

計畫編號：110A025

110-111 年綠色化學多元教育 推廣計畫

成果報告

行政院環境保護署毒物及化學物質局委託研究

受託單位：中原大學

計畫主持人：王玉純

計畫共同主持人：趙煥平、張育傑、林于凱、徐宏德

執行期間：110年7月23日起至111年10月15日止

計畫經費：新臺幣柒佰萬壹仟壹佰參拾柒元整

中華民國 111 年 10 月 印 製

計畫名稱：110-111 年綠色化學多元教育推廣計畫

計畫編號：110A025

行政院環境保護署毒物及化學物質局委託研究

計畫執行期間：110 年 7 月至 111 年 10 月

受託單位：中原大學

印製年月：111 年 10 月

計畫經費：新臺幣 7,001,137 元

受託單位計畫執行人員：王玉純、趙煥平、張育傑、林于凱、徐宏德

*「本報告係受託單位或計畫主持人個人之意見，僅供本局施政之參考，不代表本局立

*「本報告之著作財產權屬（委辦者）所有，非經（委辦者）同意，任何人均不得重製、仿製或其他之侵害」

計畫編號：110A025

110-111 年綠色化學多元教育 推廣計畫

成果報告

行政院環境保護署毒物及化學物質局委託研究

受託單位：中原大學

計畫主持人：王玉純

計畫共同主持人：趙煥平、張育傑、林于凱、徐宏德

執行期間：110年7月23日起至111年10月15日止

計畫經費：新臺幣柒佰萬壹仟壹佰參拾柒元整

中華民國 111 年 10 月 印 製

「110-111 年綠色化學多元教育推廣計畫」

計畫期末報告基本資料表

委辦單位	行政院環境保護署毒物及化學物質局		
執行單位	中原大學		
參與計畫人員姓名	王玉純、趙煥平、張育傑、林于凱、徐宏德		
年度	110-111 年	計畫編號	110A025
研究性質	基礎研究		
研究領域	化學教育		
計畫屬性	非科技類		
全程時間	110 年 7 月~111 年 10 月		
本期時間	110 年 7 月~111 年 10 月		
本期經費	新臺幣 柒佰萬壹仟壹佰參拾柒 元整		
	資本支出	經常支出	
	土地建築 0 元	人事費 2,941,570 元	
	儀器設備 0 元	業務費 3,423,100 元	
		其他 636,467 元	
摘要關鍵字	綠色化學		

成果報告摘要

本計畫目標為教育深耕，推動綠色化學思維係依據「國家化學物質管理政策綱領」，為達到「有效管理化學物質，建構健康永續環境」願景，設定5大目標包含「國家治理」、「降低風險」、「管理量能」、「知識建立」及「跨境管理」。本計畫設計包含建立小學綠色化學教具教材、大專校院通識課程教材、專責人員適用教材以及綠色化學整合專區文章優化更新，據以推廣以達到「知識建立」；建構產業及環境專責人員適用之綠色化學教育素材，並透過綠色化學應用及創新獎獲獎廠商訪視，以達到「降低風險」及「管理量能」。

本計畫主要分為三大項目：落實綠色化學大專校院推廣、向下扎根綠色化學小學推廣、綠色化學多元族群推廣及整合專區更新。

1. 落實綠色化學大專校院推廣：為達綠色化學大專校院的推廣，本計畫已完成滾動式編修107-109年建置大專校院通識課程16式課程教材（包含「永續綠色化學概論」、「環境用藥」、「熄而不滅，汞化學物質安全」、「G-HOME 技嘉永續生態屋頂—循環世界」、「水資源再生中心」、「焚化廠資源再生中心」、「溫室效應與環保冷媒」、「電池綠色化學類應用（汞公約、電池物質替代）」、「生命週期評估與工業生態」、「生活中的化學」、「綠色化學實驗/實習課程：永光化學」），並編製講義16式，也利用107-109年編撰之教案及教材於5所大學（中原大學、義守大學、臺北市立大學、國立臺北科技大學、國立高雄師範大學）完成開設課程。另外，本計畫亦利用107-109年大專校院通識課程（16式教材）為基礎，選擇其中4個主題（包含「化工材料綠色製程」、「原子經濟性、觸媒轉化」、「電池綠色回收再利用」、「石墨烯綠色製程開發」）編撰進階課程教案及教材，編撰完成後，於4所大學（中原大學、國立臺灣大學、國立臺北科技大學、國立中山大學）安排4堂課程之開設，試教過程全程錄影，以建構大專校院學生綠色化學識能。
2. 向下扎根綠色化學小學推廣：為向下扎根綠色化學小學推廣，本計畫應用108-109年建置之教材，完成11所小學推廣（新北市板橋區信義國小、新北市八里區米倉國小、臺北市士林區士東國小、新北市三芝區興華國小、新北市深坑區深坑國小、新北市板橋區溪洲國小、基隆市中山區中和國小、臺北市信義區信義國小、臺北市北投區大屯國小、新北市三重區集美國小以及高雄市鳳山區中正國小），也於111年8月同步辦理綠色化學小學暑期營隊活動2場次。另以108-109年建置之小學教材為基礎，設計並製作對應之實體教具4式。此外，為深化小學綠色化學識能，將接續前期108-109年製作之環境教育素材，以綠色化學相關議題為主題，建立3式，每式總計2小時融入小學教育之環境教育素材（肥皂與清潔劑【手部清潔】、揮發性有機物【安全使用】、次氯酸鈉【安全使用】）。為培育小學端綠色化學種子教師，辦理了4場次小學教師綠化種子培訓研習活動，培

訓營主題包含「校園綠色化學教育推動之課程設計與經驗分享」、「綠色化學融入自然領域與示例」、「綠色化學融入健康領域與示例」、「綠色化學桌遊在教學上的應用」以及「食物顏色秀」，增加參訓學員瞭解綠色化學永續教育推動內涵發展及創意回饋。

3. 綠色化學多元族群推廣及整合專區更新：為達產業界教育深耕目的，本計畫針對產業製作適用之綠色化學教育素材4式、專責人員適用之綠色化學教育素材1式以及環境教育人員適用之綠色化學教育素材1式，藉此深化相關人員綠色化學的理念，期望能拓展永續發展及環境友善之執行理念建設與策略。產業訪視部分完成一份產業綠色金融需求問卷之設計，並完成第1、2屆綠色化學應用及創新獎得獎單位之問卷調查，並透過綠色化學整合專區之優化更新和文章編撰以及綠色化學推廣活動之舉辦，期盼藉由不同族群的多元交流以及新知資訊的多元放送，使民眾從不同面相了解綠色化學。110年9月以及111年9月協助局內人員完成第5屆歐洲化學會綠色永續化學研討會之以及第九屆 IUPAC 綠色化學國際會議2場次國際會議線上參與。

Abstract

The goal of this project is to promote green chemistry through education for elementary schools, higher education, and industries. The promotion of green chemistry is based on the "National Chemical Substances Management Policy Framework", which sets five major goals, including "national governance", "risk reduction", "capacity management", "knowledge building", and "cross-border management", to achieve the vision of "effective chemical substance management for a healthy and sustainable environment". This project is designed to build green chemistry teaching materials for elementary schools, teaching materials for general education courses in colleges and universities, teaching materials for dedicated specialists, and optimized and updated green chemistry website articles to promote "knowledge building"; to build green chemistry educational materials for specialized personnel in industry and the environment, and to visit award-winning manufacturers and hold industry symposiums through the Green Chemistry Application and Innovation Award to achieve "risk reduction" and "energy management". We also organize Green Chemistry Application and Innovation Award winners' visits and industry seminars to "reduce risk" and "manage capacity".

This project is divided into three major projects: promotion of green chemistry in college, promotion of green chemistry in elementary schools, green chemistry multi-community promotion and website update.

1. Promotion of Green Chemistry in Higher Education: In order to achieve the promotion of green chemistry, this project has completed the updating for teaching materials and handouts of the 16 lessons of general education we established from 2018 to 2020. In addition, team has completed at least 4 course plans and teaching materials for advanced education in green chemistry.
2. Promotion of Green Chemistry in Elementary Schools: This project applied the materials developed during 2019-2020 and completed the promotion in 11 elementary schools, and also held two summer camps for green chemistry in elementary schools in August 2022. The project also designed and produced 4 types of teaching aids based on the elementary school materials developed in previous projects. This project also created 3 set environmental education materials to be integrated into elementary school education using green chemistry-related issues as the theme. The theme of the training camp is the

promotion of green chemistry and sustainable education, and the participants will learn more about green chemistry and sustainable education to promote internal development and creative feedback.

3. Green Chemistry Multi-community Promotion and Website Update: In order to achieve the purpose of deepening education in the industry, this project focuses on 4 types of green chemistry education materials for industrial production, 1 type of green chemistry education materials for dedicated specialists, and 1 type of green chemistry education materials for environmental education personnel, in order to strengthen the concept of green chemistry for relevant personnel, and hopefully expand the concept of sustainable development and environment-friendly implementation. The green chemistry education materials for environmental educators through the optimization and updating of the integrated green chemistry website and the organization of green chemistry promotion activities, we hope to enable the general public to understand green chemistry from different aspects through the multifaceted communication of different architectural groups and the multifaceted dissemination of new information. We also completed 3

long articles and 8 short articles in Green Chemistry website. We assisted TCSB staff to complete the 5th European Chemical Society Green and Sustainable Chemistry Conference and the 9th IUPAC International Conference on Green Chemistry, and completed the preparation and review of the course materials for dedicated specialists.

基本摘要內容

計畫名稱：110-111年綠色化學多元教育推廣計畫

審議編號：110A025

化學局：行政院環境保護署毒物及化學物質局

執行單位：中原大學

計畫主持人：王玉純

聯絡人：黃佑安

聯絡電話：03-2654936

傳真號碼：03-2654949

期 程：110年7月23日起至111年10月15日止

經 費：(全程)：7,001.137 千元

執行情形：期末報告

1.執行進度：	預定 (%)	實際 (%)	比較 (%)
---------	--------	--------	--------

110年度	65%	65%	0%
-------	-----	-----	----

總進度	100%	100%	0%
-----	------	------	----

2.經費支用：	預定 (千元)	實際 (千元)	支用比率 (%)
---------	---------	---------	----------

110年度經費	5,650	763	14%
---------	-------	-----	-----

總經費	7,001.137	7,001.137	100%
-----	-----------	-----------	------

3.主要執行內容：

本計畫目標為教育深耕，推動綠色化學思維係依據「國家化學物質管理政策綱領」，為達到「有效管理化學物質，建構健康永續環境」願景，設定5大目標包含「國家治理」、「降低風險」、「管理量能」、「知識建立」及「跨境管理」。本計畫設計包含建立小學綠色化學教具教材、大專校院通識課程教材、專責人員適用教材以及綠色化學整合專區文章優化更新，據以推廣以達到「知識建立」；建構產業及環境專責人員適用之綠色化學教育素材，並透過綠色化學應用及創新獎獲獎廠商訪視，以達到「降低風險」及「管理量能」。

本計畫主要分為三大項目：落實綠色化學大專校院推廣、向下扎根綠色化學小學推廣、綠色化學多元族群推廣及整合專區更新。

1. 落實綠色化學大專校院推廣：為達綠色化學大專校院的推廣，本計畫已完成滾動式編修107-109年建置大專校院通識課程16式課程教材(包含「永續綠色化學概論」、「環境用藥」、「熄而不滅，汞化學物質安全」、「G-HOME 技嘉永續生態屋頂一循環世界」、「水資源再生中心」、「焚化廠資源再生中心」、「溫室效應與環保冷媒」、「電池綠色化學類應用(汞公約、電池物質替代)」、「生命週期評估與工業生態」、「生活中的化學」、「綠色化學實驗/實習課程：永光化學」)，並編製講義16式，也利用107-109年編撰之教案及教材於5所大學(中原大學、義守大學、臺北市立大學、國立臺北科技大學、國立高雄師範大學)完成開設課程。另外，本計畫亦利用107-109年大專校院通識課程(16式教材)為基礎，選擇其中4個主題(包含「化工材料綠色製程」、「原子經濟性、觸媒轉化」、「電池綠色回收再利用」、「石墨烯綠色製程開發」)編撰進階課程教案及教材，編撰完成後，於4所大學(中原大學、國立臺灣大學、國立臺北科技大學、國立中山大學)安排4堂課程之開設，試教過程全程錄影，以建構大專校院學生綠色化學識能。
2. 向下扎根綠色化學小學推廣：為向下扎根綠色化學小學推廣，本計畫應用108-109年建置之教材，完成11所小學推廣(新北市板橋區信義國小、新北市八里區米倉國小、臺北市士林區士東國小、新北市三芝區興華國小、新北市深坑區深坑國小、新北市板橋區溪洲國小、基隆市中山區中和國小、臺北市信義區信義國小、臺北市北投區大屯國小、新北市三重區集美國小以及高雄市鳳山區中正國小)，也於111年8月同步辦理綠色化學小學暑期營隊活動2場次。另以108-109年建置之小學教材為基礎，設計並製作對應之實體教具4式。

此外，為深化小學綠色化學識能，將接續前期108-109年製作之環境教育素材，以綠色化學相關議題為主題，建立3式，每式總計2小時融入小學教育之環境教育素材（肥皂與清潔劑【手部清潔】、揮發性有機物【安全使用】、次氯酸鈉【安全使用】）。為培育小學端綠色化學種子教師，辦理了4場次小學教師綠化種子培訓研習活動，培訓營主題包含「校園綠色化學教育推動之課程設計與經驗分享」、「綠色化學融入自然領域與示例」、「綠色化學融入健康領域與示例」、「綠色化學桌遊在教學上的應用」以及「食物顏色秀」，增加參訓學員瞭解綠色化學永續教育推動內涵發展及創意回饋。

3. 綠色化學多元族群推廣及整合專區更新：為達產業界教育深耕目的，本計畫針對產業製作適用之綠色化學教育素材4式、專責人員適用之綠色化學教育素材1式以及環境教育人員適用之綠色化學教育素材1式，藉此深化相關人員綠色化學的理念，期望能拓展永續發展及環境友善之執行理念建設與策略。產業訪視部分完成一份產業綠色金融需求問卷之設計，並完成第1、2屆綠色化學應用及創新獎得獎單位之問卷調查，並透過綠色化學整合專區之優化更新和文章編撰以及綠色化學推廣活動之舉辦，期盼藉由不同族群的多元交流以及新知資訊的多元放送，使民眾從不同面相了解綠色化學。110年9月以及111年9月協助局內人員完成第5屆歐洲化學會綠色永續化學研討會之以及第九屆 IUPAC 綠色化學國際會議2場次國際會議線上參與。
4. 計畫變更說明：因應我國新冠疫情及計畫期程之規劃，本計畫進行3次契約變更事宜，詳見成果報告第三章第一節。
5. 落後原因分析：無
6. 解決辦法：無
7. 化學局管考建議：

目錄

第一章 計畫背景	1
1.1 計畫緣起.....	1
1.2 計畫目的.....	1
1.3 計畫背景.....	2
1.3.1 永續綠色化學	3
1.3.2 綠色化學國際制度及產業發展	5
1.4 歷年執行情況	7
1.4.1 綠色化學教育推廣	9
1.4.2 化學物質安全替代	12
1.4.2.1 蒐研國際推動替代化學品評估準則與程序.....	13
1.4.2.2 蒐研國際化學物質安全替代篩選系統	13
1.4.3 綠色化學政策與金融策略	15
第二章 年度目標	19
第三章 計畫工作項目	21
3.1 契約變更說明	21
3.2 計畫工項對應表	25
第四章 計畫工作內容	33
4.1 綠色化學大專校院教案及教材推廣.....	33

4.1.1 滾動編修綠色化學大專校院通識課程教材	33
4.1.1.1 工作方法	33
4.1.1.2 執行結果	38
4.1.2 編撰綠色化學大專校院進階課程教材	50
4.1.3 辦理綠色化學大專校院進階課程教材試教	60
4.2 綠色化學小學教材推廣及實體教具製作.....	63
4.2.1 辦理綠色化學小學課程推廣	64
4.2.2 辦理綠色化學小學教材推廣營隊活動	70
4.2.3 設計推廣綠色化學小學實體教具	75
4.2.4 製作綠色化學小學融入環境教育教材	80
4.2.5 辦理綠色化學小學教師種子培訓營	85
4.3 多元族群綠色化學推廣及整合專區資料更新.....	91
4.3.1 編撰產業適用綠色化學教材	91
4.3.2 製作環境教育人員適用教材	101
4.3.3 產業訪視研析綠色金融需求	104
4.3.4 優化綠色化學整合專區	115
4.3.5 更新推廣綠色化學整合專區	119
4.4 其他為達成本工作目標本局指定之事項.....	122
4.4.1 協助辦理補（捐）助相關活動	122
4.4.2 協助辦理第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽活動頒獎典禮	123
4.4.3 派員協助參與國際會議	128
4.4.3 蒐研撰寫綠色化學相關科普文章	131
4.4.5 編撰專責人員課程教材	132
4.4.6 配合本局辦理綠色化學教育推廣	134

4.4.7 蒐集綠色化學相關輿論	137
4.4.8 上述各項工作辦理方式及期程須經本局同意後方得進行，針對本局交辦 事項，得標廠商應配合辦理。	137
4.5 除原訂工作外另提與計畫相關之創意回饋。	137
第五章 結論與建議	138
第六章 計畫進度及查核重點.....	142
6.1 計畫進度.....	142
6.2 計畫查核重點.....	146
參考資料	110

附件

附件一、專家諮詢會專家委員名單.....	CX
附件二、專家諮詢會會議紀錄.....	I
附件三、教師培訓營問卷與課程試教問卷.....	I

圖目錄

圖 1、前期計畫推動之三構面與全球化學品展望關聯圖	3
圖 2、永續綠色化學推動進展（106 年-111 年）	8
圖 3、前期計畫大專校院通識課程教材編修流程圖	36
圖 4、初步規劃大專校院進階教材設計與推廣流程圖	52
圖 5、初步規劃大專校院課程開設流程圖	61
圖 6、新北市板橋區信義國小-食物顏色秀	67
圖 7、新北市八里區米倉國小-酸雨知多少	67
圖 8、臺北市士林區士東國小-食物顏色秀	67
圖 9、新北市三芝區興華國小-食物顏色秀	68
圖 10、新北市深坑區深坑國小-食物顏色秀	68
圖 11、新北市板橋區溪洲國小-食物顏色秀	68
圖 12、基隆市中山區中和國小-土壤中的化學	69
圖 13、臺北市信義區信義國小-水資源知多少	69
圖 14、臺北市北投區大屯國小-酸雨知多少	69
圖 15、新北市三重區集美國小-食物顏色秀	70
圖 16、高雄市鳳山區中正國小-食物顏色秀	70
圖 17、第一場次大合照	73
圖 18、第二場次大合照	73
圖 19、聰明鯊魚皮教具示意圖	77
圖 20、食物顏色秀材料包示意圖	78
圖 21、闖關活動轉盤示意圖	79
圖 22、綠色化學 12 項原則版圖	80
圖 23、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次	87
圖 24、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次	88
圖 25、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次	88
圖 26、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次	88
圖 27、美國永續電子產業路徑架構	99
圖 28、環境教育人員適用教材編審流程圖	103
圖 29、對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知（廠商瞭解程度）	110
圖 30、產業推動綠色化學可能遭遇之困難	110
圖 31、產業推動綠色化學之經濟面評估（I）	111
圖 32、產業推動綠色化學之經濟面評估（II）	111
圖 33、產業推動綠色化學之經濟面評估（III）-研發綠色化學原料（品）後之經濟評估	112
圖 34、產業推動綠色化學之環境面評估	112

圖 35、產業推動綠色化學之社會面評估	113
圖 36、Safer Choice 網站首頁截圖	116
圖 37、Safer Choice 第二層網頁截圖	116
圖 38、主題式網頁圖例	117
圖 39、入口使用者式圖例	117
圖 40、整合專區階層調整	118
圖 41、優化後的整合專區網頁	119
圖 42、「綠色化學 Go Green Chem is try」粉絲專頁宣傳	125
圖 43、「綠色化學 Go Green Chem is try」Instagram 宣傳.....	126
圖 44、「綠色化學 Go Green Chem is try」Instagram 宣傳.....	127
圖 45、111 年 IUPAC 第 9 屆綠色化學國際研討會與會照片	131
圖 46、教材編修審議流程圖	133
圖 47、工作團隊參展環境教育 10 周年展	135
圖 48、工作團隊參展環境教育 10 周年展	136
圖 49、工作團隊參與 111 年全民綠生活防災教育宣導活動（8/20 北港場次）	136
圖 50、工作團隊參與 111 年全民綠生活防災教育宣導活動（8/28 斗六場次）	137

表目錄

表 1、計畫工作項目與計畫書章節對應表	25
表 2、107 年度本團隊開發之大專校院綠色化學通識課程主題	33
表 3、108-109 年度本團隊開發之大專校院綠色化學通識課程主題	34
表 4、團隊初擬大專校院通識課程教案教材編修教授名單及確定編修教師名單	37
表 5、大專校院綠色化學通識教材審查委員正取名單	39
表 6、大專校院綠色化學通識教材推廣時間表	45
表 7、義守大學場次環境用藥推廣問卷分析 (n=110)	46
表 8、義守大學場次永續綠色化學概論推廣問卷分析 (n=108)	47
表 9、中原大學場次仿生與綠色化學推廣問卷分析 (n=66)	47
表 10、中原大學場次綠色化學實驗/實習課程推廣問卷分析 (n=76)	48
表 11、臺北市立大學場次永續綠色化學概論推廣問卷分析 (n=68)	48
表 12、國立臺北科技大學場次電池綠色化學類應用推廣問卷分析 (n=22)	49
表 13、國立高雄師範大學場次生活中的化學推廣問卷分析 (n=60)	50
表 14、107 年與 108 年大專校院綠色化學通識教材訂定及完成課程主題	53
表 15、大專校院進階通識教材環境教育設施場所相關主題	55
表 16、大專校院進階通識教材主題規劃	56
表 17、第 3 次契約變更後大專校院進階通識教材主題規劃	56
表 18、大專校院綠色化學進階教材審查委員正取名單	58
表 19、建議大專校院綠色化學課程開設學校名單	60
表 20、大專校院進階通識教材課程開設方式及師資	62
表 21、原子經濟性、觸媒催化課程開設回饋問卷	62
表 22、108-109 年所建置國小綠色化學教材之主題與融入領域	65
表 23、108-109 年所建置國小綠色化學教材之推廣方式	65
表 24、110、111 年國小綠色化學教材推廣	66
表 25、111 年暑假營隊第一天議程規劃	71
表 26、111 年暑假營隊第二天議程規劃	71
表 27、111 年暑假營隊時程規劃	71
表 28、材料包清單	73
表 29、營隊問卷分析結果	74
表 30、實體教具規劃	76
表 31、綠色化學小學環境教育素材規劃主題與編寫團隊	81
表 32、綠色化學小學融入環境教育教材主題與設計者	83
表 33、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次 (110 年 11 月 16 日)	86
表 34、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次 (110 年 11 月 25 日)	86
表 35、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次 (111 年 9 月 20 日)	86

表 36、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次 (111 年 9 月 21 日) ..	87
表 37、110 年兩場次種子培訓營問卷分析結果	89
表 38、111 年兩場次種子培訓營問卷分析結果.....	90
表 39、106-107 年度 35 家訪談廠商.....	91
表 40、產業綠色化學教材 4 式摘錄	94
表 41、產業綠色化學教材審查委員	95
表 42、化工產業導入連續式合成效益	97
表 43、電子產業於化學物質運作遭遇課題	98
表 44、美國電子產業路徑 1 及路徑 2 之 2030 年策略及目標	99
表 45、環境教育人員適用教材編撰者	102
表 46、環境教育人員適用教材影片大綱	102
表 47、環境教育人員適用教材審查委員	104
表 48、第 1 屆綠色化學應用及創新獎得獎單位	105
表 49、第 2 屆綠色化學應用及創新獎得獎單位	105
表 50、產業綠色金融需求問卷分析統計表	108
表 51、800 字科普文章審查委員	120
表 52、16 篇新知主題	121
表 53、第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽大專組獲獎名單	123
表 54、第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽研究組獲獎名單	124
表 55、110 年綠色化學相關國際研討會整理表	129
表 56、2000 字化學知識科普文章審查委員	132
表 57、專責人員課程教材教材編修者	133
表 58、專責人員課程教材審查委員名單	134
表 59、計畫進度表	142
表 60、本計畫查核重點	146

第一章 計畫背景

1.1 計畫緣起

有鑑於食品及化學等產業日漸重視減毒、減廢等要求，且為與國際接軌符合國際產品生產與貿易的要求與規範，需在生產鏈中針對可能引起對環境有不好影響之化學品及環境要求進行系統性的研究，除了以教育的方式，培育未來人才與產業經營管理者環保概念與知能之外，建立化學物質安全替代制度，使我國化學物質管理能與國際接軌並提升我國綠色經濟競爭力，同時結合綠色金融思維，導入部分關注產業，使化學物質使用朝向「減量、減毒」之最終目標發展。

1.2 計畫目的

本計畫主要目的是持續 107 年度「永續思維綠色化學推動計畫」、108-109 年度「綠色化學思維之全民教育深耕與安全替代推動計畫」、「我國化學物質管理綠色財務工具研析計畫」以及「建立我國化學物質安全替代指引計畫」，結合國內之專家學者凝聚共識，建立並推動永續綠色化學實證，擴大影響力。計畫盤點國內外永續綠色化學相關既有課程資料、科學期刊、國際會議、活動等資訊，建立綠色化學課程教材。同時藉由本計畫拜訪國內外相關的專家學者，彙集推動綠色化學教育的策略、成果與困難，建立本國適用之推動課程內容並實際應用試教。結合國內之專家學者，凝聚共識，建立並推動舉辦研習營與競賽，導引本國產、官、學之力量共同推動永續綠色化學，其目的包含：

1. 推廣 107-109 年已建置之通識教材及建置綠色化學大專校院專業教案及教材，落實大專校院教育
2. 推廣 108-109 年已建立之小學分級教材及製作實體教具，推動教育扎根
3. 增加多元族群認知綠色化學，更新綠色化學整合專區資料及推廣
4. 其他為達成本工作目標本局指定之事項

1.3 計畫背景

身處快速發展的時代，各式各樣的需求和挑戰因應而出，使化學在民生生活與社會經濟的各方面更凸顯其地位及重要性。更是「永續發展」中不可或缺的重要元素。

聯合國環境規劃署（UNEP）在第四屆聯合國環境大會期間發布「全球化學品展望第二版：從遺留問題到創新解決辦法」（Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions）報告[1]，評估了全球化學品的發展趨勢，並制定相關決策行動方案，幫助決策者和其他利益相關者，瞭解化學品和廢棄物健全管理在永續發展方面之重要性，希冀透過綠色和永續化學創新以及綠色消費和生產等手段，使現有之問題得到解決且避免在未來造成遺留問題。

為便於加強實施化學品和廢棄物健全管理同時有效降低化學品和廢棄物的不利影響，「全球化學品展望」第二版制定了以下 10 項方案：

1. **制定有效的管理制度：**解決各國普遍存在的能力差距，利用生命週期辦法加強國家和區域立法，並進一步加強各機構和各方案。
2. **調動資源：**為有效的立法、執行和執法提供充足資源並以創新方式籌資，特別是在發展中國家和轉型期經濟體。
3. **評估和通報危害：**填補全球資料和知識空白，並加強國際合作，以推進化學危害評估、分類和通報。
4. **評估和管理風險：**在全球範圍內完善和共用化學品風險評估和風險管理方法，以促進化學品在整個生命週期內的安全和可持續使用。
5. **使用生命週期方法：**促進廣泛實施可持續供應鏈管理、充分披露材料、透明度和可持續產品設計。
6. **加強公司治理：**扶持和加強化學品和廢棄物管理方面的企業可持續發展政策、可持續業務模式以及報告工作。
7. **教育和創新：**將綠色和可持續化學納入各項教育、研究和創新政策及方案。

8. **提高透明度**：增強工人、消費者和公民保護自己和環境的能力。
9. **為決策者提供知識**：加強科學與政策對接，在化學品和廢棄物的整個生命週期內利用科學來監測進展、確定優先事項和制定政策。
10. **加強全球承諾**：建立積極進取而全面的 109 年後化學品和廢棄物全球框架、擴大協作行動，並追蹤進展情況。

以下圖 1 概略說明前期計畫推動之三大項目「綠色化學」、「化學品安全替代」與「綠色金融」與全球化學品展望 10 項方案與之關聯性：

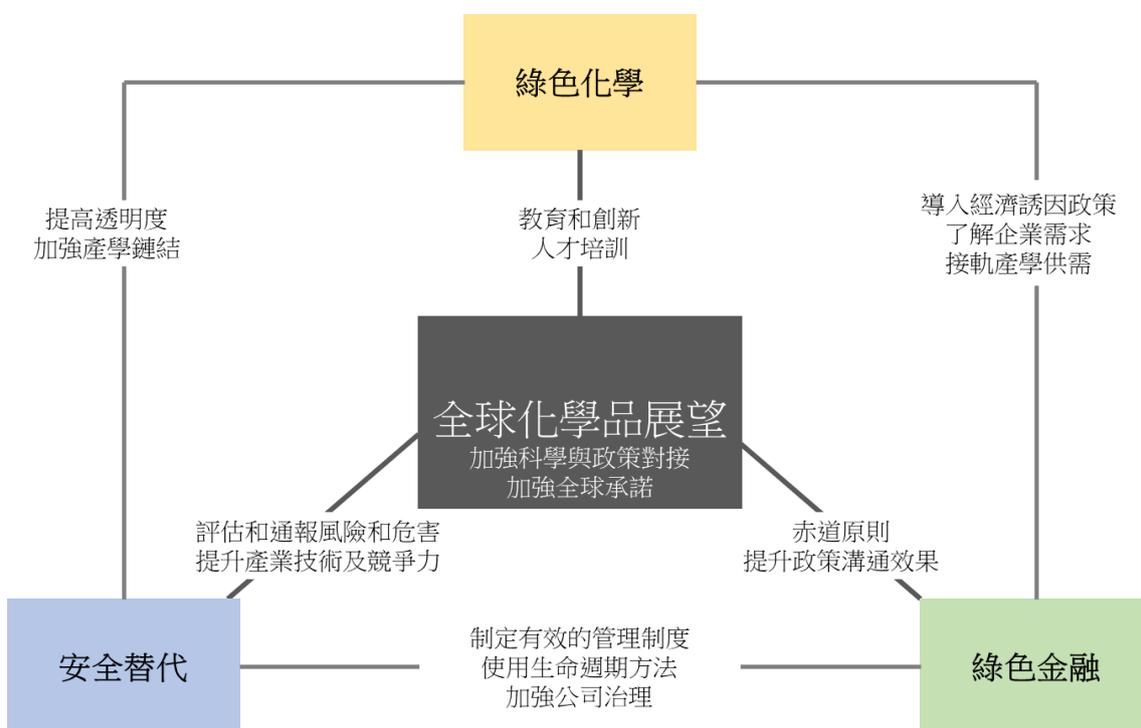


圖 1、前期計畫推動之三構面與全球化學品展望關聯圖

1.3.1 永續綠色化學

綠色化學概念是在 1990 年代早期由美國環境保護局引入，目的為化學產品的製造和使用中，減少或降低有害物質產生的創新化學技術，美國環保署(US EPA) 明確表示，綠色化學涉及消除化學過程中的有害物質。其定義為：「設計化學產品和製程，以減少或消除有害物質之使用與生產」(Green chemistry is the design of chemical products and processes that reduce or eliminate the use or generation of hazardous

substances) [2]。以下亦整理國外專家和國際組織對於綠色化學（永續化學）之定義：

現為美國耶魯大學綠色化學和工程中心主任的 Paul Anastas 博士和波士頓麻州大學的 John C. Warner 教授在所著 Green Chemistry: Theory and Practice 中，將綠色化學定義為：「減少或去除在化學品製造之設計、生產和應用中使用或產生的有害物質之原則與方法」（Green Chemistry is the utilization of a set of principles that reduces or eliminates the use or generation of hazardous substances in the design, manufacture and application of chemical products.）[3]。

荷蘭化學家 R.A.Sheldon 則認為「綠色化學係為在製成與應用化學產品時，應有效地利用原物料，最好是可再生物質，以減少廢棄物量，並避免使用有毒害的試劑與溶劑。」（Green chemistry efficiently utilizes (preferably renewable) raw materials, eliminates waste and avoids the use of toxic and/or hazardous reagents and solvents in the manufacture and application of chemical products）[4]。

國際純化學暨應用化學聯合會（International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC）之綠色化學定義為「在發明、設計和利用化學產品與化學製程中，減少或消除有害物質之使用與生產」（The invention, design and application of chemical products and processes to reduce or to eliminate the use and generation of hazardous substances.）[5]

國際經濟合作及發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）使用「永續化學」一詞，其定義為「永續化學是一種科學概念，旨在改善利用自然資源滿足人類對化學產品和服務的需求的效率。永續化學涵蓋高效、安全、更環保化學產品與製程之設計、製造與使用。」（Sustainable chemistry is a scientific concept that seeks to improve the efficiency with which natural resources are used to meet human needs for chemical products and services. Sustainable chemistry encompasses the design, manufacture and use of efficient, effective, safe and more environmentally benign chemical products and processes.[1]）

綠色化學在於不使用有害、有毒的物質，且不再處理廢棄物及產生廢棄物，是一種從源頭完全阻止環境污染的化學。並且強調產品生產過程，不僅要減少消耗量、提升原子利用率，還要避免不必要的衍生物和廢棄物。亦即，從源頭開始，就充分利用原料和能源，減少、甚至零有害物質釋放，降低對環境的衝擊。

綠色化學涵蓋了貫穿於整個化學品供應鏈中的教育、研究以及商業應用領域，通過運用環境友善技術，可以實現綠色化學的目的；另外若再把經濟（Economy）及生態（Ecology）因素融入，以及配合美國、丹麥等國對生態工業區的推展概念，整個地球村之綠色化學的永續發展，將與瑞典職業協會標榜的「調和 6E（economy, energy, efficiency, emissions, ecology and ergonomics）、群己互利的永續就業」的原則一致。[6]

綠色化學正處於技術進步的階段中，原有技術的改良，新技術的研發推動著綠色化學不斷進步，達到環境友善的目的，目前綠色化學發展方向包括：

1. 新的化學反應過程研究。
2. 傳統化學過程的綠色化學改造。
3. 能源中的綠色化學問題。
4. 資源再生與循環使用技術研究。

因此綠色化學範疇之發展有重要意義，同時具有潛在的重大經濟和社會利益，其發展值得關注與推廣。

1.3.2 綠色化學國際制度及產業發展

化學品的研發、生產製造和使用是近代人類文明發展的重要原動力，化學品的應用造就了全球經濟發展，也增進了人類福祉。然而化學品對人類與環境潛在的傷害也是不可忽視的，建立化學品的有效管理以及追求安全化學品使用是全人類永續生存發展刻不容緩的重要課題。2004 年聯合國「持久性有機污染物斯德哥爾摩公約」，2006 年聯合國「國際化學品管理策略方針（Strategic Approach to International Chemicals Management，SAICM）」均建議各國應展開國際間化學品分類與標示調和工作，並透過相關國際組織之努力，促成化學品全球分類及標示調

和制度之建立（Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals，GHS）。此制度提供了一個易理解的危害通識系統，降低化學品測試及評估需求，促進國際貿易之便捷，並提高人類健康及環境之保護。自推動以來，廣受已開發國家採行，作為制定國家化學品管理政策之框架，與行動方案期程之標竿。

我國雖非聯合國會員，近幾年來仍積極配合國際規範，推動化學品管理以達成 SAICM 之目標。近年國際化學品管理趨勢與領先國家作法，均以依照 SAICM 全球行動計畫推動化學品全球分類及標示調和制度（GHS）。透過先期實施既有化學物質提報作業，完善建置我國化學物質清單等重點工作項目。97 年 6 月 1 日歐盟正式推動化學品註冊、評估、授權和限制法規 REACH（Registration，Evaluation，and Authorization of Chemicals，REACH）。該法規旨在對進入歐盟市場的所有化學品進行預防性管理，實施調和與整合歐盟現有 60 幾個上下游化學品管理策略，以達成 SAICM 之目標發展。

為達成保護國人健康與環境之永續目標，現行管制仍有許多有待改善之處，另使我國化學物質管理與國際接軌並提升我國綠色經濟競爭力，亦應建立化學物質安全替代制度。前期計畫旨在減少化學物質對國內環境與健康之危害，對於存在合適替代物質或是技術之高危險性化學物質，建立化學物質安全替代制度，以降低其風險。同時彙整研析國內綠色化學產業之業者對於化學物質安全替代制度調適策略與效益評估，強化永續企業對於化學品替代製造之社會責任。

化學物質的製造與研發是帶動世界各國經濟發展與社會進步的關鍵因素，是故，化學物質管理導入綠色金融有其必要性。目前世界上已有登錄資料的化學物質多達 600 萬種，而國內化學物質清單的已知數量僅約 10 萬種。根據經濟部統計工業產銷存的動態調查資料，顯示化學工業（包括紙漿、紙及紙製品製造業；化學原材料、肥料、氮化合物、塑橡膠原料及人造纖維製造業；藥品及醫用化學製品製造業等），於 105 年之產值約新臺幣 1.90 兆元（約 627 億美元），106 年之產值達新臺幣 2.55 兆元（約 842 億美元），107 年之產值更高達新臺幣 4.01 兆元（約

1,324 億美元) 相較於 99 年時的新臺幣 9,234 億元 (約 305 億美元) 產值, 其成長幅度逾 4 倍, 彰顯過去近 20 年間我國化學產業的蓬勃興盛與國內外市場之高度需求。

然而, 在化學物質被大量製造時, 由於化學物質之管理在法規面及執行面均未完備, 陸續衍生多起重大社會事件, 在食品安全、工安意外或污染排放等面向中, 均有可能因為化學物質的不當運用或有害物質的外洩, 危害到民眾的生命與健康。因此, 建立完整的化學物質管理制度益顯重要。我國化學相關產業若為降低化學品使用風險改採化學物質安全使用, 衍生產業轉型及擴大推廣時, 可能將面臨成本上之困難, 爰此結合「綠色金融」思維, 嘗試導入國內外經濟市場上已發展成熟之財務金融工具與商業模式, 使我國化學相關產業在行政法規的管理與經濟誘因的輔助下, 能夠自發性地減少製程中使用的高風險化學物質, 並選擇使用對環境友善及對人體健康風險較低之化學物質, 以期提昇對人體健康與環境之保護。未來化學物質管理導入綠色金融之方式, 為我國推動綠色化學政策之重要執行策略, 本計畫期待後續政府可積極鼓勵市場朝向化學物質使用「減量、減毒」的願景, 進而達成我國化學管理「降低風險」之目標並提昇綠色經濟之推動。

1.4 歷年執行情況

前期 106 至 109 年計劃涵蓋綠色化學小學、大專校院以及多元族群之教材編修、試教及推廣, 優化與更新綠色化學整合專區及其文章, 以圖 2 簡述計畫進展, 另詳述 106-109 年執行情況以及 110-111 年團隊執行狀況如下。

永續綠色化學推動進展

	106-107年	108-109年	110-111年
深耕教育	教材研商與審議 8場大專院校通識課程試教	教材、動畫設計研商與審議 10所小學推廣 6所大專院校相關課程開設 8場大專院校試教	滾動編修16式講義、5所大學開設課程 編修4式進階教材、4場大專院校試教 10所小學推廣、4式小學實體教具 3式小學教材、教材審議及編修 環境訓練(專責)人員教材1式
研習營 與相關活動	大專校院綠色化學創意競賽 2場小學教師研習營 9場大專院校研習營	1場競賽活動 4場小學教師培訓營 綠化共識營與工作坊	4場小學教師培訓營 2場小學推廣營隊、補(捐)助活動 綠化競賽頒獎及相關活動
產業結合	45家廠商訪視 綠色金融產業轉型可行性評估	研擬相關產學合作與6家廠商訪視 2冊相關產業推廣年報	4式產業用教材 (含金融策略教材1式) 綠化應用及創新獎廠商訪視 綠化整合專區文章編撰
安全替代	彙整資料、規劃化學品安全標章 編撰化學物質安替指引	研擬安替準則與流程、建議替代物質清單 安替教育手冊及簡報設計	
綠色金融	蒐研綠金、化學品租賃等資訊 蒐集彙整環境成本內化資訊	化學品租賃後續推動並製成成果簡報 研擬環境成本內化措施策略 建立我國綠色化學準則	
專家諮詢 與國際會議	7場專諮、研商會與學者訪談 參加美國綠化工程研討會	各活動專諮會 參加美國化學工程年會	線上參加第25屆綠化工程研討會 線上參加IUPAC第9屆綠化國際研討會
成果展示 與平臺推廣	記者會	各活動影片剪接與呈現 建置平臺與彙整、連結相關資訊 蒐研國內外相關資料	各活動影片剪接與呈現 綠化整合專區優化 綠化新知文章連結

圖 2、永續綠色化學推動進展 (106 年-111 年)

1.4.1 綠色化學教育推廣

本工作團隊於 106 至 109 年度完成環境保護署毒物及化學物質局之綠色化學教育相關計畫，以下說明完成計畫工項之成果與效益：

1.4.1.1 建立綠色化學小學及大專校院教材

於 106 至 107 年以「環境關懷」、「環境關聯」以及「永續環境」三大綠色化學教育素養構面，完成 8 堂適用大專校院綠色化學通識教材與試教，包括 4 門室內（永續綠色化學概論、綠色化學—環境用藥、化學物質安全、塑膠辨識實驗/習課程）、4 門室外（熄而不滅，汞化學物質安全、G-HOME 技嘉永續生態屋頂—循環世界、水資源再生中心、焚化廠資源再生中心）。課程規劃目標在於訂定綠色化學之教材與教學方法，由研析綠色化學內涵，繼而編寫教案與講授範例，課程核心能力包括培養綠色化學課程、教學與評量之知能、具備任教學科專業之知能以及整合綠色化學知識與教育理論之實踐能力。另與教育部共同辦理第 1 屆大專校院綠色化學創意競賽。配合大專校院綠色化學創意競賽活動，辦理頒獎暨記者會，行銷 107 年度綠色化學推動策略及成果展示，並邀請優勝參賽者說明作品成果，達到推廣綠色化學目的。

小學部分完成「水質與生活」、「酸雨知多少」、「生活中的染料」、「食物顏色秀」、「綠色永續水資源」、「土壤中的化學與生活」以及「減塑特攻隊」等課程手冊的編寫，以及相關簡報教材的製作。所有課程的規劃，皆考量以融入自然、健康、綜合、社會、藝術等領域，以跨領域融入的方式規劃。教師採用此一課程，可兼顧原本領域教學進度，亦可融入綠色化學要素以及環境教育之議題教育。可提升教師採用意願，增加推廣之可行性。編寫者多為國教輔導團團員甚至召集人，熟稔實務教學之應用性，亦是未來推廣的潛在種子師資。

108 年辦理 1 場大專校院綠色化學通識教材專諮會，延續 107 年「環境關懷」「環境關聯」「永續環境」三構面規劃以及未完成之主題，訂定 8 堂教材主題包含「仿生與綠色化學」「溫室效應與環保冷媒」「石化產業的綠色化學轉型」「綠色化學與國際公約（持久性有機污染物、環境賀爾蒙）」「電池綠化類應用（汞公約、

電池物質替代)」、「生活中的化學」、「生命週期與工業生態」、「綠色化學實驗/實習課程：永光化學」，每份教材產出教學目標、教學需求指引、50 頁以上課程簡報，並交由 3 位審查委員審閱教材內容。於 109 年 3 月至 6 月安排 8 堂課程實際教學演示，共蒐集 237 份學生修課回饋問卷，8 成至 9 成的修課同學認同可透過教材增進綠色化學相關知識。

1.4.1.2 蒐研國外綠色化學相關資料與參與國際研討會

於 106 至 107 年持續蒐研美國化學學會 (American Chemical Society, ACS) 網站、超越良性網站及德國有機化學實驗室課程 (NOP-Sustainability In The Organic Chemistry Lab Course) 公佈之相關教學資料；蒐研教育部大專校院登記之綠色化學相關課程大綱，比較分析 18 週次課程大綱及其參考資料，提出分級化學專業、半專業、非專業和通識綠色化學建議課程大綱。

107-109 年計畫中亦蒐集 107-109 年，近 3 年國際綠色化學相關會議資訊，包含「國際綠色化學研討會 (ICGC)」、「美國化學工程年會 (AIChE Annual Meeting)」、「綠色及永續化學研討會 (Green & Sustainable Chemistry Conference)」、國際化學教育學術研討會 (ICCE)、化學教育雙年會 (BCCE)、綠色化學及工程年會 (GC&E)。另本 (109) 年度辦理之美國化學工程年會因應疫情影響改由遠距線上同步研討會辦理，於 109 年 11 月 16 日至 11 月 20 日以網路方式參與。

1.4.1.3 辦理研習活動及工作坊

前期計畫於 106-109 年間共辦理近三十場次研習活動以及兩場次「綠色化學工作坊」會議，研習營提供業界、大專校院學生與國小教師共同參與，工作坊提供我國產學研推動綠色化學措施之研析成果及經驗分享，廣泛納入各界建議擬定具體策略，並針對未來推動展望討論溝通，使我國化學物質管理得以完善涵蓋整體生命週期、與國際接軌並提升我國綠色經濟競爭力，進而達成永續綠色化學目標。活動辦理後取得部分講座授課錄影資料與簡報，開放至化學局網頁及 YouTube 平臺予以分享，並收集各場次與會人員回饋問卷統計分析參加研習會之看法與意見。

1.4.1.4 盤點產學合作資訊及研析合作內容

為擴大產業鏈結教育，於 108 年 9 月 30 日盤點產學合作資訊，由於各大專校院考量涉及教師及企業合作之營業秘密，造成揭露資訊不足，難以蒐集產學合作或技轉資訊，因此以政府公開之產學合作資訊與綠色化學產學合作問卷填答結果彙整資料。目前政府單位中以科技部產學合作計畫類型最多元且 106 年至 108 年所核定之計畫金額亦較往年增加，大多數欲申請之產學合作計畫多以申請科技部之產學合作計畫為主。在產學合作計畫中，申請化材民生類的學研單位元以化學工程、材料工程、環境工程等領域較多，而產業方面則以環境衛生/污染防治服務業、半導體製造業、醫療器材製造業、生化科技研發業等，為較多申請產學合作計畫之類別。產學問卷方面，填答企業及學者較希望計畫期程為 2 年至 3 年；經費為 200 萬至 300 萬/年；建議領域包含環境科學、化學工程以及材料科技；期望計畫可符合綠色化學 12 原則之防廢、再生、節能、低毒項目。

1.4.1.5 大專校院綠色化學課程推廣

於 108 年協助 6 所大專校院與單位開設及錄製綠色化學相關課程影片，包括「東海大學」、「高雄師範大學」、「靜宜大學」、「臺北市立大學」、「社團法人中華亞洲環境生態護育交流協會」與中原大學，另由工作團隊自行授課及推廣綠色化學課程，總計蒐集 510 份學生修課回饋問卷並產出 1 份成效報告，其中 6 所大專校院及單位所開辦之課程獲 9 成授課學生評定為「非常同意」及「同意」，認同可透過課程增進綠色化學相關知識，並完成 2 支 2.5 至 3 分鐘短片剪輯。

1.4.1.6 第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽

第二屆大專校院綠色化學競賽於 109 年 11 月 3 日辦理競賽決選，當日同步召開大專組及研究組決選評審會議，評選出各組獲獎隊伍（金獎 1 名、銀獎 1 名、銅獎 2 名、佳作若干名與特別獎—實驗安全獎 1 名），另於 109 年 11 月 19 日公告獲獎名單，於 110 年公告及通知獲獎隊伍。

大專組得獎作品分別為金獎—臺灣大學「蜂巢式光纖反應器消除飛機艙內空氣細菌病毒」、銀獎—宜蘭大學「豆渣雙循環再利用產出高值化大豆精華面膜」、2 名銅獎為中興大學「水熱法製備不同氧化鋅型態於環境友善農業抗菌之研究」

及高雄師範大學「利用臺灣特有農產品廢棄物合成奈米銀粒子進行汞金屬感測器之綠色化學研究」。其中金獎「蜂巢式光纖反應器消除飛機艙內空氣細菌病毒」，是考量全世界皆受到新冠疫情（COVID-19）影響，但因應商務等有往返各國之需求，但長時間待在密閉的機艙中將可能有健康風險，因此臺灣大學團隊將高空中之紫外光引入陶瓷蜂巢內，進而照射光觸媒以產生化學反應，降低空氣中的細菌、病毒量。

1.4.2 化學物質安全替代

行政院環境保護署毒物及化學物質局於 107 年完成「建立我國化學物質安全替代指引」計畫，目的在於減少化學物質對國內環境健康之危害，對於存在合適替代物質或是技術之高危險性化學物質，建立化學物質安全替代制度，以降低其風險。蒐研國外化學物質安全替代制度法規規範、作業準則、制度架構等，評析其之優劣特點，產出適合國內執行之安全替代制度策略指引；為收集建置化學物質安全替代資訊平臺及資料庫所需資料，邀集國內專家學者辦理 2 場次專家諮詢會，徵詢化學物質安全替代制度指引、友善標章前置作業規劃等相關意見；彙整化學物質安全替代制度指引政策建議，研析國內食品包裝材產業別之業者對於化學物質安全替代制度調適策略與效益評估，強化企業對於化學品替代製造之社會責任。

建立安全替代評估機制要件，首先需要評估及確認化學物質評估技術之可行性，再行確認相關單位進行被替代物質評估技術之能力，評估機制需提供管理決策者具科學性依據的參考。在化學物質評估過程中，應要求業者提供詳細資訊，以及對人類健康或環境的可能潛在風險，以達資訊公開化與透明化之目的。

化學物質安全替代制度評估程式之初步危害鑑別的檢測分析，應考量其必要性，對於選用品優先順位的決定，以決策分析進行。以及提供初步之替代品成本效益訊息，如原料成本、加工成本、廢棄物處理成本、健康風險、回收再利用之可行性與風險等，利於產業參考之用。同時安全替代指引可能隨時間、研究成果

之累積而有不同方向，應以安全替代制度評估程式/分析機制宜有定再評估機制，確保內容上與國際上綠色化學之最新發展接軌。

執行 5 場次廠商訪談，瞭解產業對於安全替代運作情形、遭遇困境等實務狀況，作為未來進行國內化學物質安全替代制度推廣、化學物質管理機制配套政策等制度制定的重要參考依據。國內產業現況歸納為以下六個面向：(1) 化學物質安全替代技術可行性；(2) 產品功能與效能符合度；(3) 產品生命週期評估；(4) 使用端（或是民眾消費）接受度；(5) 成本與報酬率經濟效益評估；(6) 化學物質替代技術專利考量等。

1.4.2.1 蒐研國際推動替代化學品評估準則與程序

蒐研國際政府、研究機構針對安全替代執行評估準則，包括美國加州消費性產品安全計畫（The safer consumer products program，SCP Program）、美國環保署環保署環境設計政策（Design for the Environment，DfE）、美國州際化學品訊息交換中心（Interstate Chemicals Clearinghouse，IC2）、德國聯邦環境部「永續化學物質指引（Guide on Sustainable Chemicals）」、BizNGO「更安全的化學品指引（Chemical Alternatives Assessment Protocol）」等，歸納出 7 大項原則用於替代化學品評估準則與程序，包括（1）確認問題、（2）尋找潛在替代物質、（3）替代物質危害評估、（4）替代物質製程功能評估、（5）替代物質生命週期評估、（6）篩選合適替代物質進行試驗計畫、及（7）正式執行及反饋。

1.4.2.2 蒐研國際化學物質安全替代篩選系統

蒐研國際化學物質安全替代評估資料建立模式，包括經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development，OECD）替代方案與替代品評估工具（OECD Substitution and Alternatives Assessment Toolbox，SAAT）、國際化學秘書處（International Chemical Secretariat，ChemSec）建置 the SIN List 資訊平臺查詢系統、歐盟建置 SUBSPORTplus portal 資源平臺查詢系統等，作為國內安全替代篩選系統應用及未來規劃建置綠色化學安全替代整合平臺之參考。

1.4.2.3 研擬六類消費性產品之 12 項建議替代清單

前期計畫研擬國內推動替代化學品之流程，篩選原則係排除已禁用之化學品的化學品，以及從高關注化學物質中尋找具高度開發潛力的應替代之化學品名單，依化學品對人體或環境毒性高低，產業運用層面廣泛度，本身是否有替代品研究或實例，及具有推廣綠色化學教育意義等原則，研擬 12 項化學物質為建議替代清單，包括（1）雙酚 A（Bisphenol A，BPA）、（2）甲醛（Formaldehyde）、（3）壬基酚（Nonyl Phenol）、（4）氯乙烯（Vinyl Chloride）、（5）二氯甲烷（Dichloromethane）、（6）三氯乙烯（Trichloroethylene，TCE）、（7）正己烷（n-Hexane）、（8）六溴環十二烷（hexabromocyclododecane，HBCD）、（9）N-甲基吡咯烷酮（1-Methyl-2-pyrrolidinone（N-Methylpyrrolidone），NMP）、（10）全氟烷化合物（Per fluorinated Compounds，PFC）、（11）六價鉻（Hexavalent Chromium）、（12）多溴化二苯醚（Polybrominated diphenyl ethers，PBDEs）。收集上述 12 項化學物質於食品容器包裝材料、紡織用品、建材與裝潢塗裝材料、汽車及其組裝零件、居家清潔用品、電子設備產品等 6 類消費性產品產業使用現況，並彙整其安全替代實例或研究成果。

1.4.2.4 編製綠色化學產業應用推廣年報、安全替代概念教育簡報與教育手冊：

為鼓勵產業製程持續朝向低污染、低毒性替代品之創新研發暨減少毒化物使用，前期計畫編製 108 年、109 年「綠色化學產業應用推廣年報」，以綠色安全替代為主軸，亦搭配聯合國永續發展目標及我國化學物質管理政策綱領，推廣年報編制著重於「低毒化學好綠色、產業創新再進化」與「化災預防用心守護、深化環境傳承推廣」。介紹國內優良綠色化學產業於落實化學品安全管理及與國際接軌成效。安全替代概念教育簡報與教育手冊架構為綠色化學與安全替代方案策略構思等，內容涵蓋綠色化學緣起和定義、我國綠色化學政策、安全替代定義、安全替代評估推動構思、國際安全替代評估策略、國際安全替代資訊平臺、推動安全替代規劃、國內安全替代案例等，並提供國際資訊網站以供檢索

1.4.3 綠色化學政策與金融策略

1.4.3.1 彙整國內各部會與綠色化學相關策略，擬定綠色化學準則

前期計畫參照國際間綠色化學實施精神及推動策略，整合我國各部會職掌中化學物質掌管法規與政策，並配合國情及本土之環境條件調和後，以「友善環境健康永續」為我國綠色化學推廣之願景，就「建立知能」「產業導入」「跨部合作」「國際交流」等四項重要架構，建立綠色化學 15 項推動策略，整合完成我國綠色化學準則架構。透過政府政策引導及資源挹注，有效凝聚我國各部會推廣綠色化學共識，植根民間綠色化學概念，輔導產業導入推動，並得以接軌國際各項環保公約，達成我國化學物質降低風險、安全使用之目標，保護人類健康和環境之願景。四項重要架構各推動策略概述如下：

建立知能 – 深耕綠色化學教育，建置各級學校單位推廣分級教材及辦理教師培訓，以利教育學術推廣；建立綠色化學整合專區包含安全替代資訊平臺，強化一般民眾對於綠色化學認知。

產業導入 – 建立我國消費性產品化學物質成分正面表列建議替代清單、編撰「綠色化學產業應用推廣年報」與安全替代宣導手冊、及建立我國安全替代評估流程及研提安全替代作業準則，以利相關產業替代高風險化學物質時得以參考遵循；結合並導入綠色金融概念及國際常見綠色金融工具，促使產業減少或消除有害化學物質之使用與生產，促成人類的永續發展；訪視具導入綠色化學潛力之產業，宣導我國推廣政策及方向。

跨部合作 – 彙整國內各部會相關策略，辦理跨部會共識營及工作坊，以凝聚跨部會共識；定期辦理學生綠色化學創意競賽、產業研習營與防災訓練營等活動，推動綠色化學於不同面向落實執行；協調各部會建立綠色化學推廣獎勵方案與措施，以促使產業積極實施。

國際交流 – 推動國際合作，積極配合國際公約與協定；定期參與國際綠色化學相關會議或邀請相關組織來訪，以建立溝通管道及促使合作交流。

1.4.3.2 國內外化學物質管理環境成本內化原則應用工具研析

前期計畫盤點聯合國「國際化學品管理策略方針 (Strategic Approach to International Chemicals Management, SAICM)」、「國際持久性有機污染物消弭網絡 (International POPs Elimination Network, IPEN)」及聯合國環境規劃署 (United Nations Environment Programme, UNEP) 相關文件，研析國際化學品管理使用環境成本內化目標及推動趨勢，確認 UEEP 三項整合性措施及 SAICM 六項期望成果。計畫亦完成彙整美國、德國、法國、日本等 4 個國際先進國家其化學物質管理成本內化現況，包括實施範疇、制度、文獻資料、執行情形及配合的法規。同時探討我國現行化學物質管理成本內化措施，評估國際現有措施導入我國所需具備的法規或相關條件及產業需求。根據研析成果，目前環保基金與環境責任保險為國際遂行環境與經濟之平衡，實施「環境外部成本內部化」之常用工具，鑒此，我國未來可考慮透過毒性及關注化學物質管理法修正後新成立之「毒物及化學物質基金」，輔以現行之「毒性化學物質運作責任保險辦法」，形成管理我國化學物質運作時可能產生之環境外部成本及潛在風險之共同架構。

1.4.3.3 研析國內化學安全管理及推廣等符合綠色化學之相關標章制度及內容

前期計畫整理 3 類 49 項臺灣現有綠色環保產品相關標章，研析標章制度及內容，並比較我國環保標章、臺灣製產品 MIT 微笑標章及德國藍天使標章之異同。前期計畫研析納入綠色化學原則或安全替代策略於相關標章後，對於產業推動綠色化學之效益成果，作為我國未來推動策略之參考。鑒於目前我國環保標章制度已趨成熟，我國產業倘若透過取得環保標章以推動綠色化學原則各項措施，將可產生下述效益成果：(1) .提升一般消費者宣導效果；(2) .結合公民營企業綠色採購；(3) .納入綠色金融措施。

1.4.3.4 國際化學品租賃制度策略研析

為借鑒國際化學品租賃制度做法，以建立適合我國實施之推動策略，工作團隊蒐集埃及、塞爾維亞、斯里蘭卡等 10 處國家或地區之成功推動案例，並完成化學品租賃案例簡報編撰。工作團隊於研析國際案例後，綜整下列三項共同特徵：

(1) 均從化學品租賃模式中獲得經濟、環境以及社會效益，主要是可以結約化學

品使用、對於工作環境的改善。

- (2) 應用化學品租賃模式的化學品使用者行業別非常多元，但目前為止尚未有高科技製程或高科技產業（如電子業）應用。
- (3) 雖為化學品租賃模式，但亦有不同細節，多數案例均涉及化學品使用的技術創新；亦有為促成合作而設置新公司的案例；也有整合化學品管理的商業模式；但沒有單純租賃化學品的案例。

此外前期計畫進一步透過契約理論與交易成本經濟學檢視化學品租賃適用性，參照目前國內產業推動策略現況，提出適合我國實施化學品租賃之推動策略，並產出成果分析報告。[7]

1.4.3.5 成本效益分析與安全替代分析案例說明

為完整納入化學品替代使用之經濟、環境與社會成本，作為綠色化學推廣應用於產業之金融依據。前期計畫以「成本效益分析」作為國際間推動環境政策之主要評估工具，說明其分析之原理與步驟，以釐清透過成本效益分析所可執行之評估涵蓋範圍。此外前期計畫參照 SAICM 計畫提出 5 項高關注化學物質之社會經濟分析成果與未來策略建議，以作為我國未來擴大推動之依據，5 項高關注化學物質分別為：(1). 全氟辛酸 (PFOA) 及其鹽類；(2). 汞；(3). 1-甲基-2-吡咯烷酮 (NMP)；(4). 甲醛；(5). 鄰苯二甲酸酯。根據研析結果指出，國際目前針對前述 5 項高關注化學物質之成本效益分析工作，大多均集中於其替代運作所產生之營運成本或管理成本，並未完整針對環境外部成本或人體健康風險成本進行量化評估。

1.4.3.6 綠色化學工作坊辦理

前期計畫完成辦理 2 場次「綠色化學工作坊」會議，會中產、官、學、研等各界專家學者針對「環境教育」、「低毒安替」、「綠色金融」等三項綠色化學主題及七項關鍵子課題，提出 23 項現行可行推動措施及未來規劃建議。綠色化學工作坊會議透過我國產學研推動綠色化學措施之研析成果及經驗分享，廣泛納入各界建議擬定具體策略，並針對未來推動展望討論溝通，使我國化學物質管理得以

完善涵蓋整體生命週期、與國際接軌並提升我國綠色經濟競爭力，進而達成永續綠色化學目標。

第二章 年度目標

本計畫目標為教育深耕，產業推廣及跨部會合作，全面性展開綠色化學推動計畫。推動綠色化學策略係依據毒物及化學物質局 107 年 4 月 2 日行政院核定「國家化學物質管理政策綱領」，為達到「有效管理化學物質，建構健康永續環境」願景，設定 5 大目標包含「國家治理」、「降低風險」、「管理量能」、「知識建立」及「跨境管理」。本計畫設計建立大專校院通識課程及小學分級教材，用以推廣以達到「知識建立」；建立化學物質安全替代資訊交流平臺，持續蒐研國際綠色化學於化學管理推動策略，建立跨部會綠色化學溝通模式，以達到「降低風險」及「管理量能」。本計畫目標如下：

- (1) 推廣 107-109 年已建置之通識教材及建置綠色化學大專校院專業教案及教材，落實大專校院教育
- (2) 推廣 108-109 年已建立之小學分級教材及製作實體教具，推動教育扎根
- (3) 增加多元族群認知綠色化學，更新綠色化學整合專區資料及推廣
- (4) 其他為達成本工作目標本局指定之事項下

(此頁空白)

第三章 計畫工作項目

3.1 契約變更說明

本計畫執行期程自 110 年 7 月 23 日起至 111 年 10 月 15 日止（含星期例假日、國定假日及其他休息日），受到嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）影響，辦理三次契約變更，變更項目以及說明如下所示。

- 第一次契約變更

日期：110 年 9 月 24 日

原訂辦理工作內容：

研析國際化學產業綠色化學趨勢，蒐集綠色化學、產業以及教育策略等資訊，110 年派員協助本局 2 名人員以線上方式參加本局指派國際會議，預定參與國際會議：第 25 屆綠色化學與工程年會（25th Annual Green Chemistry & Engineering Conference），線上會議，天數 5 天，包含會議室租用，住宿，攝影機、傳輸、收音設備租用等。

契約變更說明：

因受嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）第三級疫情警戒影響無法辦理實體評選會議，為完備視訊評選會議流程，延至 110 年 6 月 29 日辦理視訊評選會議，致本計畫決標日期 110 年 7 月 23 日已超過 6 月 14-18 日辦理之第 25 屆綠色化學與工程年會。

經 110 年 8 月 2 日本計畫啟動會議紀錄決議「(七)關於原計畫中欲參與之國際線上研討會，替代參與的研討會方案由本局與計畫團隊共同討論之並進行對應的契約變更」。經蒐研相關國際研討會，擬變更為參加第 5 屆歐

洲化學會綠色永續化學研討會(5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry)，線上會議，天數 4 天，本會議主辦單位為歐洲化學會，與本計畫預定 111 年參加第九屆 IUPAC 綠色化學國際會議相同，有助於瞭解歐洲推動綠色化學作法及效益。

配合參加會議調整，原契約計畫約定工作內容需進行變更，擬刪減相關編列經費項目如下因變更後之研討會議與本地時差縮減為 8 小時，不需安排人員住宿及租借會議室，刪減場地租用布置費（線上國際會議）單價 3,000 元，5 日，計 15,000 元。（含會議場地租用費每日 1,000 元及會議住宿每日 2,000 元）。並刪減便當茶水費（線上國際會議）單價 120 元，25 人數/場，計 3,000 元（線上國際研討會 5 天，每天 5 人次，共計 25 人次）。

因變更後之研討會天數為 4 天，刪減活動錄影器材租用費與後製剪輯費（國際線上研討會，器材租借）單價 1,500 元，1 日，計 1,500 元。配合上述刪減經費，管理費刪減 19,500 元*10%，1,950 元。

綜上，本計畫原契約價金 720 萬元整，本次契約變更刪減費用為 21,450 元，經費變更後為 717 萬 8,550 元整，減列經費併第 2 期款（爰第 2 期款變更為 249 萬 8,550 元整）。

- 第二次契約變更

日期：111 年 7 月 21 日

原訂辦理工作內容：

營隊活動：應用本局 108-109 年建置之小學教材辦理 2 場營隊活動，每場活動至少 2 天，2 場共計至少 80 人，不過夜，每場活動邀請至少 5 位講師，每位講師授課時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 2 節，每場活動應全程錄影或照片記錄並後製剪輯，產出 2 支 2.5~3 分鐘活動成果影片，置於本局綠色化學專區。營隊活動期間由得標廠商提供便當及茶水，並支付場地租借費用或相關入場費用。

研析國際化學產業綠色化學趨勢，蒐集綠色化學、產業以及教育策略等資訊，110 年派員協助本局 2 名人員以線上方式參加本局指派國際會議，預定參與國際會議：第 5 屆歐洲化學會綠色永續化學研討會（5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry (5th EuGSC)），線上會議，天數 4 天，包含會議室租用，住宿，攝影機、傳輸、收音設備租用等。111 年派員協助本局人員參加本局指派地點國際會議，暫定為 The 9th IUPAC International Conference on Green Chemistry 第九屆 IUPAC 綠色化學國際會議，蒐集美國、歐洲化學產業與綠色化學相關之教育策略及資訊，創新產業推動做為及建立國際鏈結擴展本局推動綠色化學鏈結產業教育作法。出國地點：希臘，天數 10 天，人數：1 人，蒐集綠色化學於美國、歐洲化學產業教育之作法、相關研究及最新進展等相關事宜。

契約變更說明：

因受嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）疫情影響，多數暑期活動、營隊及研討會皆採線上辦理，因此本次契約變更項目為刪除營隊活動工項中「不過夜」以及「營隊活動期間由得標廠商提供便當及茶水，並支付場地租借費用或相關入場費用。」相關敘述，並增加「線上營隊課程所需每份材料由得標廠商於線上活動前提供給各報名者。」以及「廠商需協助講師準備線上授課之講課場地租用及布置，包含視訊設備、傳輸、收音設備租用設置等，並提供課程期間講師及工作人員餐飲。」，另外國際研討會改由線上與會。

● 第三次契約變更

日期：111 年 9 月 21 日

原訂辦理工作內容：

大專校院進階課程教案及教材設計：以 107-109 年大專校院通識課程（16 式教材）為基礎，辦理 1 場專家諮詢會議及經本局審核選擇其中 5 個主題編撰進階課程教案及教材。專家諮詢會議至少邀請 5 名專家，並依主題提出每式教案及教材至少 5 個編撰教授名單，依序邀請教授編撰。每式教案及教材配合每堂課內容

產出教學目標、教學資源需求指引，並至少包含 50 頁簡報，每式教案及教材完成後須經由 3 位專家審查，110 年需完成 3 式，111 年需完成 2 式。

大專校院進階課程教案試教及評量：進階教案/教材完成後，每式教案需於大專校院試教及全程錄影，錄影剪輯成 50 分鐘 2 支，共計完成 5 堂課，每堂課 2 小時，總計至少 150 人次上課，並以問卷分析授課效果，至少回收 150 份有效問卷瞭解進階課程設計成效、未來推廣建議。

小學實體教具製作及推廣：以 108-109 年建置之小學教材為基礎，設計並製作對應之實體教具 4 式，教具設計方案需先經本局同意，教具形式不拘，以融入教案執行為原則，教具材質以環保永續為主，教具設計完成後須經由 3 位專家審查，110 年完成 2 式教具，111 年完成 2 式。教具製作完成後辦理 2 場小學教師推廣活動，每場次至少 2 小時，共計至少有 50 人次參與，邀請至少 1 位講師，每位講師授課時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 1 節。活動應全程記錄並後製剪輯，產出 1 支 2.5~3 分鐘紀錄影片。

產業訪視瞭解綠色金融需求：設計問卷訪視第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎獲獎廠商，瞭解產業推動綠色化學於金融之相關需求，問卷內容需經本局確認，以規劃未來媒合金融與產業之議題及作法優先，110 年完成第 1 屆綠色化學應用及創新獎 15 間獲獎廠商產業訪視，111 年完成第 2 屆 14 間。訪視完成後辦理 1 場產業座談會建立產業互動及需求交流，人數至少 20 人，2 小時。

契約變更說明：

因嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）疫情持續影響，原計畫工作項目中大專校院綠色化學進階教材邀稿及試教、小學實體教具推廣活動及產業座談會均有群聚風險及執行困難，因故刪減部分工作內容。大專校院進階課程教案及教材設計部分，111 年需完成 2 式刪減為 1 式；大專校院進階課程教案試教及評量部分，原計劃完成 5 堂課刪減為 4 堂課，總計至少 150 人次上課刪減為 120 人次，回收 150 份有效問卷刪減為 120 份；小學實體教具製作及推廣部分，2 場小學教師推廣活動因故刪除；產業訪視瞭解綠色金融需求之 1 場次產業座談會因故亦刪除。

3.2 計畫工項對應表

表 1、計畫工作項目與計畫書章節對應表

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
1. 推廣 107-109 年已建置之通識教材及建置綠色化學大專校院專業教案及教材，落實大專校院教育。			
(1) 大專校院通識課程開設：滾動編修本局 107-109 年建置大專校院通識課程 16 堂課，並編製講義教材 16 式，每式 15 頁，格式需先經本局同意，每式講義完成後須經由 3 位專家審查，110 年需完成 8 式，111 年需完成 8 式。於 110 年前完成以本局建置之教案及教材於至少 3 所大學應用相關教材開設課程，111 年完成至少 2 所大學，並以問卷分析授課效果，至少回收 500 份有效問卷，做為未來課程推廣、編修參考。	第 4.1.1 節	33-50	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(2) 大專校院進階課程教案及教材設計：以 107-109 年大專校院通識課程（16 堂課）為基礎，辦理 1 場專家諮詢會議及經本局審核選擇其中 4 個主題編撰進階課程教案及教材。專家諮詢會議至少邀請 4 名專家，並依主題提出每式教案及教材至少 5 個編撰教授名單，依序邀請教授編撰。每式教案及教材配合每堂課內容產出教學目標、教學資源需求指引，並至少包含 50 頁簡報，每式教案及教材完成後須經由 3 位專家審查，110 年需完成 3 式，111 年需完成 1 式。	第 4.1.2 節	50-59	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(3) 大專校院進階課程教案試教及評量：進階教案/教材完成後，每式教案需於大專校院試教及全程錄影，錄影剪輯成 50 分鐘 2 支，共計完成 4 堂課，	第 4.1.3 節	60-63	王玉純 老師 及 趙煥平

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
每堂課 2 小時，總計至少 120 人次上課，並以問卷分析授課效果，至少回收 120 份有效問卷瞭解進階課程設計成效、未來推廣建議。			老師
2. 推廣 108-109 年已建立之小學分級教材及製作實體教具，推動教育扎根			
(1) 小學課程推廣：應用本局 108-109 年建置之教材完成 10 所小學推廣，共計至少 300 人，110 年應完成 6 所，期末報告繳交前 15 天完成全部場次，推廣學校以有培訓種子教師之學校優先。每場次至少 50 分鐘，邀請 1 位講師或專家，講師授課時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 1 節，活動應全程記錄並後製剪輯，產出 2 支 2.5~3 分鐘活動成果影片置於本局綠色化學專區供瀏覽。	第 4.2.1 節	63-70	張育傑 老師 及 林于凱 老師
(2) 營隊活動：應用本局 108-109 年建置之小學教材辦理 2 場營隊活動，每場活動至少 2 天，2 場共計至少 80 人，每場活動邀請至少 5 位講師，每位講師授課時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 2 節，每場活動應全程錄影或照片記錄並後製剪輯，產出 2 支 2.5~3 分鐘活動成果影片，置於本局綠色化學專區。	第 4.2.2 節	70-75	張育傑 老師 及 林于凱 老師
(3) 小學實體教具製作及推廣：以 108-109 年建置之小學教材為基礎，設計並製作對應之實體教具 4 式，教具設計方案需先經本局同意，教具形式不拘，以融入教案執行為原則，教具材質以環保	第 4.2.3 節	75-80	張育傑 老師 及 林于凱 老師

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
永續為主,教具設計完成後須經由 3 位專家審查,110 年完成 2 式教具,111 年完成 2 式。			
(4) 小學融入環境教育教材製作:以綠色化學相關議題或本局推動相關重要事項為主題,主題需經本局同意,於 111 年前建立 3 式,每式總計 2 小時融入小學教育之環境教育素材,每式應包含 20 頁教學手冊,50 頁簡報及 150 秒動畫,內容須適用於小學 4~6 年級。主題、小手冊(教學指引)、50 頁簡報及動畫須經至少 3 位專家及本局審核。	第 4.2.4 節	80-84	張育傑 老師 及 林于凱 老師
(5) 小學教師種子培訓研習:辦理至少共 4 場次小學教師綠化種子培訓研習活動,110 年應完成 2 場,期末報告繳交前 15 天完成全部場次,每場次至少 2 小時,培訓營主題為綠色化學永續教育推動相關議題,可由符合綠色化學原則替代或減少毒性化學物質使用等相關議題或本局推動重要事項發想,增加參訓學員瞭解綠色化學永續教育推動內涵發展及創意回饋,形式可包含簡報授課或實作課程(例如室內外手作或實驗教學或訪視課程,訪視場域以符合綠色化學原則之環境教育場域優先安排),活動規劃書需先經本局同意,共計至少有 100 人次參與,每場次邀請至少 2 位講師,每位講師授課或活動講解時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 1 節。活動	第 4.2.5 節	85-90	張育傑 老師 及 林于凱 老師

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
應全程記錄並後製剪輯，產出 1 支 2.5~3 分鐘紀錄影片。研習活動由得標廠商提供便當或茶水，並協助辦理參訓人員教育訓練及環境教育時數申請及資料建置。			
3. 增加多元族群認知綠色化學，更新綠色化學整合專區資料及推廣			
(1) 產業適用綠色化學教材編撰：擇取 4 類產業，針對該產業編撰適用該產業之相關綠色化學應用教材 1 式，計 4 式，每式教案至少包含 35 頁簡報，7 頁講義，簡報及講義格式需先經本局同意，其中需包含適用金融策略產業瞭解其他產業應用綠色化學實例之教材，110 年完成 2 式，期末報告繳交前 15 天完成 2 式，完成後須經由 3 位專家審查，教材完成後需錄製教學影片，每式至少 1 小時。	第 4.3.1 節	91-101	徐宏德 老師
(2) 環境教育人員適用教材製作：111 年製作具環境教育意涵之教材 1 式，課程時間 1 小時，至少包含 35 頁簡報，7 頁講義，簡報及講義格式需先經本局同意，完成後須經由 3 位專家審查，教材完成後需錄製教學影片，並剪輯可授權置於「環境教育終身學習網」60 分鐘影片 1 支。	第 4.3.2 節	101-104	王玉純 老師 及 趙煥平 老師

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
(3) 產業訪視瞭解綠色金融需求:設計問卷訪視第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎獲獎廠商,瞭解產業推動綠色化學於金融之相關需求,問卷內容需經本局確認,以規劃未來媒合金融與產業之議題及作法優先,110 年完成第 1 屆綠色化學應用及創新獎 15 間獲獎廠商產業訪視,111 年完成第 2 屆 14 間。	第 4.3.3 節	104-114	徐宏德 老師
(4) 綠色化學整合專區優化:參考國內外知識類網站設計模式,於計畫開始 3 個月內提出本局建置綠色化學整合專區資訊展示、綠色化學、教育推動等,包括建置模式、版型、資料庫及索引模式建議調整方式,並於計畫執行期間協助提供滾動式修正更新建議。	第 4.3.4 節	115-119	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(5) 綠色化學整合專區資料更新及推廣:定期蒐研國內外綠色化學、安全替代相關教材分享網,並整合國際及國內現有綠色化學、安全替代等教育素材,每 2 個月至少產出 1 篇文章,至少產出 8 篇,每篇至少 800 字,須經 3 位專家審查;每個月至少連結 1 篇新知,至少連結 16 篇,經本局核准後分享綠色化學整合專區,供產業、政府、教育及學術等單位參考應用。	第 4.3.5 節	119-122	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
4. 其他為達成本工作目標本局指定之事項,本工作內容至少包含			

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
(1) 協助本局辦理 110-111 年民間團體及學校推廣綠色化學相關課程及活動，由本計畫協助辦理行政相關事宜，並產出成效報告，包含錄影紀錄並後製剪輯成 4 支 2.5~3 分鐘短片，影片主題類別包含 A.教學-大專校院、小學，B.活動-民眾、學生及 C.研究。	第 4.4.1 節	122	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(2) 派員（至少 6 人）協助本局辦理第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽活動頒獎典禮，包含場佈、指引等。辦理流程及作業方式依本局聯合頒獎典禮競賽會議結論辦理。	第 4.4.2 節	123-127	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(3) 研析國際化學產業綠色化學趨勢，蒐集綠色化學、產業以及教育策略等資訊，110 年派員協助本局 2 名人員以線上方式參加本局指派國際會議，預定參與國際會議：第 5 屆歐洲化學會綠色永續化學研討會（5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry（5th EuGSC）），線上會議，天數 4 天，包含會議室租用，住宿，攝影機、傳輸、收音設備租用等。111 年派員協助本局人員參加本局指派地點國際會議，暫定為 The 9th IUPAC International Conference on Green Chemistry 第九屆 IUPAC 綠色化學國際會議，蒐集美國、歐洲化學產業與綠色化學相關之教育策略及資訊，創新產業推動做為及建立國際鏈結擴展本局推動綠色化學鏈結產業教育作法。蒐集綠色化學於美國、歐洲化	第 4.4.3 節	128-131	王玉純 老師 及 趙煥平 老師

工作項目	章節對應	報告本文 章節頁碼	負責老師
學產業教育之作法、相關研究及最新進展等相關事宜。			
(4) 配合本局推動綠色化學業務，蒐研及協助撰寫應用綠色化學於毒性及關注化學物質相關的化學知識科普文章至少 3 篇，每篇 2,000 字，完成後須經由 3 位專家審查，並協助本局後製綠色化學相關作品。	第 4.4.4 節	131-132	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(5) 110 年完成編撰適用專責人員課程之教材 1 式，4 小時課程，至少包含 60 頁簡報，40 頁講義，大綱、簡報及講義格式由本局提供，完成後須經由 3 位專家審查。	第 4.4.5 節	132-134	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(6) 配合本局相關活動辦理綠色化學教育推廣。	第 4.4.6 節	134-137	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(7) 與綠色化學相關之民眾提問、政策回應等資料蒐集。	第 4.4.7 節	137	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
(8) 上述各項工作辦理方式及期程須經本局同意後方得進行，針對本局交辦事項，得標廠商應配合辦理。	第 4.4.8 節	137	王玉純 老師 及 趙煥平 老師
5. 除原訂工作外另提與計畫相關之創意回饋。			

(此頁空白)

第四章 計畫工作內容

4.1 綠色化學大專校院教案及教材推廣

於推動綠色化學教育上，規劃設計大專校院綠色化學通識課程推廣，教材著重於生活相關議題，加強學生對綠色化學議題、產業施行概況瞭解，期許學生在未來成為相關決策者及工作者時，增進其社會責任感。另為使大專校院學生增進綠色化學相關議題之學習機會，鼓勵大專校院教師提出綠色化學相關議題之課程申請，培育大專校院學生具備綠色化學基礎知能。綠色化學教育亦需與產業界連結，本計畫亦研擬綠色化學產學合作推廣規劃及意向書，落實學術界先導性與實用性技術研究，以及鼓勵企業積極參與學術界應用研究，以達落實人才培育與產業媒合目標。

4.1.1 滾動編修綠色化學大專校院通識課程教材

4.1.1.1 工作方法

滾動編修機關 107-109 年建置大專校院通識課程 16 堂課(如下表 2 及表 3 所示)，編製講義教材 8+8 式，前期計畫之大專校院通識課程教材編撰審議流程詳見下圖 3，完成後於 5 所大學應用相關教材開設課程，辦理問卷調查分析授課效果，回收 500 份有效問卷，做為未來課程推廣、編修參考。

表 2、107 年度本團隊開發之大專校院綠色化學通識課程主題

項次	室內課程主題
1	永續綠色化學概論
2	農藥
3	化學物質安全
4	塑膠辨識實驗/習課程

項次	室外課程主題
1	熄而不滅，汞化學物質安全
2	G-HOME 技嘉永續生態屋頂—循環世界
3	水資源再生中心
4	焚化廠資源再生中心

表 3、108-109 年度本團隊開發之大專校院綠色化學通識課程主題

項次	教材名稱	教學演示課程原訂之教學目標
1	仿生與綠色化學	強化學生對「仿生與環境」概念的覺知，透過仿生學定義、概念、應用的介紹，認識仿生與環境的連結，思考仿生對環境的影響，學習仿生與環境的永續發展範例。
2	溫室效應與環保冷媒	以業界實際案例教學，期許修課同學能盡早將環工學識應用於相關業界工作。
3	石化產業的綠色化學轉型	透過重要環境研究議題探討，結合學理與實務的講解，使碩士生能充分掌握自身研究的主題、目標、方法及步驟，並訓練學生對於研究結果的表達能力，最終學生能自行提出創新的研究思路及成果，培養專業的環工人才。
4	綠色化學與國際公約 (持久性有機污染物、環境賀爾蒙)	使學生瞭解全球綠色化學行動與持久性有機污染物之基本概念、環境與人體健康衝擊以及全球管理公約發展與現況。
5	電池綠色化學類應用 (汞公約、電池物質替代)	讓修習學生可獲得有關永續綠色化學方面的基本知識和其相關應用，以及瞭解綠色化學對於環保、節能、再生資源等觀念之重要性；包括綠色化學已成為化學首選的特徵之一，化學必須逐漸由污染環境轉變成環境友好來造福人類，所以現在迫切的任務，就是追求綠色化學的新觀念和早日實現綠色化產品。

項次	教材名稱	教學演示課程原訂之教學目標
6	生命週期評估與工業生態	認識環境污染與人體健康之基本學理、評估方式及量化分析。課程內容涵蓋污染物傳輸模式理論、環境毒理學理論、環境流行病學、環境風險評估之四大步驟、環境風險評估專案撰寫及國際案例評析等。本課程有助同學瞭解環境風險評估之實際運作，並可加強部分環境風險溝通技能[11]。
7	生活中的化學	1、瞭解科學教師教學特性理論基礎。 2、瞭解科學教師實務教學特性。 3、探討科學教師教學特性實務研究[12]。
		1、瞭解環境教育的基礎概念思維。 2、整合環境教育師資培育的基礎理論。 3、探討環境教育的教學設計及實務。 4、強化環境教育深耕的教學設計與教學實務[13]。
		1、瞭解戶外教學的基礎概念思維。 2、瞭解戶外教學的研究範圍與方法。 3、探討戶外教學的教育推廣實務[8]。
8	綠色化學實驗/實習課程：永光化學	1、以永光化學為企業實際綠色化學案例，說明企業內部如何發展綠色化學作為及思維。 2、說明永光化學企業社會責任議題之執行情形 3、教材說明（設計理念）

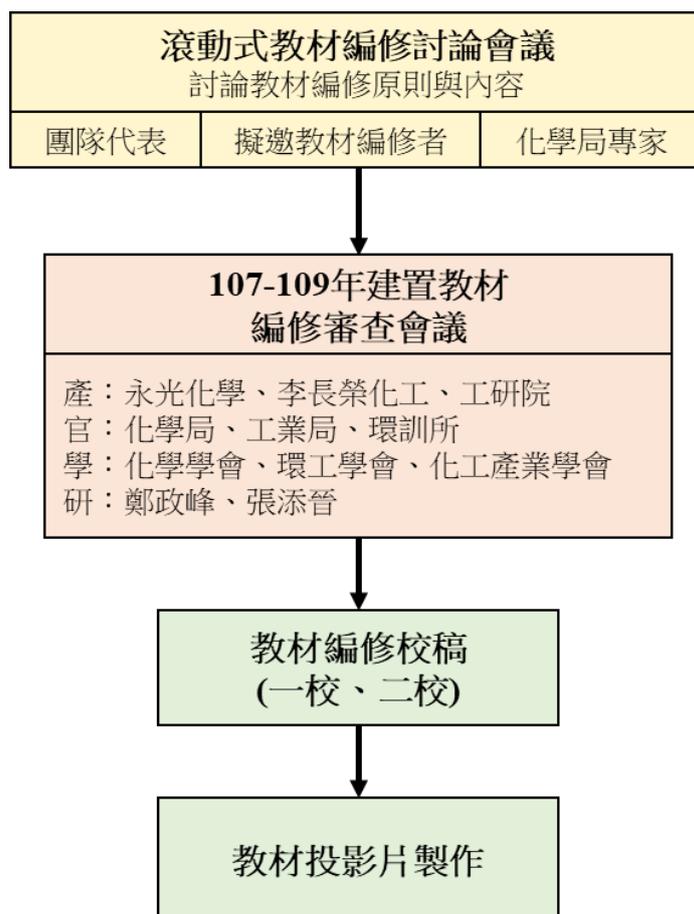


圖 3、前期計畫大專校院通識課程教材編修流程圖

工作團隊根據前期計畫大專校院通識課程教材編修流程，並依據各大專校院通識課程教材主題領域，初擬編撰教師人選表及確定編撰之教師如表 4，團隊規劃由教材原編撰教師進行原教材之編修，除原由計畫團隊編撰之「永續綠色化學概論」、「塑膠辨識實驗/習課程」、「水資源再生中心」以及「焚化廠資源再生中心」4 式教材，分別邀請國立臺北科技大學環境工程與管理研究所博士後研究徐宏德老師、財團法人塑膠工業技術發展中心、淡江大學水資源及環境工程學系康世芳教授以及國立宜蘭大學環境工程學系林進榮教授進行講義編撰；「溫室效應與環保冷媒」以及「石化產業的綠色化學轉型」2 式教材，則邀請國立臺北科技大學能源與冷凍空調工程系蔡尤溪特聘教授以及臺灣化學產業協會曾繁銘祕書長進行編撰，邀請編撰名單於 110 年 9 月 15 日之專家諮詢會議經委員一致通過。「焚化廠資源再生中心」及「綠色化學與國際公約(持久性有機污染物、環境賀爾蒙)」

2 式教材因故改由國立宜蘭大學環境工程學系李元陞教授及嘉南藥理大學環境資源管理系黃大駿教授協助編撰。

表 4、團隊初擬大專校院通識課程教案教材編修教授名單及確定編修教師名單

項次	室內課程主題	原編撰教師	團隊初擬人選	最終編撰教師
1	永續綠色化學概論	計畫團隊	徐宏德 老師	徐宏德 老師
2	環境用藥（原名稱：農藥）	陳祖豐 老師	陳祖豐 老師	陳祖豐 老師
3	化學物質安全	馮靜安 老師	馮靜安 老師	馮靜安 老師
4	塑膠辨識實驗/習課程	計畫團隊	塑膠中心	塑膠中心
5	熄而不滅，汞化學物質安全	中臺資源	中臺資源	中臺資源
6	G-HOME 技嘉永續生態屋頂—循環世界	技嘉科技	技嘉科技	技嘉科技
7	水資源再生中心	計畫團隊	康世芳 老師	康世芳 老師
8	焚化廠資源再生中心	計畫團隊	林進榮 老師	李元陞 老師
9	仿生與綠色化學	楊悠娟 老師	楊悠娟 老師	楊悠娟 老師
10	溫室效應與環保冷媒	薛人璋 老師	蔡尤溪 老師	蔡尤溪 老師
11	石化產業的綠色化學轉型	林大溱 老師	曾繁銘 老師	曾繁銘 老師
12	綠色化學與國際公約（持久性有機污染物、環境賀爾蒙）	陳健民 老師	陳健民 老師	黃大駿 老師
13	電池綠色化學類應用（汞公約、電池物質替代）	王立邦 老師	王立邦 老師	王立邦 老師
14	生命週期評估與工業生態	胡憲倫 老師	胡憲倫 老師	胡憲倫 老師

項次	室內課程主題	原編撰教師	團隊初擬人選	最終編撰教師
15	生活中的化學	黃琴扉 老師	黃琴扉 老師	黃琴扉 老師
16	綠色化學實驗/實習課程：永光化學	永光化學	永光化學	永光化學

4.1.1.2 執行結果

本團隊於 110 年 10 月 5 日邀請 16 式通識教材之編修教師，說明本次教材編修原則及需額外增加編製一份至少 15 頁之講義於未來課堂中使用，於 110 年完成 8 式，111 年完成剩餘 8 式，目前 16 式通識教材中皆已完成編修，每一份通識教材第一版各別經由三位審查委員審查，表 5 為機關核定之各式教材審查委員名單。

通 識 教 材 檔 案 已 上 傳 至 雲 端：
<https://drive.google.com/drive/folders/1M0DTgLXpOZzmG8AnCrhKCE4iono-OlmL?usp=sharing>

表 5、大專校院綠色化學通識教材審查委員正取名單

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
1	永續綠色化學 概論	凌永健 老師	國立清華大學化學系	教授	分析化學、綠色化學
		吳美麗 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	退休教授	環境教育推廣、科學教育推廣（臺北市環境教育輔導團輔導教授）
		劉湘瑤 老師	國立臺灣師範大學科學教育研究所	教授	科學史哲、知識認識信念、科學課程設計、環境議題教學
2	環境用藥（原 名稱：農藥）	黃榮南 老師	國立臺灣大學昆蟲學系	教授	農藥、殺蟲劑
		陳建志 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	退休副教授	動物學、昆蟲學、生態保育、自然科學教育
		陳叡瑜 老師	臺北醫學大學公共衛生學系	副教授	環境污染物採樣與分析、生物偵測
3	化學物質安全	趙奕妤 老師	中央研究院化學研究所	專任研究員	有機半導體之分子設計、電荷誘導之分子內電荷轉移及其在超分子化學上之應用、超分子化學、分子辨識與自組裝排列、分子結構與化學反應機構
		劉廣定 老師	國立臺灣大學化學系	名譽教授	液晶（合成與取代基效應）、物理有機化學（溶離反應活性）、科學史、永續化學教育
		凌永健 老師	國立清華大學化學系	教授	分析化學、綠色化學
4	塑膠辨識實驗 /習課程	陳叡瑜 老師	臺北醫學大學公共衛生學系	副教授	環境污染物採樣與分析、生物偵測

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
		徐榮崇 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	教授	環境解說、環境傳播、環境教育之評量、環境社會學、戶外教學、環境步道規劃
		高翠霞 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	教授	教育研究方法論、多元智能理論、國小科學課程、環境心理學、學習環境規劃設計、學校建築與校園規劃
5	熄而不滅，汞化學物質安全	劉廣定 老師	國立臺灣大學化學系	名譽教授	液晶（合成與取代基效應）、物理有機化學（溶離反應活性）、科學史、永續化學教育
		徐榮崇 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	教授	環境解說、環境傳播、環境教育之評量、環境社會學、戶外教學、環境步道規劃
		吳美麗 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	退休教授	環境教育推廣、科學教育推廣（臺北市環境教育輔導團輔導教授）
6	G-HOME 技嘉永續生態屋頂—循環世界	張子超 老師	國立臺灣師範大學環境教育研究所	教授	環境價值觀與環境典範轉移、環境教育與教育改革〈九年一貫課程〉、永續發展的理念內涵與課程發展、環境教育互動式學習理論與網站規劃
		林明瑞 老師	國立臺中教育大學環境教育及管理碩士班	教授	環境管理、環境科學與工程、能源教育、永續校園、生質能源、綠色生產、社區永續發展、環境教育、行銷與管理、廢水生物處理、飲用水衛生與安全
		駱尚廉 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	特聘教授	給水工程及污水工程、水質控制、環境數學、土壤與地下水污染、環境經濟分析
7		張添晉 老師	國立臺北科技大學環境工程與管理研究所	教授	廢水高級處理、水再生利用、廢棄物資源化、有害物質管理

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
	新名（原名稱：水資源再生中心）	駱尚廉 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	特聘教授	給水工程及污水工程、水質控制、環境數學、土壤與地下水污染、環境經濟分析
		張瓊芬 老師	東海大學環境科學與工程學系	教授	綠色材料開發、水及廢水處理、資源再利用、環境污染物分析、檢測與調查
8	新名（原名稱：焚化廠資源再生中心）	張瓊芬 老師	東海大學環境科學與工程學系	教授	綠色材料開發、水及廢水處理、資源再利用、環境污染物分析、檢測與調查
		甘魯生 老師	中央研究院化學研究所	退休研究員	綠色/永續化學宣導及推廣、核酸構造/型態及功能、蛋白質折疊及結構之研究、天然物及可分解塑膠結構及功能之研究
		白子易 老師	國立臺中教育大學環境教育及管理碩士班	教授	環境管理、環境數學、環境工程、環境科學、環境教育
9	仿生與綠色化學	趙奕娣 老師	中央研究院化學研究所	專任研究員	有機半導體之分子設計、電荷誘導之分子內電荷轉移及其在超分子化學上之應用、超分子化學、分子辨識與自組裝排列、分子結構與化學反應機構
		張家銘 老師	國立中興大學土壤環境科學系	教授	新興材料之環境與生醫應用、分子模擬、計算毒理
		陳柏宇 老師	國立清華大學材料科學工程學系	教授	生物（天然）材料；仿生材料；生醫材料；生物礦化；生物力學；表面科學、鍍膜技術；環境永續工程；多尺度建模、MGI、AI

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
10	溫室效應與環保冷媒	蔣本基 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	特聘教授	理化處理方法、空氣污染控制設計、環工單元操作
		翁鴻山 老師	國立成功大學化學工程系	名譽教授	奈米觸媒之研製與應用、相間轉移催化技術、觸媒法空氣污染防治、燃料電池重組器之研發、化工教育史
		楊冠雄 老師	國立中山大學機械與機電工程學系	退休教授	冷凍空調研究室
11	石化產業的綠色化學轉型	林明瑞 老師	國立臺中教育大學環境教育及管理碩士班	教授	環境管理、環境科學與工程、能源教育、永續校園、生質能源、綠色生產、社區永續發展、環境教育、行銷與管理、廢水生物處理、飲用水衛生與安全
		闕蓓德 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	教授	環境資訊管理與決策分析、環境衝擊分析、水資源系統
		郭財吉 老師	國立臺灣大學工業管理系	教授	永續發展，循環經濟，智慧製造
12	綠色化學與國際公約（持久性有機污染物、環境賀爾蒙）	黃榮南 老師	國立臺灣大學昆蟲學系	教授	農藥、殺蟲劑
		甘魯生 老師	中央研究院化學研究所	退休研究員	綠色/永續化學宣導及推廣、核酸構造/型態及功能、蛋白質折疊及結構之研究、天然物及可分解塑膠結構及功能之研究
		蔣本基 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	特聘教授	理化處理方法、空氣污染控制設計、環工單元操作

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
13	電池綠色化學類應用（汞公約、電池物質替代）	何國川 老師	國立臺灣大學化學工程學系 石化中心主任	教授	電致色變材料與元件、染料敏化太陽能電池、電化學感測及奈米材料合成技術
		葉名倉 老師	國立臺灣師範大學化學系	教授	有機金屬、有機合成、染料敏化太陽能電池
		張添晉 老師	國立臺北科技大學環境工程與管理研究所	教授	廢水高級處理、水再生利用、廢棄物資源化、有害物質管理
14	生命週期評估與工業生態	郭財吉 老師	國立臺灣大學工業管理系	教授	永續發展，循環經濟，智慧製造
		白子易 老師	國立臺中教育大學環境教育及管理碩士班	教授	環境管理、環境數學、環境工程、環境科學、環境教育
		李孟珊 老師	國立高雄科技大學環境與安全衛生工程系	副教授	環境規劃與管理、水資源能源系統鏈結、資源循環利用評估、環境衝擊分析
15	生活中的化學	任修平 老師	國立清華大學通識教育中心	兼任助理教授	儀器分析、氣相層析質譜儀、層析技術、毛細管晶片電泳、藥物分析、爆裂物分析、濫用藥物分析、毒物分析、太陽能電池元件應用分析、高分子應用、環境分析
		張子超 老師	國立臺灣師範大學環境教育研究所	教授	環境價值觀與環境典範轉移、環境教育與教育改革〈九年一貫課程〉、永續發展的理念內涵與課程發展、環境教育互動式學習理論與網站規劃

	課程主題	審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
		陳皇州 老師	國立屏東大學應用化學系	副教授	蛋白質化學、無機生物化學、食品安全基礎知識、食品化學的發展應用、安心食品動手做
16	綠色化學實驗 /實習課程： 永光化學	任修平 老師	國立清華大學通識教育中心	兼任助理教授	儀器分析、氣相層析質譜儀、層析技術、毛細管晶片電泳、藥物分析、爆裂物分析、濫用藥物分析、毒物分析、太陽能電池元件應用分析、高分子應用、環境分析
		陳建志 老師	臺北市立大學地球環境暨生物資源學系	退休副教授	動物學、昆蟲學、生態保育、自然科學教育
		闕蓓德 老師	國立臺灣大學環境工程學研究所	教授	環境資訊管理與決策分析、環境衝擊分析、水資源系統

而為持續推廣 107-109 建置之綠色化學通識教材，110 年完成於 3 所大學應用相關教材開設課程，目前本計畫已分別於中原大學、義守大學、臺北市立大學、國立臺北科技大學以及國立高雄師範大學各安排一至兩堂綠色化學通識課程，並邀請徐宏德老師、陳祖豐老師、楊悠娟老師、永光化學張庭瑞副廠長、王立邦老師、黃琴扉老師至大專校院教授「永續綠色化學概論」、「環境用藥」、「仿生與綠色化學」、「綠色化學實驗/實習課程：永光化學」、「電池綠色化學類應用(汞公約、電池物質替代)」、「生活中的化學」課程，受到嚴重特殊傳染性肺炎持續影響，義守大學兩場次以及國立臺北科技大學 1 場次的推廣活動採線上課程進行，相關課程時間及課程資訊詳如表 6。

表 6、大專校院綠色化學通識教材推廣時間表

	授課時間	授課老師	教材主題	授課校系	開課課程	上課人數
1	110 年 11 月 30 日 10:20-12:00	陳祖豐 老師	環境用藥	義守大學 健康管理學系	環境 衛生	110
2	111 年 1 月 4 日 10:20-12:00	徐宏德 老師	永續綠色 化學概論	義守大學 健康管理學系	環境 衛生	108
3	110 年 12 月 2 日 10:00-12:00	楊悠娟 老師	仿生與綠 色化學	中原大學 環境工程學系	綠色科 技實務	66
4	110 年 12 月 16 日 10:00-12:00	張庭瑞 副廠長	綠色化學 實驗/實習 課程：永 光化學	中原大學 環境工程學系	綠色科 技實務	76
5	110 年 12 月 15 日	徐宏德 老師	永續綠色 化學概論	臺北市立大學 衛生福利系	環境與 健康	68
6	111 年 9 月 29 日	王立邦 老師	電池綠色 化學類應 用(汞公 約、電池 物質替 代)	國立臺北科技 大學 環工所	環境規 劃與管 理	22
7	111 年 9 月 30 日	黃琴扉 老師	生活中的 化學	國立高雄師範 大學 科教所	環境教 育	60

演講後提供問卷調查同學對於講座內容的吸收程度以及辦理建議，根據問卷結果，大多數學生認為未來如若辦理類似活動時搭配園區/廠區實境導覽，可讓課程內的理論知識在實務上能達到觸類旁通的學習效果，參與的同學皆認為本計畫辦理 7 場次的大專校院綠色化學通識教材推廣推廣活動，能讓參與的師生從教材本身淺簡易動的編排以及講座清楚地講解，利用短短兩堂課的時間提升自我綠色化學相關知識水平，再針對授課後學生對於「綠色化學」的基本認知度都很清楚，而大多數的學生在演講後對「綠色化學 12 條原則」有更進一步的認知，問卷分析詳見表 7 至表 13。

表 7、義守大學場次環境用藥推廣問卷分析 (n=110)

問題		比例
性別		男性 60%、女性 40%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 75%、其他 25%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.52
	主題與內容相符	4.51
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.51
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.49
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.53
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.51
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.40
	研習內容吸引我的注意	4.40
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚		4.66
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚		4.56
農藥的毒性，可以經由皮膚接觸被人體吸收。		4.49
農藥殘留並不同農藥超標		4.29
目前符合國內管制的農藥，對人體危害較輕，也相對不亦殘留。但是非法進口的偽藥則可能有相當的危害性。		4.41
化學與我們日常生活息息相關。天然的食品，還是都含有化學物質。		4.38

表 8、義守大學場次永續綠色化學概論推廣問卷分析 (n=108)

問題		比例
性別		男性 33%、女性 67%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 80%、其他 20%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.56
	主題與內容相符	4.61
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.50
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.44
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.61
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.61
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.37
	研習內容吸引我的注意	4.35
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚		4.50
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚		4.43
化學與我們日常生活息息相關。天然的食品，還是都含有化學物質		4.43
我在購買產品時，會關注是否為綠色產品		4.17
購買產品時，我會選擇具有環保標章的產品		4.20
日常生活，我願意使用回收再製產品		4.37

表 9、中原大學場次仿生與綠色化學推廣問卷分析 (n=66)

問題		比例
性別		男性 55%、女性 45%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 97%、實務課程 3%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.73
	主題與內容相符	4.82
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.76
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.79
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.88
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.85

	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.85
	研習內容吸引我的注意	4.73
	授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚	4.73
	授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚	4.76
	授課後，我能「覺知仿生學、綠色化學與環境的關聯性」	4.82
	授課後，我能「詮釋仿生學範例對應的綠色化學 12 原則」	4.91
	授課後，我能回答核心問題「如何讓科學與環境的永續發展成為可能?提出仿生學、綠色化學與環境發展的永續性觀點」	4.79
	授課後，我想「持續關注仿生學、綠色化學與環境的議題」	4.79

表 10、中原大學場次綠色化學實驗/實習課程推廣問卷分析 (n=76)

問題		比例
性別		男性 60%、女性 40%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 100%、實作 2.6%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.74
	主題與內容相符	4.87
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.61
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.61
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.71
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.76
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.63
	研習內容吸引我的注意	4.58
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚		4.66
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚		4.71
我瞭解生活中處處都與化學相關		4.71
我瞭解企業為何需要主動發展綠色化學		4.68
我瞭解企業如何從產品生產過程中發展綠色化學		4.79
我瞭解綠色化學亦為友善環境、永續發展的方法之一		4.68

表 11、臺北市立大學場次永續綠色化學概論推廣問卷分析 (n=68)

問題	比例
性別	男性 59%、女性 41%

問題		比例
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 68%、其他 32%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.71
	主題與內容相符	4.56
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.50
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.38
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.53
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.62
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.38
	研習內容吸引我的注意	4.24
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚		4.35
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚		4.29
化學與我們日常生活息息相關。天然的食品，還是都含有化學物質		4.41
我在購買產品時，會關注是否為綠色產品		4.00
購買產品時，我會選擇具有環保標章的產品		4.62
日常生活，我願意使用回收再製產品		4.53

表 12、國立臺北科技大學場次電池綠色化學類應用推廣問卷分析 (n=22)

問題		比例
性別		男性 60%、女性 40%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導/廠區實境導覽 75%、其他 25%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.52
	主題與內容相符	4.51
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.51
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.49
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.53
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.51
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.40
	研習內容吸引我的注意	4.40

問題	比例
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚	4.66
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚	4.56

表 13、國立高雄師範大學場次生活中的化學推廣問卷分析 (n=60)

問題	比例	
性別	男性 60%、女性 40%	
希望未來舉辦哪種類型的研習會	搭配生態園區導/廠區實境導覽 75%、其他 25%	
問題	平均 (五等量表)	
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.52
	主題與內容相符	4.51
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.51
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.49
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.53
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.51
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.40
	研習內容吸引我的注意	4.40
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚	4.66	
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚	4.56	

4.1.2 編撰綠色化學大專校院進階課程教材

4.1.2.1 團隊歷年執行概況

本工作團隊於綜整蒐研相關教育資訊後，針對大專校院綠色化學進階教材課程設計規劃綠色化學教育素養之三個構面為「環境關懷」、「環境關聯」以及「永續環境」，詳細說明如下：

- A. 環境關懷：著重在覺知、態度層面。例：覺知許多資源逐漸耗竭，簡樸生活對減緩環境衝擊重要性等。
- B. 環境關聯：著重在知識層面。例：瞭解化學物質流佈以及其造成之生物毒性、生態毒性、全球性影響等。

C. 永續環境：著重在技能、行動層面。例如：綠色化學 12 項原則的運用技能等。

綠色化學進階教材課程針對大專校院化學相關課程而設計，課程規劃目標在於訂定綠色化學之教材與教學方法，由研析綠色化學內涵，繼而編寫教案與講授範例，課程核心能力包括培養綠色化學課程、教學與評量之知能、具備任教學科專業之知能以及整合綠色化學知識與教育理論之實踐能力。此外經由相關學界或產業間觀摩學習與討論，進而改善課程規劃設計，可為專業課程落實之參考。並實際教材試教後，獲得學生問卷回饋，主要希望調查學生在實際試教後之意見回饋，諸如希望學生對於校外教學之實際應用上希望以何種方式進行，以及於課堂上對於綠色化學 12 原則之實際認知程度等等，圖 4 為大專校院綠色化學教材設計與教學演示流程圖；107 年與 108 年大專校院綠色化學通識教材訂定及完成課程主題如表 14 所示：

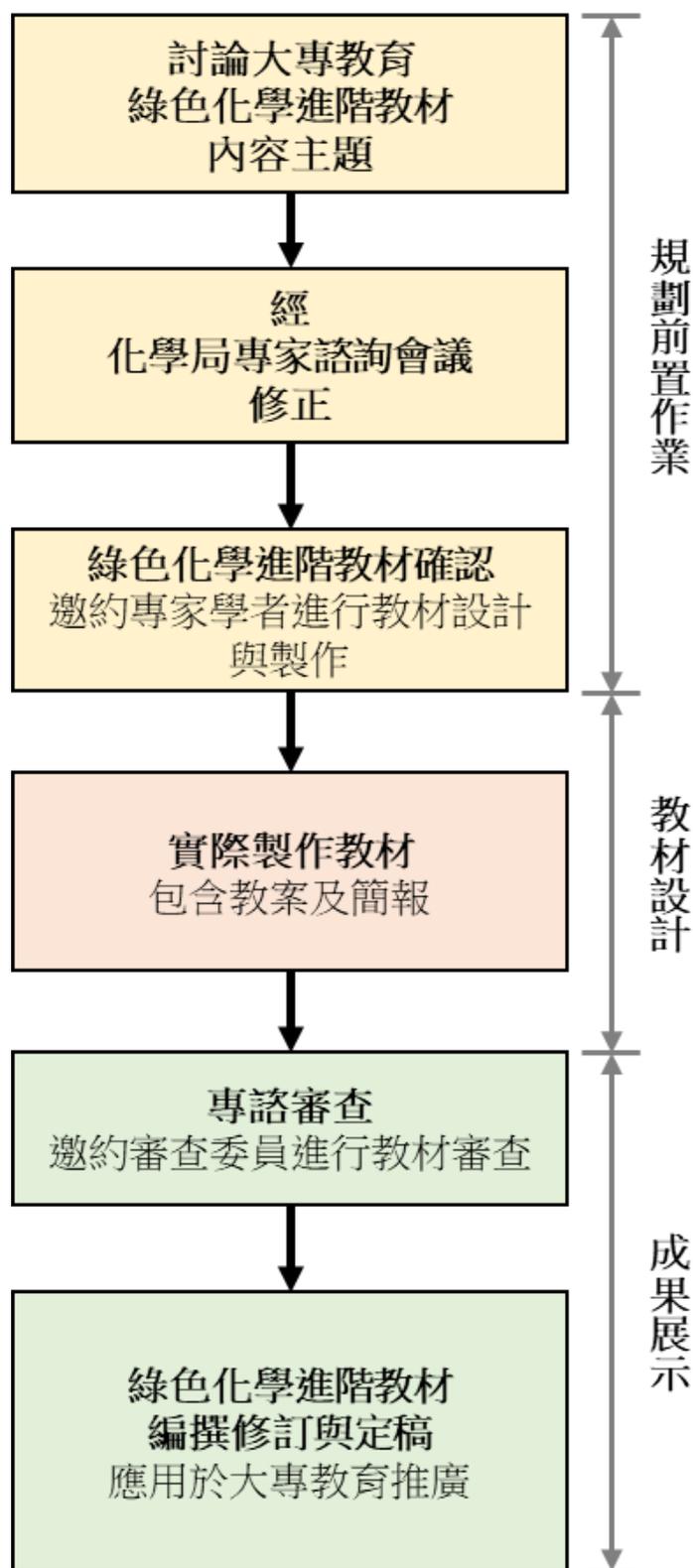


圖 4、初步規劃大專校院進階教材設計與推廣流程圖

表 14、107 年與 108 年大專校院綠色化學通識教材訂定及完成課程主題

項次	構面	107 年專諮會訂定主題	107 年教材設計成果	108 年教材設計成果
1	環境關懷 (覺知、 態度)	全球氣候變遷與臺灣生態		溫室效應與環保冷媒
2		地球家園的永續發展		仿生與綠色化學
3		資源的匱乏與環境污染		
4	環境關聯 (知識)	綠色化學 12 項原則簡介介紹	綠色化學概論	
5		農藥	綠色化學-環境用藥	
6		塑膠產品		
7		食品安全		
8		再用原料與再生原料		
9		PPCP、抗生素與環境賀爾蒙		綠色化學與國際公約(持久性有機污染物、環境荷爾蒙)
10		毒化物 VOCs、重金屬		電池綠色化學類應用(汞公約、電池物質替代)
11		傳統石化產業對環境生態的衝擊		石化產業的綠色化學轉型
12	永續環境 (技能、 行動經	環境友善行動		生活中的化學
13		化學物質安全	化學物質安全	
14		生命週期評估與工業生態		生命週期評估與工業生態

項次	構面	107 年專諮會訂定主題	107 年教材設計成果	108 年教材設計成果
15	驗)	結合實務的綠色化學 (北中南東)	中臺資源科技(股)公司 G-HOME 技嘉永續生態屋 頂 水資源再生中心 焚化廠資源再生中心	
16		實驗/習課程	塑膠辨識實驗/習課程	綠色化學實驗實習課程：永光化學

4.1.2.2 工作方法

根據 107 年計畫期末建議，進階教材主題宜蒐研大專校院理工科系專業課程與現有環境教育廠區設計課程與綠色化學 12 原則符合性後，進行規劃。本計畫後續針對大專校院理工科專業課程與綠色化學 12 原則進行分析，以瞭解各課程教學與綠色化學 12 原則之關聯性，再從高關聯性之電資學院、設計學院、工學院專業課程，挑選 5 個具有群眾議題，或是較多學校開設的專業課程進行綠色化學教育主題規劃。此外，將調查經認證之環境教育廠區設計課程與綠色化學關聯性，後續可協助環教園區進行設計與綠色化學相關課程，以達綠色化學教育推廣目的。

根據上述建議及原則，工作團隊於 110 年 9 月 15 日專家諮詢會議（專家諮詢會議委員名單以及會議記錄詳見）以環境教育設施場所為核心，搭配綠色化學 12 原則、本計畫及化學局推動事項以及第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎得獎的個人及團體，初擬大專校院進階通識教材主題及編撰教師名單，環境教育設施場所相關主題如表 15 所示，後續進階教材主題與主編老師經專諮會委員一致通過如表 16 所示，5 式進階教材主題「化學品租賃」、「原子經濟性、觸媒催化」、「化工材料綠色製程（安替、催化）」、「電池綠色回收再利用（再生、防廢）」及「石墨烯綠色製程開發（低毒、安全替代）」分別邀請工業技術研究院產業科技國際策略發展所劉致中組長、國立成功大學化學工程學系陳志勇教授、國立臺灣大學化學工程學系陳賢燁教授、亞福儲能股份有限公司、中原大學化學工程學系劉偉仁老師協助編撰，「石墨烯綠色製程開發（低毒、安全替代）」因故改由國立中山大學化學系陳軍互教授協助編撰。

表 15、大專校院進階通識教材環境教育設施場所相關主題

項次	設施場所名稱	綠色化學 12 原則
1	宜蘭縣利澤垃圾資源回收（焚化）廠	防廢、再生
2	寶之林廢棄家具再生中心	防廢、再生
3	臺北市政府環境保護局內湖垃圾焚化廠	防廢、再生
4	基隆市天外天垃圾資源回收（焚化）廠	防廢、再生

項次	設施場所名稱	綠色化學 12 原則
5	臺北市政府環境保護局木柵垃圾焚化廠	防廢、再生
6	第一銀行綠色金融教育館	綠色金融
7	春池玻璃資源再生教育學堂	防廢、再生
8	盟鑫永續綠色工程教育園區	思危、再生

表 16、大專校院進階通識教材主題規劃

項次	主題（綠化原則）	初擬人選	確定編撰教師
1	化學品租賃	劉致中 老師	劉致中 老師
2	原子經濟性、觸媒催化（催化）	陳志勇 老師	陳志勇 老師
3	化工材料綠色製程（安替、催化）	陳賢燁 老師	陳賢燁 老師
4	電池綠色回收再利用（再生、防廢）	亞福儲能	亞福儲能
5	石墨烯綠色製程開發（低毒、安全替代）	劉偉仁 老師	陳軍互 老師

經第 3 次契約變更，工項由編撰 5 式進階教材刪減成 4 式進階教材，刪除的主題為「化學品租賃」，至此大專校院進階通識教材主題規劃如表 17 所示。

表 17、第 3 次契約變更後大專校院進階通識教材主題規劃

項次	主題（綠化原則）	初擬人選	確定編撰教師
1	原子經濟性、觸媒催化（催化）	陳志勇 老師	陳志勇 老師
2	化工材料綠色製程（安替、催化）	陳賢燁 老師	陳賢燁 老師
3	電池綠色回收再利用（再生、防廢）	亞福儲能	亞福儲能
4	石墨烯綠色製程開發（低毒、安全替代）	劉偉仁 老師	陳軍互 老師

4.1.2.3 執行結果

本團隊自 110 年 10 月 6 日開始發信邀請 5 式進階教材之編撰教師，說明本次教材編撰原則及需製作之教材型式，後續第三次契約變更刪減工項，由原先編撰 5 式進階教材刪減成 4 式進階教材，於 110 年完成 3 式，111 年完成剩餘 1 式，目前 4 式教材（「化工材料綠色製程」、「原子經濟性、觸媒轉化」、「電池綠色回收再利用」、「石墨烯綠色製程開發」）皆完成編修，而後續每一份進階教材第一

版各別經由三位審查委員審查，審查委員之建議名單已初擬提供予局內長官勾選，
下表 18 為目前經局內長官勾選各式教材正取之審查委員名單。

表 18、大專校院綠色化學進階教材審查委員正取名單

	課程主題	邀請之審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
1	原子經濟性、 觸媒催化	林弘萍	國立成功大學化學系	特聘教授	孔洞材料、觸媒、物理化學、材料化學
		翁鴻山	國立成功大學化學工程系	名譽教授	奈米觸媒之研製與應用、相間轉移催化技術、觸媒法空氣污染防治、燃料電池重組器之研發、化工教育史
		王修璇	國立宜蘭大學化學工程與材料工程學系	副教授	能源材料、表面分析技術、太陽能科技、綠色製程、光觸媒、液晶材料
2	化工材料綠色製程（安替、催化）	劉雅瑄	國立臺灣大學地質科學系暨研究所	教授	環境奈米技術、奈米顆粒界面科學、零價金屬技術、環境科學與工程
		李昆展	國立臺北教育大學自然科學教育學系	副教授	奈米生物醫學、材料化學、孔洞材料、科學教育
		張家銘	國立中興大學土壤環境科學系	教授	新興材料之環境與生醫應用、分子模擬、計算毒理
3	電池綠色回收再利用（再生、防廢）	衛子健	國立清華大學化學工程系	教授	染料敏化太陽能電池、高性能電化學電池、電化學工程、奈米貴金屬粒子合成及應用
		吳俊哲	逢甲大學環境工程與科學學系	特聘教授	水及廢水處理技術、臭氧及高級氧化技術、新穎光觸媒催化技術、綠色能源科技（氫能，燃料電池，太陽能電池，超級電容器）、電化學環境感測材料合成及應用

	課程主題	邀請之審查委員資料			
		審查委員	任職單位	職稱	專長
		張添晉	國立臺北科技大學 環境工程與管理研 究所	教授	廢水高級處理、水再生利用、廢棄物資源化、有害物 質管理
4	石墨烯綠色製 程開發（低 毒、安全替 代）	劉偉仁	中原大學化學工程 學系	教授	石墨烯合成與應用、LED 發光材料/量子點、鋰電池/ 鈉離子電池
		蘇清源	國立中央大學機械 工程學系	教授	低維度奈米材料與能源材料之合成與分析、電漿輔助 製程， 化學氣相沉積製程、石墨烯於軟性電子
		戴念華	國立清華大學材料 科學工程學系	特聘教授	石墨烯和奈米碳管的合成及應用、生物感測器、薄膜 製備及其在工業廢水減量之應用、電磁屏蔽、超級電 容

4.1.3 辦理綠色化學大專校院進階課程教材試教

為使大專校院學生增進綠色化學相關議題之學習機會，鼓勵大專校院提出綠色化學相關議題之課程申請，培育大專校院學生具備綠色化學基礎知能。

針對協助大專校院課程開設部分，本工作團隊張育傑教授與林于凱副教授於 107-109 年度辦理毒物及化學物質局「補助地方政府或公立機構及學校與團體辦理綠色化學-生活中的化學-公開徵求案計畫」，對此工項已有相關業務執行經驗與理解。以下參考過往經驗協助辦理事宜：

(1) 協助尋求合作對象

針對大專校院對於綠色化學相關議題感興趣之開課教師，提供經費協助，鼓勵教師開設綠色化學相關議題之課程。本計畫協助辦理大專校院開設共 4 堂，每堂 2 小時綠色化學相關課程。本計畫團隊依照進階通識教材的主題內容，邀請理工學院高年級任教的教師進行開課邀請。

(2) 成效報告驗收內容：問卷、錄影、照片、簽名單、課程大綱、投影片。

(3) 期程規劃

每式教案需於大專校院試教及全程錄影，錄影剪輯成 50 分鐘 2 支，共計完成 4 堂課，每堂課 2 小時，總計至少 120 人次上課，並以問卷分析授課效果，至少回收 150 份有效問卷瞭解進階課程設計成效、未來推廣建議。

110 年規劃建議邀請大專校院開設學校如表 19，以及初步規劃大專校院課程開設流程圖如圖 5。本工作規劃受嚴重特殊傳染性肺炎影響進行修正並簡化流程，改邀請原編撰老師於該任課班級進行實體或非同步遠距等方式進行開課試教。

表 19、建議大專校院綠色化學課程開設學校名單

編號	學校	編號	學校
1	國立成功大學	6	中原大學
2	國立中興大學	7	東海大學
3	國立高雄科技大學	8	中華醫事科技大學

編號	學校	編號	學校
4	臺北市立大學	9	義守大學
5	淡江大學	10	慈濟大學

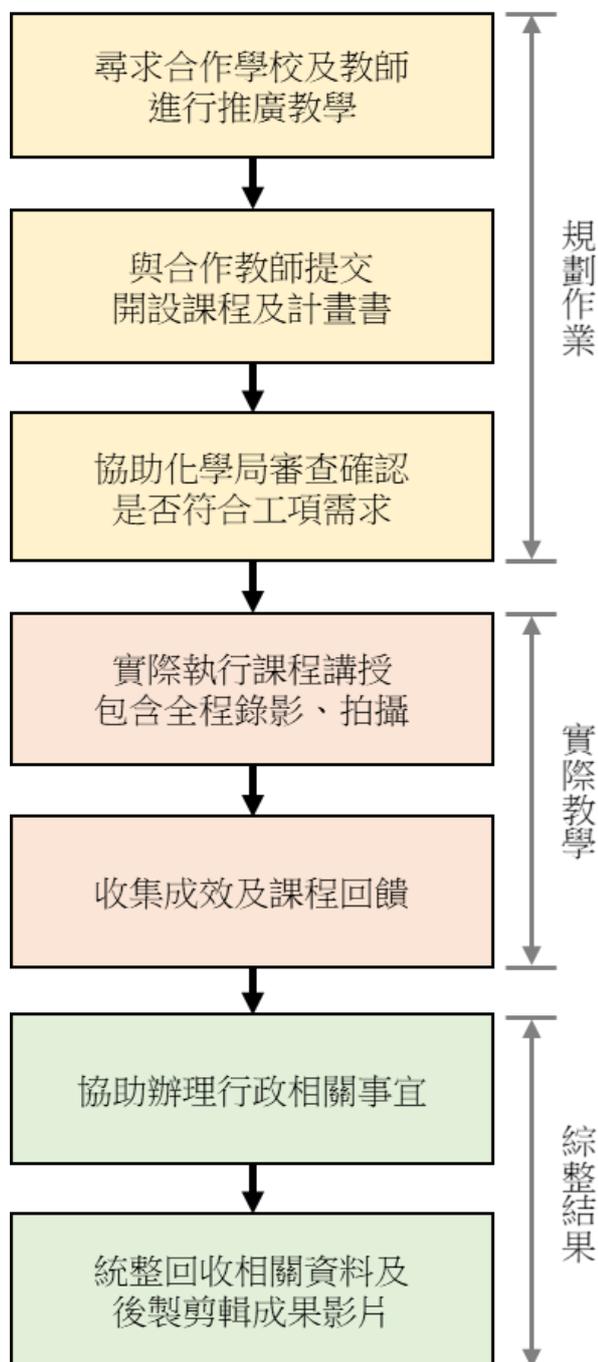


圖 5、初步規劃大專校院課程開設流程圖

4.1.3.1 工作方法

工作團隊於「化工材料綠色製程」、「原子經濟性、觸媒轉化」、「電池綠色回收再利用」、「石墨烯綠色製程開發」4 式教材完成編撰後，旋即聯絡原編撰團隊及老師請其協助團隊進行大專校院課程開設事宜，除原編撰「電池綠色回收再利用」教材之亞福儲能團隊表示該團隊不方便協助，而工作團隊另邀國立臺北科技大學王立邦教授（大專通識教材-電池綠色化學類應用（汞公約、電池物質替代）編撰老師）協助工作團隊進行課程開設事宜。

4.1.3.2 執行結果

因工作期程受國內新冠疫情影響，大專校院課程開設將採實體及非同步遠距（虛擬）並進，課程開設方式及老師如表 20、大專校院進階通識教材課程開設方式及師資所示，計畫團隊針對實體授課的課程進行問卷收集，問卷總計 123 人次填寫，結果顯示如表 21 所示。

表 20、大專校院進階通識教材課程開設方式及師資

項次	主題（綠化原則）	授課老師	課程開設方式
1	原子經濟性、觸媒催化（催化）	陳志勇 老師	實體 （111 年 9 月 22 日於中原大學）
2	化工材料綠色製程（安替、催化）	陳賢燁 老師	非同步遠距
3	電池綠色回收再利用（再生、防廢）	王立邦 老師	非同步遠距
4	石墨烯綠色製程開發（低毒、安全替代）	陳軍互 老師	非同步遠距

表 21、原子經濟性、觸媒催化課程開設回饋問卷（n=123）

問題	比例	
性別	男性 58%、女性 42%	
希望未來舉辦哪種類型的研習會	搭配生態園區導/廠區實境導覽 84%、其他 16%	
未來有相關研習會會主動參加嗎	一定會 13%、可能會 82%、不一定 0%、一定不會 0%	
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.66

	主題與內容相符	4.76
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.62
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.63
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.64
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.74
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.54
	研習內容吸引我的注意	4.60
授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚		4.66
授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚		4.56
其他課程建議		
<ul style="list-style-type: none"> ● 我認為教授講述的非常好 ● 很棒，同時也有介紹到對產業未來的願景 ● 感覺可以將課程設計為 3 個小時，提問的時間也比較多 		

4.2 綠色化學小學教材推廣及實體教具製作

本計畫第二主要工作項目為，推廣 108-109 年已建立之小學分級教材及製作實體教具，推動教育扎根。該工項包含 (1) 小學課程推廣、(2) 營隊活動、(3) 小學實體教具製作及推廣、(4) 小學融入環境教育教材製作，以及 (5) 小學教師種子培訓研習。

各工項內容概述如下：

(1) 小學課程推廣：

應用化學局 108-109 年建置之教材完成 10 所小學推廣，共計至少 300 人，110 年應完成 6 所，期末報告繳交前 15 天完成全部場次，推廣學校以有培訓種子教師之學校優先。每場次至少 50 分鐘。

(2) 營隊活動：

應用化學局 108-109 年建置之小學教材辦理 2 場營隊活動，每場活動至少 2 天，2 場共計至少 80 人，不過夜，每場活動邀請至少 5 位講師，每位講師授課時間至少須符合講座鐘點費支給規定達 2 節。

(3) 小學實體教具製作及推廣：

以 108-109 年建置之小學教材為基礎，設計並製作對應之實體教具 4 式，教具設計方案需先經本局同意，教具形式不拘，以融入教案執行為原則，教具有材質以環保永續為主，教具設計完成後須經由 3 位專家審查，110 年完成 2 式教具，111 年完成 2 式。

(4) 小學融入環境教育教材製作：

以綠色化學相關議題或本局推動相關重要事項為主題，主題需經本局同意，於 111 年前建立 3 式，每式總計 2 小時融入小學教育之環境教育素材，每式應包含 20 頁教學手冊，50 頁簡報及 150 秒動畫，內容須適用於小學 4~6 年級。主題、小手冊（教學指引）、50 頁簡報及動畫須經至少 3 位專家及本局審核。

(5) 小學教師種子培訓研習：

辦理至少 4 場次小學教師綠化種子培訓研習活動，110 年應完成 2 場，每場次至少 2 小時，共至少 100 人次參與。111 年度應完成 2 場，每場次邀請 1 位講師。

以上為本大項工作項目之執行流程規劃概述。以下依照工項順序，分節說明本計畫規劃之各工項執行方法與成果。

4.2.1 辦理綠色化學小學課程推廣

4.2.1.1 工作方法

根據環保署化學局 108 年「綠色化學思維之全民教育深耕與安全替代推動計畫」計畫成果報告，108-109 年建置之教材主題與融入領域如表 22 所示。在該計畫中，共完成臺北市、新北市、基隆市等 10 所小學之綠色化學教材推廣。辦理日期、主題、推廣教師與對象詳如表 23。該年度之推廣大多由編寫教師參與或協助，教學相關回饋亦作為改進教材之用。

根據計畫要求，110 年度共完成 10 校推廣，推廣地區為基隆市、臺北市、新北市各約 1 至 3 校。111 年度則將推廣地區擴大至高雄市，共完成 1 校推廣，細部推廣資訊詳如表 24。

表 22、108-109 年所建置國小綠色化學教材之主題與融入領域

編號	主題	融入領域
1	水質與生活	自然、社會、綜合
2	酸雨知多少	自然、社會、綜合
3	生活中的染料	自然、社會、藝術
4	食物顏色秀	健體、自然、綜合
5	水資源知多少	自然、健體、社會
6	土壤污染	自然、社會、綜合
7	減塑特攻隊	自然、社會、綜合

表 23、108-109 年所建置國小綠色化學教材之推廣方式

推廣時間	推廣地點	方案名稱	授課教師	推廣對象
109 年 2 月 27 日	臺北市麗山國小	生活中的染料	張秀潔	三年級
109 年 3 月 3 日	臺北市湖山國小	生活中的染料（藍染）	顏世廷	六年級
109 年 3 月 24 日	新北市安和國小	水質與生活	溫世展	五年級
109 年 3 月 9 日	臺北市文化國小	酸雨知多少	楊志文	六年級
109 年 9 月 17 日	新北市信義國小	食物顏色秀	陳韻如	五年級
109 年 10 月 19 日	臺北市溪口國小	綠色永續水資源	趙苡伶	六年級
109 年 10 月 20 日	臺北市武功國小	減塑特攻隊	邱雅莉	五年級
109 年 10 月 27 日	基隆市信義國小	土壤中的化學	楊世顯	六年級
109 年 10 月 28 日	臺北市南門國小	生活中的染料	張秀潔	三年級
109 年 10 月 28 日	臺北市金華國小	生活中的染料	曾振富	三年級

表 24、110、111 年國小綠色化學教材推廣

推廣時間	推廣地點	方案名稱	授課教師
110 年 9 月 17 日	新北市板橋區信義國小	食物顏色秀	陳韻如
110 年 9 月 24 日	新北市八里區米倉國小	酸雨知多少	蔡佳玲
110 年 9 月 28 日	臺北市士林區士東國小	食物顏色秀	池惠琳
110 年 10 月 5 日	新北市三芝區興華國小	食物顏色秀	張珈瑜
110 年 10 月 18 日	新北市深坑區深坑國小	食物顏色秀	陳瑞玲
110 年 10 月 21 日	新北市板橋區溪洲國小	食物顏色秀	林美玲
110 年 11 月 11 日	基隆市中山區中和國小	土壤中的化學	黃素華
110 年 11 月 19 日	臺北市信義區信義國小	水資源知多少	劉家森
110 年 12 月 10 日	臺北市北投區大屯國小	酸雨知多少	楊志文
110 年 12 月 14 日	新北市三重區集美國小	食物顏色秀	孫寧一
111 年 9 月 28 日	高雄市鳳山區中正國小	食物顏色秀	范銘仁

4.2.1.2 執行結果

本計畫於 110 年度共計完成 10 校推廣，所推廣之方案包含食物顏色秀、酸雨知多少、土壤中的化學、水資源知多少及減塑特攻隊。111 年度完成 1 校推廣，所推廣之方案包含食物顏色秀，共計完成 11 校之推廣。各校綠色化學小學課程推廣之活動照片分別如下圖 6 至圖 16。



圖 6、新北市板橋區信義國小-食物顏色秀



圖 7、新北市八里區米倉國小-酸雨知多少



圖 8、臺北市士林區士東國小-食物顏色秀



圖 9、新北市三芝區興華國小-食物顏色秀



圖 10、新北市深坑區深坑國小-食物顏色秀



圖 11、新北市板橋區溪洲國小-食物顏色秀



圖 12、基隆市中山區中和國小-土壤中的化學

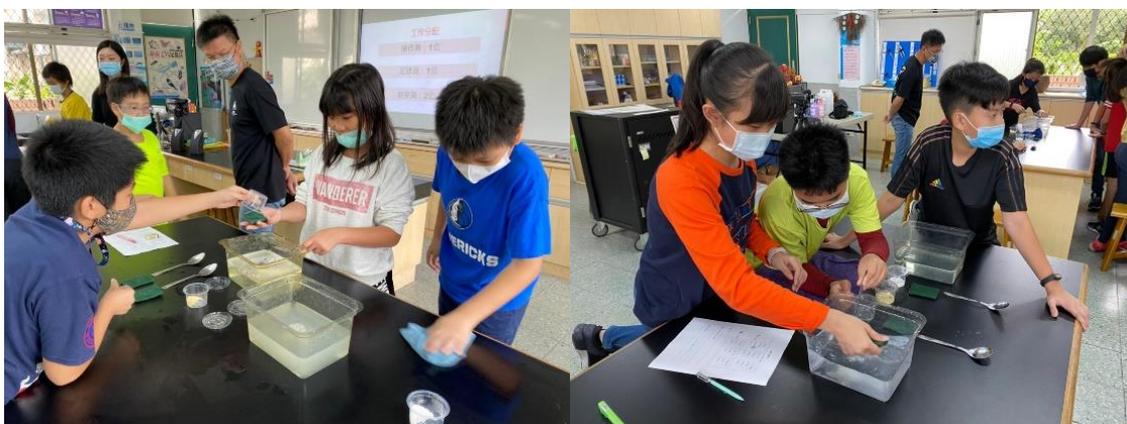


圖 13、臺北市信義區信義國小-水資源知多少



圖 14、臺北市北投區大屯國小-酸雨知多少



圖 15、新北市三重區集美國小-食物顏色秀



圖 16、高雄市鳳山區中正國小-食物顏色秀

4.2.2 辦理綠色化學小學教材推廣營隊活動

4.2.2.1 工作方法

以既有小學教材為基礎，以國小中高年級學童為對象，另外，由於受新冠疫情影響，營隊兩日課程採用線上方式舉行，線上課程規劃如表 24 及表 25。兩場營隊共招收學生 90 人，為引起學習者之學習興趣，課程活動多偏重於實作活動。

根據計畫要求，111 年度完成辦理至少 2 天之 2 場營隊活動，因應疫情，本活動改採線上活動方式辦理，細部營隊資訊詳如表 26。

表 25、111 年暑假營隊第一天議程規劃

時間	活動主題	講座
09:30-10:00	參與者線上報到	
10:00-10:15	致詞（行政院環保署化學局）	綜合規劃組長官
10:15-11:45	生活中的染料	臺北金華國小 曾振富校長
11:45-13:00	午餐休息	
13:00-14:30	什麼是綠色化學	臺北武功國小 邱雅莉校長
14:30-14:40	休息時間	
14:40-16:10	食物顏色秀	新北信義國小 陳韻如老師
16:10-16:30	成果分享	

表 26、111 年暑假營隊第二天議程規劃

時間	活動主題	講座
09:00-09:30	參與者線上報到	
09:30-11:00	綠色化學聊一聊	臺北南門國小 張秀潔校長
11:00-11:10	休息時間	
11:10-12:40	綠色化學桌上遊戲	臺北西園國小 許惠雯老師 臺北市立大學 張育傑教授
12:40-13:55	線上學習評量與調查	

表 27、111 年暑假營隊時程規劃

兩場次時間	課程方式	授課教師	執行狀況
111 年 8 月 10 日	GOOGLE MEET	曾振富、邱雅莉、陳韻如	已完成
111 年 8 月 11 日	GOOGLE MEET	張秀潔、許惠雯、張育傑	已完成
111 年 8 月 17 日	GOOGLE MEET	曾振富、邱雅莉、陳韻如	已完成
111 年 8 月 18 日	GOOGLE MEET	張秀潔、許惠雯、張育傑	已完成

4.2.2.2 執行結果

本計畫於 111 年度完成辦理至少 2 天之 2 場營隊活動，營隊課程包含生活中的染料、什麼是綠色化學、食物顏色秀、綠色化學聊一聊及綠色化學桌上遊戲。各場次綠色化學小學教材推廣營隊活動之活動照片分別如圖 18、圖 18。

因應疫情之故，原規劃於科教館辦理活動配合局內建議改採線上方式辦理，為提高小朋友參與意願，本活動多規劃實驗、實作類型活動，並事先以包裹方式郵寄教具與材料包給予參加的學童使用，材料包清單如表 20。同時，兩梯次活動除吸引 90 位學員報名，另外，也因線上的活動方式，使全臺北中南各個縣市之學員皆可一起參與。

兩天營隊活動過程中，參與學童反應皆熱烈，依據營隊問卷分析（n=90）結果，多數學童學習成效良好，且多希望未來能再參加類似活動，特別是實體實驗操作營隊，如表 29。另外，營隊問卷分析結果答對率較低之題型，如什麼是綠色化學，何者描述錯誤，可能由於反向題型對於容易誤填，未來辦理相關活動問卷之題型可再加以調整。



圖 17、第一場次大合照

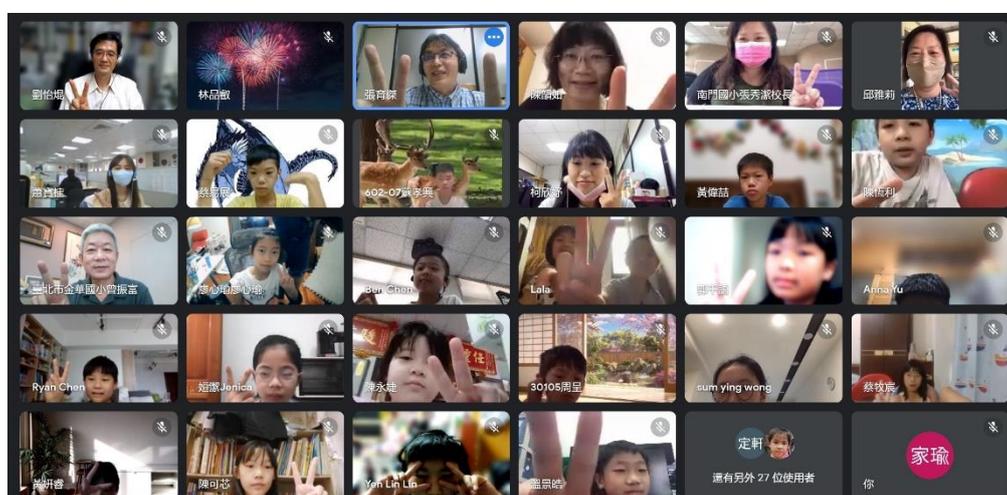


圖 18、第二場次大合照

表 28、材料包清單

食物顏色秀	
M&M 牛奶巧克力	1 包
滴管	1 支
白瓷盤	7 吋*1
實驗用濾紙	6 張
小紙杯	6 個
生活中的染料	
A4 白紙	2 張
含棉成分白布	1 條 (5*15 公分)
塑膠袋片	1 條 (5*15 公分)

表 29、營隊問卷分析結果

生活中的染料		答對率
1.下列哪一種布料最不容易被染料水溶液吸附?	a.塑膠布料 (正答) b.紗布布料 c.棉質布料 d.羊毛布料	92%
2.下列哪一項是買衣服時要特別注意對身體是否會有害的?	a.衣服的顏色 b.衣服的樣式 c.衣服的大小 d.衣服染料的安全 (正答)	97%
什麼是綠色化學		
1.什麼是綠色化學 (green chemistry), 何者描述錯誤?	a.在不使用有害、有毒的物質, 且有效減少產生廢物, 是一種從源頭完全阻止環境污染的化學。 b.其使用的原料化學成分呈現綠色。(正答) c.從源頭開始, 就充分利用原料和能源, 減少、甚至無有害物質釋放, 以降低對環境的衝擊。	59%
2.如果有用完的塑膠容器, 哪一個做法不正確?	a.生活中應減少使用寶特瓶與塑膠容器, 如果有塑膠容器, 可以做成容器來種花, 可以防廢。 b.塑膠容器用完不能回收再利用, 應丟掉。(正答) c.寶特瓶回收, 可以做成環保紗來做衣服, 讓寶特瓶再生。	90%
食物顏色秀		
1.針對天然色素和人工色素的描述何者錯誤?	a.人工色素比較貴。(正答) b.天然色素大多安全性高。 c.人工色素著色力強, 不易褪色	77%
2.針對食品成分標示的描述何者錯誤?	a.食品成分中內容物的順序是隨機排列。(正答) b.標示要資訊清楚, 與時俱進(加強管理與溯源政策) 才能為消費者把關。 c.潔淨標章 (Clean Label) 是指在加工食品中減少使用人工化學合成的添加物。	82%

綠色化學聊一聊		
1.以下何者不是綠色產品的特色?	a.產品本身對環境與人類無害 b.產品本身的使用是一次性的(正答) c.產品整個生命周期具有可持續性	79%
2.酸雨是指	a. pH 值小於 7 (正答) b. pH 值大於 7 c. pH 值等於 7	67%
綠色化學桌遊主題		
1.製作最高階的亮面紙時，製作過程為何?	a.漂白→塗布→製漿 b.製漿→漂白→塗布(正答) c.製漿→塗布→漂白	67%
2. 製作紙張的過程中，綠色化學製程跟一般製程有何差異?	a.污染物減少，不需要使用更多的廢水處理，來處理污染物(正答) b.地球的資源有限，製作時需要更多的能源 c.綠色化學製程複雜，對環境不友善	80%
其他		選擇率
如何得知此營隊訊息	化學局網頁 校園公告 同學好友告知 其他：	34% 7% 33%
為何想參加此營隊	主題有趣 老師推薦 研習證明 好朋友找我參加	74% 7% 0% 3%
希望未來舉辦哪種類型的營隊	實體實驗操作營隊 線上教學體驗營隊 桌遊大賽	52% 8% 36%

4.2.3 設計推廣綠色化學小學實體教具

4.2.3.1 工作方法

本計畫依照各教材特性規劃適宜實體教具提出企劃，經化學局同意後，進行設計，並邀請專家進行審查。所規劃經化學局同意之實體教具如表 30。教具配套

優先考慮藥劑或成分取得容易，反應安全以及活動辦理適宜性等因素。審查之專家及會議紀錄，如小學教育附件光碟-附件一中教具審查會專家委員名單會議紀錄。

表 30、實體教具規劃

	教具名稱	構想說明	教學目標
1	聰明鯊魚皮	利用簡易小實驗說明鯊魚皮天然抗菌的原理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過實際操作與探究使學習者瞭解仿生學之概念 2. 透過實際操作與探究使學習者瞭解鯊魚皮天然抗菌的原理
2	食物顏色秀材料包	利用材料包進行小實驗，說明食物的色素	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過認識食材提升飲食相關知能增強對食品安全問題的敏感度 2. 透過實際操作與探究讓學習者瞭解生活中常見食物的製造歷程，進而瞭解消費者所面臨糧食問題與食品安全的困境 3. 透過理解、思考與實踐，讓學習者獲得綠色化學與永續消費的價值觀
3	綠色化學闖關活動轉盤	利用闖關活動說明綠色化學 12 原則	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過活動與問題回答使學習者瞭解綠色化學 12 項原則之概念 2. 提升學習者採取綠色化學行為之意願
4	綠色化學 GO	利用傳統棋盤類型遊戲及卡牌提升綠色化學之概念及行為	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過遊戲與問題回答使學習者瞭解綠色化學 12 項原則之概念 2. 提升學習者採取綠色化學行為之意願

4.2.3.2 執行結果

(1) 聰明鯊魚皮

本計畫參考 Beyond Benign 仿生鯊魚皮教案所設計。聰明鯊魚皮教具可針對國小中高年級學員，藉由活動引導、製作模型、探索模型以及討論總結，將仿生概念與綠色化學 12 原則之防廢、低毒、保安概念相互結合，使學員了解鯊魚皮天然抗菌的原理。

首先，將說明仿生學及鯊魚的仿生技術。接著，請學員動手製作 Sharklet（鯊紋）模型，學員須在 A4 紙上第一條線上畫三個一英寸的多邊形、第二條線上畫兩個兩英寸的多邊形、第三條線上畫一個三英寸的多邊形，並使用膠帶將 A4 紙

貼在塑膠透明膜背面，再利用熱熔槍進行製作，如圖 19、聰明鯊魚皮教具示意圖。學員預測可將多少個小夾子分別固定三英寸、兩英寸、一英寸、平面的便利貼上後，便開始將小夾子固定在便利貼上，直到便利貼脫落，如圖 19、聰明鯊魚皮教具示意圖。學員將藉此實驗觀察哪種形狀及大小最能防止便利貼黏附，並從中探索作出解釋。詳細流程如小學教育附件光碟-附件二 A。

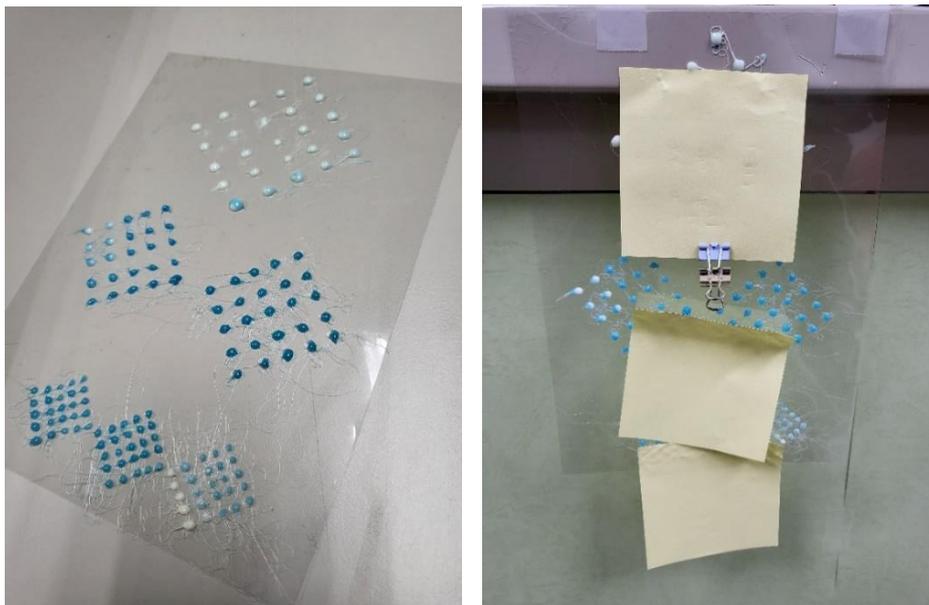


圖 19、聰明鯊魚皮教具示意圖

(2) 食物顏色秀材料包

本計畫以 108-109 年所建置國小綠色化學教材之食物顏色秀作為主軸，依據該教材之特性發展合適的實體教具材料包，以利該教材之推廣與使用。實體教具材料包內容包含市售牛奶巧克力*1、滴管*1、白瓷盤*1、實驗用濾紙*6、小紙杯*6，如圖 20 所示。



圖 21、闖關活動轉盤示意圖

(4) 綠色化學 GO

本計畫期望可採用大富翁類型之棋盤遊戲方式，轉化設計出綠色化學 GO 之教具，利用有趣的傳統棋盤類型遊戲及卡牌提升學員綠色化學之概念及行為。該教具建議針對國小中高年級學員，也可在採用此教具之前，先向學員講授有關綠色化學 12 項原則之簡易概念，藉此使學員在遊戲時可更加加深其對於綠色化學概念之印象。

綠色化學 GO 教具包含綠色化學 12 項原則版圖，如圖 22 所示、各顏色之米寶、骰子、題目卡牌以及機會卡牌。綠色化學 12 項原則以及機會卡牌之題目如小學教育附件光碟-附件二 C。

此教具所設定情境為玩家們各自作為一位老闆，並透過遊戲的進行最終生產出自家產品。而遊戲方式為：

- 每位玩家領取屬於自己顏色的米寶放置於起始點。
- 每位玩家輪流擲骰子並根據骰出的步數前進。
- 若於途中遇到煙囪則往上移動、遇到廢水則往下移動。
- 當玩家踩到綠色化學 1-12 項原則或機會，則根據踩到的那項抽取問題卡牌並將抽取之卡牌給其他玩家，由其他玩家協助出題及對答案。

- e. 若該玩家回答正確則可多骰一次骰子，反之，若回答錯誤則須暫停一回合。
- f. 第一位到達終點的玩家即勝利。

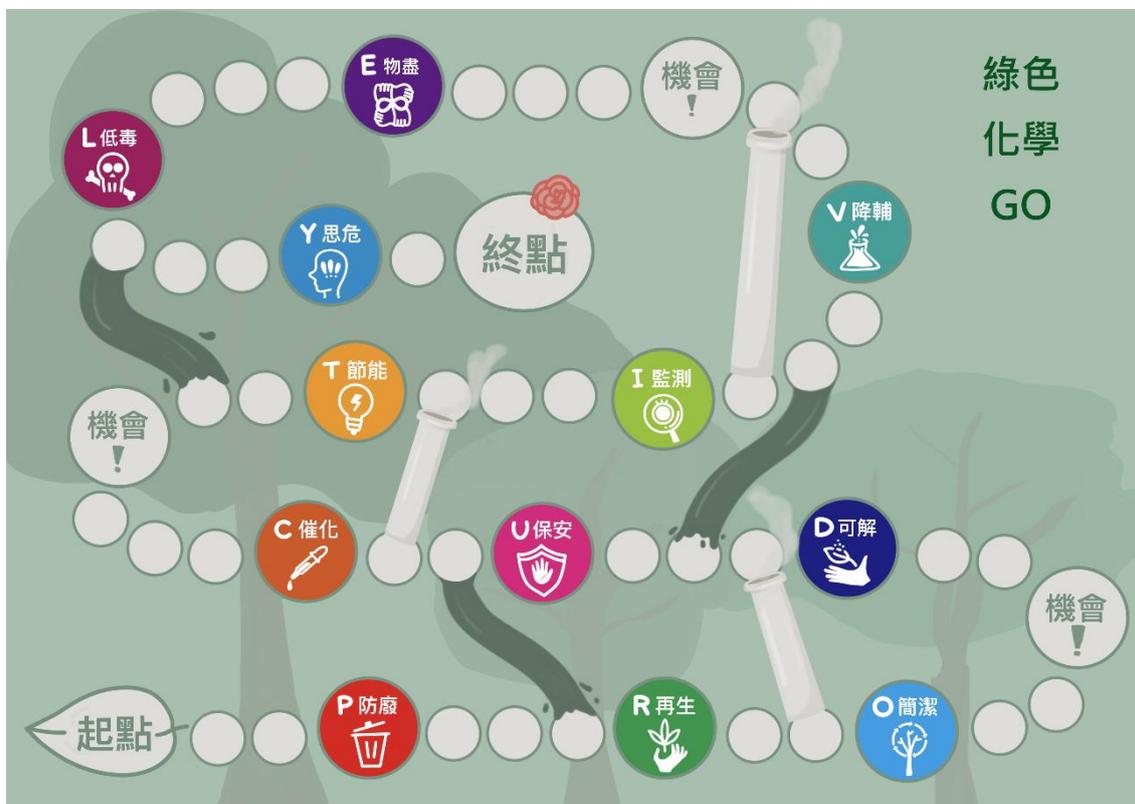


圖 22、綠色化學 12 項原則版圖

4.2.4 製作綠色化學小學融入環境教育教材

4.2.4.1 執行方法

本工作團隊於 108-109 年度「綠色化學思維之全民教育深耕與安全替代推動計畫」製作之小學教材以及編寫老師如表 31 所示。為因應目前新冠肺炎疫情，本年度教材主題，以肥皂與清潔劑（手部清潔）、揮發性有機物（安全使用）、次氯酸鈉（安全使用）的主題進行。

表 31、綠色化學小學環境教育素材規劃主題與編寫團隊

編號	編寫團隊	主題
1	張育傑教授 張媛婷老師	水質與生活
2	林明瑞教授	能源、熱、燃燒、全球暖化
3	楊志文老師	酸雨知多少
4	張秀潔校長 曾振富校長	生活中的染料
5	陳韻如老師	食用色素面面觀
6	劉家森主任 趙苡伶老師	水資源知多少
7	賴麗雯校長	土壤污染
8	邱雅莉校長	塑膠

本計畫規劃小學綠色化學教育課程主題，依本計畫目標，融入國小領域。由於上述所界定的非化學專業、生活化的綠色化學，屬性接近於我國 108 課綱中的「環境教育」議題。在「環境教育」議題中，包括五個學習主題：環境倫理、永續發展、氣候變遷、災害防救及能源資源永續利用。綠色化學的範疇，較接近「能源資源永續利用」之學習主題。故本計畫規劃以自然科學領域為融入主要領域，計畫參考環境教育議題融入自然、社會、健體、綜合領域的方式，將合適的綠色化學主題進行融入，以編制綠色化學小學環境教育素材。

其中，以自然科學領域為例，可參考 107 年 11 月 2 日教育部發布令訂定「十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—自然科學領域」之課程目標[9]：

1. 啟發科學探究的熱忱與潛能：使學生能對自然科學具備好奇心與想像力，發揮理性思維，開展生命潛能。

2. 建構科學素養：使學生具備基本的科學知識、探究與實作能力及科學態度，能於實際生活中有效溝通、參與公民社會議題的決策與問題解決，且對媒體所報導的科學相關內容能理解並反思，培養求真求實的精神。
3. 奠定持續學習科學與運用科技的基礎：養成學生對科學正向的態度、學習科學的興趣，以及運用科技學習與解決問題的習慣，為適應科技時代之生活奠定良好基礎。
4. 培養社會關懷和守護自然之價值觀與行動力：使學生欣賞且珍惜大自然之美，更深化為愛護自然、珍愛生命及惜取資源的關懷心與行動力，進而致力於建構理性社會與永續環境。
5. 為生涯發展做準備：使學生不論出於興趣、生活或工作所需，都能更進一步努力增進科學知能，且經由此階段的學習，為下一階段的生涯發展做好準備。

依據上述課程目標與本計畫工作規範，本計畫規劃進行方式如下：

1. 經化學局同意後，擇定融入綠色化學主題等要項
 - 擇定教材主題，規劃 4-6 年級，融入課程選擇包含自然、社會、綜合、健體等四大領域。
 - 其次議定手冊內涵，與簡報內涵，以及動畫內容。
2. 配合所規劃的主題要項，依照主題邀請不同環境教育輔導團老師編寫教材。
3. 由編寫團隊規劃動畫腳本，審查後，交付動畫製作團隊製作動畫。
4. 邀集審查委員針對手冊、簡報、動畫腳本進行審查。
5. 請編寫老師修正，並進行排版輸出。動畫則請動畫公司進行動畫製作。

本計劃為因應目前新冠肺炎疫情以及時事新聞事件，經化學局同意後，教材主題最終規劃以肥皂與清潔劑（手部清潔）、揮發性有機物（安全使用）、次氯酸鈉（安全使用）作為主題進行設計，教材設計之主題及設計者如表 32。

表 32、綠色化學小學融入環境教育教材主題與設計者

主題	設計者
肥皂與清潔劑	陳韻如
文具中的揮發性有機物	林昌為、許戎霆
次氯酸水與漂白水的安全使用	曾振富

4.2.4.2 執行結果

本計劃最終以肥皂與清潔劑（手部清潔）、揮發性有機物（安全使用）、次氯酸鈉（安全使用）作為主題，設計綠色化學小學融入環境教育教材，同時，以上三項教材之主題、小手冊、簡報以及動畫分鏡皆經由 3 位專家之審查，審查之專家及會議紀錄及會議紀錄，如小學教育附件光碟-附件三、教材審查會專家委員名單及會議紀錄。

(1) 肥皂與清潔劑

本教材實施年級為高年級，總綱核心素養為 E-A2、E-B2、E-C1 以及 E-C3，該教材課程活動包含古溜古溜清潔溜溜、肥皂罩不罩、聰明消費保健康三大單元，融入的領域分別為自然、社會及健體。肥皂與清潔劑教材之手冊及簡報詳如小學教育附件光碟-附件四 A 及附件四 B。藉由該教材之學習，以達到以下之課程目標：

- a. 能了解肥皂/清潔劑的去汙原理並知道正確洗手的方法。
- b. 能了解肥皂/清潔劑去汙的主要成分是界面活性劑，並能依標示方式使用。
- c. 能選擇適合自己健康的肥皂/清潔劑，實踐綠色消費愛地球選擇對環境友善的商品。

(2) 文具中的揮發性有機物

本教材實施年級為高年級，總綱核心素養為 E-A1、E-A2、E-B2、E-C2 以及 E-C3。該教材課程活動包含那些文具有危險、TVOC 的真面目、文具中的危險成分

三大單元，融入的領域分別為健體、自然及健體。文具中的揮發性有機物教材之手冊及簡報詳如小學教育附件光碟-附件四 C 及附件四 D。藉由該教材之學習，以達到以下之課程目標：

- a. 了解何謂揮發性有機物質（TVOC）及其危害。
- b. 能夠正確閱讀市面上產品的成分說明，並從中挑選出危害性較小的進行購買。
- c. 能夠正確使用含有 TVOC 的文具。
- d. 能積極認識到周遭可能存有的危險因子並提前做出防範。

(3) 次氯酸水與漂白水的安全使用

本教材實施年級為高年級，總綱核心素養為 E-A3。該教材課程活動包含認識防疫消毒水、次氯酸水與漂白水的酸鹼性檢測、正確使用次氯酸水與漂白水、辨識次氯酸水與漂白水產品四大單元，融入的領域皆為自然。次氯酸水與漂白水的安全使用教材之手冊及簡報詳如小學教育附件光碟-附件四 E 至附件四 F。藉由該教材之學習，以達到以下之課程目標：

- a. 能認識次氯酸水與漂白水等防疫消毒水。
- b. 能了解次氯酸水與漂白水的酸鹼性與防疫消毒功能。
- c. 能知道防疫環境消毒的潛在危險性與急救方法。
- d. 能根據探究步驟操作器材進行安全的實驗。
- e. 能分辨次氯酸水與漂白水的成份、功能與注意事項。
- f. 能從文章及新聞事件中提取防疫消毒的重要訊息。
- g. 能關注防疫消毒的重要性與安全性。
- h. 能關懷防疫消毒對環境的影響。

4.2.5 辦理綠色化學小學教師種子培訓營

4.2.5.1 執行方法

本計畫共規劃辦理 4 場小學教師綠色化學種子培訓營，其內容、時間研擬等資訊參考教育部及國際等公開資訊，諸如全國教師在職進修資訊網、「教育部綠色化學教育網」、中國化學會或美國化學學會中的綠色化學相關的期刊論文蒐研分析辦理活動資訊，主題為綠色化學永續教育推動相關議題，增加小學教師瞭解綠色化學永續教育推動內涵發展，並據以發展適合小學教學相關內容設計。加強綠色化學知識交流，藉由議題討論，交換彼此心得和經驗，強化團隊和校園第一線工作的老師和教學人員彼此溝通的管道。

本計畫鑑於要規劃國小綠色化學融入教材，需要教學現場教師的協助，但是教學現場老師對於綠色化學，特別是與生活息息相關的綠色化學範疇尚未能確實掌握。因此，在延請這些老師們協助教材規劃之前，先以工作坊的形式，辦理培訓營，期能使參與教材規劃的老師們可以進一步掌握綠色化學的範疇，另一方面，也使對綠色化學感興趣的老師們，瞭解我們的計畫需求，進而促進互相合作交流的機會。

本 110-111 年度之種子研習規劃為辦理四場小學教師種子培訓研習，目的在使對綠色化學有興趣的教師或實務工作者成為擴大的種子師資，研習內容包含，綠色化學小學學習內容與實質內涵、既有小學綠色化學教材、營隊相關訊息等。預期成效為擴大種子師資、調查推廣意願。110 年度共計辦理 2 場次種子培訓營，第一場次時間為 110 年 11 月 16 日，研習主題為「校園綠色化學教育推動之課程設計與經驗分享」、「綠色化學融入自然領域與示例」；第二場次時間為 110 年 11 月 25 日，研習主題為「綠色化學融入健康領域與示例」、「綠色化學融入自然領域與示例」。全程參與研習者，核發 2 小時環境教育時數或環境教育人員展延時數。110 年度之兩場種子培訓議程如表 33 及表 34。

111 年度共計辦理 2 場次，第一場次時間為 111 年 9 月 20 日，研習主題為「綠色化學桌遊在教學上的應用」，參與人數為 56 人；第二場次時間為 111 年 9 月 21

日，研習主題為「食物顏色秀」，參與人數為 35 人。全程參與研習者，核發 2 小時教師研習時數及環境教育時數或環境教育人員展延時數。111 年度之兩場種子培訓議程規劃如表 35 及表 36。另外，教師培訓營問卷與課程試教問卷如小學教育附件光碟-附件五。

表 33、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次（110 年 11 月 16 日）

時間	工作項目
18:00-18:30	報到、致詞（行政院環保署化學局）
18:30-19:20	講座主題：校園綠色化學教育推動之課程設計與經驗分享 講者：邱雅莉校長
19:20-20:10	講座主題：綠色化學融入自然領域與示例 講者：陳韻如老師
20:15-20:30	綜合討論

表 34、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次（110 年 11 月 25 日）

時間	工作項目
13:00-13:30	報到、致詞（行政院環保署化學局）
13:30-14:10	講座主題：綠色化學融入健康領域與示例 講者：陳麗君老師
14:20-15:00	講座主題：綠色化學融入自然領域與示例 講者：陳韻如老師
15:00-16:00	綜合討論

表 35、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次（111 年 9 月 20 日）

時間	工作項目
18:00-18:30	報到、致詞（行政院環保署化學局）
18:30-20:30	講座主題：綠色化學桌遊在教學上的應用 講者：許惠雯老師/張育傑老師

表 36、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次（111 年 9 月 21 日）

時間	工作項目
12:30-13:00	報到、致詞（行政院環保署化學局）
13:00-15:00	講座主題：食物顏色秀 講者：陳韻如老師/張育傑老師

4.2.5.3 執行成果

本計畫於 110 年度共計完成 2 場次種子培訓營，所推廣之研習主題包含「校園綠色化學教育推動之課程設計與經驗分享」、「綠色化學融入自然領域與示例」及「綠色化學融入健康領域與示例」，兩場次綠色化學小學教師種子研習活動照片如圖 23 及圖 24。另外，111 年度共計完成 2 場次種子培訓營，所推廣之研習主題包含「綠色化學桌遊在教學上的應用」及「食物顏色秀」，兩場次綠色化學小學教師種子研習活動照片如圖 25 及圖 26。



圖 23、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次



圖 24、110 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次



圖 25、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第一場次



圖 26、111 年綠色化學小學教師種子研習規劃-第二場次

同時，兩場次種子培訓營問卷分析結果如表 37 及表 38。由 110 及 111 年兩場次種子培訓營問卷分析結果可得知，多數參與者藉由校園公告得知此活動資訊，且因此研習會之主題有趣及對教學有幫助而報名參加，針對本研習會之主題、安排及內容回應也都達到 4 分以上，若未來有舉辦相關研習會多數學員則期望可搭配生態園區導覽，且若時間允許大多也可能再報名參與

表 37、110 年兩場次種子培訓營問卷分析結果

問題		比例
性別		男性 49%、女性 51%
身分別		老師 87%、其他 13%
如何得知此研習會訊息		化學局網頁 0%、校園公告 54%、同事告知 26%、其他 21%
為何想參加此研習會		主題有趣 41%、講者有名 3%、廠商型態/規模 0%、對教學有幫助 56%、長官交代要來 13%、其他 18%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導覽 63%、搭配廠區實境導覽 50%、其他 16%
未來有相關研習會會主動參加嗎		一定會 13%、可能會 82%、不一定 0%、一定不會 0%
問題		平均（五等量表）
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.36
	主題與內容相符	4.64
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.46
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.23
安排	本研習會舉辦之時間方便參加	4.28
	地點明確，易於前往研習會場地	4.62
	研習會場地內部規劃恰當	4.62
	整體流程規劃流暢	4.41
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.59
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.67
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.50
	研習內容吸引我的注意	4.31
如果下次還有機會參加類似活動，您還會參加嗎？		4.28

表 38、111 年兩場次種子培訓營問卷分析結果

問題		比例
性別		男性 16%、女性 84%
身分別		老師 70%、其他 30%
如何得知此研習會訊息		化學局網頁 3%、校園公告 42%、同事告知 25%、其他 30%
為何想參加此研習會		主題有趣 81%、講者有名 23%、廠商型態/規模 3%、對教學有幫助 61%、長官交代要來 7%、其他 4%
希望未來舉辦哪種類型的研習會		搭配生態園區導覽 77%、搭配廠區實境導覽 43%、其他 4%
未來有相關研習會會主動參加嗎		一定會 22%、可能會 78%、不一定 0%、一定不會 0%
問題		平均 (五等量表)
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	4.39
	主題與內容相符	4.45
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	4.23
	主題設定佳，因合乎自身需求	4.22
	本研習會有助於課堂教學使用	4.33
安排	報名表單敘述清楚容易填寫	4.51
	本研習會舉辦之時間方便參加	4.54
	本研習會各個段落時間規劃洽當	4.49
	整體流程規劃流暢	4.43
	線上會議影音品質良好	4.61
	線上會議相關導引明確	4.51
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	4.55
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	4.64
	講師與觀眾有良好的互動，耐心回答觀眾之提問	4.64
	研習內容吸引我的注意	4.48
如果下次還有機會參加類似活動，您還會參加嗎?		4.42

4.3 多元族群綠色化學推廣及整合專區資料更新

4.3.1 編撰產業適用綠色化學教材

科技的進步不斷產生與使用新興化學物質，傳統的生產與產品的生命週期評估要求也出現變革，有鑑於臺灣化學製造、廢棄物減毒、減廢等要求日漸受到民眾之重視，且為與國際化接軌，符合國際產品生產與貿易的規範與要求，有必要針對產業製造與生產等可能引起的化學品生產及環境要求進行系統性的研究。

另為推動綠色化學多元教育，使產業認知綠色化學議題，建立綠色化學基礎與應用知能，落實人才培育與產業互動目標，及為完備產業適用之綠色化學教材，期望符合鏈結產業之應用發展需求及概念，並期許未來產業能於相關製程及決策中納入綠色化學理念及帶動產業創新並善盡企業社會責任。而其中最為有效的方式就是從綠色化學教育扎根，建立未來人才與產業經營管理者環保概念與知能。

產業類別選取名單則是參考依據國內綠色工廠標章（Green Factory，GF）獲證廠商、符合清潔生產評估系統符合性判定（Cleaner Production，CP）廠商、或是產業相關概念、製程、成果能契合本計畫內涵，未來可參採融入綠色化學教育課程者；彙整國本執行團隊 106-107 年度 35 家訪談廠商應用綠色化學成果之事業機構，包括化學原料製造業、塗料製造業、回收料再製業、紡織化學業、紙相關製造業、印刷業、電子製造業、材料製造業、機械製造業等，針對產業編撰適用該產業之相關綠色化學應用教材計 4 式，且需包含適用金融策略產業瞭解其他產業應用綠色化學實例之教材。

表 39、106-107 年度 35 家訪談廠商

項次	廠商名稱	產業製程
106 年度訪談廠商		
1	中臺資源科技股份有限公司	環保再生燈管、回收玻璃再生
2	大愛感恩科技股份有限公司	紡織品
3	歐萊德國際股份有限公司	環保美髮產品

項次	廠商名稱	產業製程
4	友達光電股份有限公司	薄膜電晶體液晶顯示器、低溫多晶矽、有機發光顯示器及整合式觸控解決方案；太陽能模組
5	臺灣永光化學工業股份有限公司	色料化學品、特用化學品、碳粉、電子化學品、醫藥化學品
107 年度訪談廠商-化學原料/塗料業		
6	臺灣科萊恩化學股份有限公司	顏料、油墨、塗料、塑料、高分子化學
7	臺灣科思創股份有限公司	聚合物材料、熱塑性聚氨酯樹脂 (TPU)
8	阿克蘇諾貝爾塗料股份有限公司	塗料、顏料
9	羅門哈斯亞太研磨材料股份有限公司	機械研磨製程、研磨墊及研磨液
10	臺灣明尼蘇達礦業製造股份有限公司 (楊梅廠)	光學膜片/光固化矽樹脂
11	寶成工業股份有限公司	鞋材化學料
107 年度訪談廠商-回收料再製/紡織業		
12	大豐環保科技股份有限公司	再生塑料、綠色再製品
13	臺灣瑞曼迪斯股份有限公司 (南投廠)	塑膠粒加工製造、塑膠類瓶罐回收處理
14	裕源紡織股份有限公司	生活紡織品
15	世堡紡織股份有限公司	再生環保織物
16	宏遠興業股份有限公司	多功能紡織品
17	薛長興工業股份有限公司	塑膠成品製造、水類運動服飾製造
107 年度訪談廠商-紙相關製造/印刷業		
18	正隆股份有限公司	生活用紙、再生衛生紙
19	永豐餘投資控股股份有限公司	紙製品製造業
20	臺灣愛克發吉華股份有限公司	噴墨設備、專用墨水
21	永豐紙業股份有限公司	生活用紙、瓦楞紙箱/板、食品容器、包裝
22	利翔印刷事業有限公司	彩盒包裝/平面印刷、特殊印刷製程
23	名度彩色印刷有限公司	印刷製程
107 年度訪談廠商-電子製造業		
24	欣興電子股份有限公司	電子零組件製、PCB、IC 載板、連接器
25	高技企業股份有限公司	多層印刷電路板
26	技嘉科技股份有限公司	主機板、顯示卡
27	盟創科技股份有限公司	電子零組件製造、網路電子器材

項次	廠商名稱	產業製程
28	臺灣立凱電能科技股份有限公司	電子零組件製造、電池材料（正極材料）
29	大亞電線電纜股份有限公司	電纜線製造
107 年度訪談廠商-材料/機械製造		
30	鉅田友善材料有限公司（100%植）	農業資材再生品、甘蔗吸管
31	冠軍建材股份有限公司	建材製品製造、玻璃陶瓷、磁磚
32	友荃科技實業股份有限公司	能源設備製造、引擎除碳、太陽光電系統
33	創淨科技股份有限公司	化學製品製造、消毒機、淨水器
34	國瑞汽車股份有限公司（中壢廠）	汽車製造、汽車及其零件製造
35	中華汽車工業股份有限公司（新竹廠）	汽車製造、汽車零件、金屬製品

4.3.1.1 產業綠色化學教材

當產業在研發或推動綠色化學相關專案將進行相關可行性評估，包括成本效益、經濟面、技術面、功能性面，而綠色化學品應須符合綠色化學 12 原則的精神，如於綠色化學 12 原則之「防廢（Prevention）」：重新思考設計化學合成方法，以預防並取代下游廢物處理；「保安（Use safe synthetic methods）」：在產品製程或原料使用上，盡可能設計不會對人和環境產生毒性之合成方法；「低毒（Designing safer chemicals）」：不僅考慮化學產品本身性能或功能外，也採用較低性毒性之物質，甚至對抗毒性物質成分；「降輔（Safer solvents and auxiliaries）」：在製程或化學合成上，盡可能避免或使用危害最小化地使用輔助劑。產業實施綠色化學品相關政策時，也是具體落實實現綠色化學中的一環。

歐盟化學局（European Chemicals Agency，ECHA）提出，透過化學品替代研發或評估，可以重新審視產各細節，提出更加創新的作法，換言之，在 ECHA 發佈的「Strategy to promote substitution to safer chemicals through innovation」化學品安全替代，不單僅是對於環境、勞工上的重視，更可以為化學品相關激發更多的創新研發，藉此企業在特定領域上可以獲得更佳的市場競爭力，對於整體的營運有正面的幫助，減少需要遵循法規衍生出來的成本。

國內有許多產業已逐步推動工廠製程的原料或輔助劑採自行研發或購買已商轉之綠色化學品，取代既有的高毒性之化學物質。本計畫編製 4 份產業教材，針對產業所對於綠色化學實行成效，編撰適用該產業之相關綠色化學應用教材計，以產業類型探討綠色化學應用面之基礎，瞭解產業可能面臨綠色化學實踐現況，適用綠色化學教材內容包括產業介紹、產業適用之綠色管理策略、綠色化學執行成效、以及永續發展願景與環境友善作為等。

110 年 9 月 15 日召開「綠色化學多元教育教材規劃」專家諮詢會議，針對該產業編撰適用該產業之綠色化學應用教材 4 式進行討論，產業教材主題包括：(1) 產業綠化學概述—綠色化學產業創新與應用、(2) 化工產業—邁向新世代綠色化工產業、(3) 電子產業—綠色化學為綠色供應鏈之重要途徑、(4) 金融業—綠色金融面臨之挑戰及機會。4 式產業綠色化學教材包括兩大部分，都是以簡報與講義類型方式呈現。教材編撰團隊於 110 年完成 2 式編撰，於 111 年 2 月完成 4 式產業綠色化學教材，並且邀請 3 位專家進行教材審查作業，審查委員名單包括：教育部資訊及科技教育司邱仁杰副司長、中華民國化學工業責任照顧協會許瓊丹秘書長、及國立臺北科技大學環境工程與管理研究所王立邦副教授；對於專家審查給予的意見與建議，產業綠色化學教材編撰團隊隨之修訂後定稿

表 40、產業綠色化學教材 4 式摘錄

項次	產業教材名稱	編撰者	產業教材目標
1	產業綠化學概述—綠色化學產業創新與應用	徐宏德 博士	建立產業綠色化學新觀念，綠色化學實質內涵包括開發以「原子經濟性」為基本原則的新的化學反應過程；另一是改進現有化學工業，減少和消除污染。進行化工生產的控制程序原則：降低排放或實現廢物零排放；發展安全產品和安全工藝；以及提高原料、能源和水的效率，循環或再利用材料和再生資源。
2	化工產業—邁向新世代綠色化工產業	徐宏德 博士	化工產業因應綠色化學國際潮流，建立永續經營新思維，編製化工產業的綠色化學成果與效益，教材內容將以材料開發(綠色材料)、生產製程(綠色製程)等為主，導入綠色生產概念之環保、安全、高附加價值新材料，

項次	產業教材名稱	編撰者	產業教材目標
			並以國內外實際成功案例，簡述化工產業於綠色化學技術發展趨勢與應用。
3	電子產業—綠色化學為綠色供應鏈之重要途徑	徐宏德 博士	電子產業製程需要運作大量化學物質，建立綠色化學概念有助於實踐綠色產品。簡述電子產業永續路徑，考量生命週期架構之永續製程，國際上化學物質安全替代評估機制，優化物料與化學品來源，建立化學物料與化學物質再利用之準則，並彙整綠色化學具體推動作為。
4	金融業—綠色金融面臨之挑戰及機會	張添晉 教授	綠色金融即是金融部門將環境保護納入基本政策之考量，於投資融資決策過程考慮潛在環境影響，並將相關回饋、風險及成本納入金融企業。著重環境及社會責任之赤道原則，服務項目涵蓋綠色融資、綠色證券化商品、綠色風險管理工具、碳金融交易平臺等構面。

表 41、產業綠色化學教材審查委員

審查委員	任職單位	職稱	專長
邱仁杰	教育部資訊及科技教育司	副司長	環境教育 環境政策 環境規劃與管理
許瓊丹	中華民國化學工業責任照顧協會	秘書長	化工產業科技 化學品安全管理 環境政策
王立邦	國立臺北科技大學 環境工程與管理研究所	副教授	環境工程 環境淨化 資源回收再生

4.3.1.2 產業綠色化學概述—綠色化學產業創新與應用

近年由於綠色化學 12 原則積極推廣，國際政府、研究單位、非營利組織相繼投入人力建立更安全的化學的產品（Safer Chemistry）、或是公布推動綠色化學評估方法，國際企業已依循綠色化學 12 原則概念，建構更安全、低毒綠色化學製程，反觀國內企業，涵蓋多類型的產業，產業因應國際綠色化學趨勢，亦啟動相關綠色化學生產管理計畫。

環保署化學局依據 SAICM，結合各部會力量及資源，於 2018 年訂定「國家化學物質管理政策綱領」。綱領有 5 大目標，分別是 (1) 國家治理、(2) 降低風險、(3) 管理量能、(4) 知識建立、(5) 跨境管理，且共計 23 項策略、100 項具體行動措施，其中降低風險，第 2 項策略為「推動綠色化學，鼓勵業界研發低化學風險製程。」其執行措施包括：(1) 建立化學物質安全替代制度，提高綠色產品能見度。(2) 綠色化學納入環保標章規格標準，帶動綠色採購。(3) 建立優質綠色化學供應鏈，輔導產業升級。(4) 推動關鍵化學材料缺口鏈結，促進產業優化。(5) 建構產業基礎核心技術，進入高值循環產品產業供應鏈。

此外，國際組織敘述安全替代的定義及概念，可清楚瞭解安全替代於綠色化學推動上扮演一定角色，同時亦是臺灣綠色化學政策推動重要事項之一。倘若綠色化學可提供產官學界化學物質運作之新永續、健康的原則策略，如此一來，安全替代就是綠色化學原則策略最佳實踐行動方案，綠色化學若能實踐，有賴相關單位調整現行做法，尋找更環保且無毒的化學物質、或是綠色技術加以取代。

現行於國內或國外產業界已有相關綠色化學技術研發、合成替代品、或是實際取代案例，可做為我國相關產業對於該等化學物質運作，評估綠色化學生產管理之參考。同時彙整國際綠色化學相關資訊平臺、國際政府推動綠色化學法令規範、政策平臺、國際化學相關獎項資訊。

4.3.1.3 化工產業—邁向新世代綠色化工產業

化學工程作為原料與產品之間的媒介，牽動著化學材料與製造技術兩端，也與我國經濟發展和產業技術扮演關鍵而重要的角色。化學原料與市場需求的改變將會帶動化學品朝向創新綠色永續的發展方向，上下游供應鏈是影響化學產品綠色發展驅動力的要素，因此化學原料的創新是帶動化學品綠色創新發展基礎。

本計畫編纂規劃化工產業之綠色化學教材主要係以對人類健康福祉與環境生態永續觀點出發，考量綠色技術創新進而引導企業發想，化工產業領域因涉及廣泛，包括塗料、紡織、藥用化學、生技、製程溶劑、基礎化學原料等，提供因應

綠色化學技術進展給予人們、社會及環境更多效益，開發化學技術評鑑對人體健康危害，抑或有助空氣污染減量、循環經濟推動，減少溫室氣體排放等。

化工產業之綠色化學發展趨勢，包括國際上推動綠色化學現況，國內對於綠色化學推展之政策方向，以及可能潛在的市場，企業評估綠色化學作為有減少資源使用、降低污染物排放及保護人體健康等，希冀由化工產業作為整體綠色化學推動專案的領頭羊，帶領其他產業邁進無毒、安全、低碳的家園。

綠色化學概念係聚焦在微觀之化合物合成、分解等基礎上，而新技術領域中，連續合成反應製程則屬於工業製程技術，因傳統化工廠生產係以研發後，導入實廠以批次大量生產，較易造成環境危害及資源浪費；反觀連續式合成反應器技術之生產機制較為彈性，運作面向廣，所產生污染物質較少。根據財團法人工業技術研究院金志龍等人提出連續式反應器與傳統批次生產流程之比較（如下表 42 所示），利用連續式合成製造所需使用化學原料數量少、製程更加靈活、產生的衍生物較少，協助化工產業節省成本亦為推動綠色化學可行方案與動力。

表 42、化工產業導入連續式合成效益

化工生產面對的挑戰	連續式反應技術特點
原料與能源日趨減少→提高生產製程效率	連續式生產
安全、環保、設備佔地小的要求→減少排放與能源消耗	製程整合/強化
市場需求快速變化→增加製程靈活性	模組化/彈性製造
產品生命週期縮短→搶佔市場先機	無放大反應

資料來源：金志龍、楊慕震、劉仕賢，綠色連續式合成技術對臺灣化工產業之機會與展望，工業材料雜誌，110。

4.3.1.4 電子產業—綠色化學為綠色供應鏈之重要途徑

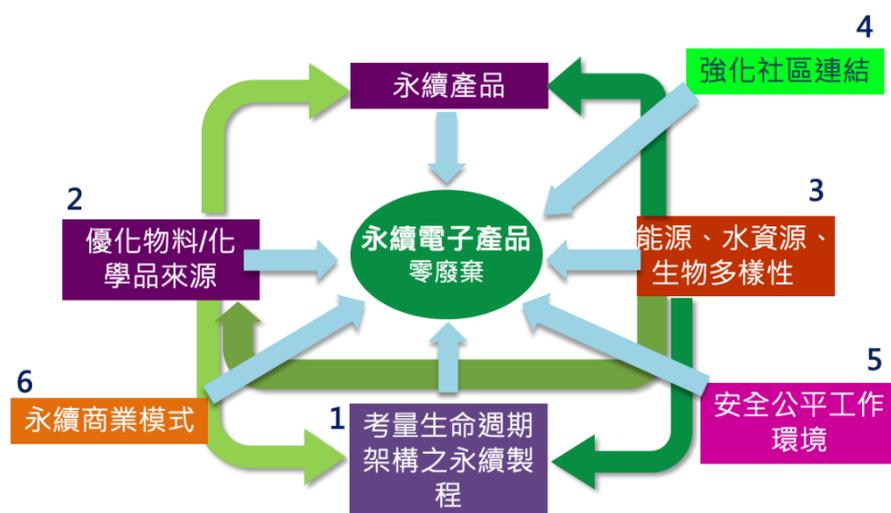
電子產品製造過程，使用大量化學物質，產生諸多環境及人體的健康危害，若將其化學物質運作遭遇課題歸納大致可 7 大面向，從原料採用、製程、製程廢棄、產品使用及產品廢棄階段都有不同問題亟需克服。

現今多數電子產業開始注意化學物質管理及監測(屬於綠色化學 12 原則的思危、監測)，注重化學物質運作之危害特性，紛紛選擇低毒性、較安全的化學品(屬於綠色化學 12 原則的低毒、保安)，更進一步透過綠色化學推動可以改善環境衝擊，如減少溫室氣體排放、再生減少資源耗損。

表 43、電子產業於化學物質運作遭遇課題

可能遭遇課題	生命週期階段
製程使用毒性較高化學物質	化學物質原料取得
製程化學物質影響氣候變遷	
化學物質使用量大且時常過量	製程之化學物質運作及管理
化學物質安全健康監控管理完整性	
製程使用後之化學物質進入管末處置	製程後化學物質廢棄處理
產品可能含有殘留有害化學物質	產品使用
電子廢棄物回收有價物技術需再提升	產品廢棄回收

利用綠色化學擬定解決對策，若要全方位通盤擬定綠色化學對策來解決電子產業所遭遇的化學物質運作課題，建議參採美國環保署及其他研究單位於 2012 年 10 月召開的「永續電子產業路徑 (Sustainable Electronics Roadmap)」會議，並於次年 (2013 年) 綜合出刊永續電子產業路徑報告書，在當中提及要達成電子產業永



續可思考 6 條路徑（如下圖 27 所示），有關綠色化學推動則列為第 1 路徑「考量生命週期架構之永續製程」及第 2 路徑「優化物料/化學品來源」，生產製造及產品使用必須考量無危害性，顯示綠色化學對於電子產業邁向綠色永續重要性。路徑 1 及路徑 2 涉及電子產業綠色化學策略目標及方向彙整如下圖 27 說明，該報告提及各項願景係以 2030 年設定里程碑，希冀電子產業均符合各項目標。

圖 27、美國永續電子產業路徑架構

資料來源：編譯自 U.S. Environmental Protection Agency，Sustainable Electronics Roadmap，2013.

表 44、美國電子產業路徑 1 及路徑 2 之 2030 年策略及目標

	考量生命週期架構之永續製程	優化物料/化學品來源
目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認產品裡及製程使用到的化學物質。 2. 確認使用化學物質之取得來源。 3. 確認生命週期架構下化學物質運作情形。 4. 探究生命週期架構下減少有害化學物質之方法。 5. 定量自空水廢毒所排出化學物質數據。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確認最適化之原料輸入及產出，建立封閉式循環。 2. 提高電子廢棄物回收。 3. 以循環經濟策略設計，包括易拆解、可回再利用、用最小原料功能最大化。 4. 建立透明清楚之原料、產品元件物質流。 5. 強化設計優化及控制系統。
標準需求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 安全替代評估具共識，表列出無毒及危害化學物質。 2. 整合相關準則並公開且可驗證之。 3. 建立完善系統並確認電子產業製程中使用之化學物質。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立提煉、萃取原料之效能標準及步驟。 2. 建立物料/化學物質再利用之規格準則。

資料來源：編譯自 U.S. Environmental Protection Agency，Sustainable Electronics Roadmap，2013.

4.3.1.5 綠色金融業—綠色金融面臨之挑戰及機會

第 26 屆聯合國氣候變化綱要公約大會（COP26）的亮點應是成立「格拉斯哥淨零金融聯盟（the Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ）」。此聯盟由聯合國氣候金融特使卡尼（Mark Carney）召集，全球有 450 多家總資產高達 130 兆美元的金融機構簽署響應。承諾以具體短中長期目標，協助全球經濟朝淨零排放轉型。

COP26 召開之際，全球會計標準組織、美國聯邦儲備委員會（美聯儲）和英國央行在內的金融監管機構將共同制定審查和披露標準，實施金融監督。另外「國際永續準則理事會」宣布成立國際財務報告準則基金會（IFRS Foundation）受託人主席 Erkki Liikanen 在 COP26 大會上宣布成立「國際永續準則理事會」（International Sustainability Standards Board，簡稱 ISSB），將為金融市場建立全面且全球一致的永續揭露基準。投資人將可利用 ISSB 的準則，瞭解企業在有關氣候等 ESG 議題上的表現，並根據這些資訊決定資產分配。

歐洲綠色政綱（European Green Deal）為歐盟現階段新的政策方針，歐盟以「綠色金融」推動「綠色政策」，作為促進永續發展的具體做法。綠色金融是指投資人在做金融投資決定時考慮環境、社會與治理要素，將長期投資導入有利於永續發展的經濟活動與項目，尤其環境要素通常攸關減緩氣候變遷、調整並維護生物多樣性、預防污染與循環經濟。為達此目標，永續企業在投資決策時，納入考慮潛在對環境的影響因素，將與環境條件相關的成本、風險及報酬都融合於業務中。

再者歐洲綠色政綱的十大要點內容涵蓋了建立無毒環境的零污染目標（A zero pollution ambition for a toxic free environment），並積極鼓勵投注研究資金給予環境友善技術的研發與創新，以落實更永續且環境友善的製程；皆符合綠色化學 12 原則的「防廢」、「再生」、「簡潔」、「可解」、「保安」、「催化」、「節能」、「監測」、「降輔」、「物盡」、「低毒」、「思維」。因此金融機構將全球的環境變遷視為一項營運風險，將環境保護納入企業永續經營的決策考量，在營運活動中著重對生態環境的保護及環境污染的整治，透過對資本市場的影響，促進對綠色經濟的永續發展，以及重新引導資金流向邁向更永續的經濟活動。

根據世界銀行環境保護標準及國際金融公司社會責任方針，擬定著重環境及社會責任之赤道原則（Equator Principles，EPs）。赤道原則是金融機構自願性行為規範，主要是適用在銀行辦理授信融資時，納入借款戶在環境保護、企業誠信經營和社會責任等授信審核條件，若企業未達標準，可以緊縮融資額度，甚至列拒絕往來戶，希望透過赤道原則，促進企業對環境保護及社會發展發揮正面作用。

世界銀行於 109 年 6 月發布「建立綠色分類標準指引」，世界各國政府均鼓勵及引導資金流向，建立支持環境目標之投資，倡議制定綠色分類標準，許多新興市場正在尋求發展為國家環境目標之活動及投資，綠色分類標準意指協助金融參與者及其他人確定投資者得以於其管轄範圍內標記「綠色」，此作法得以提倡環保投資項目之活動及開發，有助於擴大環境可持續之經濟發展及永續環境之目標，下六項行動定義綠色分類標準指引：

1. 確立目標。
2. 選擇與可持續發展相關之環境目標作為優先事項及議程考量。
3. 選定可能實現目標之部門。
4. 評估並選擇投資相關行業之貢獻，並解決特定之環境目標。
5. 確立分類標準用戶及受益人，以及各自分類標準實施之使用責任。
6. 為應用分類法之市場參與者概述報告指南。

4.3.2 製作環境教育人員適用教材

為豐富環境教育人員學習資訊，促進知識交流與分享，提供公務人員多元化且具高效益之學習環境；利用網路資訊科技匯集產、官、學、研等機構之教育學習資訊與內容，提供給公務人員多元、自主、彈性、開放、活潑、效率、高品質的學習環境，期使增加相關人員參加學習與汲取新知的機會，以塑造相關人員優質的環境素養。

本計畫將與化學局討論線上教材內容，並經專家諮詢會後決議進行修正，確認線上教材擬推動倡導之內容以及教材課程教師後進行腳本規劃及影音拍攝製作，環境教育人員適用教材編審流程如。

本團隊初擬教材編撰者及其個人簡歷經驗如下圖 27 所示，教材主題將參考化學局相關綱領目標及其推動之相關政策，就選定主題製作授課簡報及講義，並剪輯可授權置於「環境教育終身學習網」60 分鐘影片 1 支，影片大綱如表 46 所示。

表 45、環境教育人員適用教材編撰者

姓名	現職單位 / 職稱	專長
黃琴扉	國立高雄師範大學 科學教育暨環境教育研究所 副教授	環境教育 環境教育師資培育 化學教育與環境教育 腦波研究
張子超	臺灣師範大學環境教育研究所	環境價值觀與環境典範轉移 環境教育與教育改革 永續發展的理念內涵與課程發展 環境教育互動式學習理論與網站 規劃

表 46、環境教育人員適用教材影片大綱

段落	段落主題大綱	時長
1	開場+綠色化學背景知識介紹	10 分鐘
2A	臺灣化學產業發展 環境友善製程案例介紹（年報）及教育推廣	40 分鐘
2B	小學教材、教具	
3	化學局相關政策介紹	10 分鐘

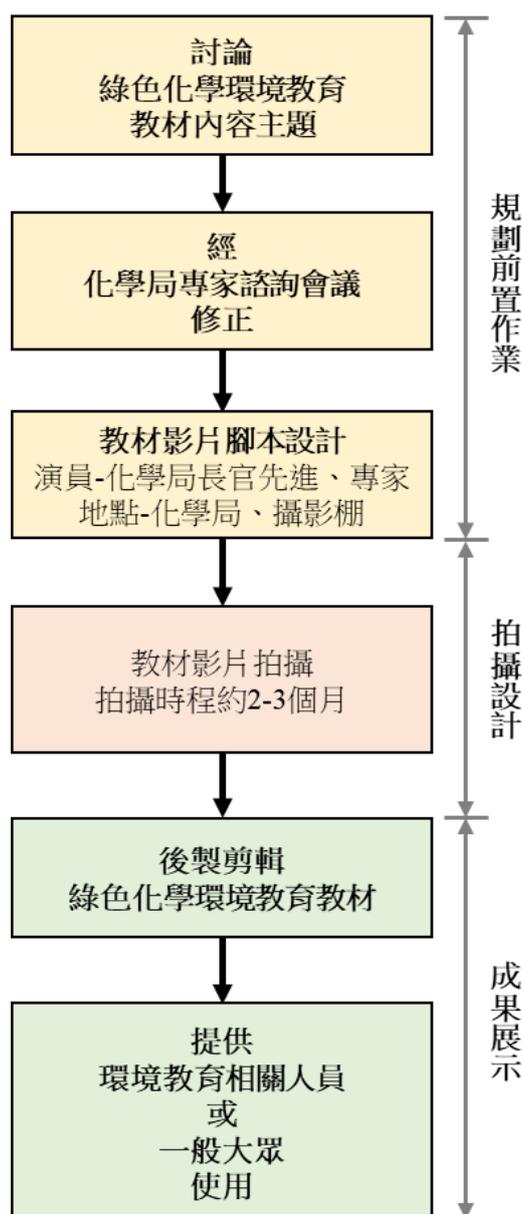


圖 28、環境教育人員適用教材編審流程圖

4.3.2.1 工作方法

工作團隊於 111 年 1 月聯繫教材編撰者-國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所黃琴扉副教授，並召開第一次教材編撰會議，經會議討論決議以「公害防治」作為綠色化學編撰環境教育教材系列影片第一集之主題，並透過採訪第 1、2 屆綠色化學創新及應用獎得獎廠商，介紹主題並向大眾宣傳綠色化學創新及應用獎及化學局推動綠色化學的豐碩成果。

4.3.2.2 執行成果

本團隊自 111 年 1 月發信邀請環境教育人員適用教材之編撰教師，說明本次教材編撰原則及需製作之教材型式，於 111 年 9 月完成編修後，經由三位審查委員審查，審查委員之建議名單已初擬提供予局內長官勾選，下表 47 為目前經局內長官勾選各式教材正取之審查委員名單。

表 47、環境教育人員適用教材審查委員

審查委員	任職單位	職稱	專長
白子易 老師	國立臺中教育大學 科學教育與應用學 系	教授	環境教育
陳皇州 老師	屏東大學 應用化學系	教授	蛋白質純化製備、金屬毒性分析、無機金屬催化
任修平 老師	國立臺灣師範大學 科學教育研究所	助理 教授	環境分析

4.3.3 產業訪視研析綠色金融需求

國際近年來為順利推動化學物質管理「降低風險」政策趨勢及策略，均紛紛將「綠色金融」中各項財務政策工具導入「綠色化學」領域，以期減少或消除有害物質之使用與生產，促成人類的永續發展。國際上現行多數之環保相關財務政策工具，跨足邁入結合綠色金融財務工具及化學物質管理中綠色化學，藉由產業訪視瞭解綠色金融需求一思維概念其推動的整體策略與使用措施，本計畫將以設計問卷訪視方式，訪視調查對象是環保署化學局辦理第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎獲獎廠商，獲獎單位如下表 48 及表 49 所示，藉此可瞭解產業推動綠色化學於金融之相關需求，問卷分析結果亦可規劃未來媒合金融與產業之議題及作法，執行團隊於 110 年完成第 1 屆綠色化學應用及創新獎 15 間獲獎廠商產業訪視，111 年完成第 2 屆 14 間。

表 48、第 1 屆綠色化學應用及創新獎得獎單位

項次	得獎單位（依筆畫順序排列）
1	中臺資源科技股份有限公司
2	中國石油化學工業開發股份有限公司大社廠
3	中普氣體材料股份有限公司
4	友達光電股份有限公司
5	世界先進積體電路股份有限公司
6	臺灣志氯化學股份有限公司
7	臺灣杜邦股份有限公司
8	臺灣阿克蘇諾貝爾塗料股份有限公司
9	財團法人工業技術研究院
10	國立臺灣師範大學
11	國家中山科學研究院化學研究所
12	福盈科技化學股份有限公司
13	臺灣永光化學工業股份有限公司
14	聯華電子股份有限公司
15	關東鑫林科技股份有限公司

表 49、第 2 屆綠色化學應用及創新獎得獎單位

項次	得獎單位（依筆畫順序排列）
1	日月光半導體製造股份有限公司九廠
2	日月光半導體製造股份有限公司高雄廠
3	臺灣中油股份有限公司煉製研究所
4	臺灣陶氏化學股份有限公司
5	安炬科技股份有限公司
6	李長榮化學工業股份有限公司
7	亞福儲能股份有限公司
8	財團法人工業技術研究院緊急應變諮詢中心

項次	得獎單位（依筆畫順序排列）
9	國立雲林科技大學環境事故應變諮詢中心
10	臺灣永光化學工業股份有限公司
11	默克先進科技材料股份有限公司桃園廠
12	優勝奈米科技股份有限公司
13	聯華電子股份有限公司
14	羅門哈斯亞太研磨材料股份有限公司

4.3.3.1 綠色金融需求問卷設計

從國際經驗，環境保護政策日益考慮搭配有效的綠色金融體系機制，協調生態與金融的關係，環境政策需求的金融策略包括兩個面向，一是現有金融工具的改革與創新、財政工具類型的探索，以及為環境政策需求而籌集經費的可行途徑；二是改革現有的財政收入管理和分配政策，即財政經費使用的效率和方向。聯合國 17 項 SDGs 帶動國際運用金融市場力量推動永續發展，從早期只著重綠色或環境面的綠色金融，擴展到涵蓋環境（Environmental）、社會（Social）及公司治理（Governance）層面（即 ESG 的核心理念），則加深了金融在永續政策扮演的角色。

歐盟綠色金融現況，109 年 1 月 14 日歐盟執委會公布「歐洲綠色政策投資計畫」（European Green Deal Investment Plan），將在下個十年投入 1,000 億歐元進行永續投資，促進所需的公私投資於轉型到氣候中立、綠色、有競爭力及融合的經濟。因此「綠色金融」是協助歐洲企業過渡至「綠色經濟」的融資方法，同時也能達成永續企業社會責任的目標。國際間均運用金融市場之力量推動永續發展，其範疇從早期著重綠色或環境面，擴展至涵蓋環境、社會及公司治理（下稱 ESG）面向，此類政策發展，或稱永續金融，已係國際上金融發展政策之核心。

經檢討我國推動綠色金融行動方案 1.0，並參酌國際作法，以及專業機構、業者及相關部會建議，金管會於 109 年 8 月 18 日發布「綠色金融行動方案 2.0」，此方案將透過 3 大核心策略推動，包括（1）有效資訊揭露促進適當的企業決策、（2）驅動金融業因應氣候變遷之風險並掌握商機，以及（3）運用市場機制引導

經濟邁向永續發展。方案具體推動內容包括：(1) 授信、(2) 投資、(3) 資本市場籌資、(4) 人才培育、(5) 資訊揭露、(6) 促進綠色金融商品或服務深化發展、(7) 審慎監理、(8) 國際鏈結及誘因機制等 8 個面向。

強化產業對於「綠色金融」資訊揭露方面，目前我國僅要求上市櫃之大型企業（最近一會計年度實收資本額達新臺幣 50 億元以上）及特定產業（食品、化工、金融等）編製與申報企業社會責任（下稱 CSR）報告書，其餘係採自願性方式。部分投資人及推廣 ESG 相關組織認為，我國上市櫃公司編製 CSR 報告書數量雖多，惟品質及相關資訊揭露內容仍有待提升。有鑑於此提升 ESG 資訊揭露質量及透明度為一重要課題，並為強化企業揭露 ESG 之資訊品質，以提供金融市場參與者具可比較性且一致性的資訊。

本計畫產業綠色金融需求問卷內容概分為五大面向，包括 (1) 對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知；(2) 產業推動綠色化學可能遭遇之困難；(3) 產業推動綠色化學之經濟面、環境面、社會面評估；(4) 產業是否曾申請國內外環境相關標章、政府部會補助、金融補助；(5) 綠色金融推動與發展認知；及 (6) 淨零碳排放政策之因應。

4.3.3.2 綠色金融電訪執行結果

基於上述原因，可藉由「產業綠色金融需求問卷」訪談方式，建議企業可以綠色永續發展概念，揭露具備財務重大性及決策有用性之 ESG 相關資訊，進一步於提升 ESG 資訊揭露品質；另外金融機構因應全球環境變遷風險之韌性，為發揮金融市場力量，引導及支持產業發展並兼顧綠色轉型，藉此亦可鼓勵宣導產業對於綠色金融的認知與瞭解，作為未來引導金融機構逐步從對綠色產業投融資之參考，擴及至對綠色永續發展支援。

本執行團隊邀請 25 家第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎得獎單位，以電子郵件與電話訪談形式協助填寫產業綠色金融需求問卷調查表，初期先以電子郵件形式填答回覆問卷表單，另由於疫情因素，大多數訪談單位不便於現場訪談之進行，因而調整為電話訪談方式進行深入溝通與討論，此「產業綠色金融需求問卷」電

訪問卷對象，藉由電訪雙向溝通與討論回饋方式，有效收集並統計分析，參閱如下。

表 50、產業綠色金融需求問卷分析統計表

(一) 對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知 (瞭解程度)	非常瞭解	瞭解	尚可	不很瞭解	不瞭解
1.瞭解採用化學原料之環境風險 (%)	48	52	0	0	0
2.瞭解產品採用化學原料之人體健康風險 (%)	40	48	12	0	0
3.是否瞭解並採用綠色化學原料(品)(%)	15	60	15	10	0
(二) 產業推動綠色化學可能遭遇之困難	非常困難	困難	尚可	不很困難	毫無困難
1.於推動綠色化學過程，上下游供應鏈對綠色化學認知溝通 (%)	20	24	40	16	0
2.推動綠色化學過程，關於技術研發與支援方面 (%)	16	60	24	0	0
3.於推動綠色化學過程，關於人力養成與發展方面 (%)	32	40	28	0	0
4.於推動綠色化學過程，關於替代產品成效評估方面 (%)	25	45	30	0	0
5.於推動綠色化學過程，關於法規規範限制方面 (%)	32	60	8	0	0
6.於推動綠色化學過程，關於轉型成本資金籌措方面 (%)	16	72	12	0	0
(三) 產業推動綠色化學之經濟面評估	非常低	低	普通	高	非常高
1.於綠色化學原料(品)研發與開發已投入 (或是未來預計) 之整體營運成本 (%) (與年度總預算支出相比)	0	12	48	32	8
2.對於每單位原料的製造成本 (%)	16	20	40	24	0
3.對於每單位原料的儲存成本 (%)	16	36	28	20	0
4.每單位原料的運輸成本 (%)	20	36	24	20	0
5.對於每單位原料的燃料費用 (%)	20	16	40	24	0
6.對於水電費支出成本 (%)	0	24	64	12	0
7.對於原料保險費用支出成本 (%)	0	16	60	24	0

8.於綠色化學原料(品)研發與開發已投入(或是未來預計)之整體資金成本(%) (與年度總預算支出相比)	16	16	48	20	0
9.對於生產製造設備的平均更新頻率(%)	16	32	28	24	0
10.對於生產製程設備的更新成本(%)	16	32	4	40	8
11.對於製造系統的平均更新頻率(%)	20	16	32	20	12
12.對於製程系統的更新成本(%)	20	4	24	32	20
13.於研發綠色化學原料(品)後的新增行銷費用成本(%)	16	12	24	48	0
14.於研發綠色化學原料(品)後的環境安全與污染處理費用成本(%)	16	16	32	36	0
15.於研發綠色化學原料(品)後的環境費(%)	16	12	28	44	0
16.於研發綠色化學原料(品)後的消費者使用後間接成本(%)	16	16	20	48	0
17.於研發綠色化學原料(品)後的廢棄成本(%)	16	24	32	20	8
18.於研發綠色化學原料(品)後的回收成本(%)	20	40	24	12	4
(四) 產業推動綠色化學之環境面評估	非常低	低	普通	高	非常高
1.於研發綠色化學原料(品)後,關於水衝擊之評估(%)	20	40	40	0	0
2.於研發綠色化學原料(品)後,關於空氣污染物排放之評估(%)	16	48	36	0	0
3.於研發綠色化學原料(品)後,關於溫室氣體排放之評估(%)	12	56	32	0	0
4.於研發綠色化學原料(品)後,關於廢棄物處理評估(%)	20	52	28	0	0
(五) 產業推動綠色化學之社會面評估	非常低	低	普通	高	非常高
1.發綠色化學原料(品)後,關於毒化物研究-致死率之評估(%)	0	20	4	0	76
2.發綠色化學原料(品)後,關於發病率之評估(%)	0	16	8	0	76

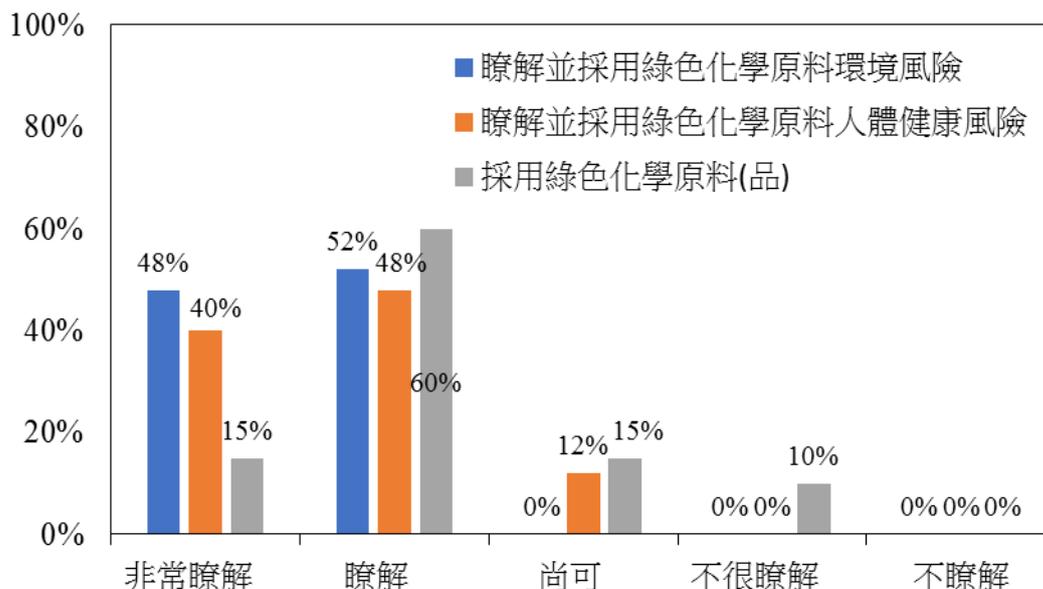


圖 29、對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知（廠商瞭解程度）

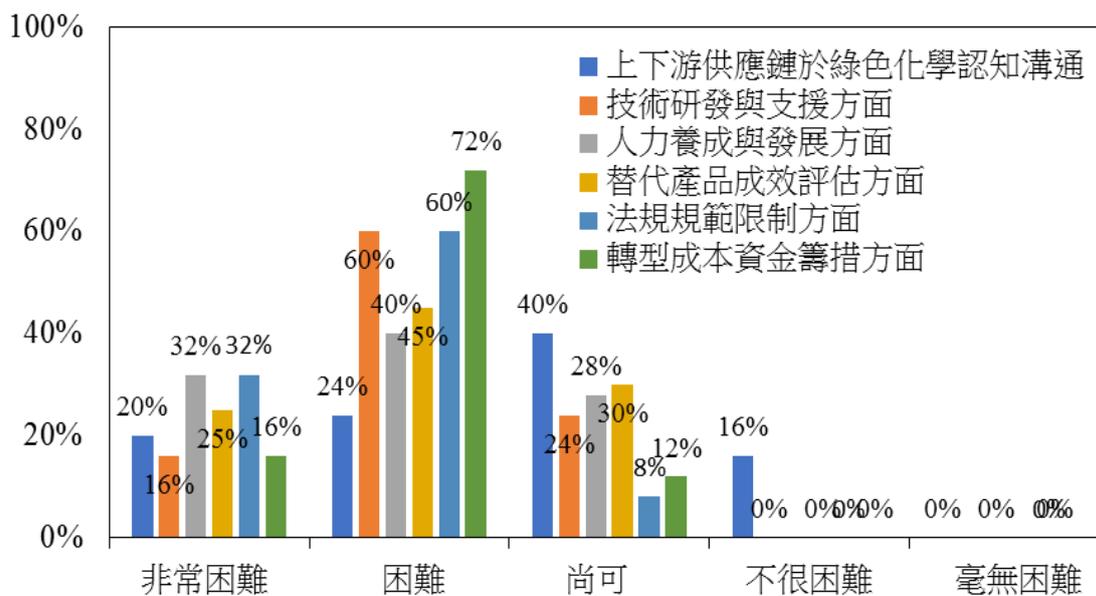


圖 30、產業推動綠色化學可能遭遇之困難

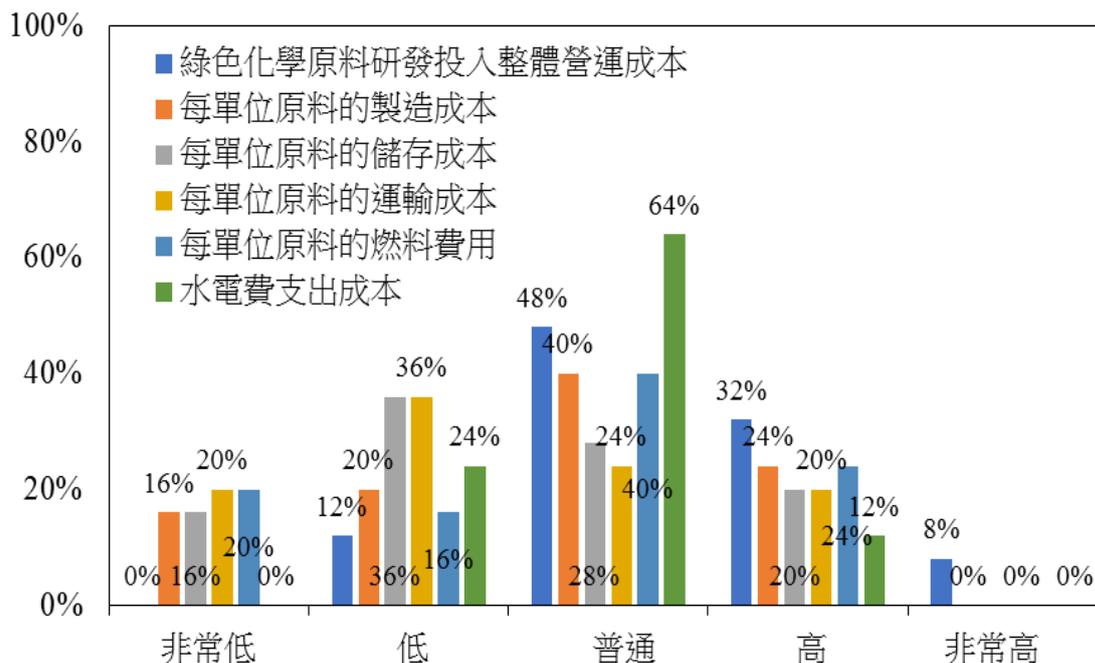


圖 31、產業推動綠色化學之經濟面評估 (I)

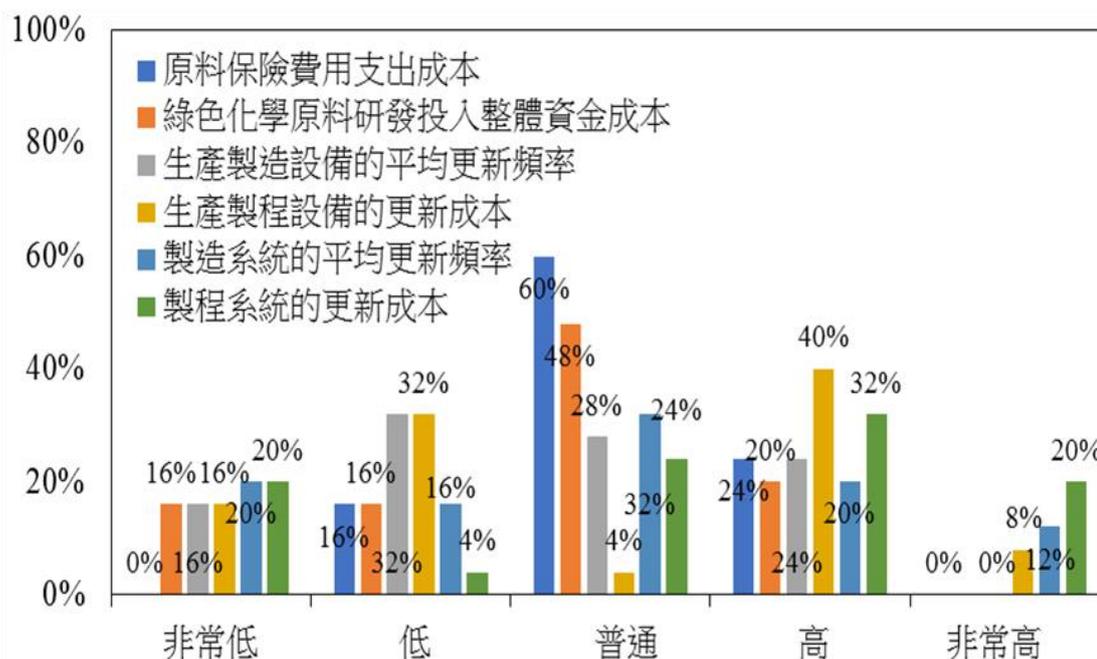


圖 32、產業推動綠色化學之經濟面評估 (II)

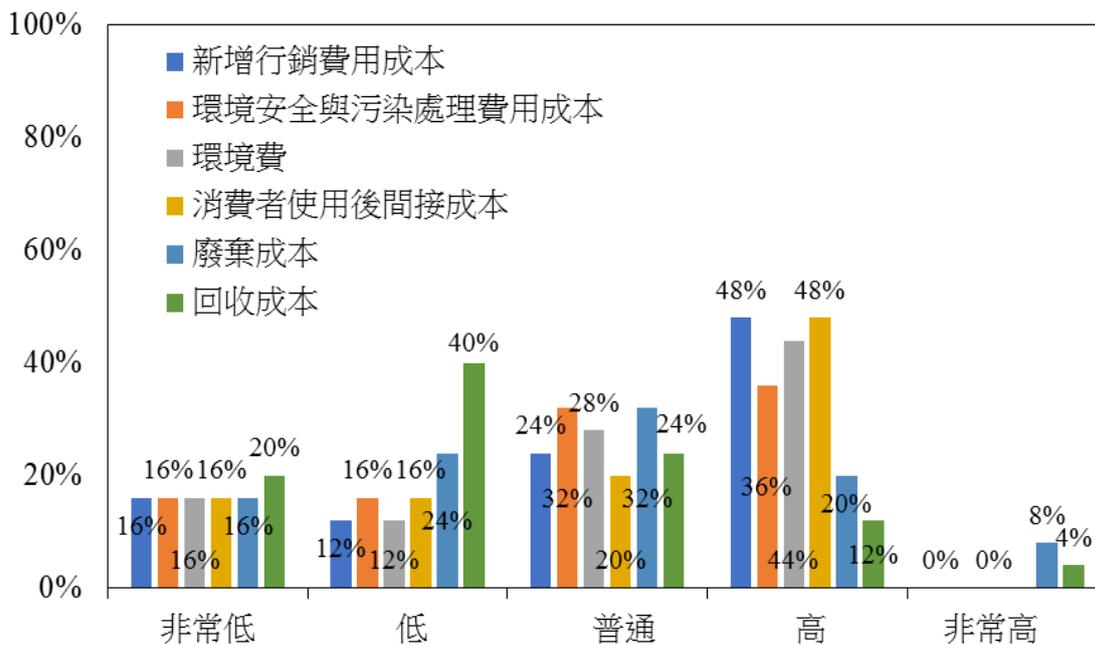


圖 33、產業推動綠色化學之經濟面評估 (III) -研發綠色化學原料 (品) 後之經濟評估

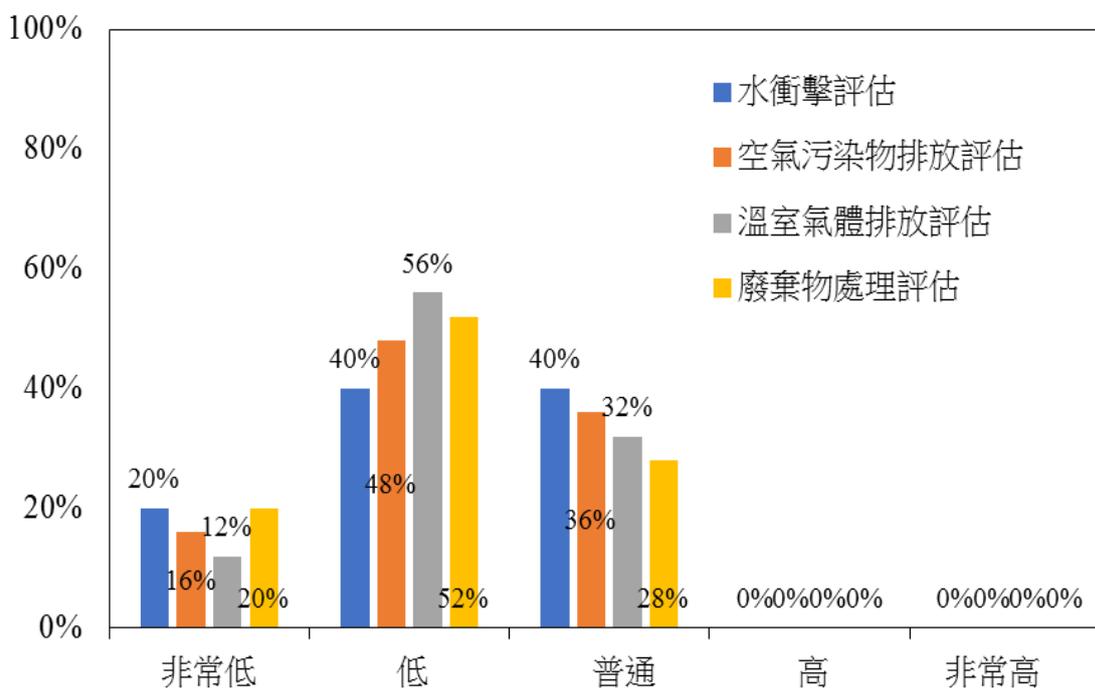


圖 34、產業推動綠色化學之環境面評估

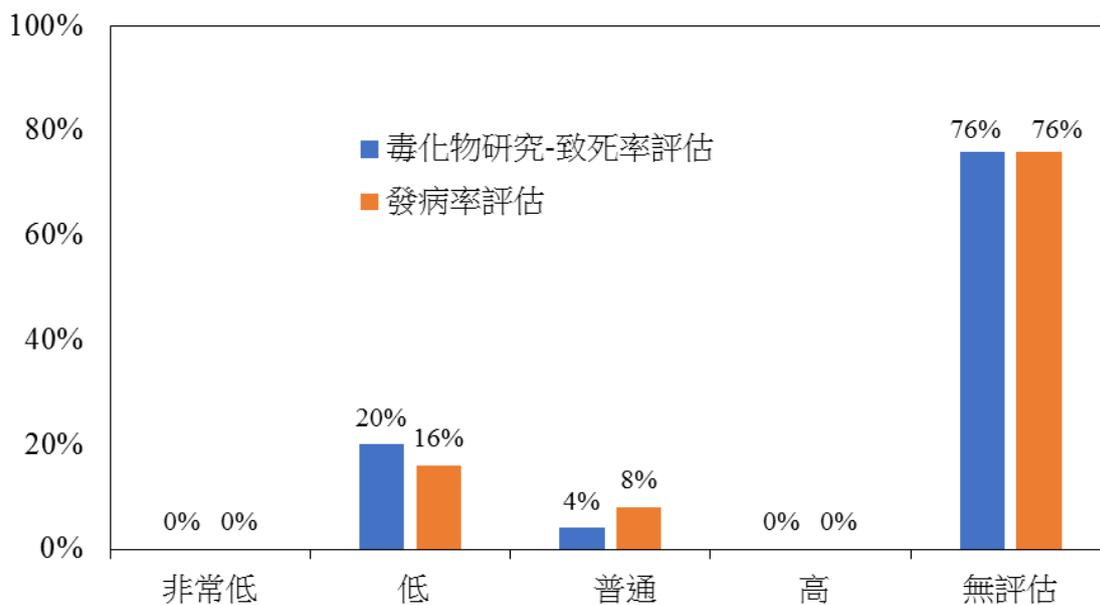


圖 35、產業推動綠色化學之社會面評估

產業綠色金融需求問卷內容概分為五大面向，包括（1）對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知；（2）產業推動綠色化學可能遭遇之困難；（3）產業推動綠色化學之經濟面、環境面、社會面評估；（4）產業是否曾申請國內外環境相關標章、政府部會補助、金融補助；（5）綠色金融推動與發展認知。綜整歸納電訪問卷結果簡述如下。

1. 對於政府推動綠色化學減量減毒政策的基本認知：100%企業公司內部對於綠色化學減量減毒政策皆有相當之認知與理解。
2. 產業推動綠色化學可能遭遇之困難：約有 72%在人力養成、69%替代成效評估、91%法規規範限制等方面較具困難；76%於技術研發、78%於轉型成本資金籌措較具困難。
3. 產業推動綠色化學之經濟面、環境面、社會面評估：原料製造成本方面約 64%皆有較高之經濟成本考量面；同時皆由投入成本於環境面，而社會面的各項評估作為僅 24%。
4. 產業是否曾申請國內外環境相關標章、政府部會補助、金融補助：約有 84%皆有申請相關環保標章（ZDHC、綠色工廠、ISO 相關認證等），但是都無申請政府部會補助、金融補助。
5. 綠色金融推動與發展認知：約 92%對於綠色金融都不甚瞭解，但是對於未來若納入經濟誘因配套措施之綠色金融都有高度意願，同時約 84%評估對於公司未來於永續投資規模成長率將增長 16~30%。

藉由「產業綠色金融需求問卷」電訪談方式，建議企業可以綠色永續發展概念，揭露具備財務重大性及決策有用性之 ESG 相關資訊，進一步於提升 ESG 資訊揭露品質；另外金融機構因應全球環境變遷風險之韌性，為發揮金融市場力量，引導及支持產業發展並兼顧綠色轉型，藉此亦可鼓勵宣導產業對於綠色金融的認知與瞭解，作為未來引導金融機構逐步從對綠色產業投融資之參考，擴及至對綠色永續發展支援。

4.3.4 優化綠色化學整合專區

為持續接軌國際針對毒性及關注化學物質之綠色化學最新發展，工作團隊擬優化目前綠色化學整合專區使用者介面以及資料庫索引介面，優化原則如下：

- **結構原則**：使用者介面結構清晰化，將同類型、同層次的東西放在同一區塊。
- **簡單原則**：使用者操作簡單化，以最少操作為目標，讓使用者完成資料搜尋或檢索。
- **可視原則**：使用者操作清晰化，目的讓使用者看到目前操作的階段，可以透過頁面表頭的 menu 指引，或者箭頭燈號來達成，讓每一個功能順序都清清楚楚。
- **回饋容錯原則**：使用者操作人性化，包括回饋機制以及容錯機制。回塊機制主要為顯示使用者已經做過的選擇，不用擔心或忘了先前做了哪些動作而需不斷往回檢查。容錯機制包括允許 undo、redo 以及防呆的設計，提高資料搜尋以及網站操作的效率以及降低錯誤的成本。
- **再用原則**：使用者操作一致性，也就是相同的功能應有相同的名詞；同時相同功能的鍵，永遠放在同一個位置，如「確認」固定放在右下角，無論在那個畫面都一樣，使用上就會有熟悉感。

為考慮綠色化學整合專區的推廣使用以及未來性，工作團隊的優化設計也將考量美感原則及定位原則，詳細說明如下。

- **美感原則**：以綠色化學相關圖示設計為經，以國際相關化學組織設計之網頁為緯，其中國際相關化學組織設計之網頁以美國環保署推行「Safer Choice」(<https://www.epa.gov/saferchoice>) 網站 (圖 36、圖 37 為網站截圖。) 為例，希冀增加綠色化學整合專區的質感、好感以及國際度，從而增加品牌的價值。
- **定位原則**：工作團隊將與化學局針對綠色化學整合專區的定位進行討論，包括綠色化學整合專區於產、官、學、研的使用關聯性，以及

一般民眾的瀏覽誘因，並就討論結果作為綠色化學整合專區優化目標。



圖 36、Safer Choice 網站首頁截圖

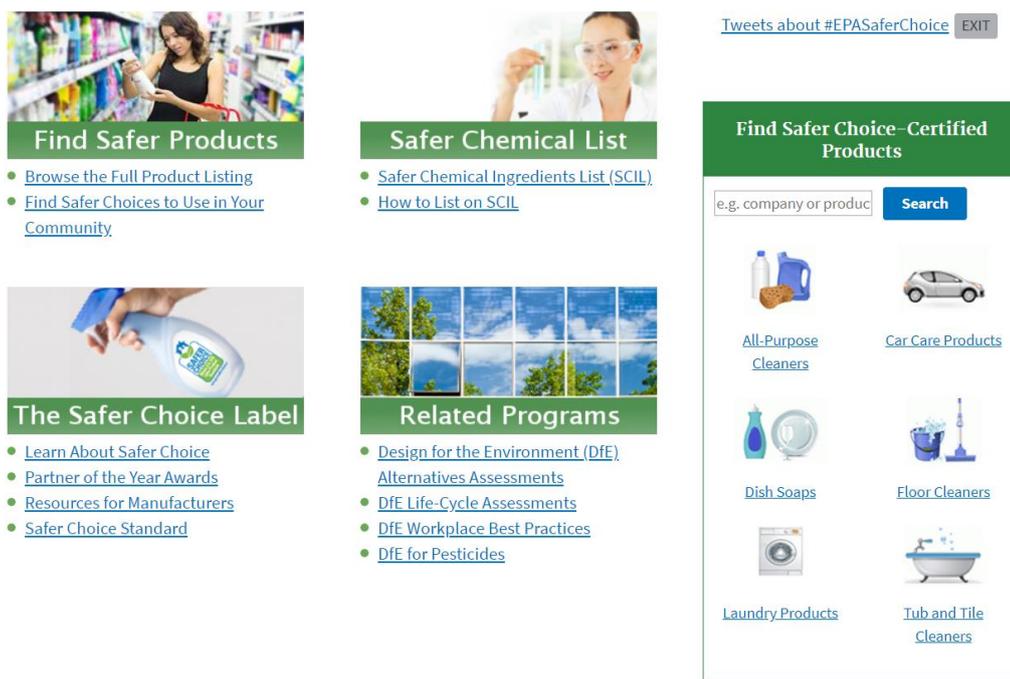


圖 37、Safer Choice 第二層網頁截圖

4.3.4.1 工作方法

工作團隊已蒐羅各政府部門常用之網頁架構模型，歸納出下列幾種常用之網頁架構種類，分別是：

1. **主題式：**依據使用者常收尋之主題名稱進行呈現，以標的物(綠色化學整合專區)為例，可以主題分為綠化 12 原則最新發展、綠化教育(教學資源、影音/PPT)、安全替代、綠色金融、綠化競賽(教育、產業)以及友站連結…等標題呈現，以下圖三十為例，另外再鼠標移至該主題時，可另外呈現小主題中較為熱門的收尋關鍵字，以利使用者能加速搜尋時間。



圖 38、主題式網頁圖例

2. **入口使用者式：**依據使用者身分於入口網站進行分類，再行引導使用者前往各區，例如：使用者身分選擇為教師或者學生者，網頁可導引其至綠色化學教學資源區或者綠色化學相關競賽區，以下圖三十一為例。



圖 39、入口使用者式圖例

4.3.4.2 執行結果

廣義的網頁優化是指網頁的重新編製以及網頁的資安升等，資安升等方面，工作團隊於 110 年至 111 年皆參與化學局局內網站的資安以及無障礙評測，評測結果皆為優等級，網頁重製方面，工作團隊與負責化學局網頁維運之凌網科技公司於 111 年 3 月下旬進行技術討論會議，會中工作團隊就優化方案提出建議，包括整合專區階層調整、整合專區首頁版面調整、整合專區上稿方式調整三大面向調整，並就遭遇之部分技術問題與凌網科技公司一同解決，優化後的整合專區網頁如。

三大面向調整說明如下：

1. 整合專區階層調整 (如圖 40 所示)

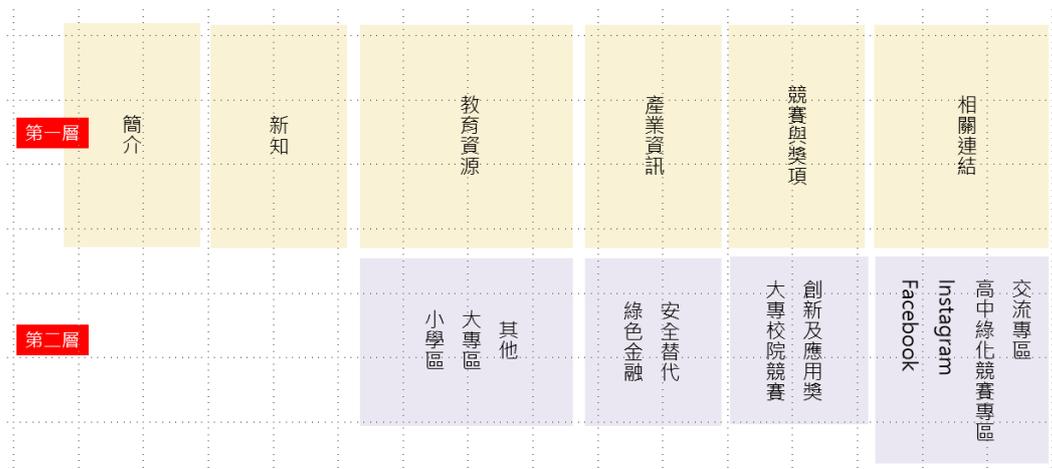


圖 40、整合專區階層調整

2. 整合專區首頁版面調整

- 首頁階層名稱調整
- Banner 區可依各項賽事及政策推動製作相對應之大圖輪播
- 提供「最新消息」、「新知報報」及「活動會議」
- 綠色化學相關影音推播可放置影片圖、標題名稱及簡短說明
- 首頁教材總覽專區放置小學區、大專區、產業區、其他區
- 首頁放置綠色化學 12 原則 簡介專區，依序放上各原則圖示

3. 整合專區上稿方式調整

目前優化後區分小學教材、大專教材以及環教人員（一般民眾）教材，如單一教材有多種教材形式（簡報、手冊、影片動畫...），可於同一頁面呈現，並提供教材畫面截圖或是簡短說明讓使用者試閱後下載



圖 41、優化後的整合專區網頁

4.3.5 更新推廣綠色化學整合專區

為持續接軌國際針對毒性及關注化學物質之綠色化學最新發展，工作團隊擬定期協助化學局蒐集國際綠色化學相關時事與新知，滾動式更新綠色化學整合專

區文章。綠色化學新知蒐集部分，工作團隊針對數個國際知名化學物質管理暨策略推動機構進行定期資訊蒐研更新，相關機構如美國化學學會（ACS）、英國皇家化學學會（RSC）及美國環保署（USEPA）等，蒐研文章主題擬為綠色化學、安全替代等教育素材，每 2 個月至少產出 1 篇文章，至少產出 8 篇，每篇至少 800 字，須經 3 位專家審查；每個月至少連結 1 篇新知，至少連結 16 篇，經化學局核准後分享綠色化學整合專區，供產業、政府、教育及學術等單位參考應用。

4.3.5.1 工作方法

工作團隊蒐研 110 年諾貝爾化學獎獲獎人之作品資料以及工作團隊參與之第 5 屆歐洲化學會綠色永續化學研討會中，專家學者以及研究人員發表之海報文章，針對與本計畫相關主題之資料進行蒐羅綜整後，由團隊人員進行主題式文章撰寫。

4.3.5.2 執行結果

工作團隊完成 8 篇 800 字文章撰寫，主題分別是：

1. 毒化災的預防及省思—低毒思維建立
2. 原子經濟性、觸媒催化—在產業界製程的優化
3. 推動化學品租賃制度—綠色會計的倡議
4. 新興石墨烯的多元應用—低毒製程及多元應用
5. 綠色低毒清潔用品—壬基酚的減用
6. 研發綠色染料取代化學物質-紡織品產業新趨勢
7. 冷媒安全替代-實現綠色化學創新
8. 新塑膠經濟-不含有害化學原料的綠色化學

團隊完成 8 篇 800 字撰寫後，旋即交由 3 位審查委員進行文章審查，3 位審查委員資訊如表 51 所示：

表 51、800 字科普文章審查委員

審查委員	任職單位	職稱	專長
白子易 老師	國立臺中教育大學 科學教育與應用學 系	教授	環境教育

陳皇州 老師	屏東大學 應用化學系	教授	蛋白質純化製備、金屬毒性分析、無機金屬催化
任修平 老師	國立臺灣師範大學 科學教育研究所	助理 教授	環境分析

工作團隊針對數個國際知名化學物質管理暨策略推動機構進行定期資訊蒐研更新，相關機構如美國化學學會（ACS）、英國皇家化學學會（RSC）及美國環保署（USEPA）等，產出 16 篇新知主題如下表 52 所示。

表 52、16 篇新知主題

項次	主題名稱	資料來源
1	事半功倍：使化學反應持續的限制效應	英國皇家化學學會（RSC）
2	金催化炔基磺的高選擇性與水合方法生成 β -酮基磺（ β -keto sulfones）的原子經濟性	英國皇家化學學會（RSC）
3	從 PEF 到 rPEF：深層共晶溶劑在生物基聚酯的連續脫/再聚合回收潛力	英國皇家化學學會（RSC）
4	降解聚木質素結合微生物漏斗過程的農藝相關原料	英國皇家化學學會（RSC）
5	分級多孔 Starbons [®] 的合成、表徵和二氧化碳捕獲能力	英國皇家化學學會（RSC）
6	一種具有糠醛衍生之環丁烷交聯的剛性植物油基熱固性材料	英國皇家化學學會（RSC）
7	可捕捉污染物之微型磁性機器人	自然期刊（NATURE）
8	有機合成的最新趨勢：光催化羰基化	美國化學學會（ACS）
9	聚丙烯腈（PAN）/ 聚苯醯磺（PES）材料固定漆酶去除雌激素：抑制劑和介質的影響、表徵和催化途徑測定	ScienceDirect
10	化學絮凝綠藻材料用於光生物產氫	美國化學學會（ACS）
11	木質纖維素生物質燃料：新興技術和環境可持續性評估	美國化學學會（ACS）
12	使用原位、非原位和奈米修復技術處理土壤、水和空氣污染物的策略	ScienceDirect
13	生物催化劑對有機化合物造成的影響	英國皇家化學學會（RSC）

14	石墨烯調整疏水阻燃棉織物的性能與環境評估	Springer
15	合成反應中的時間經濟	美國化學學會 (ACS)
16	控制空氣傳播病毒的電紡奈米纖維膜：目前現狀、氣溶膠過濾測試的標準化以及未來發展	美國化學學會 (ACS)

4.4 其他為達成本工作目標本局指定之事項

4.4.1 協助辦理補（捐）助相關活動

為使一般民眾、大專校院學生增進綠色化學相關議題之學習機會，並鼓勵民間團體或大專校院教師提出綠色化學相關議題之課程、活動辦理申請，以提升民眾對於綠色化學知識並培育大專校院學生具備綠色化學基礎知能，因此化學局於 107 年起持續公開徵求並辦理「補（捐）助民間團體及學校推廣綠色化學」計畫。

本工作團隊張育傑教授與林于凱副教授於 107-109 年度辦理毒物及化學物質局「補助地方政府或公立機構及學校與團體辦理綠色化學-生活中的化學-公開徵求案計畫」，對此工項已有相關業務執行經驗與理解。

4.4.1.1 工作方法

因應國內新冠肺炎疫情延燒，疫情中心宣布全國提升至三級警戒，時間從 110 年 5 月 19 日至 7 月 26 日，導致工作團隊無法到校協助並記錄補（捐）助相關活動，為達工作項目之要求，工作團隊將蒐集所有 110 年度補（捐）助活動申請案之資料及活動照片影片，後續進行活動影片剪輯。

4.4.1.2 執行結果

由於 110 年度補（捐）助計畫截止日，因應國內新冠肺炎疫情，而延至同年 12 月 10 日，工作團隊已蒐集所有 110 年度補（捐）助活動申請案之資料及活動照片影片，後續進行活動影片剪輯，影片將上傳至 <https://www.youtube.com/channel/UCF00AVE19PkIpuW9hT9CGQw>。

4.4.2 協助辦理第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽活動頒獎典禮

第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽已於 109 年 11 月 3 日辦理競賽決選，並另於決選當日同步召開大專組及研究組決選評審會議，以評選各組之金獎 1 名、銀獎 1 名、銅獎 2 名、佳作若干名與特別獎—實驗安全獎 1 名之獲獎隊伍。

大專組得獎作品分別為金獎—臺灣大學「蜂巢式光纖反應器消除飛機艙內空氣細菌病毒」、銀獎—宜蘭大學「豆渣雙循環再利用產出高值化大豆精華面膜」、2 名銅獎為中興大學「水熱法製備不同氧化鋅型態於環境友善農業抗菌之研究」及高雄師範大學「利用臺灣特有農產品廢棄物合成奈米銀粒子進行汞金屬感測器之綠色化學研究」。其中金獎「蜂巢式光纖反應器消除飛機艙內空氣細菌病毒」，是考量全世界皆受到新冠疫情（COVID-19）影響，但因應商務等需求民眾需往返各國家，但長時間待在密閉的機艙中將可能有健康風險，因此臺灣大學團隊將高空中之紫外光引入陶瓷蜂巢內，進而照射光觸媒以產生化學反應，降低空氣中的細菌、病毒量，詳細大專組及研究組決選獲獎隊伍名單如表 53 及表 54。

表 53、第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽大專組獲獎名單

名次	報名序號	作品名稱
金獎	GC-A-016	蜂巢式光纖反應器消除飛機艙內空氣細菌病毒
銀獎	GC-A-023	豆渣雙循環再利用產出高值化大豆精華面膜
銅獎	GC-A-012	水熱法製備不同氧化鋅型態於環境友善農業抗菌之研究
銅獎	GC-A-015	利用臺灣特有農產品廢棄物合成奈米銀粒子進行汞金屬感測器之綠色化學研究
佳作	GC-A-006	Electrospinning of poly (lactic acid) by using environmentally friendly solvents
佳作	GC-A-008	咖啡渣/奈米銀複合材料的綠色合成及其在殺菌、觸媒及光熱效應的應用
佳作	GC-A-013	一紙亮燈
佳作	GC-A-017	綠色吸收除臭劑於咖啡烘培機之尾氣 VOCs 削減與循環經濟
佳作	GC-A-019	活性碳的循環使用：水熱再生活性碳並同時降解被吸附的污染物
佳作	GC-A-020	難處理鋁渣能資源循環回收技術

表 54、第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽研究組獲獎名單

名次	報名序號	作品名稱
金獎	GC-B-001	廢棄菱角殼之循環經濟
銀獎	GC-B-009	希望在身，攜望傳訊
銅獎	GC-B-013	化學鍍鎳廢液分離回收磷、鎳之研究
銅獎	GC-B-006	太陽能驅動全方位友善無藍害 OLED 照明
佳作	GC-B-004	超高效率發光電化學電池 (LECs)
佳作	GC-B-007	Urine Power Generator
佳作	GC-B-008	添加含鈣物質進行下水污泥灰中磷之回收
佳作	GC-B-010	以氯化膽鹼-丙二酸之深共熔溶劑回收廢鋰電池中鈷金屬之研究
佳作	GC-B-011	咖啡渣鈷觸媒催化產氫發電之研究
佳作	GC-B-015	無機廢棄物循環產製兼具調節濕度及降解甲醛的綠色塗料
佳作	GC-B-018	資源化廢棄寶特瓶合成金屬有機框架及光觸媒特性之研究
佳作	GC-B-021	以廢減廢之保麗龍廢材再生利用綠循環
佳作	GC-B-022	可見光驅動磁性奈米核殼反應器 (GQDs@Fe ₃ O ₄) 降解塑化污染物
佳作	GC-B-024	藉由電腦預測模式及斑馬魚胚胎發展生態毒理替代測試策略
佳作	GC-B-026	綠色化學創意教具研究-可攜式泛用微型反應器

第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽於 109 年 11 月 19 日公告獲獎名單，並於 110 年辦理辦理第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽頒獎典禮暨記者會。因應疫期發展，第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽頒獎典禮暨記者會於 110 年 10 月 8 日採線上記者會模式舉辦，本計畫亦有派員協助化學局活動辦理。

4.4.2.1 工作方法

由於第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽頒獎典禮暨記者會線上記者會模式舉辦，工作團隊於「綠色化學 Go Green Chem is try」Facebook 粉絲專頁以及 Instagram 主頁進行活動宣傳推播。

4.4.2.2 執行結果

工作團隊於 110 年 10 月 8 日於「綠色化學 Go Green Chem is try」Facebook 粉絲專頁以及 Instagram 主頁進行活動宣傳推播，相關宣傳截圖如下。



圖 42、「綠色化學 Go Green Chem is try」粉絲專頁宣傳



greenchemistry_edu



[查看洞察報告](#)

[加強推廣貼文](#)



greenchemistry_edu ■ 綠色化學 犇向永續 🏆

#第2屆大專校院綠色化學創意競賽
共計 27 所學校 40 個相關科系報名
最終選拔出 24 個團隊進入決選 !!

決選激烈的競爭下，大專組及研究組各遴選出金牌獎 1 名 🏆、銀牌獎 1 名、銅牌獎 2 名與佳作若干名，並另外遴選出 1 名實驗安全特別獎 ✨

!! 還沒結束 !!

今日 (10/15) 也將盛大舉行【線上成果發表會】
邀請本屆大專校院綠色化學創意競賽獲獎團隊分享
把綠色化學的研究理念傳承下去
實現「永續、安全、有效管理化學物質」的願景 🍃

■ 好康報報

成果發表會當天
將不定時出現之禮券 QRcode !

圖 43、「綠色化學 Go Green Chem is try」Instagram 宣傳



greenchemistry_edu



[查看洞察報告](#)

[加強推廣貼文](#)



graham840730 和其他 1 人都說讚

greenchemistry_edu # 化學報乎知

就是今天... 更多

10月8日 · 翻譯年糕

圖 44、「綠色化學 Go Green Chem is try」Instagram 宣傳

4.4.3 派員協助參與國際會議

4.4.3.1 參與美國化學學會第 25 屆綠色化學工程研討會年會

為研析國際綠色化學工程產業發展趨勢，預計參與美國化學學會第 25 屆綠色化學工程研討會年會，此年會原訂將於 110 年 6 月 14 日至 18 日在美國西維吉尼亞州普雷斯頓郡（Preston County， WV）舉行，但因應全球新冠肺炎疫情影響，此年會已改為線上會議形式舉辦。此年會為產、官、學領域之專家學者提供一多樣化平臺，使各位先進能夠互相探討並了解可持續發展之化學、化學品及工業和產品方面的最新理念。希望藉由參與國際研討會之機會與諸多國際學者探討相關教育推動策略及執行困難等經驗，並學習目前國際之創新技術及理念。

1. 會議主題

本次會議主題主要為「永續發展以及循環經濟」（Sustainable Production to Advance the Circular Economy），針對聯合國十七項永續發展目標中的第 12 項目標—負責任的消費和生產行為模式與化學工程鏈結，彰顯了化學工程與循環經濟在創建未來永續發展的重要性。

2. 預計交流項目

參與國際研討會議同時，預計蒐集美國化學工程產業與綠色化學相關之教育策略及資訊，創新產業推動做為及建立國際鏈結擴展化學局推動綠色化學鏈結產業教育作法，以作為推動課程策略之參考建議及規劃。

會議提出之綠色化學推動策略、相關研究及成品最新進展、與專家學者交流及對談等相關事宜。

3. 執行結果

本計畫原定線上參與將於 110 年 6 月 14 日至 18 日在美國西維吉尼亞州普雷斯頓郡（Preston County， WV）舉行之國化學學會第 25 屆綠色化學工程研討會年會，由於會議於計畫核定前即結束辦理，工作團隊隨即辦理契約變更，參與其他場次之綠色化學相關研討會，團隊整理之研討會列表如下所示，經化學局內部討論，決議參與 110 年 9 月 26 日至 29 日於線上舉辦之第 5 屆

歐洲化學會綠色永續化學研討會（5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry（5th EuGSC）），該研討會主要為產學領域之相關專家學者提供平臺，使各方先進能夠互相探討並了解可持續發展之化學、化學品及永續化學相關技術方面的最新理念。

表 55、110 年綠色化學相關國際研討會整理表

項次	名稱	主辦單位	主題	時間	網址
1	ACS Fall 110	ACS (美國化學會)	Resilience of chemistry	Aug. 22-26, 110	https://reurl.cc/2rGlQr
2	110 AIChE Annual Meeting	AIChE (美國化工學會)	Building the Bridge in 21st Century Education	Nov. 15-19, 110	https://reurl.cc/XWMaaR
3	6th Green & Sustainable Chemistry Conference	ELSEVIER	the latest research on the role of chemistry in contributing to achieving the SDGs	Nov. 16-18, 110	https://reurl.cc/a9mMX9
4	5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry (5th EuGSC)	EuChemS (歐洲化學會)	5th EuChemS Conference on Green and Sustainable Chemistry (5th EuGSC)	Sep. 26-29, 110	https://5eugsc.org/

4.4.3.2 參與 IUPAC 第 9 屆綠色化學國際研討會

為深化我國於國際永續化學研究及拓展產業發展領域人脈，預計參與 IUPAC 第 9 屆綠色化學國際研討會，此年會將於 111 年 9 月 5-9 日在希臘雅典舉行。此峰會為產、官、學領域之專家學者提供一多樣化平臺，使各位先進能夠互相探討並了解可持續發展之化學、化學品及工業和產品方面的最新理念。希望藉由參與

國際研討會之機會與諸多國際學者探討相關教育推動策略及執行困難等經驗，並學習目前國際之創新技術及理念。

1. 會議主題

本次會議主題主要為「永續化學研究及創新」(sustainable chemistry research & innovation)，針對聯合國十七項永續發展目標中的第 12 項目標—負責任的消費和生產行為模式與化學工程鏈結，彰顯了化學工程與循環經濟在創建未來永續發展的重要性。

2. 預計交流項目

參與國際研討會議同時，預計蒐集國際化學工程產業與綠色化學相關之教育策略及資訊，創新產業推動做為及建立國際鏈結擴展化學局推動綠色化學鏈結產業教育作法，以作為推動課程策略之參考建議及規劃。

3. 執行結果

本計畫將參與 111 年 9 月 5 日至 9 日於希臘雅典舉行之 IUPAC 第 9 屆綠色化學國際研討會，由於國際疫情局勢尚未趨緩有主辦單位提供線上參與研討會之選項，工作團隊隨即辦理契約變更，以線上與會方式參與研討會，研討會主要為產學領域之相關專家學者提供平臺，使各方先進能夠互相探討並了解可持續發展之化學、化學品及永續化學相關技術方面的最新理念。研討會將綠色化學以及聯合國可持續發展目標 (UN SDGs) 相連結，並將聯合國可持續發展目標納入大專校院綠色化學課程以及永續聚合物實驗室的實驗中。以明尼蘇達大學化學相關科系為例，該校透過低年級課程中的講座課程加入綠色化學的相關基礎，為整體大學課程奠定了相當的科學基礎。此外，中高年級的學生透過各種實驗的參與，了解綠色製程以及綠色化學現今在產業界的發展，也透過邀請產官學研各界的客座講師為學生建構未來的職業願景。

本次會議中化學局有派員進行專題簡報，而會議中提出之綠色化學推動策略、相關研究及成品最新進展、與專家學者交流及對談等相關事宜，團隊有針對部分與計畫相關主題進行整理以及報告產出。

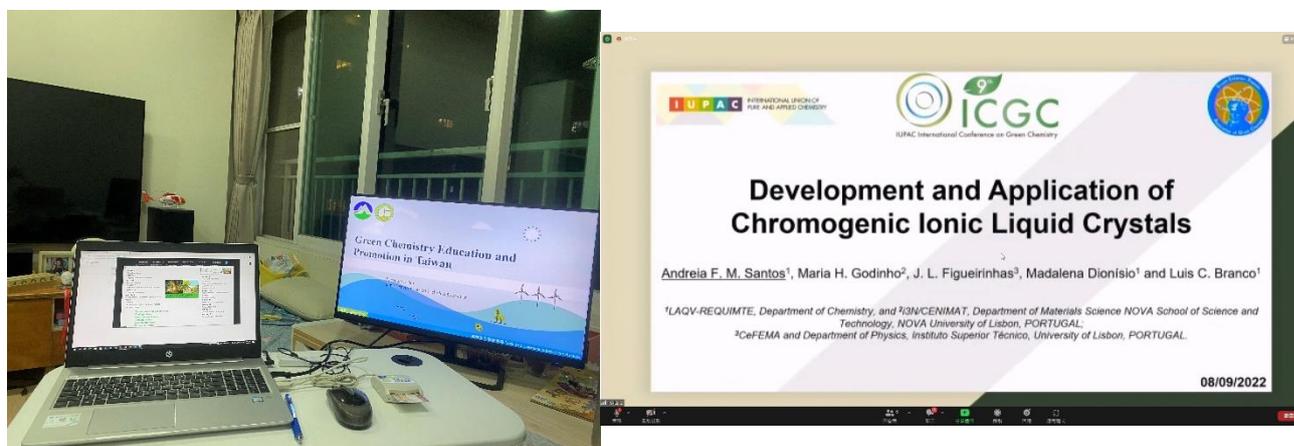


圖 45、111 年 IUPAC 第 9 屆綠色化學國際研討會與會照片

4.4.3 蒐研撰寫綠色化學相關科普文章

為持續接軌國際針對毒性及關注化學物質之綠色化學最新發展，工作團隊擬定期協助化學局蒐集國際相關時事脈動，以利化學局得以依此滾動式調整我國綠色化學整體推動方針。在資訊蒐集部分，工作團隊擬針對數個國際知名化學物質管理暨策略推動機構進行定期資訊蒐研更新，相關機構如美國化學學會（ACS）、英國皇家化學學會（RSC）及美國環保署（USEPA）等，並編撰至少 3 篇，每篇 2,000 字應用綠色化學於毒性及關注化學物質相關的化學知識科普文章，完成後須經由 3 位專家審查，並協助化學局後製綠色化學相關作品。

經與化學局討論，3 篇文章主題分別是「原來綠色化學使我們更美好-走進染料色彩的世界」、「掀起綠色化學革命-空調「冷媒」安全替代」、「綠色化學面面觀-改變塑膠使用」，團隊完成編撰後，經由三位審查委員審查，審查委員之建議名單已初擬提供予局內長官勾選，下表 56 為目前經局內長官勾選各式教材正取之審查委員名單。

表 56、2000 字化學知識科普文章審查委員

審查委員	任職單位	職稱	專長
白子易 老師	國立臺中教育大學科學教育與應用學系	教授	環境教育
黃琴扉 老師	國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所副教授	副教授	環境教育 環境教育師資培育 化學教育與環境教育 腦波研究
任修平 老師	國立臺灣師範大學科學教育研究所	助理教授	環境分析

4.4.5 編撰專責人員課程教材

4.4.5.1 工作方法

本計畫擬邀請教材編修者將與化學局相關人員與產、官、學、研各領域之專家組成教材審議委員會，針對教材主題大綱與專責人員教材鏈結進行討論；依據化學局局內政策推動目標，環境訓練人員（專責人員）課程適用之教材初擬主題為：從毒理學基礎了解綠色化學，初擬教材大綱標題為

- 毒理學簡介（授課時長約 0.5 小時）
- 綠色化學十二原則定義及內涵（授課時長約 2 小時）
- 綠色化學之國際發展、產業應用實例及教育資源（授課時長約 1.5 小時）
- 教材初編修完成後經教材審議委員會審議，下表 57 為教材編修者名單，下圖 46 為教材編修審議流程圖。

表 57、專責人員課程教材教材編修者

姓名	現職單位 / 職稱	專長
蕭寶桂	行政院環境保護署 毒物及化學物質局 高級環境技術師	環境毒物 環境科學 綠色化學
王玉純	中原大學 環境工程學系 教授	環境流行病研究 環境健康風險評估 環境統計應用

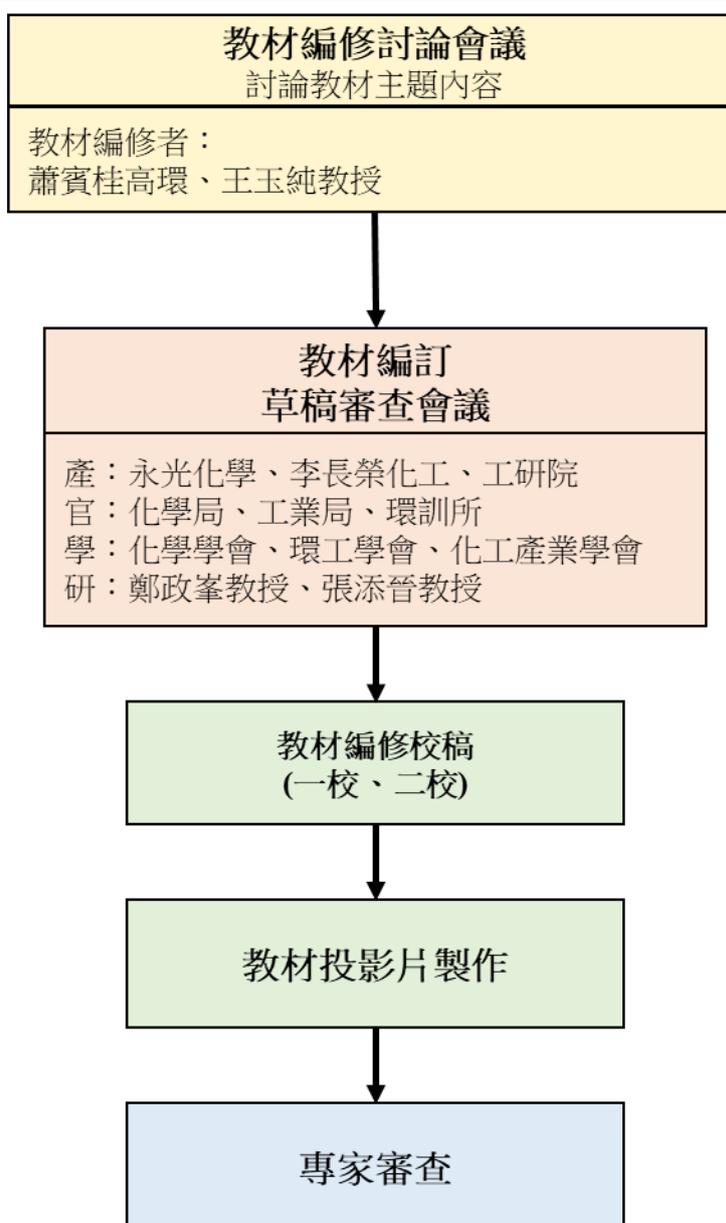


圖 46、教材編修審議流程圖

4.4.5.2 執行結果

工作團隊於 110 年 8 月即著手與化學局討論教材編撰方向，依據化學局草擬之毒性及關注化學物質專業技術管理人員證照訓練課程大綱進行 4 小時之專責人員課程教材，包含 60 頁簡報及 40 頁講義，完成編撰後於 110 年 9 月 5 日邀請專家學者進行審查，專責人員課程教材審查委員名單如表 58 所示，並於 110 年 9 月 21 日完成教材審查，工作團隊於 110 年 10 月 18 日依審查委員之建議進行編修後送交至機關。

表 58、專責人員課程教材審查委員名單

項次	姓名	任職單位	職稱	專長、領域類別
1	劉興華 老師	國立臺灣大學醫學院 毒理學研究所	教授	細胞訊息傳遞毒理學、醫學毒理學
2	莊淳宇 老師	國立清華大學生醫工程與環境科學系	教授	基因體流行病、癌病標靶機轉、醫藥毒理、生醫檢測、精準醫療
3	許昺奇 老師	國立高雄科技大學環境與安全衛生工程系	教授	職業與環境衛生、工業與環境毒理、生物技術、健康危害評估

4.4.6 配合本局辦理綠色化學教育推廣

化學局於 107 至 109 年完成小學「水質與生活」、「酸雨知多少」、「生活中的染料」、「食物顏色秀」、「綠色永續水資源」、「土壤中的化學與生活」、「減塑特攻隊」等課程手冊的編寫以及相關簡報教材的製作，另根據 107 年設定之「環境關懷」、「環境關聯」與「永續環境」三構面規劃以及未完成之主題，訂定大專校院 8 堂教材主題，包含「仿生與綠色化學」、「溫室效應與環保冷媒」、「石化產業的綠色化學轉型」、「綠色化學與國際公約（持久性有機污染物、環境賀爾蒙）」、「電池綠化類應用（汞公約、電池物質替代）」、「生活中的化學」、「生命週期與工業生態」與「綠色化學實驗/實習課程：永光化學」，每份教材產出教學目標、教學需求指引以及 50 頁以上課程簡報。依據製作完成之小學以及大專校院教具教材，

舉行綠色化學教材或教具成果發表會，化學局可藉由此成果發表會將綠色化學教育推廣於一般參展民眾，使其了解化學局「綠色化學」的教育政策導向以及歷年來的推動成果。

團隊參加 110 年於臺北華山藝文特區舉辦之環境教育 10 周年展，於展中展示化學局於 107 至 109 年完成之小學「水質與生活」、「酸雨知多少」、「生活中的染料」、「食物顏色秀」、「綠色永續水資源」、「土壤中的化學與生活」與「減塑特攻隊」6 式教材並同步播放綠色化學動畫，實際演示綠色化學推動補（捐）助案製作之綠色化學桌遊。在四天展期中，眾多民眾以及學生臨攤聽取工作團隊介紹，詳見圖 47 及圖 48。

團隊於 111 年 8 月 20 及 28 日亦參加化學局主辦之 111 年全民綠生活防災教育宣導活動，展示化學局於 107 至 109 年完成之小學「水質與生活」、「酸雨知多少」、「生活中的染料」、「食物顏色秀」、「綠色永續水資源」、「土壤中的化學與生活」與「減塑特攻隊」6 式教材並同步播放綠色化學動畫，實際演示綠色化學推動補（捐）助案製作之綠色化學桌遊以及本計畫製作之綠色化學小學教具，工作團隊設計小型闖關活動問答，讓民眾參與其中，詳見及圖 49 及圖 50。



圖 47 工作團隊參展環境教育 10 周年展



圖 48、工作團隊參展環境教育 10 周年展



圖 49、工作團隊參與 111 年全民綠生活防災教育宣導活動（8/20 北港場次）



圖 50、工作團隊參與 111 年全民綠生活防災教育宣導活動（8/28 斗六場次）

4.4.7 蒐集綠色化學相關輿論

工作團隊透過綠色化學整合專區以及利用社群媒體（Facebook、Instagram、YouTube 等）收集一般民眾對綠色化學政策推動以及觀念之相關疑問後，提供機關作為未來政策推動參考依據，同時就民眾反映問題進行回復。

4.4.8 上述各項工作辦理方式及期程須經本局同意後方得進行，針對本局交辦事項，得標廠商應配合辦理。

本計畫各工作項目及其辦理方式及期程將經機關同意後進行辦理，針對機關交辦事項，本工作團隊配合協助辦理。

4.5 除原訂工作外另提與計畫相關之創意回饋。

本計畫除各工作項目之辦理外，本工作團隊已針對化學局辦理相關綠色化學推廣政策及活動提供執行建議。

第五章 結論與建議

本計畫主要分為三大項目：綠色化學大專校院推廣、綠色化學小學推廣、綠色化學多元族群推廣及整合專區更新。

1. 綠色化學大專校院推廣：為達教育深耕目的，藉由滾動式編修與設計適用於大專校院師生之綠色化學相關議題課程，於學校進行推廣與試教，並以 107-109 年大專校院通識課程為基礎，編撰對應之大專校院通識進階教材，以增進大專校院師生對於綠色化學的理念，期望大專校院師生深植永續發展及環境友善之理念，並將其代入生活與研究中。
2. 綠色化學小學推廣：為達教育普及深耕目的，通過設計國民小學適用之綠色化學相關議題之課程，於學校進行推廣與試教，並辦理國小教師培訓營，將目前小學化學課程及實驗融入綠色化學概念打造具環境友善特色的主題課程。另以既有小學教材為基礎，以國小中高年級學童為對象，辦理教材推廣營隊活動，增進國小中高年級學童對於綠色化學的認知，期望國小中高年級學童內化永續發展及環境友善之理念，並可於生活中落實。
3. 綠色化學多元族群推廣及整合專區更新：為達產業界教育普及深耕目的，針對產業及環境專責人員製作適用之綠色化學教育素材，藉此深化相關產業及人員綠色化學的理念，期望將永續發展及環境友善之執行理念代入產業運營之實際執行中。透過綠色化學應用及創新獎獲獎廠商訪視以及產業座談會之舉辦，期盼藉由產業界之充分討論交流，使與會成員瞭解產業實際應用、產學合作、國內綠色化學相關產業現況、特色及執行之困難。另一方面，綠色化學整合專區將執行優化作業，為大眾提供資訊平臺，擴大國人對於綠色化學的認知，並定期蒐研國內外綠色化學、安全替代相關教材分享於網站中，整合國際及國內現有綠色化學、安全替代等教育素材，持續蒐研及撰寫應用綠色化學於毒性及關注化學物質相關的化學知識科普文章。

本計畫團隊針對未來綠色化學教育推動提出幾點建議：

大專校院進階通識教材方面，建議在教學指引說明下，於化學局官網、國內化學教育網頁及其多面渠道提供公版教材及影音檔以利校園教師使用及一般大眾自主學習，另針對大專校院系所提供課程推動獎補助機制，供大專校院申請專業講師授課或學生團體工程參訪，並亦有申請經費之大專校院向下調查臺灣可推廣綠色化學 12 原則之通識及專業教師，媒合各方綠色化學教育推動需求。可推動大專校院課程再造補助，整合跨系所或系所內綠色化學課程與拓展課程深度並深化產官學研連結，強化綠色化學深植化學教育根基。

產業部分採納相關產業需求建議，規劃並建立適用綠色化學教材，縮短學用落差距離，並合併辦理綠色化學產業-教育推動活動補助，擴展大專校院產學計畫機會與技術落實產，加強高關連性之電資學院、設計學院、工學院專業課程，進行設計與綠色化學相關之進階課程教材。建議對於將來相關系所大專校院畢業學生，倘若從事與綠色化學產業應用領域之相關工作者，可藉由瞭解產業應用綠色化學實例之教材，更有深刻認知於綠色化學產業應用創新之價值，也可達綠色化學教育推廣目的。

小學教育推動方面，本年度之課程推廣最初受到新冠疫情以及教材編寫團隊地緣影響，推廣多集中於北部地區，未來可透過種子師資培訓營、提供教材、教具、材料包等方式，鼓勵老師們參與推廣，擴大推廣地區至全臺其餘地區。另外，也可設計適當評量工具，在推廣後進行調查，以了解教師推廣此課程之想法以及學員學習成果。另外，透過本計劃營隊活動辦理，發現線上課程可促使更多不同地區之學員參與，反應相當熱烈，且若事先將相關教材材料寄給學員，同樣也可進行課程之實驗及體驗活動。而由回饋意見得知，後續希望參與的活動是實體的實驗活動。因此，若要兼顧擴散性與深入性，未來也同樣可持續辦理線上營隊，以增加廣度與擴散性，另一方面，也應籌辦實體實驗營隊，以達充分體驗與教學深度。最後針對本團隊編撰開發的教材可以配合動畫、教案手冊與簡報檔案藉由辦理種子師資培訓營進行推廣外，本計畫所發展四款教具，亦可設計適當配合教

具活動，透過種子培訓營進行推廣，並收集回饋意見。本年度所辦理的兩場線上種子師資培訓營，其中的「食物顏色秀」，會後寄送材料包鼓勵教師進行教學，並有參與老師索取簡報檔。本計畫認為種子培訓營若能提供更多配套措施，定更可落實具體推動成果。

產業綠色化學教材方面，鑑於國內產業綠色化學實務技術推廣涉及不同產業類別、產業規模、區域限制等因素，因此不同產業應用鏈結較為困難，爰此著重整合產業綠色化學應用與產業資源分享概念，建議產業綠色化學教材發展與擴展跨領域產業，並以實務示範課程研習方式，更具其實務推廣與應用。

本計畫藉由「產業綠色金融需求問卷」電訪談方式，統計分析產業綠色金融需求問卷的結果，建議企業未來以綠色永續發展概念，揭露具備財務重大性及決策有用性之 ESG 相關資訊，進而於提升 ESG 資訊揭露品質；另外金融機構因應全球環境變遷風險之韌性，為發揮金融市場力量，引導及支持產業發展並兼顧綠色轉型，藉此亦可鼓勵宣導產業對於綠色金融的認知與瞭解，作為未來引導金融機構逐步從對綠色產業投融資之參考，擴及至對綠色永續發展支援。

(此頁空白)

第六章 計畫進度及查核重點

6.1 計畫進度

表 59、計畫進度表

計畫進度表																		進度 %	
工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
	年別	110								111									
	月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. 推廣 107-109 年已建置之通識教材及建置綠色化學大專校院專業教案及教材，落實大專校院教育。	(1) 大專校院通識課程開設：滾動編修講義教材 16 式																		
	(2) 大專校院進階課程教案設計：1 場次專諮會、進階教材 4 式																		
	(3) 大專校院進階課程教案試教：4 堂教材試教																		
2. 推廣 108-109 年已建立之小學分級教材及製作實體教具，推動教育扎根。	(1) 小學課程推廣：11 場次小學推廣																		
	(2) 營隊活動：2 場次營隊活動																		

計畫進度表																		進度 %		
工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	
	年別	110							111											
	月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	(3) 小學實體教具製作及推廣：小學實體教具 4 式				2 式實體教具					2 式實體教具									100	
	(4) 小學融入環境教育教材製作：小學教材 3 式						3 式教材製作+審查													100
	(5) 小學教師種子培訓研習：4 場次小學教師培訓營				2 場次培訓營					2 場次培訓營										100
3. 增加多元族群認知綠色化學，更新綠色化學整合專區資料及推廣	(1) 產業適用綠色化學教材編撰：產業教材 4 式						2 式教材		2 式教材		4 式教材錄								100	
	(2) 環境教育人員適用教材製作：環教教材 1 式						1 式教材規劃製作			1 式教材錄製									100	
	(3) 產業訪視瞭解綠色金融需求：產業訪視			15 間廠商試訪						14 間廠商訪視										100
	(4) 綠色化學整合專區優化	彙整專區調整方案						滾動式修正更新建議												

計畫進度表																		進度 %	
工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
	年別	110							111										
	月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	(5) 綠色化學整合專區資料更新及推廣		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100
4. 其他為達成本工作目標本局指定之事項，本工作內容至少包含	(1) 協助本局辦理 110-111 年民間團體及學校推廣綠色化學相關課程及活動					■	■	■									■	■	100
	(2) 派員（至少 6 人）協助本局辦理第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽活動頒獎典禮				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100
	(3) 派員協助本局人員參加本局指派地點國際會議				■	■	■								■	■	■	■	100
	(4) 蒐研及協助撰寫應用綠色化學於毒性及關注化學物質相關的化學知識科普文章				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100
	(5) 編撰適用專責人員課程之教材 1 式				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	100

計畫進度表																		進度	
工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
	年別	110							111										
	月份	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	%
(6) 配合本局相關活動辦理綠色化學教育推廣。																			100
																			100
(7) 與綠色化學相關之民眾提問、政策回應等資料蒐集																			100
																			100
6.除原訂工作外另提與計畫相關之創意回饋。																			100
計畫進度累積百分比(%)		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	85	100	100

6.2 計畫查核重點

表 60、本計畫查核重點

查核點	工作進度	預定完成時間	查核點內容說明
第 1 次工作進度報告	15%	110/9 月中	完成起度會議報告，提出工作計畫書含工作時程進度表，提出大專校院通識教育講義格式，1 場大專校院進階課程教案及教材主題專家諮詢會議。
第 2 次工作進度報告	30%	110/10 月中	完成 2 所小學推廣本局 108-109 年建置教育素材，小學實體教具設計方案，專責人員課程教材。
期末報告	65%	110/12/10	8 式大專校院通識課程講義（累計）、3 所大學應用相關教材開設課程，3 式大專校院進階課程教案及教材，6 所小學推廣本局 108-109 年建置教育素材（累計），2 式小學實體教具製作，2 場小學教師種子培訓研習，2 式產業適用綠色化學教材編撰，第 1 屆綠色化學應用及創新獎獲獎廠商產業訪視，3 篇綠色化學整合專區文章，線上國際會議參與。
期末報告繳交	95%	111/8/31	所有工作項目完成 95%
成果報告	100%	111/10/15	所有工作項目完成

參考資料

1. 聯合國環境規劃署. 《全球化學品展望》第二版：決策者摘要. 2019; Available from: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28518/Chinese.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
2. Agency. *U.S.E.P. Basics of Green Chemistry*. [cited 2019 5]; Available from: <https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry>.
3. Anastas, P.T.W.J.C., *Green chemistry : theory and practice*. 1998, Oxford [England]; New York: Oxford University Press.
4. Sheldon, R.A. and U.H. I.A., *Green Chemistry and Catalysis*. 2007: Wiley.
5. IUPAC. *IUPAC Green Chemistry Directory- An Overview*. [cited 2019/5]; Available from: <http://www.incaweb.org/transit/iupacgkdir/overview.htm>.
6. Wang, Y. and Q. Zhi, *The Role of Green Finance in Environmental Protection: Two Aspects of Market Mechanism and Policies*. Energy Procedia, 2016. **104**: p. 311-316.
7. Jakl, T., *Chemical leasing : an intelligent and integrated business model with a view to sustainable development in materials management*. 2004, New York: Springer. 136.
8. 黃琴扉, 戶外教育. 109.
9. 教育部. 十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校 自然科學領域. 2018; Available from: https://www.k12ea.gov.tw/files/class_schema/%E8%AA%B2%E7%B6%B1/17-%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%B8/17-1/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%B0%91%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E6%95%99%E8%82%B2%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E5%9C%8B%E6%B0%91%E4%B8%AD%E5%B0%8F%E5%AD%B8%E6%9A%A8%E6%99%AE%E9%80%9A%E5%9E%8B%E9%AB%98%E7%B4%9A%E4%B8%AD%E7%AD%89%E5%AD%B8%E6%A0%A1%E2%94%80%E8%87%AA%E7%84%B6%E7%A7%91%E5%AD%B8%E9%A0%98%E5%9F%9F.pdf.
10. 教育部. 105 年綠色化學教育種子教師培訓課程研習營簡章. 2016; Available from: <https://vtedu.mt.ntnu.edu.tw/uploads/1608797430168np7JYD0b.pdf>.

審查委員建議 回應對照表

委員	委員意見	廠商回應
期初審查		
劉委員怡焜	計畫執行期間，疫情（COIVD-19）如果仍持續嚴重，計畫中相關的活動如果無法順利辦理，應有替代的方案規劃，或規劃以線上方式執行。	謝謝委員建議，本計畫活動將依活動性質儘可能朝線上替代方案進行規劃。
	國小教材的議題以參考布局跟國語日報合作的科學版面文章，互相搭配。	謝謝委員建議，本計畫將與國語日報接洽，就雙方合作之可能性進行討論。
	大學通識教材過去試教結果為何？如何結合教材？計畫修的重點如何？進階教材鎖定的對象為何？	謝謝委員建議。前期試教的反應都很好，但本次將採納委員建議，教材編修過程中將納入前期試教的問卷回饋，並邀請通識課程及前期試教老師擔任委員。
	綠色化學專區內容，應有系統地將過去執行的成果彙整納入網站，同時納入國際最新做法與研究。	前期計畫結論提到理工、電資學院用到的化學品最多，如能針對其有機化學、化學合成或系上高年級之實務等專業科目，納入綠色化學概念，有助學子們進入職場後推動綠色化學。另外根據第 1、2 屆大專校院綠色化學創意競賽得獎團隊及第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎得獎專家及廠商專業領域，均可規劃納為進階課程的主題及編撰教材教師。
	綠色化學與金融產業結合的業界訪視，建議應先參考國際的做法及參考本土特性，再研究訪視的內容。	謝謝委員建議，本計畫將依委員建議系統性地將過去執行的成果彙整納入網站，同時納入國際最新做法與研究。

委員	委員意見	廠商回應
吳委員秋美	各工項執行方式與進度說明與後續執行進度表之規畫並不一致，如:大專院校進階教材設計與推廣流程清楚，但專諮審查會議究竟先行召開再進行教材製作（進度表所示）或先製作再開專諮會（P27 所示）呢？小學營隊辦理究竟是每年度 1 場（P32）或集中於 111 年度（進度表所示）？查核重點第一次期中報告預定查核大專院校進階教材 3 式，但依進度表所示此項工作尚未開始進行，如何查核？	謝謝委員建議，將依據委員建議及指正進行查核重點修正及說明。
	提出化學教育與產業界連結的構想，但未見產學合作推廣規劃及意向書。（P23）	謝謝委員建議，產學合作推廣規劃及意向書為 108-109 年之調查工項，非今年工作內容。將於後續修訂報告中補敘最後結論。
	小學教材推廣部分。110 年度預定搭配師資培育計畫來完成 6 所小學推廣，在疫情影響之下，時程如何安排？有無應變備案？	謝謝委員建議，本計畫活動將依活動性質進行替代方案規劃，將採線上活動、線上營隊方式進行辦理。
	小學教材推廣營隊的規畫有點混亂，如以國小中高年級學童為對象，所規劃的課程（P36）適當性應加以斟酌，且如何以實作活動為主？另，P33 提到 110 年營隊為共識營性質，具體操作方式為何？	謝謝委員指正。原規劃課程會配合小學需要，調整為咖啡染與廚房小實驗等實作為題材。營隊形式將參酌相關主管機關的防疫規範，朝線上辦理方式規劃備案。
	部分教材編寫工作仍待邀請專家，請補充預定需求人數與專長。	謝謝委員建議，本計畫問卷將依委員建議進行修正。
	產業綠色金融需求問卷設計中對於綠色化學執行，是探求各項成效評估的滿意度，建議直接在題目點出”…成效評估的滿意度為何”，較能與回答方向一致。	謝謝委員建議，本計畫問卷將依委員建議進行修正。

委員	委員意見	廠商回應
	有關派員協助參與美國化學會第 25 屆年會的工項，因會議時間已過，建議在預算表上應減除相關費用。	謝謝委員建議，本計畫將與業務單位進行討論辦理修訂。
	優化綠色化學整合專區部分僅提出優化原則，作法內容尚有不足。	謝謝委員建議，本計畫將持續更新綠色化學科普、專業、新知文章。並組織歷年及本次計畫的教材，依程度、議題分類展示於綠化專區框架內。亦會嘗試與教育網站（教育雲）橫向鏈結，提升內容豐富度及資訊拓展延伸度。力求綠色化學專區網頁操作清晰、簡易、大眾可近。
何委員小曼	P25（4.1.1 節）滾動式編修 16 堂大專通識教材，請說明編修原則。因為是通識教材，所見審查單位及人員均為專業，建議需參考上年度試教之回饋意見，避免課程難度過高。或將教材使用系所納入委員。	P25（4.1.1 節）滾動式編修 16 堂大專通識教材，請說明編修原則。因為是通識教材，所見審查單位及人員均為專業，建議需參考上年度試教之回饋意見，避免課程難度過高。或將教材使用系所納入委員。
	P25 大專進階課程是由 16 堂通識選五堂出來編修。請說明編選擇原則。(4.1.2) 與綠色化學 12 原則關係如何？P30 4.1.3 之試教，應該是 4.1.2 編出課程之試教，但 4.1.3 開設新課程內容全球化學品展望。	P25 大專進階課程是由 16 堂通識選五堂出來編修。請說明編選擇原則。(4.1.2) 與綠色化學 12 原則關係如何？P30 4.1.3 之試教，應該是 4.1.2 編出課程之試教，但 4.1.3 開設新課程內容全球化學品展望。
	P64 中 4.4.1 工項應說明清楚。	P64 中 4.4.1 工項應說明清楚。
	P48 產業選擇四類，標準為何？	P48 產業選擇四類，標準為何？
	P58 問卷草案，建議開始應有一說明，內容文字也可更清楚些。	P58 問卷草案，建議開始應有一說明，內容文字也可更清楚些。

委員	委員意見	廠商回應
	P65 表 26 27 加上獲獎單位	P65 表 26 27 加上獲獎單位
	研究助理宜稍有經驗	研究助理宜稍有經驗
	綠色金融部分未能清楚	綠色金融部分未能清楚
	小學教師研習營擬未來參與教材開發，參與人員可以保留部分名額與曾參與者。	小學教師研習營擬未來參與教材開發，參與人員可以保留部分名額與曾參與者。
林委員明瑞	投標單位整合各方人力參與計畫投標，具有專業，值得推薦。	謝謝委員建議。
	25、30 頁 4.1.2 節 編撰綠色化學大專校院進階課程教材，今年度新編的教材主題是否有已有初步的規劃。	謝謝委員建議，前期計畫結論提到理工、電資學院用到的化學品最多，如能針對其有機化學、化學合成或系上高年級之實務等專業科目，納入綠色化學概念，有助學子們進入職場後推動綠色化學。另外根據第 1、2 屆大專校院綠色化學創意競賽得獎團隊及第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎得獎專家及廠商專業領域，均可規劃納為進階課程的主題及編撰教材教師。
	39 頁表 12 實體教具初步規劃 水蘊草對水質生態毒性監測，其中控制變因光照的影響可能比水質的影響還更大，需把光照變因有效控制下來。另外值得注意的是水污染所造成的透光度減少，也會影響到水質透光度，而影響實驗準確度。	謝謝委員建議，本計畫將依委員建議進行調整。

委員	委員意見	廠商回應
	40 頁 製作綠色化學小學融入環境教育素材 3 式，新年度得課程是否已有初步規劃。	謝謝委員建議，依據服務建議書表 14、15，初擬此三式教材將以預防、永續、確保為主題，並與防疫化學品具關聯。
	48 頁 4.3.1 節 編撰產業適用的綠色化學教材 要編撰四類產業相關的綠色化學應用教材是否已有初步規劃。	謝謝委員建議，將以第 1、2 屆綠色化學應用及創新獎得獎專家及廠商專業領域作為預定規劃，細節待與化學局進行討論會議後確認。
	53 頁 4.3.2 節 製作環境教育人員適用的教材，應先分析出哪類型的環境教育場域與綠色化學密切關聯，又哪些議題是與綠色化學有關。	謝謝委員建議，本計畫將依循委員建議彙整資料呈現，並滾動式修正調整教材議題。
	4.3.3 節有關於綠色金融需求，現在全球趨勢主要是銀行團遵循赤道原則進行投資貸款、碳邊境稅的問題、企業 ESG、企業的永續發展。	謝謝委員建議，本計畫將滾動式修正，並將赤道原則進行投資貸款、碳邊境稅的問題、企業 ESG、企業的永續發展等概念融入問卷。
徐委員國鈞	為加強推廣應用的成效，建議考慮多元的橫向連結，如教育部的教育雲平臺，在疫情之下，已成為匯集最多全國學生的使用平臺，該計畫也大量收納各部會或其他團體開發的教材，提供簡易方便的搜尋推薦機制，可以很容易的對全國各級學生的推廣。另外對偏鄉地區有數位落差人口的推廣使用部分，也可跟教育部偏鄉數位機會中心計畫合作。	謝謝委員建議，本計畫將評估多元的橫向連結之可行性，如教育部的教育雲平臺，以深化本計畫教材成果的推廣，並降低偏鄉地區之數位人口落差。
	在疫情下的數位教材可考量提供民眾或學生自學的需求，並在自學過程中，提供有效性的檢驗的機制。	謝謝委員建議，本計畫將依循委員建議進行滾動式修正調整。

委員	委員意見	廠商回應
	建議提供閱讀推廣教材的研習時數累計與學習證明，或評量成績的發放的機制，並可考量提供可分享並驗證的電子方式，以降低紙本與傳送作業消耗。	謝謝委員建議，本計畫將與化學局業務單位及網頁公司討論可行性，納入規畫工作。
	建議考量在疫情下，對種子教師培訓、活動營隊等，無法完全以線上取代，需實體運作工作有預先的備案。	謝謝委員建議，本計畫活動將依活動性質儘可能朝線上替代方案進行規劃。
	有關綠色化學知識的推廣，建議再強化與優良網站、自媒體合作，如”泛科學”等，已利用這些管道的高人氣，可再強化本計畫教材成果的推廣。	謝謝委員建議，本計畫將評估與優良網站、自媒體合作，如”泛科學”等合作之可行性，以強化本計畫教材成果的推廣。
期中審查		
邱委員仁杰	有關本計畫之規劃與執行，已落實及開展各項子計畫的工作內容。工項相當繁多，建議在章節分列時，能具體區分。	感謝委員的建議，關於團隊預定規劃與目前實際執行之工項內容會再修改於期末報告書中，明確區分預定進度與實際執行進度之內容說明。
	期中報告的進度及查核重點（第六章）是指預定進度或實際進度，建議說明清楚。目前標示進度已達 65%，請問子計畫之進度是如何估計出來？建議說明清楚。	感謝委員的建議，總計畫與子計畫之預定與實際進度之估計方式會再補充於期末報告書中。
	大專通識課程的推廣，目前所選擇的推廣學生的科系背景，可以進一步進行分析，上完課之回饋或測驗，亦建議能有分析，可了解編撰課程的合適性，以做為進一步修正之參據。	目前團隊已在義守大學之通識課程完成一堂綠色化學通識教材之推廣，推廣族群並無限定科系及年級，而在中原大學所完成之一堂綠色化學通識課程推廣主要針對環工系大三、大四學生，授課結束後皆有要求修課學生填寫回饋問卷，目前回饋意見仍在整理當中，團隊會再補充於期末報告書中。

委員	委員意見	廠商回應
	<p>大專進階課程的選定，相當具有專業性，僅能適用在特殊科系，建議可由編撰教材的教師能引導準備進行推廣的科系的老師，了解進階課程適用對象、內容及背景知識加深加廣的搜尋方向，可用書面方式寫下，以供推廣老師查閱。</p>	<p>在與進階教材編撰教師溝通編撰原則時即有建議主編教師可提供教材之教學指引，包含教材適用對象、授課對象應具備之基本知能、課程進行流程與注意事項等資訊，並已提供統一格式予編撰教師填寫，同時也將透過錄影方式記錄進階教材試教過程，協助引導未來使用該教材之教師。</p>
	<p>綠色化學國小種子教師的培訓已於 11 月份辦理完畢，辦理完畢的成果，並未見於期中報告中，建議補充進去。另種子教師研習後的回饋，相當重要，可作為教材適用性、修正及未來擴大推動的做法，建議團隊可提出相關分析。</p>	<p>第 2 場種子教師研習成果補充於修正稿 4.2.5.3。初步統計結果顯示，綠色化學小學教師種子培訓營之參與者多數為女性，約佔 59%，男性則約佔 41%。參與者多數為教師身分，約佔 81%，其他（如上班族、環境工程師等）則約佔 19%。約一半以上（59%）之參與者是從校園公告得知此研習會訊息，其次為其他（如薦派）約佔 22%、同事告知約佔 19%。參與者參與此研習活動之原因，第一為對教學有幫助，約佔 56%，第二為主題有趣，約佔 48%。</p>
	<p>國小教具的研發仿生鯊魚皮的製作，建議能考量所適用的年級及課程，並搭配教材的課程，加以設計及規劃。</p>	<p>本計畫將參考超越良性的教案，予以簡化活動流程，並以 PPT 簡報配合教具的使用方式呈現，以利推廣。</p>
<p>吳委員秋美</p>	<p>團隊依委辦工作項目執行已有進度，部分工項更似有超前，卻無法清楚呈現執行進度與績效，建議將第六章預定進度表與實際實行進度做一對照，方能確實掌握查核重點。</p>	<p>感謝委員的建議，預定進度與實際進度的對照表團隊會再補充於期末報告書中，方便掌握計畫之實際執行進度。</p>

委員	委員意見	廠商回應
	<p>報告內容出現多次” 本局” 字樣，顯與團隊立場不同，同時有部分錯字，建議有專人完整檢視並予以調整。</p>	<p>感謝委員如此用心檢視本計畫期中報告，也謝謝委員的建議，報告書中關於主詞陳述問題及錯字，團隊會再由專人仔細檢視，修改於期末報告書中。</p>
	<p>各項工作分年執行，各有年度應完成進度，但” 完成” 的定義似不清楚，舉例來說綠色化學大專院校通識課程教材編修 110 年應完成 8 式，目前” 完成” 11 式，進度似乎超前，但這 11 式第一版編修仍未經審查，是否仍屬” 完成” ？進階課程教案設計亦同。</p>	<p>關於大專校院通識及進階教材編修（撰）部分，團隊目前僅完成 11 式通識教材及 4 式進階教材第一版編修（撰），目前教材審查部分仍在發信邀請審查委員階段，團隊會盡快依據服務建議書預定進度之時程，分別於 111 年 6 月及 2 月完成通識與進階教材之審查與定稿，送交局內上網。</p>
	<p>國小綠色教材推廣原定 110 年 6 所、111 年 4 所，但依規畫與執行安排 110 年將完成 10 所國小推廣，111 年度是否還要執行？學校選擇集中於雙北，是否恰當？截至 11 月，學生參與情形如何？亦請補充。</p>	<p>原規劃 110 年 6 所，受疫情影響，採取較保守方式規劃，故集中於雙北且進度略有超前，111 年度推廣將視教案發展進度再做評估。每場學生約 30 人參與。</p>
	<p>國小推廣營隊只有 111 年寒假營隊規劃 1 場，若執行有修正，亦請補充。實體教具部分僅見規劃，請說明 110 年度應執行的 2 式教具成果。</p>	<p>國小營隊預計規劃 2 場，分別於 111 年寒假與 111 年暑假各 1 場。計畫規劃的教具構想有 8 組，110 製作的實體教具中，仿生鯊魚皮已完成教具試做，目前正發展教材中，預計配合水質與生活。另一教具為運用濾紙辨別染料，目前持續測試中，預計 110 年可測試完成。</p>
	<p>產業訪視部分請補充問卷回收情形、電話訪談重點及廠商建議與需求分析。</p>	<p>謝謝委員建議，110 年 11 月 24 日已完成產業綠色金融問卷 15 家數，將與明（111）年產業問卷回收</p>

委員	委員意見	廠商回應
		情形、電訪重點摘要與建議、需求分析等成果一併納入期末報告。
	有關協助化學局蒐集綠色化學相關輿論工項，是否仍未執行?報告中僅提及”將…”。若已執行，應補充執行成果。	感謝委員建議。計畫開始至今，團隊持續針對綠色化學相關輿論進行蒐集並回覆，執行成果將於後續報告中補上。
	本次為期中報告，非期初工作會議，建議將第五章預期效益修正為結論與建議，敘述 5 個月執行期間的績效、遭遇困難與未來執行建議。	感謝委員的建議，結論與建議、執行績效、執行過程所遭遇之困難及未來執行建議會再補充於期末報告書中。
	附件三所附「產業園區廠商競爭力推升計畫」臨廠訪視紀錄表與本案關聯何在?	謝謝委員建議，將刪除附件三的廠商訪視紀錄表，另已將相關內容納入產業之綠色金融問卷訪談回饋討論中，另將於期末報告呈現分析結果。
何委員小曼	P.41 請說明以環境教育設施場所為核心之原因。(第二段，第二行)，而表九之主題規劃與這些場所有哪些關聯性呢?	期中報告 41 頁表八部分為先前團隊在制訂進階教材主題時，委員建議可納入臺灣與綠色化學相關之環教場域，並邀請協助進階教材的編撰，然而在本計畫專家諮詢會議討論中，因綠色化學創新獎獲獎教師與企業排序分數較高，後續進階教材才優先以邀請獲獎教師與企業協助編撰為主。
何委員小曼	建議說明進階通識課程如 P.42 表九內容相當專業，計畫開設系所為何呢?這與尋求適合之學校與教師有關係。	目前進階教材規劃提供給理工科系大三以上進階課程融入使用及研究所專題課程，而本團隊目前規劃邀請過去曾開設綠色科技相關課程之化工系、環工系教師，詢問其是否有適當課程可融入本

委員	委員意見	廠商回應
		計畫編撰之進階教材，並請老師自行選擇適合融入該課程之教材主題。
	P.50 國小教材推廣是否可部分選擇中、南部國小?	本（110）年度因疫情之故，故以編寫老師就近推廣為優先。111 年度若再安排推廣，將以中南部優先考量。
	P.56 實體教具預計應用於哪一個主題課程?請說明。建議於擬應用之主題，將教具融入教案，完成新教案，並試教。	實體教具以配合已發展教案為優先考量，本計畫規劃發展完成後，以簡報 PPT 教材呈現搭配教具之使用方式。計畫規劃的教具構想有 8 組，110 製作的實體教具中，仿生鯊魚皮已完成教具試做，目前正發展教材中，預計配合水質與生活的主題。另一教具為運用濾紙辨別染料，目前持續測試中，預計配合食物顏色秀之主題。
林委員明瑞	計畫承辦單位各項工項有逐一落實推動，合於規定，值得嘉許！	感謝委員的認可。
	少了期初委員的審查意見回覆表。	各式審查意見回覆表會再補充於期末報告書中，謝謝委員提醒。
	建議圖號、表號改成阿拉伯數字序號。	感謝委員的建議，圖號與表號編號方式會依據化學局報告規定編排。
	30 頁表四有些室內課程主題請再審視斟酌，如：牽扯到企業名稱建議適當的隱藏，10.溫室效應與環保冷媒 建議改為全球暖化與環保冷媒。	感謝委員的建議，教材名稱修改或將企業名稱遮蔽這部分團隊這邊會再與化學局、編撰教材教師、企業討論，尋求最適切之呈現方式。

委員	委員意見	廠商回應
	<p>41 頁表八環境教育通識教材環境教育設施場所相關的主題，其中焚化爐、資源再生中心比例偏高，綠色化學的原則同質性偏高，可以考慮再多找一些不同類別的場域。</p>	<p>期中報告 41 頁表八部分為先前團隊在制訂進階教材主題時，委員建議可納入臺灣與綠色化學相關之環教場域，並邀請協助進階教材的編撰，然而在本計畫專家諮詢會議討論中，因綠色化學創新獎獲獎教師與企業排序分數較高，後續進階教材才優先以邀請獲獎教師與企業協助編撰為主。</p>
	<p>56 頁表 19 實體教具初步規劃 第 4 項木灰手工皂 成效如何請再評估。</p>	<p>謝謝委員提醒，該方案目前評估測試效果不甚理想，將再評估其他方案。</p>
	<p>67 頁倒數第四行，編撰綠色化學多元教育教材規劃，110 年為化工產業及綠色金融業；111 年為半導體以及金融策略產業，有關金融業的部分這兩年似乎有相同的內容，請詳加解釋，或另外再選擇不同的類別來撰寫。</p>	<p>四式產業綠色化學教材分別是(1)化工產業、(2)綠色金融、(3)半導體產業、(4)綠色化學產業應用，其中第(4)式教材的產業對象是從事金融相關人員，使其可瞭解並鏈結綠色化學產業應用發展需求及概念，於綠色金融相關決策中納入綠色化學理念。</p>
	<p>72 頁有關於綠色金融業教材講義概述現在還是處於文獻回顧階段，煩請把 COP26 格拉斯哥淨零排放金融聯盟，以及金融業赤道原則，不貸款給污染嚴重及排碳量大的產業和發電業列入撰寫內容。</p>	<p>謝謝委員建議，本計畫將依循委員建議彙整資料呈現，並滾動式修正調整教材內容。</p>
	<p>76 頁表 27 環境教育人員可適用綠色化學教材，建議能夠針對各類場域的需求來發展適用的綠色化學教材內容。</p>	<p>感謝委員建議。團隊將依專諮會決議之主題向下尋找是否有合適之環境教育場所可搭配介紹說明，以發展多元化主題之教材內容。</p>

委員	委員意見	廠商回應
	81 頁表 31 產業綠色金融需求問卷設計，應該能針對近年來淨零排碳、綠色能源需求、GHS 系統、綠色產品如何打入國際外銷市場，可能遭遇的問題及需要政府政策哪些方面的協助，以複選題的方式來做調查會比較合宜。	謝謝委員建議，明（111）年產業綠色金融需求問卷將滾動式修正，針對淨零排碳、綠色能源需求、GHS 系統、國際外銷市場策略與困境等融入問卷設計，並將需求分析等成果一併納入期末報告。
徐委員國鈞	綠色化學整合專區網頁是採由本計畫團隊提供內容資料，而由局裡網頁委外廠商，凌網科技上稿至網站；還是由本計畫團隊直接上稿至網站？若是採後者，請注意團隊所持有的網站存取帳號管理與人員安全管理，避免成為資安攻擊的跳板。	綠色化學整合專區網頁中相關資料上傳流程採由本計畫團隊提供內容資料，而由局裡網頁委外廠商-凌網科技上稿至網站，團隊與凌網科技將特別注意資訊安全相關設定及管理。
	綠色化學整合專區網頁註腳顯示係符合政府無障礙規範 2.0 A 級標章，但分支網頁內容有圖、表的顯示，並未符合無障礙網頁的相關規範，請再與凌網確認。	謝謝委員建議，這部分團隊將與凌網科技溝通討論修正，以符合政府無障礙規範 2.0 A 級標章規定。
	綠色化學整合專區每 2 個月應至少產出一篇文章，每篇至少 800 字，須經 3 位專家審查；每月應至少連結一篇新知，經化學局核准後分享至專區，請補充說明送審、張貼進度。	團隊目前委請一位外籍博士生蒐集並撰寫新知文章，並請一位本國籍博士生翻譯成中文新知，新知文章將數篇一同送化學局審核，待審核後才會上架至綠色化學整合專區。
	應用 FB、Instagram 等社群行銷媒體於計畫、活動推廣行銷，應設立營運績效，如觸及、文字訊息點擊次數、參與、影片觀看次數、故事曝光、負面反饋等，以能檢視網路行銷工作的有效性。	感謝委員建議。團隊後續會在報告中針對 FB、Instagram 等社群行銷媒體之營運績效，如觸及、文字訊息點擊次數、參與、影片觀看次數、故事曝光、負面反饋等進行成果呈現。
標題 4.4.8 過於冗長，請適當節錄內容破題。	感謝委員的建議，4.4.8 標題過於冗長問題會再修改於期末報告書中。	

委員	委員意見	廠商回應
	已經線上參與或規劃參與的國際會議，具體要達成的目標與達成質量化說明，請再補充說明。	感謝委員建議。團隊將會在後續報告中針對已經線上參與或規劃參與的國際會議添加質量化說明，以利委員了解該工項成效。
期末審查		
邱委員仁杰	執行團隊已執行多年綠色化學教育推廣計畫，亦產出多項教材，這些教材都有相當嚴謹的編纂及審核過程，值得推廣使用。建議能有系統地整理各項教材（含大專、小學），從建議使用者的背景、建議使用教授的科目等，讓產出的課程更容易查與使用。	感謝委員建議，本計畫團隊已於各式教材內加註教學使用指引。
	小學分級教材與實體教具的製作，選擇的體裁生活化、有趣化，建議在高年級施行，建議能在基礎課程中，對接講授綠色化學 12 項原則中，教材內容是符合哪一項原則，學生能對 12 項原則有較清楚的概念。	鑑於 12 原則對小學學生而言較不易連結，教材均會標示所融入課程的是對應哪些綠色化學實質內涵，以及屬於預防、永續、確保的哪個構面。以這樣的方式來呈現。
	辦理小學種子教師研習營，在其問卷分析中，有呈現對教學有幫助 56%）、未來一定會及可能會主動參與相關研習會比例相當高（95%），顯示參與學員對研習內容與教材是有興趣的。建議後續若有計畫，也能追蹤與運用所培訓地種子老師，協助推廣綠化學。	謝謝委員建議，遵照辦理。
	在大專之進階通識教材是以綠色化學應用創新獎之得獎作品為基礎，有一定深度，是否會與所謂通識課程悖離，建議再說明釐清。另進階通識教材教教結果有做 150 份問卷，	感謝委員建議，本計畫製作之進階通識教材是依據工項要求進行主題發想，並經由專家資會議討論決定主題，教材應用對象也是以專業系所為主。進階課程課程問卷分析請見 XXX 章節第 XX 頁。

委員	委員意見	廠商回應
	似未於期末報告中呈現，建議補充。也能藉由試教結果分析教材之合適性。	
	結論與建議章節中，未具體建議事項，建議可以補充。	謝謝委員建議，計畫團隊已重新撰寫結論與建議，請見第五章。
	相關教材及成果影片說有置於「化學局綠色化學專區」，惟上網查詢並未見內容，建議能有相關網址可供對應與查找。	感謝委員建議，本計畫編撰之教材及影片目前已交由化學局進行上簽流程，經主席裁示，待上簽流程結束後，另邀請相關專家委員進行開會討論成品呈現。
吳委員秋美	多項工作項目要求問卷分析（大專校院綠色化學通識教材推廣 500 份、進階課程教材試教問卷 150 份）、活動成果影片、動畫、紀影片、教學影片等，均未附於附件中或在報告中敘述執行成果，無法對照工項的質與量，有點可惜。另，工作項目歷經 3 次變更部分，亦建議在報告書中說明。	感謝委員建議，本計畫所產出之活動成果影片、動畫、紀影片、教學影片部分已交由化學局進行上簽流程，經主席裁示，待上簽流程結束後，另邀請相關專家委員進行開會討論成品呈現。另，工項契約變更部分，已於本報告書第三章第一節進行說明。
	小學教材推廣營隊活動的問卷分析結果顯示若干主題的認知率有待加強，團隊是否有進一步的教學推廣建議？	問卷結果呈現小學階段對綠色化學的十二原則不易理解，故未來傾向於以綠色化學的預防、永續、確保三大構面的實質內涵的概念來推廣。
	報告中執行情形多次提及”小學教育附件光碟”為何?請補充說明。	團隊提供報告書時，忘記提供小學教育附件光碟，實屬團隊行政失誤，還請見諒。
	編撰產業適用綠色化學教材部分僅敘述 4 項產業色化學的內涵，請補充教材形式、審查專家及審查期程，並說明教學影片的大致內容。	謝謝委員建議，已修訂補充於期末成果報告書中，請見第 4.3.3 節。

委員	委員意見	廠商回應
	有關工作團隊將另提與本計畫相關之創意回饋內容為何？是否已執行？	有關本計畫相關創意回饋為本計畫執行時提供局內活動辦理及資訊宣傳的相關建議，會遵照委員建議於報告書中說明。
	結論與建議章節建議仍應概略說明本計畫執行以來的各項成效、執行困難處，並提出未來進行教育推廣的具體建議，以利化學局政策擬定參考。	謝謝委員建議，計畫團隊已重新撰寫結論與建議。請見第五章。
何委員小曼	附件部分： 1. 附件一.標題請說是哪一項目的專家名單？而且有好 多項目的專家名單，為何只有此處放在附件？建議一 致。而且專家意見只有此處有呈現。 2. 附件三，此處問卷建議與其他項目放置位置一致，又 問卷使用五點量表，內容不宜使用疑問句，好幾題使 用”是否”建議刪除。	1. 專家委員名單會遵照委員建議進行位置調 整。 2. 謝謝委員建議，計畫團隊會按照委員建議進 行修正。
	P31. 編修審查會議，所列人員，與名單不符。	謝謝委員意見，團隊已修正補充說明。
	P.40.通識教材推廣，建議列出在哪些系所開課。	謝謝委員意見，團隊已修正補充說明。
	P.46 表 10，1.原子經濟性 ---- ()，請註明綠色原則	謝謝委員意見，團隊已修正補充說明。
	P.49，邀請大專教師開課，應未能進行，請說明。P.51 表 13 應不是此項目成果。	邀請大專教師開課表為疫情嚴重前團隊的規劃， 後續因疫情情勢稍有修正做法，團隊已修正補充 說明。
	P58.工作方法第二行，表 16，17 應是 17，18。	謝謝委員意見，團隊已修正補充說明。
	P.61 問卷分析，太多反向題目。什麼是綠色化學，Q1.只有 59%答對，題目可能應修改。	謝謝委員指正，本年度完成問卷將檢視具有反向 者，於爾後運用前予以修正。

委員	委員意見	廠商回應
	P.74.問題不宜使用”是否”，宜刪除。另請修改”觀眾”為”學員”較合適。	謝謝委員指正，本年度完成問卷將檢視具有疑問句者，於爾後運用前予以修正。
	.P79.專家名單，編撰過程及具體成果請補上。	感謝委員建議，將修訂補充於期末成果報告書中。
	P.86，圖 24 應是表 35，“將”刪除。表 35.”待邀請”部分刪除。	謝謝委員意見，團隊已修正補充說明。
	P91，問卷內容宜呈現	謝謝委員建議，詳見 4.3.3 節。
	P.119.沒有建議?很可惜。可以建議相關單位在法規面，執行面，主動進行配合綠色化學理念推廣之作為。	謝謝委員建議，計畫團隊已重新撰寫結論與建議。請見第五章。
	所設計各種教案，投影片，教學影片等，建議存於光碟送予於審查委員或相關單位，學校等查閱或使用。	感謝委員建議，本計畫所產出之活動成果影片、動畫、紀影片、教學影片部分已交由化學局進行上簽流程，經主席裁示，待上簽流程結束後，另邀請相關專家委員進行開會討論成品呈現。
林委員明瑞	計畫承辦單位各項工項有逐一落實推動，惟部分工作內容過於簡略，還可以再強化說明。	謝謝委員建議，團隊會在增加工作內容敘述。
	少了期初、期中委員的審查意見回覆表。	謝謝委員建議，已於成果報告書中補上。
	中英文摘要可以再做濃縮，可以加在要開始的 KPI 工作內容與後面的成果串寫在一起。	謝謝委員意見，團隊已修正。
	32 頁表 4、5 有些室內課程主題 第 7、8 課程名稱一直懸而未決，10.溫室效應與環保冷媒 溫室效應對地球的生存是必要的，是過度增強不好，建議改為全球暖化與環保冷媒。	感謝委員建議，本計畫所產出之活動成果影片、動畫、紀影片、教學影片部分已交由化學局進行上簽流程，經主席裁示，待上簽流程結束後，會再邀請相關專家委員進行開會討論部分教材名稱訂定規範。

委員	委員意見	廠商回應
	<p>大專校院綠色化學通識教材推廣成效宜簡單說明推動成效如何，不是只有單列推廣時間表 6。4.1.2 節撰寫的綠色化學大專校院進階課程教材，執行成果只列出了表 13 四門課程，宜加強說明為何進階課程是這四門課程，包括這課程的重要性、必要性及內容。</p>	<p>謝謝委員建議，團隊後續再成果報告書補上推動成效，進階通識教材主題是經由本計劃專家會議討論後之決議。</p>
	<p>4.2 節綠色化學小學教材推廣及實體教具製作，有列出表 16 綠色化學教材的推廣地點、課程方案名稱、授課教師，但執行成果只有活動照片，課程內容為何，難以看出端倪。雖有營隊評量單，也沒有看到參與者真正的回饋問卷及活動成果。</p>	<p>小學教材推廣之課程內容為 108-109 年度所建置之教材，本年度並未特別進行回饋意見調查，後續推廣將評估進行回饋問卷的可行性。</p>
	<p>4.2.3 節設計推廣綠色化學小學實驗教具，雖有執行成果，但是端看內容難以了解如何製作及其傳達的教學目標為何。</p>	<p>謝謝委員指正，將於修訂稿中補充各教具的教學目標。</p>
	<p>67 頁 4.2.4 節製作綠色化學小學融入環境教育教材，只看到表 23，各主題課程宜稍加敘述課程內容。</p>	<p>將補充內容資料至修正稿中。</p>
	<p>4.2.5 節 綠色化學小學教師種子培訓營，有進行問卷分析呈現培訓成果，值得嘉許！</p>	<p>謝謝委員肯定。</p>
	<p>86 頁表 35 環境教育人員適用教材編撰者第三位受邀人還在邀請中，到底怎麼回事？</p>	<p>謝謝委員意見，團隊已修正。</p>
	<p>92~95 頁有做綠色金融的電訪執行成果之問卷分析，值得嘉許！各題項只要有效顯示總平均值或是了解程度及同意</p>	<p>謝謝委員指正與建議，將另製作一問卷分析統計表，呈現執行成果平均值，顯示其相關問卷內容瞭解程度、或是現階段的執行現況。</p>

委員	委員意見	廠商回應
	程度為多少就可以了，不需要進行各個題項各選項彼此之間的比較。	
徐委員國鈞	未附期中審查意見處理情形的追蹤。	謝謝委員建議，已於成果報告書中補上。
	綠色化學整合專區資安、無障礙的優等的意義？ 是否符合系統防護等級？ 是否符合無障礙 AA？ 偵測網頁被竄改的功能是由計畫團隊或化學局的資訊單位處理？	感謝委員建議，化學局針對其轄下所有專區網頁每年都會進行資安以及無障礙測評，本計畫團隊皆配合局內進行處理，綠色化學整合專區相關防護等級、無障礙等級以及偵測網頁被竄改的功能皆由化學局資訊及凌網科技協助規劃處理。
	綠色化學採主題式分類架構，搜尋功能就很重要，但宜僅限站內搜尋，且不宜將官網以外搜尋結果放前面，以免有非權責的不當網頁內容，造成使用者錯誤認知。	感謝委員建議，團隊會將委員建議提供給化學局資訊及凌網科技，請其協助規劃處理
	大專通識課程講義編撰老師適任的標準與考核的方式，以及是否有補救或輔導方式？	感謝委員建議，本計畫所產出之活動成果影片、動畫、紀影片、教學影片部分已交由化學局進行上簽流程，經主席裁示，待上簽流程結束後，會再邀請相關專家委員進行開會討論部分教材名稱訂定規範。
辦理營隊的有效性？普遍性？有無亮點？ 如營隊辦理對學童個人、老師或學校的效果？ 如國小營隊活動均集中在臺北市或新北市學校？	由營隊的回饋分析，絕大多數參與者皆給予正面肯定。營隊參與者遍布北中南部，甚至海外，故普遍性無庸置疑。本計畫採事先寄送材料包、線上帶領實驗以及桌上遊戲的方式，雖非獨創，仍具備亮點。	

委員	委員意見	廠商回應
	<p>新知報過於集中，本年度 8 篇均集中在 111/8/05 貼文，無助網站使用者黏著度，不利於網站經營。</p> <p>筆誤或編排格式問題。</p> <p>A 期末報告簡報多處參考期中報告，如 p.14 ”詳參期中報告書 4.1 節 p.27”、p.27 ”詳參期中報告書 4.3.5 p.100”、p.29 ”詳參期中報告書 4.4 p.92”、p.39 ”詳參期中報告書 4.2 節 p.47”、p.40 ”詳參期中報告書 4.2.1 節 p.53”、p.71 ”詳參期中報告書 第 5 章 p.103”。</p> <p>B 標題 4.4.8、標題 4.5 宜再確認圖名是否適當。</p> <p>C c、圖 40 與圖 41、圖 44 與圖 45 圖名相同。</p> <p>D d、圖 29、圖 31、表 4、表 25、表 26、”表四十八”圖表名過長或格式錯誤。</p> <p>E e、p.附件-IV “一、…環境友善之鍊結”</p>	<p>感謝委員建議，本計畫提供之新知文章目前能在化學局進行上簽流程，後續核定後會再盡速更新。</p> <p>謝謝委員意見，團隊會進行修正。</p>
	<p>P.19 “活動辦理後取得部分講座授課錄影資料與簡報，開放至化學局網頁及 YouTube 平臺予以分享”，統計 YouTube，大部分使用率低，應可再加強推廣。</p>	<p>感謝委員建議，團隊會在針對錄影資料及教材進行加強推廣。</p>
	<p>報告宜再強調從上期到本期精進部分？以及對綠色化學教育未來的發展規劃？</p> <p>如中等學校的綠色化學教材與推廣？社區中老年人部分？</p>	<p>謝謝委員意見，團隊會進行修正。針對中等學校以及社區中老年人的教材與推廣，將成下期計畫推廣目標。</p>

附件

附件一、專家諮詢會專家委員名單

姓名	單位	職稱	專長
邱仁杰	教育部資訊及科技教育司	副司長	第 1、2 屆大專校院綠色化學創意競賽評審委員
黃琴扉	國立高雄師範大學 科學教育暨環境教育 研究所	副教授	環境教育、環境教育師資培育、化學教育與環境教育
邱雅莉	武功國小	校長	臺北市國小環境教育輔導團團長
曾振富	金華國小	校長	臺北市國小自然輔導團團團長自然領域教學、綠色化學
賴麗雯	信義國小	校長	基隆市國小環境教育輔導團團長
許瓊丹	中華民國化學工業責任照顧協會	秘書長	第 1 屆大專校院綠色化學創意競賽評審委員
曾繁銘	臺灣化學產業協會	秘書長	第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽評審委員、

附件二、專家諮詢會會議紀錄

姓名	單位	職稱	會議建議
邱仁杰	教育部資訊及科技教育司	副司長	<ul style="list-style-type: none"> ● 小學綠色化學教材搭上防疫措施來編撰非常貼切，在未來推廣具有一定效果。 ● 教材應做出有別於過去環教教材，建議加入綠色化學原理與概念於其中，充分說明在製造、使用、廢棄過程如何符合綠色化學原則。 ● 關於酒精、次氯酸鈉等專有名詞是否足以讓小學生理解，應多加斟酌，且主題如何與小學課程銜接應考量。 ● 應說明酒精、次氯酸鈉的綠色化學概念屬於 12 項綠色化學原則的哪一項，可從消毒、基本化學原理延伸在使用過程中綠色化學的概念切入。 ● 建議小學教材編撰教師加入一至二位大學教師協助專業知識背景的檢視，讓教材內容更完備。 ● 建議回顧過去教育部綠色夥伴學校中的教材與教案，以做出更符合綠色化學概念的教材。 ● 建議邀請南部環教輔導團協助參與、推廣小學教材。 ● 建議註明大專校院進階教材所適用的範圍、課程、系所。 ● 建議產業綠色化學教材擴大，納入環境工程業。
黃琴扉	國立高雄師範大學 科學教育暨環境教育研究所	副教授	<ul style="list-style-type: none"> ● 教材主題中關於木灰手工皂的部分，建議可用木灰水進行初步去油，降低後端清潔劑的使用，也就是先用較為天然的方式清洗，減少後端化學物質的使用，以呼應綠色化學的概念。

姓名	單位	職稱	會議建議
			<ul style="list-style-type: none"> ● 酒精課程建議可與國小五六年級數學課程做銜接，加強濃度配置概念與技巧的學習，並加入綠色化學 12 原則「思危」的概念，讓學生提前思考到酒精的危害性。 ● 盤查焚化廠是否有加輔佐劑、建立節能裝置等措施，讓環境教育場域可符合不同綠色化學 12 原則。 ● 環境教育人員教材建議聚焦放在環教人員環境教育教材教法，提升教材推廣性，然而針對小學教材教具建議放在教育部相關的環境教育人員訓練課程中，依照教材受眾不同而有不同的教材推廣規劃。
邱雅莉	武功國小	校長	<ul style="list-style-type: none"> ● 建議在小學教材中加強綠色化學的概念，讓實務現場老師學習較為深入的化學內涵。 ● 環教設施場域建議第一銀行綠色金融教育館、盟鑫永續綠色工程教育園區、春池環境資源再生教育學堂，並推薦國立成功大學食品安全衛生暨風險管理研究所陳容甄助理教授及嘉南藥理大學藥學系李冠漢教授、工業技術研究院產業科技國際策略發展所劉致中組長、國立臺北科技大學分子科學與工程系暨有機高分子呂良賜教授協助大專校院進階課程教材編撰。 ● 產業綠色化學教材建議加入廢棄物處理業。 ● 環境教育人員教材建議生活中的染料此主題。
賴麗雯	信義國小	校長	<ul style="list-style-type: none"> ● 環教設施場域建議可參考第一屆綠色化學創新及應用獎獲獎優良企業-中臺資源科技股份有限公司，主要從事含汞廢棄物與廢照明光源資源化處理工作。

姓名	單位	職稱	會議建議
			<ul style="list-style-type: none"> ● 關於未來綠色化學教材以防疫三要素為主符合教育現場需求，但綠校網中關於環保清潔劑製作的環境教育教材不少，建議要加入綠色化學 12 項原則連結說明和教學設計，以符合綠色化學多元教育教材推廣主旨。
許瓊丹	中華民國化學工業責任照顧協會	秘書長	<ul style="list-style-type: none"> ● 在生活中養成綠色環保習慣是最好的策略，對於國小融入環境教育是很正確做法。 甲、製造手工皂，以廢食物油做為原料符合綠色化學，以木灰為取代肥皂也符合綠色化學理念。小心進行皂化反應的安全性 乙、疫情期間，酒精消毒是必備的化學品，讓學生瞭解正確稀釋酒精方法，讓學生瞭解使用酒精安全作法。 丙、使用再生紙是減少資源使用，注意提醒學生製作時的安全事項。 ● 環教場域建議臺泥和平開放生態循環工廠、亞福儲能，並推薦劉致中組長、臺大陳賢燁教授協助編撰大專校院進階課程教材。 ● 產業綠色化學教材建議加入半導體業含封裝業，因為臺灣在晶圓代工和封裝產業領先全球，關鍵化學材料都正在轉型綠色材料。 ● 環境教育人員教材以生活化題目最好，先深入瞭解選擇題目的綠色取代和環保、安全相關議題，用生活化的例子解釋綠色化學。
曾繁銘	臺灣化學產業協會	秘書長	<ul style="list-style-type: none"> ● 提案一 1. 針對小學生設計的課程內貼近時事，與生活連結，非常不錯。建議未來可加入防蚊液、防曬乳、水的安全使用等主題。 2. 編撰教師團隊可考量南北區域的平衡分配。

姓名	單位	職稱	會議建議
			<p>3. 建議安排一至二位大學教授作為教材學理的支援。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提案二 對於 QSAR 的推廣其實很贊同，但建議如果只是兩小時的課程，大概只能僅止於非常簡單的介紹。可是 QSAR 對於化學物質登錄是重要的課題，需要毒理的概念。環工、化工的同學沒有毒理的背景，未來是否可以建立一套較系統性的課程，協助未來執行化學物質登錄所需的基礎認知。 ● 提案三 產業綠色化學教材建議加入化工業。光電與半導體產業由於供應鏈要求，已經要求上游的化工業提供低毒等符合綠色化學概念的物質替代。至於紡織與染料業，部分較不具研發能力的業者可能需要協助，但基於法規要求，也已著手進行改善。上述業者，為化學物質使用者，生產化學物質的化工業在課程規劃上更應該被考慮列入。 ● 提案四 環境教育人員教材建議融入生活議題。
結論	<p>一、 小學綠色化學融入環境教育教材應盤點現有小學環教教材，並強化綠色化學低毒、安替、防廢、環境友善之鍊結。</p> <p>二、 大專校院通識教材依據專家及研究團隊建議邀請編修。進階教材規劃主題（課程名稱待定）及編撰教師邀請分別為</p> <ul style="list-style-type: none"> （一） 化學品租賃-工業技術研究院產業科技國際策略發展所劉致中組長。 （二） 原子經濟性、觸媒催化-國立成功大學化學工程學系陳志勇教授。 （三） 化工材料綠色製程-國立臺灣大學化學工程學系陳賢燁教授。 		

姓名	單位	職稱	會議建議
			<p>(四) 電池綠色回收再利用-亞福儲能。</p> <p>(五) 石墨烯綠色製程開發-安炬科技、中原大學化學工程學系劉偉仁教授。</p> <p>(六) 生物炭的綠色永續-國立成功大學化學系林弘萍教授</p> <p>(七) 鈣鈦礦太陽電池製程安替-國立清華大學化學工程學系衛子健教授。</p> <p>(八) QSAR 的綠色效應 (題目待定)-編撰教師待訂。</p> <p>三、 產業綠色化學教材可加入化工業、半導體業、廢棄物處理業等環境工程議題規劃。</p> <p>四、 環境教育人員教材以生活中的綠色化學作為發展主軸。</p> <p>五、 教材簡報與講義格式同意依據研究團隊規劃之原則。</p>

附件三、教師培訓營問卷與課程試教問卷

培訓營回饋問卷	
性別： <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女 單位（公司/學校）：身分別： <input type="checkbox"/> 老師 <input type="checkbox"/> 其他	
請問您如何得知此培訓營訊息？ <input type="checkbox"/> 化學局網頁 <input type="checkbox"/> 校園公告 <input type="checkbox"/> 同事告知 <input type="checkbox"/> 其他 請問您為何想參加此培訓營？ <input type="checkbox"/> 主題有趣，吸引人 <input type="checkbox"/> 對就業有幫助 <input type="checkbox"/> 講者有名，說話風趣 <input type="checkbox"/> 對學習有幫助 <input type="checkbox"/> 長官交代要來 <input type="checkbox"/> 其他 希望未來舉辦哪種類型的培訓營？ <input type="checkbox"/> 搭配生態園區導覽 <input type="checkbox"/> 搭配廠區導覽 <input type="checkbox"/> 其他 未來有相關研習會會主動參加嗎？ <input type="checkbox"/> 一定會 <input type="checkbox"/> 可能會，看主題/時間/地點 <input type="checkbox"/> 不一定 <input type="checkbox"/> 一定不會	
請針對下列問卷題目，依實際狀況勾選最適合的打✓	
問題	非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意
主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	主題與內容相符 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	主題設定佳，因合乎自身需求 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
安排	本研習會舉辦之時間方便參加 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	地點明確，易於前往研習會場地 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	研習會場地內部規劃恰當 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	整體流程規劃流暢 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	本研習會之講師用心準備，獲益良多	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	研習內容對於我專業知識的成長相當有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	研習內容對於我教學現場的應用相當有幫助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
如果下次還有機會參加類似活動，您還會參加嗎？		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
本次培訓營對我而言最大的收穫在於 （請依照收穫多寡排序，1 為最多、2 為次之、3 為最少） <input type="checkbox"/> 專業知識的成長 <input type="checkbox"/> 現場教學的應用 <input type="checkbox"/> 與他校教師的交流 其他建議及感想：					

108 年度綠色化學實際試教回饋問卷	
性別： <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	
1. 希望未來舉辦哪種類型的課程？ <input type="checkbox"/> 搭配園區/廠區實境導覽 <input type="checkbox"/> 其他	
2. 聽完此次授課，請問您覺得課程中涉及綠色化學 12 原則為哪幾項？（可多選）	
<input type="checkbox"/> 1. Prevent Waste-防止廢棄物 <input type="checkbox"/> 2. Atom Economy -發揮最大的原子經濟 <input type="checkbox"/> 3. Less Hazardous Synthesis -設計危害性低的化學合成 <input type="checkbox"/> 4. Design Benign Chemicals -設計安全化學物質 <input type="checkbox"/> 5. Benign Solvents & Auxiliaries -使用較安全的溶劑和反應條件 <input type="checkbox"/> 6. Design for Energy Efficiency -增加能源效率 <input type="checkbox"/> 7. Use of Renewable Feedstocks -使用可再生的原料 <input type="checkbox"/> 8. Reduce Derivatives -避免化學衍生物 <input type="checkbox"/> 9. Catalysis （vs. Stoichiometric） -使用觸媒而非化學當量的藥劑 <input type="checkbox"/> 10. Design for Degradation -設計使用後能分解的化學藥劑和產物 <input type="checkbox"/> 11. Real-Time Analysis for Pollution Prevention-瞬時分析以防污染 <input type="checkbox"/> 12. Inherently Benign Chemistry for Accident Prevention-使發生意外的可能降到最低	
問題	非常同意 同意 普通 不同意 非常不同意

主題	能夠增進自我綠色化學相關知識提升	<input type="checkbox"/>				
	主題與內容相符	<input type="checkbox"/>				
	主題是否淺顯易懂，能夠適當的吸收知識	<input type="checkbox"/>				
	主題設定佳，因合乎自身需求	<input type="checkbox"/>				
內容	講師講說清楚明瞭，易於理解	<input type="checkbox"/>				
	授課講師用心準備，獲益良多	<input type="checkbox"/>				
	授課內容可定位為通識課程	<input type="checkbox"/>				
	授課內容能與生活結合	<input type="checkbox"/>				
	授課後，對於「綠色化學」的基本認知是否清楚	<input type="checkbox"/>				
	授課後，對於「綠色化學 12 條原則」認知是否清楚	<input type="checkbox"/>				