

教育部 109 學年度中小學科學教育專案期中報告大綱

計畫名稱：文組學生議題導向論證教學模組規劃與實施
—以基因改造食品為例

主持人：鐘建坪 電子信箱：hexaphyrins@yahoo.com.tw

共同主持人：張元馨

執行單位：新北市立錦和高中

一、研究計畫之背景及目的

(一) 研究計畫的背景與動機

議題是社會發展過程，不同團體具有不同主張而產生的價值觀點與政策（Heath & Nelson, 1986）。十二年國教期待學生對於生活化與前瞻性議題應該有所理解與行動，並希望教師能夠將相關主題適切融入課堂，藉以培養學生批判思考與解決問題的能力。《總綱》揭示議題課程的發展需要因應環境變化，依據學生身心發展，適性地設計具有統整與深化議題內涵的內容（教育部，2014）。

議題的內容攸關現代生活，著重人類發展與社會價值，不僅具有時代性與前瞻性，亦常具有跨領域與高度可討論的特性（教育部，2014，2018）。以科技教育議題為例，學生不僅需要學習科技哲學與科技文化的內涵，亦須養成科技知識與產品使用的技能，同時激發持續學習科技產品與設計的興趣，同時亦須思考科技可能為生活帶來的負面影響，並且思索理念如何有效落實。雖然總綱、自然領綱與課程手冊呈現議題的內容與教學型態，然而教學現場單科教師對於牽涉跨學門議題的內容理解有限，再加上課堂教學時數不足的情況，時常難以提供學生完整的議題學習。有鑑於此，藉由探究與實作課程規劃的契機，教育現場需要更多不同科目的教師進行共備，設計相關的課程並且實際實行，並分析學生在過程中對於議題想法的轉變歷程，將結果作為其他教學者的參考。

(二) 文獻探討與理論基礎

一、議題導向與跨領域

跨領域的學習強調跨學門之間的統整，並非由不同的學科內容知識拚湊而成，而是

能夠針對不同學們之間共同的學習目標進行持續學習（陳佩英，2018; Pharo, Davison, McGregor, Warr & Brown, 2014）。議題導向的學習著重長時間投入發展學生的相關能力，牽涉不同學們的相關知識，例如：基因食品改造議題涵蓋基因、生態、經濟、法律、倫理等，即屬於跨領域學習的適切主題。而議題通常具有可討論性，因此可從中讓學生進行論證，思索不同立場的想法，藉以優化自身陳述的觀點內容（鐘建坪，2020）。

二、論證與論證教學

目前科學教育的目標之一是期待學生能夠學習科學家的思考模式，當證據呈現之後能夠從不同的觀點進行科學論證，屏除錯誤的想法，並接受其他人士的挑戰，形成獨立思考的批判能力（Chin & Osborne, 2010; Driver, Newton, & Osborn, 2000; Zohor & Nemet, 2002）。研究顯示學生面對複雜的議題，其論證的內容常流於表面，以自己的主觀想法評論，缺少宏觀系統的整合（Nielsen, 2011, 2012; Wolfe, 2012）。教學中若是能夠提供學生適切的鷹架，可以促進學生論證技能的展現。例如：提供學生圖形組織因子可增進學生時常遺漏的反駁內容（Wei, Firetto, Murphy, Li, Greene & Croninger, 2019）。

實際上，Toulmin 的論證模式為中、小學科學論證提供一項強而有力的架構。Toulmin 的論證架構（見圖1），包括：資料（data）、主張（claim）、論據（warrant）、支持（backing）、限制條件（qualifier）以及反駁（rebuttal）等內容（Toulmin, 1958）。Toulmin 認為論證時，論證者應根據可支持主張的事實（屬於資料），依據規則（屬於論據），陳述可能的限制條件（屬於限制），並能有眾人能夠接受的通則（屬於支持），推導出觀點內容（屬於主張），並說明主張會因為反例的存在而不適用（屬於反駁），則為一項完整的論證內容（Toulmin, 1958）。

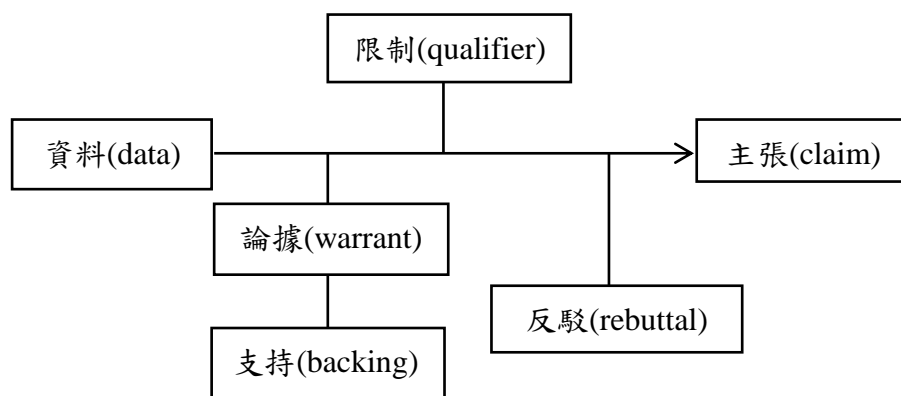


圖1：Toulmin (1958)論證模式

然而，學生對於相關的論證架構是陌生的，無法知悉自己論述的內容是否符合論證的準則。因此，教學中若能提供學生適切的鷹架，例如：交互評論（Yu & Yore, 2013）或是圖形組織因子（Wei et al., 2019）等，外顯化論證架構讓學生知悉，則能夠降低學生摸索的時間，促進學生精緻論證的內容。

三、論證內容評量

為了呈現學生論證結果的品質，許多研究同時設計不同的評量規準，藉以評估學生的論證表現。Osborne、Erduran 和 Simon（2004）使用 Toulmin 的基本架構，認為完整的論證應該呈現架構中的資料、主張、論據、支持、限制條件以及反駁等內容。若一個論證缺少其中某些項目，則屬於不完整的論證，依據評量規準則屬於較低層級的論證能力表現。另外，Kelly 和 Takao（2002）結合 Toulmin 的論證結構，將學生論證的組織結構對應至認識論層次上，作為評量的基礎。其認為最具有普遍性的理論陳述屬於最高階層，而只具有特定舉例說明者屬於最低層級，並且透過實際分析大學生報告的話語內容，呈現學生的話語在不同認識階層之間的轉換。研究文獻顯示，學生進行論證，時常忽略限制條件與可能存在的反例條件（Kelly & Takao, 2002; Osborne et al., 2004）。有鑒於此，若能提供學生外顯化的鷹架輔助，則學生能夠依據圖形組織知悉論證架構，因而單純以 Toulmin 論證結構進行評量的規準需要修正為特定論證成分的層級以及各個成分之間的連結合宜性。

四、基改食品議題相關研究

基因改造食品 (genetically modified organisms, 簡稱 GMOs) 為一項與生活息息相關並具有科學討論性的議題。由於此項議題牽涉的層面包括：經濟、生態、食品安全、糧食等，因此需要考量的因素較為複雜，學生需要釐清不同面向的優點與缺點之後，才能針對基因改造食品作出定論。負面立場的想法主要陳述對於基改食品安全性的顧慮，而支持基改食品製造者主要認為可以提供多樣有營養價值的食物提供選擇，並且可能為解決糧食短缺的解決方案，因此在實質等同的政策保護下基因改造食品是可以接受的選項 (Arvanitoyannis & Krystallis, 2005; Curtis, McCluskey, & Wahl, 2004)。研究顯示藉由課程探究正、反方的論點，學生不僅能夠獲得相關的科學知識、反思自身觀點的缺陷，亦可同理他人所持立論的想法主張 (Heddy, Danielson, Sinatra, & Graham, 2016)。然而此類的研究多數探討主修科學的學習者，較少研究探索非科學主修學生對於相關議題的想法與轉變歷程。

五、理念與研究架構

108課綱的課程架構，普通高中的基礎科學課程包含部定必修和探究與實作。其中探究與實作更需涵蓋跨科主題或是跨領域的課程設計。探究與實作提供教師進行主題探索的四階段，包括發現問題、研究與規劃、論證與建模以及溝通與分享等歷程。具有可討論性的議題內容提供學生找出正、反方立論的基礎，藉以發現議題中可探討的問題，接著找尋資料佐證自身立場與想法，藉由自我反駁過程進行論證，並實際建構出合宜性的心智模型，同時透過小組合作與模擬公聽會的機會促使學生進行溝通與分享觀點。實質上，內容涵蓋多元的議題導向的論證教學與探究與實作階段步驟是相符應的，而貼近生活經驗的議題探索主要提供學生將來面對相關議題時的思考模式與策略，尤其文組學生在面對與生活息息相關的科學議題時，該如何面對思索與論證正是本教學主要著重的要項 (見圖2)。

教學時間歷程



圖2：本研究架構

基於上述文獻分析與探討，本研究的研究目的主要探討議題導向論證教學模組如何促進學生學習基因改造食品以及學生論證內容的品質。研究問題臚列：

- 1.高二文組學生在自我反駁過程，對於基因改造食品議題的論證內容為何？是否能夠針對相同論點進行反駁？
- 2.高二文組學生在角色扮演立場論證，對於基因改造食品議題的論證內容為何？
- 3.高二文組學生在整體論證活動，對於基因改造食品議題的論證技能表現為何？
- 4.高二文組學生在論證教學前、後，對於基因改造議題心智構圖轉變為何？
- 5.高二文組學生在論證教學前、中、後，對於基因改造議題立場轉變與其原因為何？
- 6.在實施「議題導向論證教學」時，教師如何規劃教學活動與協助學生優化論證內容？

二、執行單位對計畫支持(援)情形與參與計畫人員

本項專案研究計畫參與人員為計畫主持人以及協同主持人。行政人員協助計畫送審以及相關經費核銷事宜。行政對口單位成員包括：教務主任、教學組長、設備組長、以及相關協助行政人員。學校方面樂見教師能夠自主申請專案計畫進行行動研究，同時

也全力配合研究方案進行。

三、研究方法

(一) 研究對象與情境

研究對象為新北市立某一社區高中學生，以便利取樣方式選擇高中部11年級2個文組班級學生，共約80人。選擇之2個班級學生皆進行議題導向論證教學模組試驗。該校高中部學生入學之 PR 值約略分佈為60至80。入學學生多為附近鄉、鎮、市畢業之國中學生，多數家庭經濟情況屬於小康，國立大學錄取率約莫20%至30%。

(二) 教學活動設計

本研究工具主要為心智構圖、論證表單與學生自述之論證影片為主，並輔以課堂學習單（見圖3）。茲分述如下：

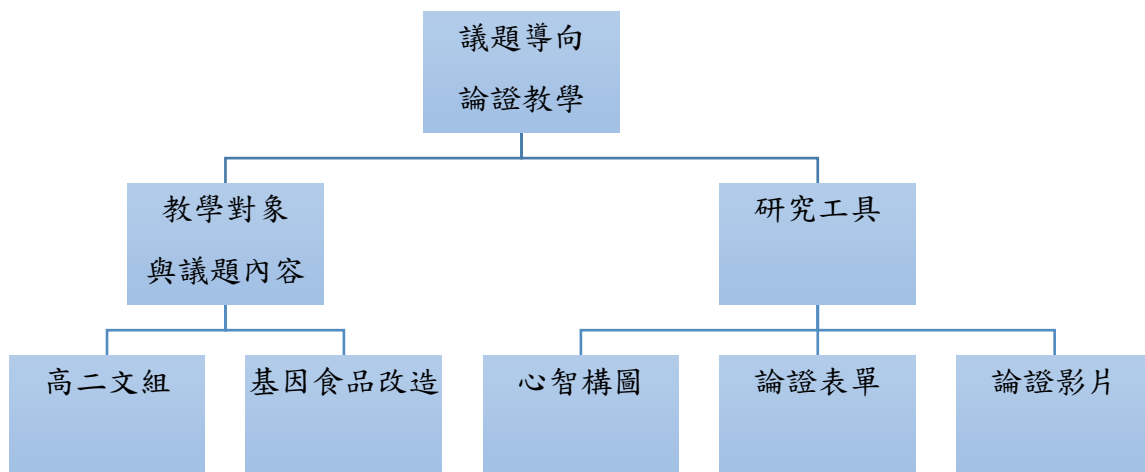


圖3：本研究之組織架構

1. 心智構圖

心智模型為個人內在的心智表徵，作為對外在世界的推理與反應（Johnson-Laird, 1983）。內在表徵可藉由繪製心智圖形的方式將其外顯化，而教師可藉由所呈現的外顯化內容覺察學生的概念與概念間的連結關係（Jong, 2016）。本研究將學生所繪製的心智圖視為學生的心智模型。教學時教師提供引導問題協助學生繪製關於基因改造食

品的心智圖，主要協助學生思考的問題有：

- (1)一聽到基因改造食品，你一開始的印象有哪些?請寫出來。
- (2)實際關於基因改造食品的具體內容有哪些?請寫出來。
- (3)你會使用哪些連接詞將提及的想法與想法之間的連結關係呈現出來?請寫下來。
- (4)請依據你繪製的概念圖進行解釋說明。

2.論證表單

學生初始進行論證時時常無法掌握論證的架構，忽略支持、限制與反駁等重要內容。本研究藉由外顯化呈現論證架構的組織因子，讓學生知悉立場陳述時，即應該回答相關的問題內容。藉由文件編輯讓教師與每一位學生進行單獨文件的共用連結，學生可以根據教師提出的問題回答相關的想法，而在學生繳交之後，教師能在線上直接給予學生論證內容的回饋意見，作為隔周再次論證時的參考依據。

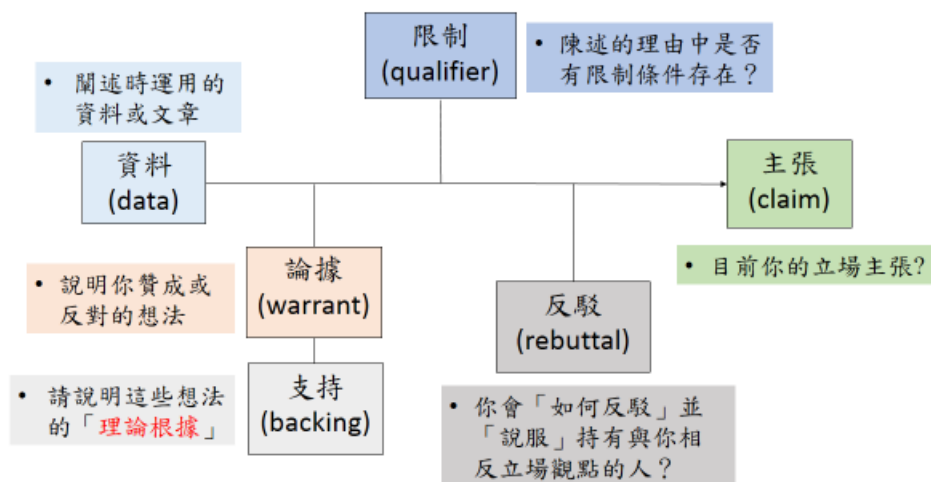


圖4：表單問題與 Toulmin 論證結構對應關係

3.論證影片

為了讓學生能夠順利進行模擬公聽會，並將先前論證的內容加以整合，學生需要根據不同角色，不同立場進行觀點陳述，並利用影片拍攝方式，紀錄各自的陳述內容，作為實質進行模擬公聽會時特定角色的立場陳述。

4.論證評量架構

評量規準參酌 PISA (Programme for International Student Assessment) 的設計方式，將學生回答內容設定為2分 (完整作答)、1分 (部分答對或是有以所缺漏) 與0分 (無法作答或是回答不相關的內容)。如表1所示，依據學生回答問題的內容作為評量的依據。以基因改造食品正方立場為例：

表1 學生論證內容的評量規準

評分項目	評分結果		
	2分	1分	0分
資料	提出2項以上有利論證立場的資料	提出的資料，無法區分屬於正方立場或是屬於反方立場	無法回答或是答非所問
論據	能夠依據找到的資料，進行推理說明立場主張，內容無誤。	雖然依據找到的資料，進行推理說明立場主張，但是內容不明確或有所錯誤。	無法回答或是答非所問
支持	能夠根據理論，支持論據的推理內容詳細，並且推理無誤。	能夠根據理論，但支持論據的推理內容簡略，或有些微無誤。	無法回答或是答非所問
限制	能夠詳細陳述自己立場想法的限制因素，知悉自己立場的限制條件。	簡要陳述自己立場想法的限制因素，知悉自己立場的限制條件。	無法回答或是答非所問
反駁	能夠詳細陳述不同立場的反駁內容，並無立場混淆情形。	簡要陳述不同立場的反駁內容，並無立場混淆情形。	無法回答或是答非所問
整體評價	能夠詳細根據資料，推理說明有利於立場的論據與支持，並且說明立場的限制條件與可能反方立場的反駁內容。	簡要地根據資料，推理說明有利於立場的論據與支持，並且說明立場的限制條件與可能反方立場的反駁內容。	無法回答或是答非所問

(三)教學設計

教學設計主要依據議題導向論證教學進行，強調讓學生在學習歷程進行立場陳述、自我反駁以及角色扮演同理不同立場方式，精緻學生對於基因改造食品的心智模型。教學規劃流程主要有進行分組、個人繪製心智圖、表單文件設定、立場文件論述、自我反駁文件論述、不同角色立場文件論述、模擬公聽會準備與實際進行模擬公聽會，最後讓學生反思不同立論的優、缺點以精緻自身觀點。詳細內容如表2所示。

表2 議題導向論證教學模組設計

周次	教學活動	評量
1	<ul style="list-style-type: none">● 確認基改食物中涉及的相關系統與其物件✚ 誘導學生寫出關於基因改造的想法，並引導學生思考概念間的連接詞，確認出各自對於基因改造食品的心智模型。	✚ 繪製初始心智圖
2	<ul style="list-style-type: none">● 立場論證✚ 讓學生使用行動載具，下載相關 app，讓學生進行設定連結，與教師共用文件內容。✚ 學生根據文件內容使用網路進行資料搜尋，並在課堂中完成相關立場問題的回答。	✚ 完成立場論證文件
3	<ul style="list-style-type: none">● 立場論證自我反駁✚ 接續第二周的文件內容，學生需要進行自我反駁，例如：從贊成方轉至反對方。✚ 學生根據文件內容使用網路進行資料搜尋，並在課堂中完成相關立場問題的回答。	✚ 完成自我反駁論證文件

4	<ul style="list-style-type: none"> ● 角色扮演論證(I) ✚ 論述相關的角色可能具有的立場，學生根據文件問題內容使用網路進行資料搜尋，並在課堂中完成相關立場問題的回答。 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 完成立場論證文件
5	<ul style="list-style-type: none"> ● 角色扮演論證(II) ✚ 論述相關的角色可能具有的立場，學生根據文件問題內容使用網路進行資料搜尋，並在課堂中完成相關立場問題的回答。 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 完成立場論證文件
6	<ul style="list-style-type: none"> ● 模擬公聽會論證影片拍攝 ✚ 課堂指派小組完成不同角色，不同立場的論證內容，並透過行動載具完成拍攝與剪輯，上傳至雲端繳交。 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 完成論證影片拍攝
7	<ul style="list-style-type: none"> ● 模擬公聽會 ✚ 抽取學生指派進行不同角色與不同立場。些微準備過後，實際進行公聽會，讓學生進行不同立場與角色觀點陳述。 ✚ 反思不同立場論證的優缺點，以決定如何採取行動。 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 實際進行角色扮演與論證
8	<ul style="list-style-type: none"> ● 反思其他不同角色決策論證的優點與缺失 ✚ 重新讓學生寫出關於基因改造的想法，並引導學生思考概念間的連接詞，確認出各自對於基因改造食品的心智模型。 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 繪製心智圖

(四) 資料編碼與分析

本研究所蒐集之資料區分為質性與量化兩個部份，其中質性資料包括學生課堂前、後對於基因改造食品的心智構圖、學生課堂針對基改議題進行論證的內容敘述與學生角色扮演不同角色的基改議題論證說明影片。心智構圖用以判別學生在議題導向論證教學前後，對於基改議題的想法變化。課堂論證內容與不同角色扮演影片作為學生針對基改議題的論證技能表現。量化資料則為將學生論證內容與角色扮演影片內容依照評量標準進行評比轉化為分數而得，以單組前、後測相依樣本 t 檢定進行分析。而質性資料課室錄影部分則作為教師教學、師生互動與學生小組互動情形的佐證資料，以利三角矯正。

四、執行進度 (請評估目前完成的百分比)

本研究流程分為四個階段，第1階段主要搜集資料進行文獻探討，針對目前文獻中已有針對議題導向與論證教學等相關論點進行整理；第2階段發展議題導向論證教學模組與論證學習單；第3階段實際進行教學、質性與量化資料蒐集；第4階段為登錄所蒐集的資料並進行分析；最後，第5階段為撰寫研究報告。目前已完成教學活動，整個研究約莫完成70%。詳見下圖5：

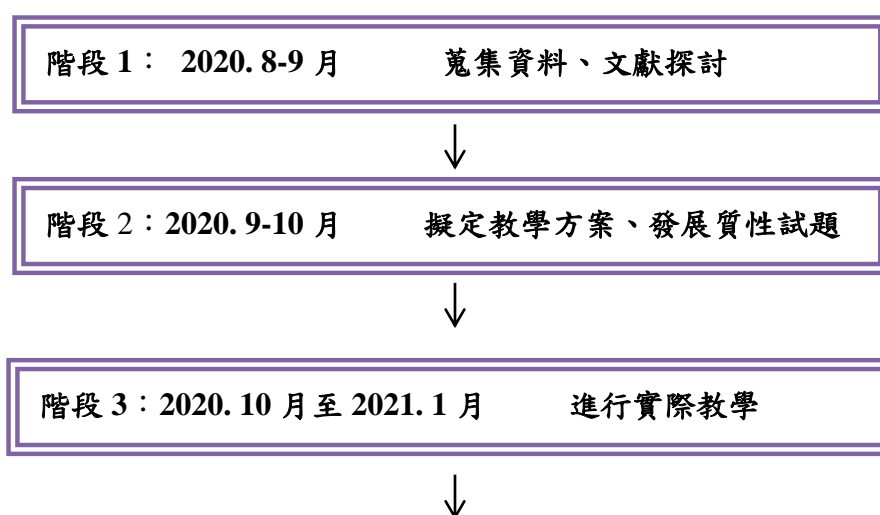




圖5 本研究工作流程圖

五、預期成果

(一)規劃議題導向論證教學模組

議題導向的教學在一般課堂中因為教學時數的限制，通常只能夠概要式知識傳遞，而無法讓學生深入理解相關的議題內容。藉由議題導向論證教學模組的規劃與實施，可以提供學生更加深入探索相關議題的內容，反思正、反觀點與立場的陳述內容，進而深化自己的想法，提供學生未來遇到相似問題時思考模式的指導方針。

(二)提供文組班級學生跨領域議題思考

由於學習興趣等因素，文組學生高二之後課程內容不易再接觸科學課程，但是學生生活周遭實際充滿與科學相關的社會議題。因此，藉由此課程的設計可以讓文組學生深入思索相同議題不同正、反方的立論內容，並藉由科學論述佐證自身觀點的正確性與否，而此正提供文組學生跨領域整合的思考內容。

(三)藉由小組合作、角色扮演等鷹架協助學生進行論證

一般的論證內容往往簡單陳述資料與主張間的推理關係，忽略論據、支持、限制與反駁等要件。本研究嘗試藉由外顯化論證的架構要素，藉由問題型態讓學生進行回答，讓學生能夠充分回應論證時需要闡述的要項內容。

(四)提供探究與實作課程實踐方案

探究與實作的規劃是讓學生能夠針對同一主題進行問題發現、規劃與研究、論證與建模以及表達與分享等步驟。本研究可讓學生針對基因改造議題進行資料找尋，探索相

關正、反方觀點，藉以發現爭執的差異內容，並且進行相關資料的搜尋作為自身立論觀點的佐證，再實際進行相關的論證陳述自身想法，同時藉由自我反駁與角色扮演等歷程知悉相關觀點的差異作為精緻心智模型的基礎，過程中同儕之間的互動以及模擬公聽會的互動，皆屬於表達與分享的活動項目。因此，本活動實質可作為探究與實作的實踐方案。

六、檢討

(一)如何協助學生針對既有立場進行反思

目前對於基改食物的政策內容是採取實質等同的概念，亦即若改造後的作物與原先產品進行營養素、毒素與過敏原等分析比較，若兩者無差異則可判定為可食用。但學生對於轉殖作為食物的內容傾向拒絕，因此過程中如何協助學生針對基改議題食品安全疑慮的文章可多著墨。

(二)論證次數過多之後，學生容易對議題內容感到厭煩

本議題教學設計除了第一次繪製自己想法之外，其餘內容皆須查看文獻資料，針對特定立場進行陳述，並且不時需要轉變成正方或反方。雖然能透過多次的反覆淬鍊精緻想法，但亦讓學生認為在同一主題打轉。但是學生事後回饋，英文相關課程談及相關主題時，同學就能依據所學內容侃侃而談。

(三)數位表單共筆工具，可讓教師知悉學生內容完成度

因為需要學生進行寫作，並能反思自己寫作的內容，於是採取 google docs 共筆功能，每位學生將教師提供的題目，轉貼至各自的 google docs，並與教師共用連結，讓教師在課堂即能夠監控學生的寫作進度，並可直接在表單中直接提供回饋內容。

七、參考文獻

教育部 (2014)。十二年國民基本教育課程綱要總綱。臺北市，作者。

教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要：自然科學領域。臺北市，作者。

陳佩英 (2018)。跨領域素養導向課程設計工作坊之構思與實踐。《課程研究》，13 (2)，21-42。

鐘建坪 (2020)。社會性科學議題融入化學教學。載於邱美虹 (主編)，高中化學教材教

法 (153-166 頁)。臺北市：五南書局。

- Arvanitoyannis, I. S., & Krystallis, A. (2005). Consumers' beliefs, attitudes and intentions towards genetically modified foods, based on the 'perceived safety vs. benefits' perspective. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(4), 343–360.
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Students' questions and discursive interaction: their impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 883–908.
- Curtis, K. R., McCluskey, J. J., & Wahl, T. I. (2004). Consumer acceptance of genetically modified food products in the developing world. *The Journal of Agrobiotechnology Management & Economics*, 7. Retrieved from <http://www.agbioforum.org/v7n12/v7n12a13-mccluskey.htm>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Heath, R., & Nelson, R. (1986). *Issues management: Corporate public policymaking in an Information Society*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Heddy, B. C., Danielson, R. W., Sinatra, G. M., & Graham, J. (2016). Modifying Knowledge, Emotions, and Attitudes Regarding Genetically Modified Foods. *The Journal of Experimental Education*, 85(3), 513–533.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models. Towards a Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Jong, J. P. (2016). The effect of a blended collaborative learning environment in a small private online course (SPOC): A comparison with a lecture course. *Journal of Baltic Science Education*, 15(2), 194-203.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314–342. doi:10.1002/sce.10024

- Nielsen, J. A. (2011). Co-opting Science: A preliminary study of how students invoke science in value-laden discussions. *International Journal of Science Education*, 34(2), 275–299.
- Nielsen, J. A. (2012). Science in Discussions: An analysis of the use of science content in socio-scientific discussions. *Science Education*, 96 (3), 428–456.
- Pharo, E., Davison, A., McGregor, H., Warr, K., & Brown, P. (2014). Using communities of practice to enhance interdisciplinary teaching: lessons from four Australian institutions. *Higher Education Research & Development*, 33(2), 341–354.
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Wei, L., Firetto, C. M., Murphy, P. K., Li, M., Greene, J. A., & Croninger, R. M. V. (2019). Facilitating fourth-grade students' written argumentation: The use of an argumentation graphic organizer. *Journal of Educational Research*, 112(5), 627-639.
- Wolfe, C. (2012). Individual difference in the “myside bias” in reasoning and written argumentation. *Written Communication*, 29(4), 477–501.
- Yu, S. M., & Yore, L. D. (2013). Quality, evolution, and positional change of university students' argumentation patterns about organic agriculture during an argument–critique–argument experience. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(5), 1233–1254.