000 年之後開始頻繁地出現在科學教育研究的學刊。相關的研究大致上可分為四類：在科學場館這類非制式情境科學學習理論探討、參觀科學博物館對科學學習的成效探討、博物館教育活動任務結構的探討，以及教育活動規劃與執行的檢討。

(一) 非制式情境科學學習理論探討

在博物館學習的領域中，對於怎樣定義學習有頗多論述(Afonso & Gilbert, 2007; Anderson, Lucas, & Ginns, 2003; Botelho & Morais, 2006; Diamond, 1999; Hofstein & Rosenfeld, 1996)。最初常見為了進行研究，有些研究以停留在展示品、操作展示品的時間長短來定義學習的程度(Afonso & Gilbert, 2007; Humphrey, Gutwill, & Team, 2005)，有些以觀眾對展示的記憶維持時間(Afonso & Gilbert, 2006; Medved & Oatley, 2000)來定義學習的深度，無論在何種對學習的定義進行的研究，都指出博物館學習具有：出於個人自願性而發生、沒有特定的序列或課程、沒有特定的型態。博物館教育者該怎麼在無法控制學習發生的型態、行動序列或課程下進行教育規劃並且進行評量與反思？Russell (1994)及 Hein (1995)分別從建構論觀點提出博物館學習理論，博物館學習是觀眾透過展示與館員進行思惟互動來建構對科學概念的認識與瞭解之結果。承接社會建構論點的研究，將學習視為個人內在的經驗連結或對經驗的精緻化反思，並認為博物館中的學習呈現在學習者間的互動，引入 Vygotsky (1978)從社會文化互動建立學習的論點，博物館情境的學習是展示(表徵)、認同、對話及學習環境(含社會氛圍)等多個向度共同作用的集成，因此主張只有從觀眾在展示中的對話，才能知學習的成果、釐清學習者知識建構的過和前述幾個向度在此過程中的作用，主張只有從觀眾在觀看展示過程中的對話，才能提供學習的成果、釐清學習者知識建構的過程(Leinhardt, Crowley, & Knutson, 2002; Leinhardt, & Karen, 2004)。

Falk 與 Dierking (2000, pp.188-195)提出的博物館學習「脈絡模式(context model)」，將學習的脈絡從三種不同情境的脈絡互動來表徵，分別是社會文化脈絡(social culture context)、個人脈絡(personal context)及物質脈絡(physic context)。在社會文化脈絡的向度上，提出博物館教育者在博物館教學活動中，應以促進者(facilitator)角色自居，使博物館學習活動的社會文化脈絡得以支持學生及其同儕發展出學習取向的互動。Stockmayer 與 Gilbert (2002)提出的「個人科學與科技覺察模式(Personal Aware of Science and Technology, PAST)」，呈現個人脈絡(過去對科技覺察的經驗)與物質脈絡(展品的操作和表徵)的互動，從個人脈絡的向度將博物館中的科學或科技學習定義為個人形成科學與科技覺察的過程；覺察，結合個人情感、學習成就、社會認同運作形成的價值觀，即個人關於科技的經驗或想法。

(二) 參觀科學博物館對科學學習的成效探討

學校團體參觀一直被視為培養學生利用博物館學習的重要途徑。參觀非制式科學學習機構到底有沒有獲得學習，Tunncliffe, Lucas 與 Osborne (1997)的研究提出在學科知識以外，動機、興趣和態度提高的收穫。研究學校團體參觀博物館的成效，典型的研究設計是記錄學生在參觀前、參觀時和參觀後科學概念差異或對科學的態度轉變(Lucas, 2000)，以及蒐集學生參觀前後對相關科學知識結構的改變(Anderson, Lucas, Ginns, & Dierking, 2000; Anderson, Lucas, & Ginns, 2003; Henriksen & Jord, 2001)。近來對學習成效的探討，除了對科學概念的獲取之外，也將推理、論辯使用的形式納入學習成效探討的範圍，Tenenbaum, To, Wormald 與 Pegram (2015)的研究顯示，自然史博物館的演化展示後，學生在回應關於達爾文演化的問題時，使用對達爾文演化較有理解的推理方式比未參觀者多，達到統計考驗的顯著水準。

Falk 與 Adelman (2003)的研究發現，先備知識屬於中、低兩個等級者，且參觀興趣位在中、高等級者，參觀後的知識及興趣滿足感提高達統計上的顯著水準；但由晤談及問卷中也發現，到非制式教育機構參觀，並不是社會文化期望中接受專業訓練的場所，先備知識屬於高等級的觀眾，不容易從參觀這類非制式教育機構獲得知識及興趣的滿足。Falk 等人(2016)對成人進行的跨國研究調查，顯示各國都有參觀科學中心、科學博物館頻度與成人科學素養間相關的趨勢。

(三) 博物館教育活動任務結構探討

在博物館做些甚麼能幫助學生獲取科學概念？先前關於非制式科學學習機構學習特徵的研究，指出在科學博物館參觀的學習具有由觀眾決定主題、無特定次序的特徵，但有些研究顯示，在以操作展品為主要展品的科學中心，藉由指定任務、產生同儕互動機會進行參觀的學生比個人獨自進行探索的學生，對參觀經驗感到較滿意、有較多科學概念的收穫(Brooke and Solomon, 2001; Rix and McSorley, 1999; Davidson, Passmore, & Anderson, 2010)；Bamberger 與 Tal (2007)的研究以活動單給予學生參觀任務、學生在任務中有較多選擇的自由度時，學生對參觀經驗感覺較為正向。綜合前述研究的結果，在博物館參觀經驗中，學生感知有無知識收穫的重要因素：參觀任務的架構、同儕互動的機會、教師的參觀前後教學設計。

能夠協助學生透過參觀科學博物館學習科學概念、引發深度學習的展示觀覽，必須透過架構過的學習活動引導(McClain, & Zimmerman, 2016)、將學科資訊轉變為有吸引力和可了解的視

覺設計(Han, Phillips, Evans, Block, Diamond, & Shen, 2016)，或是有意圖的展示互動設計和參觀後學習設計(Tenenbaum, To, Wormald, & Pegram, 2015)。對於參觀任務的架構，Yoon, Elinich, Wang, Van Schooneveld, & Anderson (2013)以 6 種參觀的設計鷹架組合(完全自由參觀、開放式問題的學習單、開放式學習單加上展品的感應式投影問答引導操作展品、開放式問題的學習單加上展品概念說明的面板、概念引導的學習單、須依指定步驟探索才能完成的具有概念引導之學習單)探討 7-9 年級學生對展品的學習，研究顯示深度的科學認知(例如形成理論)只發生在最高度鷹架設計的條件下，但此時學生對非制式情境的科學學習參與行為最低；低度鷹架的設計有助學生表現出對展品的探索，但獲得的探索技能練習高於科學概念；研究中也顯示採用高度鷹架設計的學習單學習組學生，認為對這項展品進行其他問題探索的機會受阻礙。

(四) 教育活動的規劃與執行檢討

在探討非制式科學學習機構提供的學習經驗時，博物館教育者(例如解說員、解說志工)的角色也開始受到重視，Tran (2007)觀察教育者的教學進行方式，認為博物館教育者比學校教師重視學生的情緒，且習慣用豐富的模型、標本輔助說明，也比學校教師頻繁地調整操作次序和時間以符合學生的興趣。Davidson, Passmore 與 Anderson (2010)的研究以 2 個到動物園進行參觀的班級為研究對象，經由晤談及問卷調查，探討學生對於參觀的目標、期望及參觀結果的覺察，結果顯示學生們感知到同儕互動、教師進行的相關教學實務、教學論題排程和後續學習經驗，對參觀經驗有影響，卻沒有覺察到動物園教育者進行的實務與論題對參觀的影響。

Davidson 等人的研究回應了前段，以社會心理學向度探討科學學習同儕影響的研究結果，顯示營造同儕互動的機會、引導同儕互動的品質，對於引發學習有重要的影響。雖然研究中多數的學校團體都與博物館擔任解說工作者有面對面的互動，但解說者在參觀經驗中的影響較少被提及。對於怎樣讓觀眾感受到博物館工作者在參觀時的教育功能，有些研究從學校和博物館合作的模式進行探討(Kisiel, 2005, 2006, 2010, 2014)，有些則從博物館教育者怎樣進行專業成長著手(Ash, Lombana., & Alcala, 2012; Cox-petersen, Marsh, Kisiel, & Melber, 2003; Kisiel, 2006; Zhai, & Dillon, 2014; Yeh, 2017; Allen, & Crowley, 2014)。

一些對自然史博物館解說導覽進行分析的研究顯示，自然史博物館的教育活動目標偏重在學科知識傳遞，習慣於使用專家口吻的單向講述方式傳遞學科概念(Cox-petersen, Marsh, Kisiel, & Melber, 2003; Kisiel, 2006; Zhai, & Dillon, 2014)。Yeh (2017)以兩位具有不同個人科學知識觀的博物館教育者如何使用同一組標本進行團體教學活動設計，發現個人科學知識觀對教學目標、物件在學習活動中的功能、解說者和學習者的角色認同內容產生影響。個人具備的科學知識觀是個人認同和科學認同的一部分，很難在短期內改變，在一些以博物館解說員為對象

的研究也發現，透過重複地實踐及對實務的有效反思，可以影響解說者對自己的角色認同 (Ash, Lombana, & Alcalá, 2012)，對於探究式學習的認同、也會挑戰某些原先認定不可改變的教學，特別是進行涉及科學概念的社會爭議教學活動(Allen, & Crowley, 2014)。

二、科學博物館中進行的探究學習

探究教學源自美國生物科學機構(American Institute of Biological Sciences, AIBS)接受美國國家科學委員會(National Science Foundation, NSF)補助進行的科學課程研究：生物科學課程研究(Biological Sciences Curriculum Study, BSCS)。Bybee, Taylor, Van Scotter, Powell, Westbrook 與 Landes (2008)對探究教學模式的起源及效能回顧中介紹 5E 教學模式為 BSCS 在 1980 年代開始使用一種新的教學模式，並配合新課程、教材和教師專業發展，包含五種成分：參與(engagement)、探索(exploration)、解說(explanation)、闡明(elaboration)及評量(evaluation)。Bybee 等人對探究教學模式的發展文獻回顧中，認為這個模式整合了科學探究能力、一般推理技巧，能提高對科學的興趣和態度，同時精熟科目內容。5E 教學模式當中的探索、闡明，較常被解讀成觀察或蒐集量測的資料與判讀數據的意義，而評量常被認為有考驗學習認知的意義，在博物館展場的參觀活動設計很少聯想到使用這個教學模式。

Erduran 與 Dagher (2014)對探究學習的 5E 教學模式進行反思，認為探究除了由傳統導向的科學過程技能實務(例如分類、觀察、實驗)，還應該加入新的取向，像是知識論觀點、社會運作的型態，而且這些沒有層次的社會向度跟傳統的科學過程技能演練間沒有線性次序的先後，在教學實務中可以像是苯環分子構造上的鍵結電子般往復、跳躍在幾個元素間，提出苯環啟發的科學實務模式(“Benzene Ring” Heuristic of scientific practices,圖 1)。六個實務向度包括：真實世界，指探究的現象或問題在生活中的對應；活動，透過同儕互動進行問題發現、資料蒐集、理念闡明等等；預測，學生自活動取得或蒐集到的資料，提出對現象演變趨勢的預測；說明，預測的準確或失誤可能的原因；模式，進行預測或資料行程假說或判讀的模式。

在科學博物館的展示現場，過去進行的研究針對操作行的展示，將「探索」界定為操作、觀察(操作造成的現象)、形成想法或連結先前經驗(Stocklmayer, & Gilbert, 2002; Yoon, Elinich, Wang, Van Schooneveld, & Anderson, 2013)。Achiam, Simony 與 Lindow (2016)則以學生觀看古生物研究者示範用標本進行的探索過程(用化石標本對高中學生介紹解剖學上的型態比較、物種演變推測)後，學生自行觀看展示區內的化石標本時，出現類似學者說明時的型態觀察、比較和推測作為「探究」的定義。也有些研究以教師和學生在觀看特定展品時的對話，探討展品是否具備引發深度概念獲得的線索(例如 Piqueras, Wickman, & Hamza, 2012)，沒有特別對展品探究做精緻的定義，僅建議應該對如何建立引發學生對展品「探究」的引導做進一步研究。

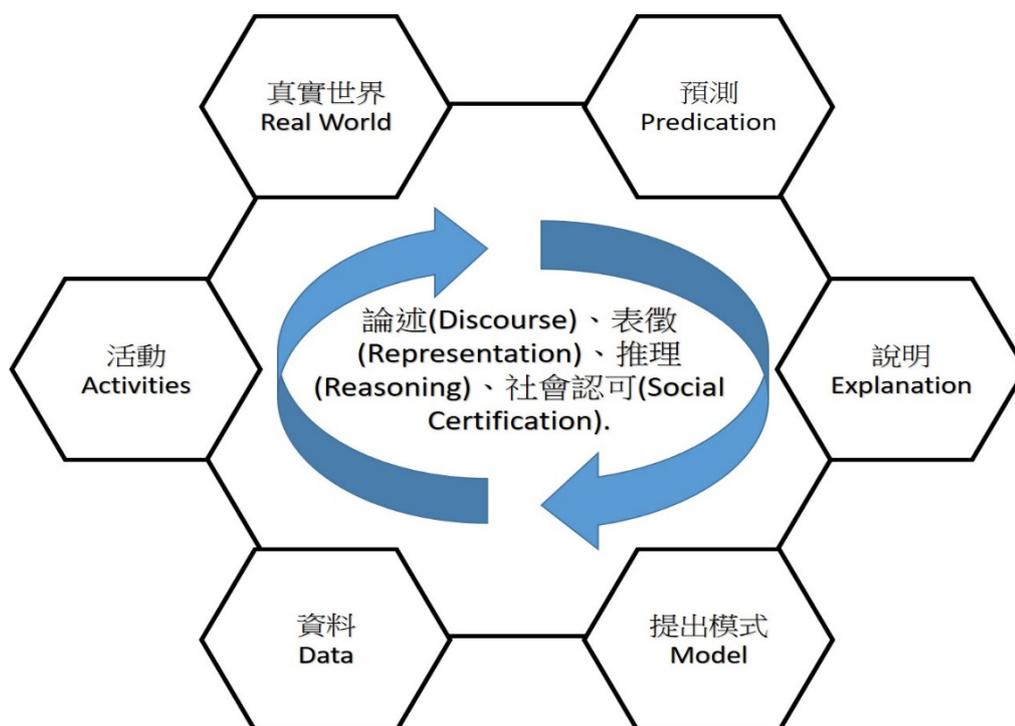


圖 1.「苯環」啟發的科學實務，引自 Erduran 與 Dagher (2014) p.82.

藉由 Erduran 與 Dagher (2014)的苯環啟發科學實務模式，尋求一個與展示主題具關連的真實世界現象或問題(科學相關社會議題)，讓學生分組觀察展品的活動(具社會認可和推理功能)，提出小組的說明或預測，以及反思進行判斷的模式，是一個能夠在自然史展場進行的具備探究性質之教學活動。

三、 能源議題

在 1970 年代有些科學家由地球科學長期觀測的研究數據，注意到工業革命後人類文明促成大尺度溫室效應，推測全球暖化將對氣候造成影響(Schneider, 1989)。在幾個科學課程研發中心，例如美國科學教師協會 (National Science Teachers Association，簡稱 NSTA)、生物科學課程研究中心(Biological Science Curriculum Study，簡稱 BSCS)、美國科學促進會(American Association for the Advancement for Science，簡稱 AAAS)編制的能源教育教材裡，歷經美國兩次能源危機的影響，主要的教材都包括替代能源、綠建築、節能科技發展(National Science Teacher Association, 2006)。

觀察西元 2000 年至 2010 年間，歐洲較大型的科學中心及博物館都推出了介紹淡水資源與生態系、水的力量(海嘯、波浪)、海洋與氣象系統的關係、極地研究的特展或常設展示。這

些展示都寓有隨著氣候變遷，環境、資源和生態系都在變動之中的意義。雖然這些展示並沒有明指化石燃料的使用造成全球氣候變遷，但都對於人類活動範圍在全球各種極限環境的擴展造成環境變化作了些介紹。像是為了取得礦物資源的開發、為了取得糧食的農場開發、為了取得居住空間的土地開發及各種人為建物(橋樑、水壩、都市和道路等)(葉蓉樺，2014a)。藉由課外科學社團讓學生探討所在的城市是否需要建一個新的發電廠(Rose, & Barton, 2012)，或是透過社區籌辦綠能嘉年華讓參與的青少年擔任解說員並籌備解說內容(Birmingham, & Barton, 2014)，以非制式情境的氛圍讓青少年對真實世界的問題進行解決之道的探討，應用個人的科學知識和尋求知識的技能與公眾論辯結合，與他人進行價值判斷的溝通，這樣的活動都需要民間社團和青少年 3 個月到 6 個月的參與。

根據科技部科教發展與國際合作司(2015)對第一期能源國家型科技人才培育計畫成果的介紹，台灣的能源教育在 2009 年的「行政院永續能源政策綱領」促成了跨部會署合作的「能源國家型科技計畫」其中能國家型人才培育主要任務包括：提升全國國民節能減碳素養、自學校與社會教育體系中深化教育、加強專業人才國際交流機會、建立節能減碳相關技術規範並輔導產業與機關學校推動節能減碳。從國家型科技人才配育計畫的第一期計畫成果介紹，顯示許多教材、展示和推廣活動，都集中在替代能源科技介紹、節能科技及節能建築的原理。但是每一種替代能源都需要廣大的設置面積，以及適配的自然環境，設置替代能源設施仍然會對生態環境造成衝擊。科學博物館除了設置短期特展介紹替代能源的原理和設施之外，如果能讓自然史場景轉變為營造能源使用思考和判斷的情境，在 2 小時以內的教育活動裡引發參與者對能源議題的思辨，能夠引發參觀後對能源議題訊息的瀏覽及參與意願。

參、 研究方法

一、 芸芸眾生展場觀覽思維空間分析

這個展示區展示面積 1108 平方公尺，展示目標想表現地球上各類不同環境中的動、植物相。藉著這些地球上不同形式的生態環境，讓參觀者了解生物與環境互相依存的關係，提升對生態保育的意願與態度(國立自然科學博物館，1986)。

本區包括 7 座自然場景：加拿大凍原、中國東北溫帶林、東非稀樹草原、哥斯大黎加雨林、加拉巴哥海岸、婆羅洲紅樹林，以及美國索蘭諾沙漠。這些自然場景都包括當地獨特的物種剝製標本、環境植物和岩石、配合當地景觀特色的立體壁畫。

原設計的觀覽思維空間大致上可分為三個層次：物種清點、單一場景內物種間關係推測、跨場景比較物種對環境調適關係。最常出現的行為是確認看的物種類別、對照面板確認生物名稱和相關背景介紹；其次是與同行者討論場景內的物種是掠食者或獵物的關係、環境潮濕或乾燥、溫度冷熱等；通常在刻意引導下，觀看者才會注意到不同場景內都有同一種動物(例如兔子、猴子)，這些動物外觀的差異可能與環境有關。

與替代能源設施對應的場景：加拿大凍原/太陽能光電、風力發電；中國東北溫帶林/水力發電；東非稀樹草原/太陽能光電、風力發電；哥斯大黎加雨林/水力發電、風力發電；加拉巴哥海岸/風力發電、潮差發電；婆羅洲紅樹林/風力發電、潮差發電；美國索蘭諾沙漠/太陽能光電、太陽能熱電。特定的環境可以適配特定的發電設施，但是這個環境所在的緯度，可能無法提供有效的穩定電力，例如：加拿大的凍原在夏季以外的 8 個月分日照時間短、日照角度偏斜，發電效率不佳；加拉巴哥海岸可以設置潮差發電設備，但蓄水範圍小、發電量有限；東非稀樹草原、婆羅洲紅樹林都可以設置風力發電設備，但同樣要考慮雨旱季交替期間出現的無風間隔。

思考能源設施設置這個問題，預期觀覽展品的行為與原設計略有出入。物種清點，除了動物種類、對現場看得到的植物(植被)，還需要對場景表達的土壤等物件與文字面板進行對照；場景內物種與環境的關係，不但需由物種的外觀推測物種對所在環境的調適，還需透過場景中的地貌、植物、岩石等形成的物理環境推測環境溫溼度、是否顯現出特定的氣候條件；跨場景比較，不僅比較場景間的環境、物種差異，還需要推測每個環境可以設置特定能源設施的類，以及提出觀察者比較支持在哪一個場景的生態環境設置能源開發設備。

二、 參與者介紹

(一)教學者

教學活動執行者，53 歲具 25 年國小教學經驗的退休專案志工 A 老師。A 老師大學國文系畢業、取得教師資格後，即擔任國小中年級導師 7 年，高年級自然科專任教師 14 年，借調教育局幼教業務 4 年。自 2007 年開始參與博物館館海洋教育、展場探索活動教學設計。A 老師認為科學不只是課本裡的名詞和概念，在展館裡的教學活動裡老師的角色是促進學生觀察、對觀察結果的分類與歸納任務。先前在博物館參與的教學活動中，能依事前溝通如實給學生充分的觀察時間與自由、在討論時針對學生的因果論證一致性提醒小組反思，鼓勵學生進行小組討論並且傾聽其他人的推理。研究資料蒐集的試教活動由 A 老師進行。

(二) 參與者

在 2016 年經由網路報名，參加泛科知識網辦理的科青營，年齡在 17-40 歲之間，共 35 名學員。研究資料蒐集與分析僅限於完成團體晤談並繳回研究參與同意書者，女性 14 位，男性 13 位參加者 27 名。由網路報名資料的自我介紹，顯示參與者們多為經常接觸科普文章閱讀、自行經營或嘗試以科學為題材的部落格作者。

表 1：參與者年齡及職業分布

年齡	職業	人數
17	高中畢業學生	1
18-24	應屆大學、碩士在學生	14
25-40	碩、博士在學生	3
25-40	中學教師	4
30-40	環境保育團體工作者	3
30-40	科學學刊編輯	2
	專任研究助理	

三、 教學活動設計

教學活動主要流程：背景介紹及任務說明、小組觀察場景與討論、小組報告討論結果。背景介紹及任務說明，是以教學者對參與者群體問答的方式，瞭解參與者們對替代能源選用的必要性、先備知識廣度及深度，提供簡要的替代能源供應科學原理、設置環境條件介紹。參與者分為 4 組，以組為單位進行展示場景觀察，各小組觀覽後討論提出小組的意見及理由。

活動開始，每個小組被指派一個觀覽場景(婆羅洲紅樹林、東北溫帶林、南湖圈谷、大甲溪河口)，這些場景對應到台灣具有的自然環境(婆羅洲紅樹林與台灣北部紅樹林環境相似、東北溫帶林與中海拔山谷環境類似，南湖圈谷為台灣高山的冰斗湖遺跡、大甲溪河口是開闊灘地)。希望學員小組能從觀覽的場景裡選擇適合設置的自然能源類型、並討論優先支持設置開發的環境。

活動的探究學習成分檢討，參考 Erduran (2014)及 Erduran 與 Dagher (2014)的方式，以課程組成與苯環啟發的科學實務模式進行對照。背景介紹及任務說明，用意是建立展示觀覽與真實世界的連結；小組觀察場景並討論，提供學生以論述、表達，爭取社會認可的機會；小組報告自己支持的替代能源類型及適合設置的場景，讓學生藉由觀覽和討論進行預測、判斷，並且形成進行判斷的模式。

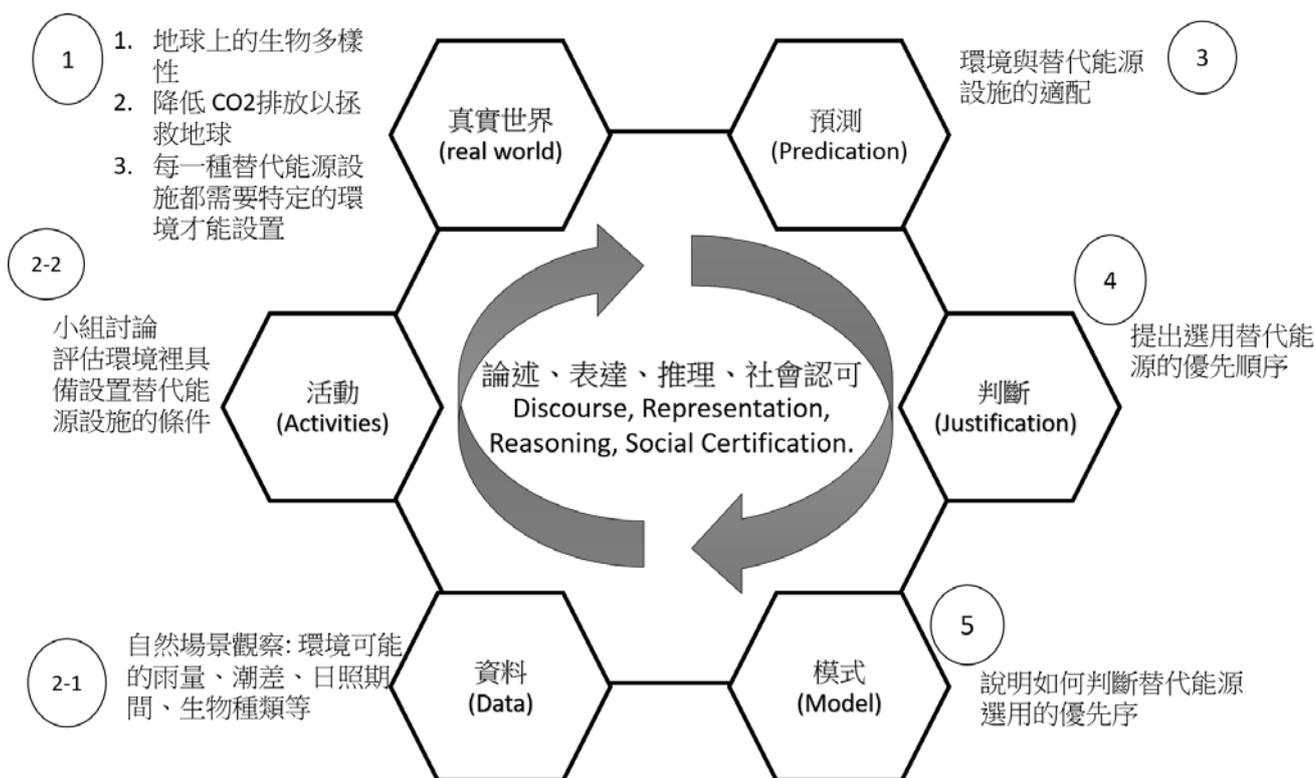


圖 2.教學活動設計中探究成分與流程的對照圖

四、 資料蒐集

本項活動安排在周五上午 10 時至 12 時，有半小時的活動型態說明、分組及移動到展示場的時間，教學活動進行時間大約 1.5 小時。

學員先到設在「芸芸眾生」展場內的小教室進行活動流程、任務說明，確認編組成員。每個小組被要求對指定的自然場景環境進行替代能源開發評估，提供一張四開圖畫紙將小組討論結果擇要條列。各小組進行場景觀覽時，探究引導老師協助提醒學員進行任務、維持以小組為單位活動，並觀察學生的討論參與程度。研究者在學生討論期間，輪流到各小組參與 5 分鐘討論，每個小組都在兩個不同時段被觀察 2 次。

各小組報告結束後，蒐集小組討論結果的海報，並以團體座談方式了解參與學員對活動的評論、觀感與建議。

五、 資料分析

由討論現場筆記，摘要記錄各小組參觀場景時選擇的替代能源類型和理由，場景觀覽後

小組報告最支持在哪個場景設置何種設施、及理由論述。分析活動結構是否引導各小組進行不同展品觀覽層次行為：具有展品清點、場景內物件關聯性、跨場景物件比較。

活動後的團體座談，謄錄為逐字稿作為探討參與者討論對本次活動進行方式、主題選擇以及這樣的方式是否屬於「科學探究」的觀點。也從主辦單位進行的活動後調查問卷，學員對本項活動的評論與建議。

肆、 研究發現

一、 學員能從場景觀覽判別適配於環境的能源設施

參與活動的學員們走到場景前，都先閱讀場景旁的解說面板、然後觀看場景，討論裡面的樹或某種動物怎樣呈現出這個環境裡面板文字題供的訊息，究竟屬於潮濕或乾旱、風力大或小、陽光持續或不穩定。

表 2：各組學員對能源類型設置及理由

場景環境	替代能源設施類型	選擇設置理由	優先開發此處的意見
南湖圈谷	風力發電 太陽能光電	這裡溫度很低(面板文字)，應該不適合太陽能熱電。 海拔很高，整個區域如果沿著稜線，日照應該不會受到阻擋可以適合做太陽能光電。 高山杜鵑的樹幹...(面板文字)，這裡四季風很大呢，也適合開發風力發電。	贊成優先開發。 這個區域的物種很少 沒甚麼樹 保育類動物少
大安溪河口濕地	風力發電	樹不多，可能風會很大。 沒甚麼樹和山擋太陽，應該可以做太陽能光電；裝太陽能光電板會擋住動物遷徙，像是彈塗魚、螃蟹、蛤蚌和水鳥。 做風力發電臺座間還會有位置讓動物奔跑，比較不會影響動物。	不贊成。 動物的種類很多，滿多是保育類 同種動物都很多，要比較大的空間找食物 風力發電機對鳥類有影響
東北溫帶林	太陽能光電	樹這麼密、風應該不見得一直很強；看不出適合甚麼方式，只能做光電板吧! 樹這麼高大，風應該不好；水流也沒大到像河、又不臨海；冬天的太陽應該照射時間比我們短...甚麼都不適合吧!	不贊成。 需要砍很多樹。 老虎是保育類動物。 沒有特別適合的發電設施，即使設置光電板效能也不夠大。
婆羅洲紅樹林	風力發電	海邊都有風，適合設風力發電機。 紅樹林的樹都比較矮，應該是	不贊成 會影響水鳥起降和棲息 紅樹林是保育物種

雖然在活動前的任務介紹，簡單介紹了風力發電、太陽能光電、太陽能熱電、陸上水力發電、潮差發電的原理及設置後設施在環境中的外觀，但是在討論時，小組的意見很容易朝向生活中最常見的「太陽能光電」和「風力發電」設施進行。

在參觀後意見回饋的問卷中，有 6 位學員提到其實在小組受指派的場景環境中，自己想討論其他替代能源使用的可能性，但是小組裡面很快就對使用風力發電或太陽能光電達成共識，而使其他自然能源使用的可能性沒有再被繼續討論下去。

也有學員認為不應該將討論侷限在現有科技已經商業化運轉的自然能源利用，應該朝向更具創意的思考模式，從場景環境裡找出其他可能值得開發的能源取得方式，例如「收集森林地面落葉進行沼氣發電」。

二、 場景觀覽在選擇替代能源類型時的角色

參與活動的學員們，在觀覽場景前的「簡介替代能源」時，對替代能源表達出的直接聯想都是「沒有汙染、有助於減緩地球暖化」等正面的看法。在觀覽場景期間，注意到生態環境中的物種多樣性、棲息環境可能受到能源設施的運作而影響生存等反思。

(一) 場景提供讓對於氣候參數的具體形象，協助得到對於環境特徵的共識

由觀察筆記對各組學員在場景前觀覽的速寫，顯示學員們進入芸芸眾生展場，受到任務導向的影響，都會先閱讀面板上對這個環境的介紹(海拔、平均溫度和濕度)。但是透過討論進行，就會發現閱讀時的一組數字(緯度、海拔、溫度、濕度)到底代表著自然環境提供了足夠開發能源設施的環境還是不足以開發？每個人認定的可能不同，此時場景內各種環境的細節就成為判讀一致性的參考。學員小組的觀察行為常是循著一般觀覽般，進行物種清點(看看場景裡有甚麼動物)，接著受到小組成員互相提醒進入學習鷹架提供的物種清點(注意到場景裡除了動物種類以外布景的樹、石、地面的草和苔等，可以提供關於氣候、日照、濕度等的線索)，然後開始連結這些看到的事物與設置替代能源的條件間的關聯。

(二) 場景配置暗示著替代能源設置需要的環境裡，有許多動物和植物會受到影響。

場景對自然環境做了些許扭曲：將原先分布在數百平方公里內的物種，聚集在僅有 30 平方公尺的空間裡。原來的設計理念是為了讓人對於環境中獨特的物種，能夠一目了然。當場景

作為觀看者在衡量人為設施對環境造成的衝擊的參照物時，設施物件對物種族群的影響也會因此將衝擊在想像中擴大。在表 2 中，4 組學員中有 3 組都以區域環境中有保育類物種的理由，不贊成優先在該環境進行能源設施的開發。

(三) 從基於科學知識判斷到引發情感價值的判斷：一定要在這裡進行開發嗎？

多數的小組不贊成在他們負責評估的生態環境設置替代能源設施。當各組聽完別組的報告後，有 3 分鐘的討論時間讓他們決定小組的票要投給在哪個生態環境開發替代能源設施，但是學員們討論得相當熱烈，最後並沒有完成最後的投票。

看起來地廣、生物種類稀少的南湖圈谷，該組是唯一清楚指出這個生態環境可以優先開發。學員們認為無論設置風力或太陽能光電設備，對那裏的物種生活影響最小。然而當四個小組的自然環境都提出來討論時：南湖圈谷獨特而脆弱的生態環境也被其他小組指出不適用於開發及值得保留的理由。有趣的是各組的討論都很專注在檢視每個環境裡，保育物種的族群分布、區域在保育上的不可替代性。

只有南湖圈谷這個小組，一開始就將討論的情境設定在「當社會發展面臨必須開發新的能源供給設施時」來評估。其他的小組的討論比較像是在「保育」的前提下，衡量「開發」的必要性。

三、 學員體驗到「科學」是一種「主動的探究」

學員們過去的參觀經驗，都是由解說者引導到特定的場景，然後再由解說者陳述關於場景的重要知識訊息。這次的活動則是引導者請各小組在指定的場景裡，判斷有甚麼適合設置的替代能源設施，然後向其他小組做介紹。由活動後 27 位學員參與後的團體訪談，整理學員對於在場景進行探究的看法。

(一) 學員感覺自己是學習的主體

參與的 27 位學員中有 14 位表示這樣的方式讓自己感覺換了一個角度來看場景，這樣的方式有著將對展品的了解與認識焦點交付給學員，不再是由導覽者控制。其中有 6 位學員提到小組成員間的討論促成自己感受到學習的重要因素；另外有 2 位學員肯定小組成員討論的重要性，但他們認為成員間的能力和背景知識差異很大，如果能夠全部學員一起討論也許更能讓他們感受到有收穫。

(二) 由觀看場景進行議題討論的過程體驗到「科學探究」

有 4 位學員明白地指出這樣的活動型態，呼應了第一天關於「科學本質」和「科學探究」的演講：『討論的過程可以操演前一天講者所提到的科學思考及論述辯證方式，是很好的練習』。另外有 7 位學員也提到透過觀察場景尋找問題的答案，並且與同儕討論答案與證據的適配，在過程中感覺到不同的科學。有 1 位學員希望活動主持人能加入更多對討論的引導『讓討論不只是觀察和歸納，還能激起更多腦力激盪的機會』。

(三) 對於科學探究過程中社會互動因素的覺察：論述、表徵、社會認可

學員在座談時都表示自己過去對於能源的知識接觸不多，對於設置能源設施的場域需求更少涉獵。有 5 位學員提到應該提供自然能源相關原理、設置環境需求的資料作為事前閱讀，才能讓討論中的論述更為精準、豐富；有 2 位學員認為每個人所知有限的時候，小群體討論容易導向錯誤的方向，顯示小組內對問題與論點的表徵歧異度小，雖然很快就得到討論結果卻可能很偏頗，擴大討論群體時這些盲點才會凸顯；4 位學員提到在討論過程中獲取社會認可的重要性，以及這樣的時間不足，如果確實獲得論題、論點的社會認可，有助於釐清討論的焦點和觀察資料的關聯、形成更堅實明確的結論。

伍、 討論與後續研究取向

在葉蓉樺(2014b)提到，博物館教學的品質須從活動規劃、人員專業成長和觀眾學習成效的探討三方面進行。本次研究以有意於從事科普寫作的群體為對象，試著以場景探究活動傳達能源議題與自然環境間的張力。本次研究參與者對於以探究的方式結合場景觀察與能源議題，雖然是從有限的背景知識著手討論跟能源相關的議題，感覺討論的結果略顯粗糙，但也有種能夠「運用科學知識進行議題判斷的參與感和成就感」。

由這次研究參與研究的學員們對活動架構，有些認為問題太過籠統、不夠嚴謹，不知如何討論；也有些學員認為問題的籠統提供了對問題空間的詮釋彈性，讓討論方向具有較大的自由度。顯示活動架構設計的引導問題架構仍需要更嚴謹的檢討。

引導者在實務中回應的原則知識論、教育學的考量怎麼決定次序，能協助未來在科學博物館進行議題討論引導的專業發展，是一個值得探究的問題；另一方面，博物館教育者在進行社會議題引導的實務後，是否如林樹聲與靳之勤(2012)的研究結果般促成知識成長？以及進行社會議題引導的展場探索之後，如何改善對學生論證能力的提升，將參考蘇衍丞與林樹聲(2012)

採取協助建立反論點，以及引導提出新理由、精緻化理由與形成反駁的口語鷹架建立來規畫後續探討。

誌謝

本文承蒙科技部公民社會與科技學門專題研究計畫 MOST-103-2511-S-178-001, MOST-104-2511-S-178-001-MY2, MOST-107-2511-H-178-001 補助進行。並感謝評論及審查委員提供寶貴的修改意見，使本文論點得更臻完善。

參考文獻

1. 林樹聲、靳知勤(2012)。國小教師實踐社會性科學議題教學之教師知識成長比較。《科學教育學刊》，**20(1)**，41-68。
2. 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。
3. 葉蓉樺(2014a)。從科學類博物館的展示表徵探討歐洲對暖化議題的公眾教育觀點。收錄於黃之棟、黃瑞祺(主編)《綠色思潮與環境政治》(頁 171-204)。新北市：碩亞。
4. 葉蓉樺(2014b)。邊做邊想的博物館科學教育規劃：2001-2010 十年實務回顧。收錄於王嵩山(主編)《想的與跳的：博物館中的教與學及其超越》(頁 229-252)。臺北：國立臺灣博物館。
5. 科技部科教發展與國際合作司(2015)。《能源國家型科技人才培育計畫成果：2014 能源科技與環境》。台北市：國立台北教育大學。
6. 國立自然科學博物館籌備處(1986)。《國立自然科學博物館第三、四期建築及設備計畫附件二》。台北市：國立自然科學博物館籌備處。
7. Achiam, M., Simony, L., & Lindow, B. E. K. (2016). Objects prompt authentic scientific activities among learners in a museum programme. *International Journal of Science Education*, *38*, 1012-1035.
8. Anderson, D., Lucas, K., & Ginns, I. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*, 177-199.
9. Anderson, D., Lucas, K., Ginns, I., & Dierking, L. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, *84*, 658-679.
10. Ash, D. B., Lombana, J. & Alcalá, L. (2012). Changing practices, changing identities as museum educators. In E. Davidsson, A. Jakobsson, (Eds). *Understanding interactions at science centers and museums: approaching sociocultural perspectives*, 23-44. Netherland: Sense Publisher.
11. Bamberger, Y., & Tal, T. (2007). Learning in a personal context: levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, *91*, 75-95.

12. Brooke, H., & Solomon, J. (2001). Passive visitors or independent explorers: responses of pupils with severe learning difficulties at an interactive centre. *International Journal of Science Education*, 23,941-953.
13. Birmingham, D., & Barton, A. C. (2014). Putting a green carnival: youth taking educated action on socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 286-314.
14. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2008). The BSCS 5e instructional model: origins and effectiveness. In R. W. Bybee (Ed). *Measure our success: the first 50 years of BSCS*. Pp 114-183. Iowa: Kendall Hunt.
15. Cox-Petersen, A. M., Marsh, D. D., Kisiel, J., & Melber, L. M. (2003). Envestigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendation at a museum of natural history museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200-218.
16. Davidson, S. K., Passmor, C., & Anderson, D. (2010). Learning on zoo field trips: the interaction of the agendas and practices of students, teachers and zoo educators. *Science Education*, 94, 122-141.
17. Erduran, S. (2014). A holistic approach to the atom in school chemistry. *Educació Química EduQ*, 19, 39-42.
18. Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). Scientific practices. In Erduran, S. & Dagher, Z. R., *Reconceptualizing the nature of science for science education*, pp67-89. New York: Springer Netherlands.
19. Falk, J., & Dierking, L. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. CA: Altamira Press.
20. Falk, J. H., & Adelman, L. M. (2003). Investigating the impact of prior knowledge and interest on aquarium visitor learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 163-176.
21. Hein, G. E., 1995. The constructivist museum. *Journal for Education in Museum*, 16, 21-23.
22. Kim, C.J., & Yeh, J. H. (2016). Science Learning in Informal Environments in East Asia: Focusing on Science Museums/ Centers. In H. S. Lin, J. Gilbert & C. J. Lien (Eds.), *Science Education Research and Practice in East Asia :Trans and Perspectives* (pp.359-390).Taipei: Higher Education.
23. Kisel, J. F. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 89, 936-955.
24. Kisel, J. F. (2006). An examination of fieldtrip strategies and their implementation within a natural history museum. *Science Education*, 90, 434-452.
25. Kisiel, J. F. (2010). Exploring a school-aquarium collaboration: an intersection of communities of practice. *Science Education*, 94, 95-121.
26. Kisiel, J. F. (2014). Clarifying the complexities of school-museum interactions: perspectives from two communities. *Journal of Research in Science Teaching*, 51, 342-367.

27. Lucas, K. (2000). One teacher's agenda for a class visit to an interactive science center. *Science Education*, 84, 524-544.
28. McCallie, E., Bell, L., Lohwater, T., Falk, J. H., Lehr, J. L., Lewenstein, B. V., Needham, C., & Wiehe, B. (2009). *Many Experts, Many Audiences: Public Engagement with Science and Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Washington, D.C.: Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE)*. Retrieved 04.30, 2010, from http://caise.insci.org/uploads/docs/public_engagement_with_science.pdf
29. National Research Council. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits*. Committee on Learning Science in Informal Environments. Philip Bell, Bruce Lewenstein, Andrew W. Shouse, & Michael A. Feder, Editors. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
30. Piqueras, J., Wickman, P., & Hamaza, K. M. (2012). Student teachers' moment-to-moment reasoning and the development of discursive themes- an analysis of practical epistemologies in a natural history museum exhibit. In E. Davidsson, & A. Jakobsson, (Eds). *Understanding interactions at science centers and museums: approaching sociocultural perspectives*, 79-96. Netherland: Sense Publisher.
31. Rix, C., & McSorley, J. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science Education*, 21, 577-593.
32. Rose, S. L., & Barton, A. C. (2012). Should great lakes city build a new power plant? How youth navigate socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(5), 541-567.
33. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, P. A., & Landes, N. (2008). *The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness*. In BSCS
34. Russell, T. (1994). The enquiring visitor : usable learning theory for museum contexts. *Journal of Education in Museums*, No.15.
35. Schneider, S. H. (1989). *Global warming*. San Francisco: Sierra Club Books.
36. Tal, R., Bamberger, Y., & Morag, O. (2005). Guided school visits to natural history museums: teaching or enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 747-769.
37. Tenenbaum, H. R., To, C., Wormald, D., & Pegram, E. (2015) Changes and Stability in Reasoning After a Field Trip to a Natural History Museum. *Science Education*, 99(6), 1073–1091.
38. Tran, L. U. (2007). Teaching science in museums: the pedagogy and goals of museum educators. *Science Education*, 91, 278-297.
39. Tunnicliffe, S., Lucas, A., & Osborne, J. (1997). School visits to zoo and museums: a missed opportunity? *International Journal of Science Education*, 19, 1039-1056.

40. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. MA: Harvard University Press.
41. Yeh, J. H. (2017). Museum Science Teaching: Museum Educators' Personal Epistemologies and Their Created Learning Experiences. In P. Patrick (Ed.), *Preparing Informal Science Educators*. (pp105-124). Springer Netherlands.
42. Yoon, S. A., Elinich, K., Wong, J., Van Schooneveld, J. B., & Anderson, E. (2013). Scaffolding informal learning in science museums: how much is too much? *Science Education*, 97,848-877.
43. Zhai, J., & Dillon, J. (2014). Communicating science to students: investigating professional botanic garden educators' talk during guided school visit. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(4), 407-429.
44. National Science Teacher Association (2006). *Energy*. Retrieved 07.25, 2010, from <http://learningcenter.nsta.org/publications>

Meet Socio-Scientific Issue on Ecological Diorama.

Abstract

Although the ecological dioramas in science museums were built according to the findings of ecological investigations, all consider these dioramas as the connection between visitors' understanding and scientific facts. Accordingly, these dioramas should be essential for museum learning. The conventional education programs are docents' brief lectures for each diorama in the Life on Earth gallery. This study illustrates how a science education curator constructed the description of a diorama for socio-scientific issue and transformed the ecology introductory of diorama to an inquiry science learning activity for adult's science amateurs. The descriptions of diorama constructed is based on the descriptive model, which came from the gallery designing program. This study used the "Benzene Ring Heuristic of Scientific Practices" as a reference model to examine whether the teaching plan included science inquiry elements inherent in these ecological diorama observations. Then, participants' group inquiry for renewable energy facilities setting posts collected to analyze participants' learning during the teaching trial. The discussion of the findings consists of examining how the diorama prompted participants to have informal science argumentation and how the curator created the scaffolding for such discussion. The conclusion includes discussion of the refinement for the issue discussion scaffolding.

***Keywords:* ecological diorama, science museum, Benzene Ring Heuristic of Scientific Practices scaffolding, renewable energy facilities**