



理事長的話

王凱中 / 捷博科技股份有限公司 董事長

各位先進、各位長官：

2020年已全新展開，新年新希望，凱中在此預祝各位先進及長官新的一年事事順利、心想事成。

光陰似箭，凱中接任本屆理事長任期已屆滿二年，期間承蒙各位的支持與鼓勵，特此感謝。

本協會跨足環境、安全與衛生三大領域，會員成員涵蓋產、官、學三大族群，本協會將持續就此三大領域與三大族群進行融合，藉由專題演講、出版會刊、定期聚會等活動，就此三大領域與三大族群共同來整合與發展。

協會持續推動資深會員之回歸並號召新血輪之世代交替，期能讓更多成員來參與會務，讓會務更加蓬勃發展。

本期會刊收錄多篇與環境、保健及生活相關之議題，以供各位先進參考。本會未來將持續關注各項環安衛議題，繼續為大家提供大眾關切議題的報導，並繼續為大家扮演溝通、交流與議題推動的角色。

最後，再次感謝各位先進對本屆會務的協助，並祝福所有會員及家人身體健康、本會會務興隆，更期望各位先進持續對本會之參與及指教。



Contents

目錄

■ 理事長的話 王凱中	1
■ 專題報導	
1. 如何早期發現及診斷兒童肝病？ 黃一菲.....	3
2. 運動健身中心室內空氣品質之改善評估 楊朝行、盧明俊、林芳稼、陳妍如、黃靖傑	5
3. 獵人學校與原民文化主題觀光 陳泰安、劉仔珊、劉仁傑	13
4. 大眾運輸導向發展 (TOD) 及地鐵聯合開發 - 新加坡的案例初探 林永盛	24
5. 以離子共沉降技術處理及回收含二氧化矽冷卻水及含鎂廢水 黎金敏、楊博名、陳敬遠、高志明	32
6. 循環塑膠再利用及生質材料之發展與替代 黃顯凱	41
■ 會務動態	
中華環安衛科技協會 第十二屆第四次理監事聯席會 - 會議紀錄	48

會刊編輯委員會

主任委員 / 王凱中
總編輯 / 洪兆宏
編輯 / 劉海平

會 址 / 高雄市前鎮區一心一路 243 號 4F 之 1
聯 絡 處 / 高雄市前金區中正四路 211 號 23 樓之 1
電 話 / 07-2156151
傳 真 / 07-2153609



如何早期發現 及診斷兒童肝病？

黃一菲 主治醫師
高雄柏仁醫院 兒童胃腸肝膽科

「肝若不好，人生是黑白的」是句耳熟能詳的話。的確，肝臟有許多功能：主要有：一、代謝功能：飲食中的各種營養物質從腸道吸收後都是在肝臟中進行新陳代謝的，包括醣類、蛋白質、脂肪、維他命、藥物及荷爾蒙等；二、解毒功能：進入腸胃道的各種外來物質或是腸胃道產生的有毒物質（如：氨）皆經由肝門靜脈流入肝臟內。這些物質在肝細胞內經過幾道解毒程序後轉變成無毒物質，再由尿液或膽汁中排出體外，所以肝臟的另一功能就是排泄功能：肝臟製造的膽汁可以促進腸胃道對一些營養的消化吸收，之後排出體外。但若無法排出，堆積在肝臟，就會對肝細胞造成損傷。所以當肝臟無法正常運作了，身體中重要的營養素就無法被吸收以及合成，毒素就無法代謝、排除，也就難有繽紛的生命。因此我們如何能夠早期發現兒童肝臟出現了毛病了呢？

一、是否有家族史：

1. 母親是否有 B 型肝炎或 C 型肝炎：

B 型肝炎：若懷孕媽媽有 B 型肝炎，B 型肝炎雙陽性母親（表面抗原及 e 抗原均陽性）及病毒量高於 HBV DNA > 107 COPIES/ml，可於懷孕第三期服用抗 B 型肝炎病毒藥物，且於小朋友出生後 24 小時內盡快施打一劑 B 型肝炎免疫球蛋白及 B 型肝炎疫苗，之後再施打二劑的 B 型肝炎疫苗（小朋友一個月及六個月大時），以避免垂直感染給小朋友。若懷孕媽媽有 B 型肝炎，但僅表面抗原陽性、e 抗原陰性，雖然傳給小朋友的機率較低約 5-10% 左右，但為了徹底減少 B 型肝炎垂直感染的機會，從去年七月一日開始小朋友也可健保給付施打一劑 B 型肝炎免疫球蛋白及 B 型肝炎疫苗。但即便如此，小朋友一歲時，仍需請醫師檢查是否有被傳染 B 型肝炎及是否有 B 型肝炎抗體。若小朋友不幸得到 B 型肝炎，則需每年追蹤 1-2 次，包括理學檢查、血液檢

查與超音波檢查，切勿覺得每次追蹤都沒什麼變化就中斷了追蹤。

至於C型肝炎，若媽媽已知有C型肝炎，目前已有很好治療C肝的藥物，治癒率都超過九成，可先治療完再懷孕，若懷孕之後才得知有C型肝炎，C型肝炎母子垂直傳染率雖不像B型肝炎那麼高，但仍約有5-10%，小孩約一歲左右也需驗血看是否受到感染。若不幸小朋友感染了C型肝炎，則與B型肝炎患童一樣須定期追蹤，若必要可使用干擾素或抗病毒藥物，只是有些藥物要十二歲以上才可使用。

2. 家族中是否有一些較罕見的肝臟疾病或代謝疾病，比如威爾森式症以及自體免疫的疾病等等。

二、是否有危險因子：

1. 十幾歲的青少年正值叛逆的階段，刺青、濫用毒品或藥物以及不安全的性行為也可能是B型肝炎或C型肝炎的傳染途徑。
2. 是否常服用成藥或來歷不明的藥物，許多藥物都需要經過肝臟代謝、轉化以及吸收。常服用來歷不明的藥物，除了增加肝臟的負擔之外，有些藥物也會對肝臟造成損傷。
3. 此外，台灣隨著西化飲食的普遍，兒童肥胖的盛行率也逐年升高，根據教育部「學生健康檢查資料」，2016年國小及國中過重及肥胖比率各為28.1%及29.5%，其中國小男童及女童過重及肥胖比率分別為31.9%及24.1%，國中男生及女生過重及肥胖比率各為33.3%及25.2%。而肥胖就容易有非酒精性脂肪肝以及肝功能異常的情形。而治療非酒精性脂肪肝的病童，最有證據力、有效且安全的方法是一良好的體重管理，亦即飲食型態（健康導向的飲食習慣）及生活型態（多運動、減少靜態及使3C產品的時間）的改變。

三、是否有症狀：

1. 新生兒時期，須注意嬰兒大便的顏色，善用健康手冊中的嬰兒大便卡，若有淺黃色大便即應及早就醫，切勿等大便全白才就醫，以免錯過一些疾病治療的黃金時間。此外若出生14天仍有黃疸，需檢驗直接膽紅素與總膽紅素。
2. 當肝臟發炎時可能會有發燒、腹部不適、食慾不振、全身無力、疲倦、嘔吐、黃疸、茶色尿等症狀。雖然大多肝病的患者並無任何症狀，但若有這些情況出現，仍需請醫師檢查一下。
3. 幫兒童洗澡或按摩時，有無在右上腹摸到腫塊。

如果能注意以上幾點，提高警覺及早就醫，就能早期發現及診斷兒童肝病；然而一旦診斷出肝臟有疾病，也並非人生就是黑白的，只要與你所信任的兒童肝膽專科醫師密切合作，長期追蹤並適時給予適當的治療，人生依然可以是多姿多彩的。

運動健身中心室內 空氣品質之改善評估

楊朝行，嘉南藥理大學運動管理系助理教授
盧明俊，嘉南藥理大學環境資源管理系教授
林芳稼，嘉南藥理大學環境資源管理系四技生
陳妍如，嘉南藥理大學環境資源管理系四技生
黃靖傑，嘉南藥理大學環境資源管理系四技生

摘要

室內環境汙染已成為人們生活、工作和娛樂中的關注話題。家居及辦公室內環境的汙染相對比較容易引起人們的重視，而健身鍛煉時所處的環境常常會被人忽視。室內微生物汙染物包括細菌、真菌、傳染病毒，在通風不良的室內空氣中可能有較多的致病微生物存在，當這些生物性物質或是其產物經由各種動力懸浮於空氣中，公共場所流動人員較多，亦影響該環境的空氣品質；若是這些懸浮微粒粒徑小至可經呼吸道進入人體時，健身運動者及工作人員的健康將受到威脅，生物氣膠在空氣中四處擴散，若是具有致病者則微生物會很快經由空氣蔓延開來而出現病例。因此本研究選擇較屬密閉式或半密閉式的運動健身中心為主要的研究地點，定量分析運動健身中心之環境中生物氣膠之含量外，亦進行現場檢測室內空氣品質因子，得知測試區域之室內空氣品質情形，且期望能藉由通風及二氧化氯與氣霧水方式達滅菌效果。經研究結果顯示，生物氣膠與PM₁、PM_{2.5}、呼吸性粉塵、TSP皆呈正相關，因此，降低空氣中的粉塵即能減少生物氣膠濃度，而氣霧水控制方法可有效的捕捉空氣中的粉塵使之沉降，進而能有效地降低生物氣膠濃度。而運動健身中心在空氣品質改善上，可建議不定時的補充氣霧水在該空間內，但若擔心氣霧水造成室內濕度高導致運動者不舒服則可以使用二氧化氯消毒劑去做消毒改善，進而達到對環境中各種微生物切斷傳染的源頭，保護健身運動員及工作人員之衛生安全，藉以讓健身運動者更安心。

[關鍵詞] 運動健身中心、室內空氣品質、消毒

一、前言

近年來，國際日益關注室內空氣品質與健康的研究，相關方面研究的文獻在數量和品質上均逐步提高。室內環境汙染已成為人們生活、工作和娛樂中的關注話題。家居及辦公室內環境的汙染相對比較容易引起人們的重視，而健身鍛煉時所處的環境常常會被人忽視。而為了讓民眾在公共場所活動時有好的品質及安全，我國行政院環境保護署於中華民國 106 年 1 月 11 日公告「應符合室內空氣品質管理法之第二批公告場所」⁽¹⁾，其中也包含了運動健身場所，可知研究健身房室內環境問題具有重要的意義。因此本研究選擇較屬密閉式或半密閉式的運動健身中心為主要的研究地點，利用環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法及室內空氣中真菌濃度檢測方法定量分析運動健身中心之環境中生物氣膠之含量外，亦進行現場檢測室內空氣品質因子（例如：溫度、相對溼度、照度、風速、PM1、PM2.5、PM10、TSP 等），得知測試區域之室內空氣品質情形。

現在建築物普遍採用空調設備，使建築物空間內之使用人與室外環境相對隔絕，從外進入室內的空氣有限，不足以代換室內的二氧化碳與其他空氣汙染物，致使室內空氣中漂浮大量的生物氣膠，而致病微生物就是附著於塵埃、飛沫等進行多種傳染性疾病的傳播。空氣汙染是影響健身環境的主要因素之一，經常在受汙染的環境下運動健身，機體吸入的有毒物質會更多，容易誘發、加重呼吸和心血管及神經系統疾病，加大對身體的損害⁽²⁾。

室內微生物汙染物包括細菌、真菌、傳染病毒，在通風不良的室內空氣中可能有較多的致病微生物存在，當這些生物性物質或是其產物經由各種動力懸浮於空氣中，公共場所流動人員較多，亦影響該環境的空氣品質；若是這些懸浮微粒粒徑小至可經呼吸道進入人體時，健身運動者及工作人員的健康將受到威脅，生物氣膠在空氣中四處擴散，若是具有致病者則微生物會很快經由空氣蔓延開來而出現病例。空氣中無固定之微生物群，一般情況下空氣缺乏微生物能利用的養分，因此它不能在空氣中生長繁殖。空氣微生物通常以氣溶膠形式存在⁽³⁾。空氣微生物群及生物性顆粒都是暫時懸浮於空氣中，以小顆粒形式存在。空氣中生物性顆粒來源於土壤、灰塵、水體、植物、動物和人類本身，生物氣膠有傳播範圍及暴露無可見性之特性，都會造成空氣中生物氣膠的改變及空氣生物汙染含量皆與人體疾病常有相關⁽⁴⁾，尤其台灣位處亞熱帶氣候溫暖潮濕，極適合微生物生長，因此空氣中經常佈滿著源自植物表面所產生的真菌孢子和細菌。當氣流擾動時，空氣中的真菌孢子會隨著氣流自戶外吹進室內，而孳生於建築物的通風或空調系統中，尤其是附著於空調系統的濾網，若無定期清洗或更換，此時附著在表面的

微生物，又將隨著循環空氣流至建築物內任何角落，而凝結滋長形成黴斑。這些黴菌粒徑約在 $3\mu\text{m}$ 左右，特別容易沈積於人體呼吸系統，會對人體健康構成威脅⁽⁵⁾。雖然運動有益於身體健康，人群在運動時人體血流較快、呼吸量大、對空氣品質的要求就會更高。因此，我們必須對運動健身中心進行空氣品質的監測，且本研究期望能藉由通風及二氧化氯與氣霧水進行空氣的消毒，進而使用極低濃度即可達到對環境中各種微生物切斷傳染的源頭，保護健身運動員及工作人員之衛生安全，藉以讓健身運動者更安心。

二、研究方法及步驟

1. 研究方法概述

本研究以嘉南藥理大學運動健身中心作為研究對象（如圖 1），並利用環檢所公告之室內空氣中細菌濃度檢測方法（NIEA E301.15C）與室內空氣中真菌濃度檢測方法（NIEA E401.15C）定量分析運動健身中心環境中微生物之含量外，亦進行現場檢測室內空氣品質因子（如：溫度、相對溼度、風速、二氧化碳、PM2.5、PM10、TSP 等）。得知測試區域之微生物污染情形之後，再使用自行研發之二氧化氯、氣霧水及通風方式應用於運動健身中心內活動空間，並探討其消毒方式及消毒濃度對環境生物性污染物存活之影響及殺菌效果，從而切斷病毒微生物的傳播途徑，控制傳染疾病流行。

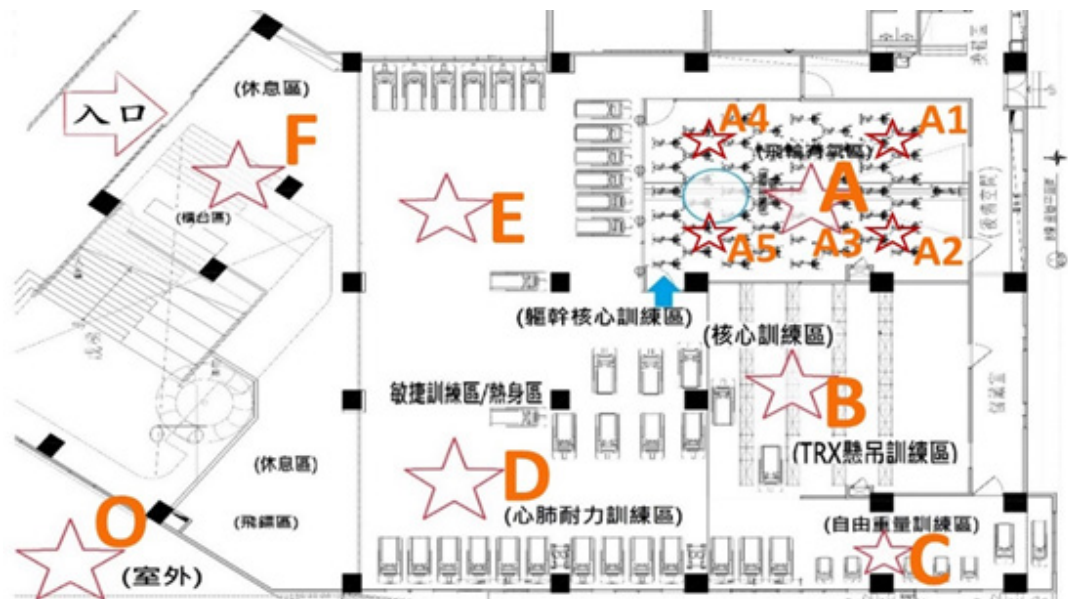


圖 1 運動健身中心採樣圖（★採樣點；○施藥點；→出入口）

2. 實驗步驟

基於前述之研究方法，本研究研究進行流程圖如圖 2，其細節分別說明之：

- (1) 本研究將使用微生物空氣採樣器，採樣佈點按室內面積 $\geq 30\text{m}^2$ ，在各訓練區設一點及櫃檯和室外處共設七個採樣點，均距牆 1m；室內面積 $\leq 30\text{m}^2$ ，所採集之點置於呼吸帶的高度。
- (2) 針對此運動健身中心內殺菌消毒前之空氣中細菌、真菌含量進行檢測取得背景值；檢測時採用微生物空氣採樣器 (MAS-100 Eco Microbial Air Sampler (Merck, Germany, 100L/min) 在不同時間點對所測空間環境的空氣進行定時定量採集空氣樣本，抽取定量之空氣流量為 100 公升 / 分鐘將其衝擊至培養基中進行樣本之採樣，其採樣時間依環境中生物氣膠濃度經培養後，採用平板計數法記取原始空氣中微生物的菌落數，作為殺菌消毒前的對照組。
- (3) 獲得原始菌落數後，以使用自行研發之二氧化氯、氣霧水及通風方式對選定之公共場所進行減菌效能評估。以氣霧機氣霧方式將二氧化氯、氣霧水散佈於整個室內之空間比較兩者之間對於減菌與空氣中懸浮微粒濃度之影響。根據美國勞工安全衛生部 (US OSHA) 與職業安全衛生研究所 (US NIOSH) 對於二氧化氯氣體濃度的法規規定：八小時平均時量容許濃度⁽⁶⁾ (TLV-TWA) 為 0.1ppm (相當於 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$)；在八小時工作時間，任意 15 分鐘內的最高氣體平均濃度值 (TLV-STEL) 為 0.3ppm (相當於 $0.9\text{mg}/\text{m}^3$)⁽⁶⁾，初步選定 $0.3\text{mg}/\text{m}^3$ 氣態二氧化氯殺菌消毒濃度，殺菌時間則初步確定為運動健身場所營業時間，最終的期望能獲得在較低的殺菌濃度、合理的殺菌時間內，殺菌消毒效果最好。
- (4) 統計分析方法：利用 SPSS 套裝軟體進行統計分析，以成對 t 值檢定 (paired t test) 分析來探討各項影響因子對於室內生物氣膠濃度改變量之關聯性。



圖 2 研究進行流程圖

三、結果與討論

嘉南藥理大學運動健身中心的設置如圖 1 所示，於各採樣點分別進行空氣品質檢測情況，其未進行控制方法之生物氣膠污染情形結果如表 1 所示。由於 A 採樣點飛輪教室為該運動健身中心中相對密閉的空間，因此以該場所進行通風、氣霧水及二氧化氯消毒等控制方式進行改善以評估其滅菌效率，而後可應用於整個運動健身中心，針對健身房細菌的移除與殺菌效果如圖 3a 所示，針對健身房真菌的移除與殺菌效果則如圖 3b 所示。

表 1 運動健身中心未進行控制方法之生物氣膠污染情形

項目	A	B	C	D	E	F
細菌平均值 (CFU/m ³)	695±361	1268±339	1393±686	1198±736	927±409	900±368
真菌平均值 (CFU/m ³)	201±39	313±97	348±144	403±116	365±104	368±121

針對該場所之控制方式分別為通風、氣霧水以及二氧化氯消毒方式，由圖 3 可發現這三種控制方式都有效果，通風時的細菌濃度與未通風相比較雖已有減少的效果，但滅菌效果不明顯，且可發現其標準偏差相對較大，而由圖 3b 真菌濃度皆大於無通風之結果，表示通風只能稀釋濃度但無法有效率地進行滅菌；不論是對於細菌或真菌，在二氧化氯消毒後一小時最有殺菌效果，由於二氧化氯之沸點為 11°C⁽⁷⁾，健身房之室溫皆高於 11°C，因此二氧化氯揮發快、消耗快而導致維持無法長時間抑制微生物，須定時補充消毒劑氣霧於空間，始能有效地維持空氣品質；而氣霧水之控制方式則是把水霧化的方式其將空氣中的粉塵與生物氣膠因水霧而被抓下來，由於造成之濕度沒那麼快就蒸乾，所以其細菌還是有控制在 1500 CFU/m³ 以下，真菌則控制在 1000 CFU/m³ 以下，符合環保署所公告之室內空氣品質標準。因此，以二氧化氯消毒、氣霧水及通風方式三種不同控制方法對健身房細菌之移除與殺菌都有效果，而健身房在未通風採得之真菌濃度低，因此，只有氣霧水及二氧化氯消毒方式有移除與殺菌之效果，但皆符合法規標準。

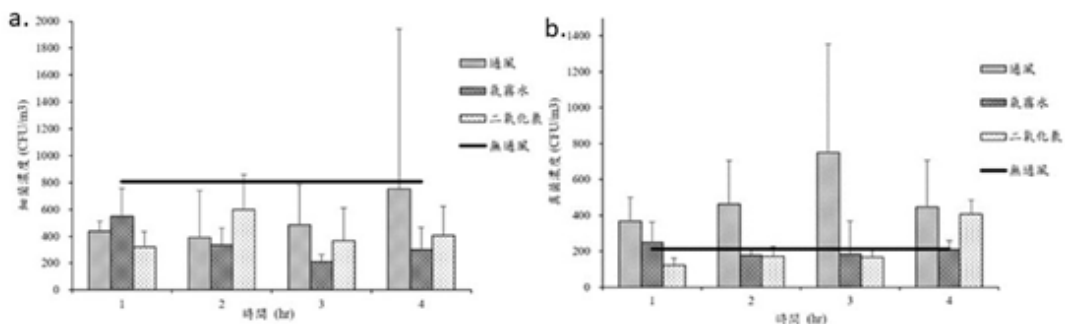


圖 3 不同控制方法對健身房微生物移除與殺菌效果 (a. 細菌；b. 真菌)

經二氧化氯、氣霧水及通風方式應用於運動健身中心內活動空間藉由生物氣膠之菌落數與環境因子相關分析如表二所示，可得知本實驗中相互影響之環境因子關係。如表所示，殘留細菌濃度和殘留真菌濃度（細菌 $r=0.411$ ， $p<0.01$ ）、室內照度（細菌 $r=0.251$ ， $p<0.01$ ）、室內 PM1（細菌 $r=0.362$ ， $p<0.01$ ）、室內 PM2.5（細菌 $r=0.374$ ， $p<0.01$ ）和室內 TSP（細菌 $r=0.328$ ， $p<0.01$ ）之間存在顯著的正相關。同樣，殘留真菌濃度與相對濕度（真菌 $r=0.210$ ， $p<0.01$ ）、室內照度（真菌 $r=0.218$ ， $p<0.01$ ）、室內風速（真菌 $r=0.480$ ， $p<0.01$ ）、室內 PM1（真菌 $r=0.235$ ， $p<0.01$ ）、室內 PM2.5（真菌 $r=0.239$ ， $p<0.01$ ）和室內 TSP（真菌 $r=0.212$ ， $p<0.01$ ）之間存在顯著的正相關。相反，殘留真菌濃度與室內溫度（真菌 $r=-0.340$ ， $p<0.01$ ）之間存在顯著的負相關。換句話說，殘留細菌的濃度隨殘留真菌濃度和室內照度、室內 PM1、室內 PM2.5 及室內 TSP 的增加而增加，同樣，殘留真菌的濃度隨相對濕度和室內照度、室內風速、室內 PM1、室內 PM2.5 和室內 TSP 的增加而增加，但隨室內溫度的增加而降低。因此，降低空氣中的粉塵即能減少生物氣膠濃度，而氣霧二氧化氯或是氣霧水的控制方法可有效的捕捉空氣中的懸浮微粒使之沉降，因此能有效地降低含有生物氣膠之懸浮微粒。

如上所述，MANOVA 分析結果表明，經二氧化氯、氣霧水及通風方式後均在室內區域提供減菌效果。而且，表 2 中給出的結果表明殘留細菌濃度和殘留真菌濃度正相關。因此，三種方式處理成功地同時降低了殘留細菌濃度和殘留真菌濃度。而且，照度與殘留細菌濃度和殘留真菌濃度之間的正相關關係，由於運動健身中心因應職場經營所需，其室內空間幾乎都有人工光源，由於光線對於二氧化氯消毒劑會有光解之影響⁽⁸⁾，導致照度越強殘留細菌濃度和殘留真菌濃度越高的現象。風速與殘留真菌濃度之間的正相關關係，表示通風方式只能稀釋污染物濃度但無法有效率地進行減菌。室內空氣中懸浮微粒（PM1、PM2.5、TSP）與殘留細菌濃度和殘留真菌濃度之間的正相關關係，表明室內空間內的空氣運動有利於分配蒸發的消毒劑顆粒並因此改善消毒效果。值得注意的是，在消毒處理之前，細菌和真菌的濃度與 PM 和 TSP 的濃度呈正相關（見表 2）。但是，在消毒過程之後，細菌和真菌的濃度與 PM 和 TSP 濃度呈負相關（請參見表 3）。換句話說，儘管三種方式處理有效減少了室內中的生物氣溶膠，對 PM 和 TSP 濃度亦明顯影響。



表 2 運動健身中心菌落數與環境因子相關分析

項目	殘餘細菌量	殘餘真菌量	溫度	濕度	照度	風速	PM ₁	PM _{2.5}	PM ₁₀
殘餘真菌量	0.411**								
溫度	0.024	-0.340**							
濕度	0.081	0.210**	-0.574**						
照度	0.251**	0.218**	0.020	0.020					
風速	0.157	0.480**	-0.231**	0.131	0.148				
PM ₁	0.362**	0.235**	-0.009	-0.024	0.504**	0.189*			
PM _{2.5}	0.374**	0.239**	-0.007	-0.022	0.504**	0.189*	0.999**		
PM ₁₀	0.103	0.079	-0.080	0.066	0.284**	0.085	0.449**		
TSP	0.328**	0.212**	0.045	-0.076	0.424**	0.199*	0.868**	0.873**	0.424**

*顯著性 (p<0.05)

**顯著性 (p<0.01)

四、結論

這一項實驗研究，研究了以通風、氣霧水及二氧化氯消毒方式三種不同控制方法減少健身房中細菌和真菌含量方面的有效性。

1. 分別以通風、氣霧水及二氧化氯消毒方式三種不同控制方法對健身房細菌之移除與殺菌都有效果，而健身房在未通風採得之真菌濃度低，因此，只有氣霧水及二氧化氯消毒方式有移除與殺菌之效果，但皆符合法規標準。
2. 以通風、氣霧水及二氧化氯消毒三種方式處理有效減少了室內中的生物氣溶膠，對PM和TSP濃度亦明顯影響。
3. 整體來說，以氣霧水之控制方式為較佳，因此運動健身中心在空氣品質改善上，若是不擔心室內溼度太高的話，可以建議其不定時的補充氣霧水在該空間內，但若擔心其室內氣霧水濕度太高，使運動者感到不舒服則可以使用二氧化氯消毒劑去做消毒改善，而通風也是一種控制手段，但其效果沒有像上述兩種這麼好。

五、參考文獻

1. 行政院環境保護署，室內空氣品質管理法「應符合室內空氣品質管理法之第二批公告場所」，2017。
2. WHO, Guidelines for Concentration and Exposure-Response Measurements of Fine and Ultra Fine Particulate Matter for Use in Epidemiological Studies, Geneva: World Health Organization, 2002.
3. Douwes, J., Thorne, P., Pearce, N. and Heederik, D., Bioaerosol health effects and exposure assessment: progress

- and prospects. *Annals of Occupational Hygiene*, 47, 187-2, 2003.
4. ACGIH, Guidelines for assessment of bioaerosols in the indoor environment. Cincinnati: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1989.
 5. 黃小林，職場室內空氣污染預防與管理，行政院勞工委員會安全衛生專業人員訓練教材研究與南區推廣中心，2007。
 6. US Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, (2006). Occupational Safety and Health Guideline for Chlorine Dioxide. <http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/chlorinedioxide/recognition.html>
 7. Han, Y., Applegate, B., Linton, R.H. and Nelson, P.E., Decontamination of *Bacillus Thuringiensis* spores on selected surfaces by chlorine dioxide gas. *Journal Environmental Health*, 66, 16-21, 2003.
 8. Hsu, C.S., Lu, M.C., Huang, D.J., Disinfection of indoor air microorganisms in stack room of university library using gaseous chlorine dioxide. *Environ Monit Assess*, 187(17), 2-11, 2015.



獵人學校與原民文化主題觀光

The Possibility of Developing the Thematic Tourism of Indigenous Culture: Case Study on Hunting School

陳泰安 環球科技大學觀光與生態旅遊系
環境資源管理研究所副教授

劉仔珊 花蓮光復國民小學教師

環球科技大學環境資源管理研究所碩士班研究生

劉仁傑 花蓮縣立萬榮 Tips 太魯閣民族教育小學教師

摘要

本研究嘗試建立「文化精神式」與「生態旅遊式」二種獵人學校型態類別的指標，並探究在發展上各有的優劣勢情形，給予其他想像來重塑獵人學校的型態，來做為未來獵人學校開發創新的參考與借鏡，進而成為一個可以以原民文化為主題性觀光的可能產業鏈之一。

本研究以國內的獵人學校為研究對象，利用網路資料及電訪的方式來收集各個獵人學校有關本研究所需之資料，並以文獻研究法進行分析，好能了解所列獵人學校的歷史和現狀，協助探究本研究議題，來得到現實情況的比較資料，得以了解研究目的的全貌。

而研究結果顯示，確實分別可以從知識指標、應用指標及規範指標等關鍵性指標，將國內的獵人學校做型態上的分類，並以文化內涵價值、生態維繫價值、觀光效益價值、部落意識價值及社會政策價值等五個價值面，來看二種獵人學校型態的優劣勢，並得知在文化內涵與觀光效益上二種學校型態是大相逕庭，因此筆者也重塑國內獵人學校第三種型態發展的可能性，一個兼具文化內涵延伸與觀光效益提升特點的「民族教育式」獵人學校。

【關鍵字】 獵人學校、產業鏈、萬榮 Tips 太魯閣民族教育小學、傳統生態知識

一、緒論

1.1 研究背景

「讓心思和想法成為觀念，讓身體的記憶成為經驗，就是成為獵人的重要過程，獵人傳承的不是我們普世所認知的獵人，那是一種高層次的價值，是要被喚醒的。」排灣族獵人學校創辦人 Sakinu 亞榮隆·撒可努曾經這樣描述獵人的狩獵行為（原教界 2016 年 12 月號 72 期），因此可以得知狩獵行為是一

個素養成的活動，期間經歷的是觀念的確立，經驗的取得，智慧的運用，進而進入到價值的判斷，一個狩獵行為的歷程，就是在歷程中不斷找出價值判斷的思維，並融入在生活中，而形成了獨具族群特色的狩獵文化，也因此Sakinu亞榮隆·撒可努於1998年出版的文學作品《山豬·飛鼠·撒可努》中，首度出現了「獵人學校」一詞，希望透過一個社會主流化的組織架構，來呈現狩獵文化的觀念、知識、經驗與價值，也啟動各族群開設獵人學校的機關（如圖1）。

國內的獵人學校

名稱	族群	所在地
撒可努的獵人學校	排灣族	台東縣太麻里鄉
寶山社區獵人學校	布農族	高雄市桃源區
鸞山部落森林博物館	布農族	台東縣延平鄉
吉籟獵人學校	阿美族	花蓮縣壽豐鄉
花蓮湖溪·特陸谷	太魯閣族	花蓮縣秀林鄉
裡冷部落獵人教室	泰雅族	台中市和平區
泰雅獵人學校（泰雅文史發展協會）	泰雅族	宜蘭縣大同鄉
合流部落獵人學校	泰雅族	桃園市復興區
給樹營地	泰雅族	新北市烏來區
卡拉模基文化營	泰雅族	新北市烏來區
下盆獵人學校	泰雅族	新北市烏來區
泰雅巴萊部落村	泰雅族	新北市烏來區
松屬獵人學院	泰雅族	新竹縣五峰鄉
五峰獵人學校	泰雅族	新竹縣五峰鄉
霞喀羅古道獵人體驗	泰雅族	新竹縣五峰鄉
梅嘎萊獵人學校	泰雅族	新竹縣尖石鄉

●僅收錄網路得以搜尋之資料，如有遺漏請見諒。

圖 1 國內的獵人學校

資料來源：原教界編輯部（2016）。「國內的獵人學校概述」。原教界，72，46。

獵人學校可分為「文化精神式」和「生態旅遊式」兩種類型（陳彥君、陳瑩世，2014）。而「文化精神式」獵人學校的學習對象主要是部落青年，以青年會所的運作形態來重拾部落的文化與價值；「生態旅遊式」則是結合環境教育、解說教育、以及體驗教育等相關活動，提供給外部遊客學習原住民文化與獵人生態智慧，其中「生態旅遊式」獵人學校不僅僅提供一個原漢文化交流互惠的平臺，其催生的模式，也往往是透過原漢彼此對話與合作的方式來進行（林慧年、王俊秀、台邦·撒沙勒，2016）。而獵人學校在國內往往能夠永續經營的最基本考量，還是在於觀光層面帶來的經濟效益，這是無庸置疑的現實面，因此，在其規劃的行程上，往往會讓觀光客無法清楚的知道獵人學校的型態

為何？而導致於與當初所選擇的初意有所背馳，筆者本身也曾經有過如此的經驗，因為自然而然與自己從字面上所解讀的「獵人學校」四個字的想像有所出入，約束了我想再去造訪其他獵人學校的動念，影響了觀光產值的效應（回流率），因為筆者絕對相信還有很多人一定也有類似的經驗，會造成這樣的結果是因為沒有一個可以明確參閱的指標，來提供觀光客做為二者之間指標性的選擇判斷。因此，筆者想要透過此項研究，嘗試建立二種獵人學校型態類別的指標，並探究在發展上各有的優劣勢情形，給予其他想像來重塑獵人學校的型態，來做為未來獵人學校開發創新的參考與借鏡，進而成為一個可以以原民文化為主題性觀光的可能產業鏈之一。

1.2 研究目的與動機

張光朋（2013）曾敘述「獵人學校是一個教育的空間，用部落的方式和思維去傳達原本屬於他們的價值，讓部落的孩子來學習屬於他們的傳統文化與價值。獵人學校就是屬於傳統的文化土地，獵人學校會讓更多部落的小孩聞到土地和空氣的氣味，看到風是有顏色的。」所以，獵人學校的樣貌是以文化傳承為基底，而開發出一個有意義目的的學習場域。而近十年來，國內獵人學校比肩接踵式的在各地創立運作，而這些獵人學校在創立的源起與理念，以及運作的組織與行程等面向，是否有所差異與關聯是本研究關注的議題，因此以下是本研究的三個研究目的：

- 一、探究「文化精神式」與「生態旅遊式」二種獵人學校可能的關鍵性指標。
- 二、探究「文化精神式」與「生態旅遊式」二種獵人學校發展上優劣勢情形？
- 三、探究重塑國內獵人學校第三種型態發展的可能性為何？

二、獵人學校的型態與操作內涵

2.1 獵人學校的相關研究

原教界編輯部（2016）曾指出獵人學校一詞，應該是在作家 Sakinu 亞榮隆·撒可努 1998 年出版的作品《山豬·飛鼠·撒可努》中首度出現。也因此有著各式的理念而興起的獵人學校紛紛成立，如圖 1 所示。

以下是筆者從網路資源上，針對其中的五所獵人學校的相關發展初略整理：

一、撒可努的獵人學校

（一）創建理念：

在排灣族語言裡，「獵人」真正的涵義不是狩獵，而是能和土地、自然溝通的人，也就是聽得懂大自然的語言。獵人愛家、愛土地，懂得將獵物分享出去——這是我們心目中的獵人學校。這間獵人學校不教人打獵，而是希望找回尊榮與謙卑的獵人文化，找回人與大自然和諧共存的生命哲學、生態智慧與土地倫理。

(二) 行程規劃：

不同於傳統上對獵人的認知為男性，獵人學校主要的參與對象是女性，學校創辦人撒可努曾解釋，因為女性身為母親，是家庭的源頭，與孩子相處的時間最長，常扮演教育與陪伴子女的重要角色。獵人學校利用自然環境和團隊課程，傳授古老時代的智慧與文化，我們學原始求生技能，學著在有限的資源下，身體可怎樣去調適寒冷與飢餓感；學傳統古謠、舞步、手工藝和文化習俗，學著在每個操作課程和進行的儀式裡，知道背後所代表或賦予的文化意義；學團隊合作的精神，交換物品交付能力交流情感，學著以支持、互助、分享與共享的心念，共同去完成一件事。（原教界 2016 年 12 月號 72 期資料）

二、寶山社區獵人學校

(一) 創建理念：

獵人是山林的管理人，獵場生生不息是族群延續的保障，布農獵人縱橫中央山脈，抬頭總要望得見聖山（玉山）扛著獵物光榮回家，是祖靈的庇祐跟隨獵人腳蹤，我們讓你習得山林行走的能力。

(二) 行程規劃：

1、山林體驗初階（地點：部落周邊）

- (1) 認識獸跡～尋找山豬的足跡
- (2) 生火取暖～猜猜該找哪種木材
- (3) 三顆石頭的智慧～野炊初體驗
- (4) 就地取材～學習辨認民俗植物
- (5) 彈弓練習～瞄準第一課
- (6) 夜間體驗～傾聽原野的聲音
- (7) 疊石陷阱學習

附帶體驗：

獵人的便當（Savusavu 飯糰、野菜湯）、餐盤 DIY、烤火晚會、打年糕體驗。

2、山林體驗進階（地點：離開部落野外紮營）

- (1) 追蹤獸跡～判斷獵物路徑
- (2) 腳力練習～帶著山刀鹽巴跟一把白米走進大山
- (3) 簡易獵寮架設
- (4) 就地採集取材煮炊
- (5) 射箭練習～瞄準第二課
- (6) 夜間體驗～實際追蹤獵物
- (7) 吊掛式陷阱教學
- (8) 獵物獵肉分配教學

附帶體驗：

獵人的便當（Savusavu 飯糰、野菜湯）、餐盤DIY、切肉分肉烤肉體驗、烤火夜布農歌曲傳唱。

三、鸞山部落森林博物館（筆者曾經親身探訪）

（一）創建理念：

森林文化博物館位於台東縣延平鄉鸞山部落（Sazasa）上方原始森林，鸞山 sazasa 意即「這是一個甘蔗會長得高、動物會活躍、人會活得很好的一塊地」。但在十四年前這裡被財團覬覦窺視，因除了視野景觀良好，不少人更篤信當地風水佳，外來財團競逐開發，廟宇也選定要興建靈骨塔，不斷透過部落成員大舉搜刮土地。阿力曼看為了不讓祖先的土地就這樣被開發，阿力曼向銀行抵押自己的土地貸款或找親朋好友借錢，搶救下這片森林。幾年來好幾次面臨土地被法拍，小孩學費繳不出來等等困境，但阿力曼認為，堅持做對的事情一定要把土地保留下來，終於在這片榕林上建立了「森林博物館」，保護著這片原始森林，並從事生態環境教育工作。森林博物館透過一日遊森林銀行的概念，盼每一位來到這裡的朋友，在離開之前為森林共同存下一棵樹，成為一起保護森林的股東。

（二）行程規劃：（一日行程）

- 1、體驗行程說明
- 2、拜訪「會走路的樹」家族
- 3、森林博物館瞭望台
- 4、探訪珍貴森林博物銀行
- 5、布農族森林風味餐
- 6、傳統打麻糬體驗
- 7、營造現代人心靈的原鄉—種樹
- 8、回程

四、吉籟獵人學校

（一）創建理念：

吉籟，源自阿美族的母語發音 CIDAL，這字不僅為太陽之意，在阿美族的母系社會裡，更象徵著母親。因此，吉籟獵人學校不單擁有滿滿的熱情和活力，更期許自己能如母親守護孩子一般，守護這塊土地、照顧部落裡的人們。獵人學校的創立，正是來自於這一股堅定的心。隨著台灣社會急速的現代化，在這樣的浪潮中，原住民的傳統文化、技藝和智慧被忽略忽視，長久下來衍生了文化斷層和技藝流失等問題。而產業結構的改變，一方面讓部落族人原本的生活方式受到嚴重的衝擊，這樣的衝擊，迫使年輕人不得不離鄉出外工作，更讓

固有的傳統文化難以保存跟傳承。有感於此，我們決定成立吉籟獵人學校，本著傳承、延續和守護的初衷，積極將原住民的獵人文化發揚、教給下一代，其中內含了寶貴的知識和技能，以及與大自然共存共榮的價值觀等等，更期盼由傳統與休閒觀光旅遊的結合激盪，把新的生機帶進部落的同時，也讓生活在寶島台灣的我們，能用不多的角度了解這塊土地，進而更深愛這塊土地。

(二) 行程規劃：

吉籟獵人的體驗活動囊括山與海的領域。山林體驗活動包括：生火，達路案製作，植物辨識，狩獵陷阱製作，組合弓製作，攀樹，無具野炊，原住民式捕魚—八卦網，原住民抓蝦捉蟹，溯溪，極限運動—垂降，海洋體驗活動包括：潛水，浮潛，花蓮外海船釣。

五、給樹營地

(一) 創建理念：

在山上原住民獵人對生活期盼，是很簡單幸福快樂的活著。山裡有很多資源，我們會告訴朋友用感恩的心情取你所需要的夠用了就好。給樹(Gesuw)，是一種叫做九芎的樹種，泰雅族人只要山上到獵寮，一定先取給樹(Gesuw)拿來就地取火，最好最棒的樹種，燒火、煮飯、烤肉、取暖是不可或缺一木材。族人靠著狩獵技能生活為主，狩獵及陷阱捕抓動、植物一直是泰雅族傳統文化，也是部落人必備先人智慧文化傳承。因此怕遺失傳承祖先生活智慧，為了延續開創「給樹營地」(又稱原住民部落山林獵人智慧學校)。

三天二夜行程	
第一天 09:00-09:30 給樹營地簡介 09:30-11:00 體驗組團 分配位置 12:00-13:30 享用美食 13:30-17:00 傳統技藝團體比賽 (1) 劃木頭 (2) 竹筒飯 (3) 泰雅牛刀 (4) 投石比賽 (5) 吹箭團 (6) 分隊趣味競賽 17:00-18:00 休息 18:00-19:30 晚餐 19:30-20:30 DIY弓箭教學 21:00- 休息盥洗	第二天 07:00-08:00 講義操 08:00-09:00 活力早餐 09:00-11:30 泰雅手工DIY 11:30-12:30 獵人行腳 (1) 動植物辨識 動物足跡 (2) 獅子爬樹 (3) 山牛及精純戰步道 (4) 泰雅游歌舞 (5) 人猿泰山 17:00-18:00 回到營地 18:00-19:30 好好好晚餐 19:30-20:30 夜間觀察 22:00- 休息盥洗
第三天 07:00-08:00 講義操 08:00-09:00 活力早餐 09:00-10:30 泰雅吟唱/古謠 傳統紋圖/服飾 10:30-11:00 DIY竹筒飯 11:00-11:20 精神雞排動 11:20-12:20 狩獵教學 12:20-13:30 享用傳統豬肉美食 13:30-14:30 弓箭射擊體驗 14:30-15:30 抽籤賽 16:00- 回到愛的家鄉	

(二) 行程規劃：

從上述國內五間獵人學校的創建理念與行程規畫得知，二者的關聯性確實是存在的，也就是形成的規畫安排是因著創建理念而起。

過去的文獻指出獵人學校可分為「文化精神式」和「生態旅遊式」兩種類型(陳彥君、陳瑩世, 2014)。而「文化精神式」獵人學校的學習對象主要是部落青年，以青年會所的運作形態來重拾部落的文化與價值；「生態旅遊式」

則是結合環境教育、解說教育、以及體驗教育等相關活動，提供給外部遊客學習原住民文化與獵人生態智慧，其中「生態旅遊式」獵人學校不僅僅提供一個原漢文化交流互惠的平臺，其催生的模式，也往往是透過原漢彼此對話與合作的方式來進行（林慧年、王俊秀、台邦·撒沙勒，2016）。

2.2 萬榮 Tips 太魯閣民族教育小學規劃與課程發展

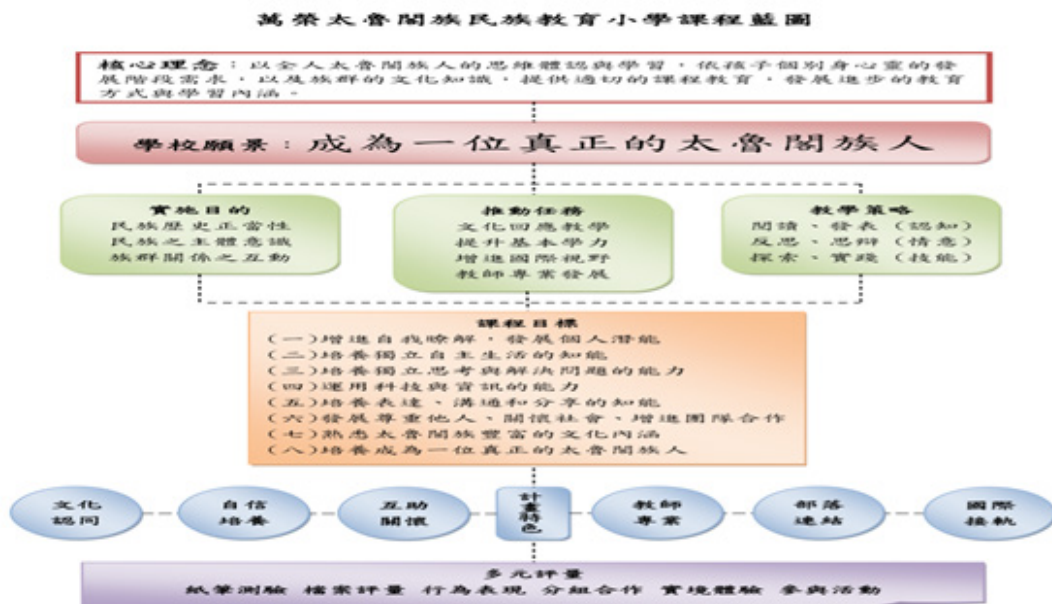


圖 2 花蓮萬榮鄉太魯閣民族教育小學課程規劃藍圖

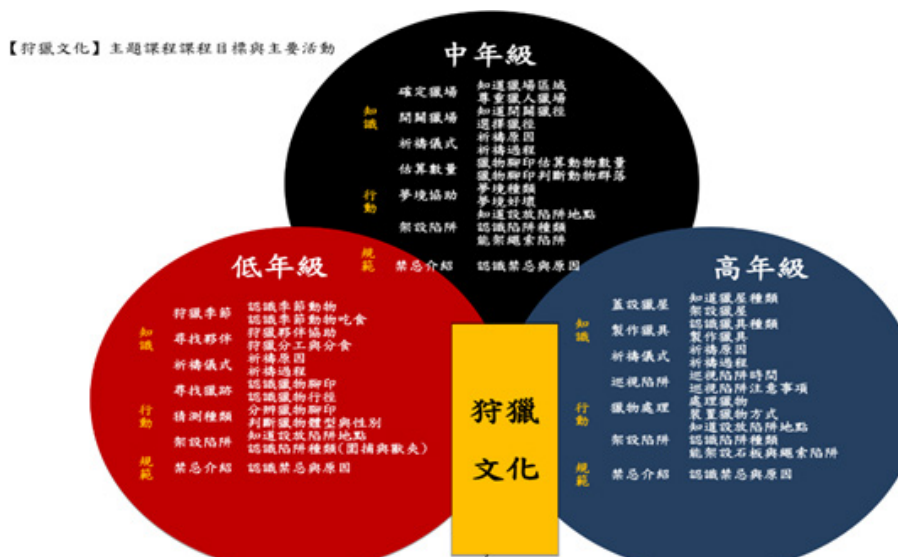


圖 3 花蓮萬榮鄉太魯閣民族教育小學主題課程目標與教學活動關聯圖

2.3 傳統生態知識 (TEK) 的相關研究

「傳統生態知識」(Traditional Ecological Knowledge, TEK) 在諸多定義中, Berkes et al. (2000) 的定義最為簡明且具分析性, 它指出「傳統生態知識」是一連串知識—實踐—信仰的累積體, 它由當地人的適應過程發展而來, 並藉文化傳承代代相傳, 是生物(包括人)彼此之間、生物與環境之間的關係。另外, 林益仁曾具體說明: 包括對動植物與土地的在地知識、土地與資源的管理系統、支持該管理系統之社會體制以及其背後的信仰及宇宙觀等四個層次。

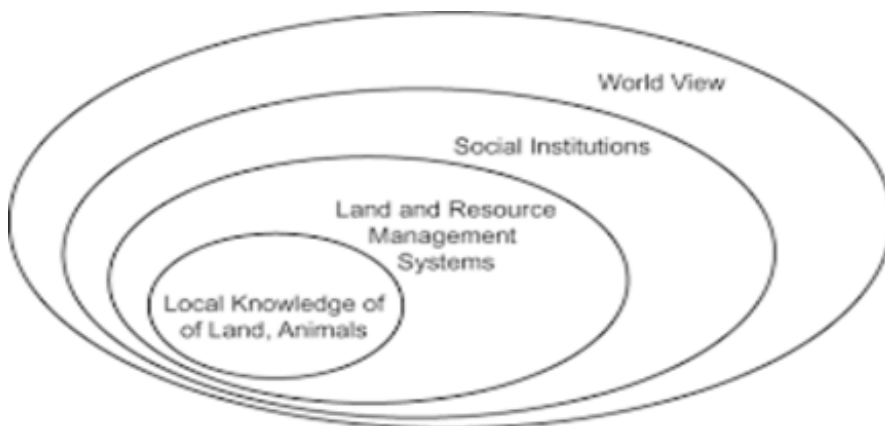


圖 4 傳統生態知識所涵蓋的層次與其相互關係圖

(資料來源: 林益仁、褚縈瑩(2004年7月5日)。有關「傳統生態智慧」(Traditional Ecological Knowledge)的二、三事【生態台灣電子季刊】。)

三、兼具文化精神與生態旅遊的第三種獵人學校?—代結論

3.1 「文化精神式」的獵人學校關鍵性指標

我們以花蓮縣萬榮 Tips 太魯閣民族教育小學所發展的狩獵文化課程脈絡, 及相關文獻與參閱國內獵人學校在網路資訊上的探究, 以下是筆者所整理對此類獵人學校的關鍵性指標:

- 1、知識指標: 狩獵文化經驗傳遞的層面。
- 2、應用指標: 狩獵文化技能傳遞的層面。
- 3、規範指標: 狩獵文化禁忌傳遞的層面。
- 4、其他: 文化傳承意念及行動傳遞的層面。

3.2 「生態旅遊式」的獵人學校關鍵性指標

我們以「傳統生態知識」(Traditional Ecological Knowledge, TEK) 基本理論概述, 及相關文獻與參閱國內獵人學校在網路資訊上的探究, 以下是筆者此類獵人學校的關鍵性指標:



- 1、知識指標：在地生態經驗傳遞的層面。
- 2、應用指標：在地生態技能傳遞的層面。
- 3、規範指標：在地生態禁忌傳遞的層面。
- 4、其他：經濟利益需求及考量傳遞的層面。

因此，以上述指標為參閱，以下是筆者針對國內獵人學校的型態做初步分類：

表 1 國內獵人學校型態分類表

獵人學校	文化精神式	生態旅遊式	獵人學校	文化精神式	生態旅遊式
撒可努的獵人學校	◇		給樹營地	◇	
寶山社區獵人學校	◇		卡拉模基文化營		◇
鸞山部落森林博物館		◇	下盆獵人學校	◇	
吉籟獵人學校		◇	泰雅巴萊部落村	◇	
花蓮溯溪·特陸谷		◇	松鷹獵人學院	◇	
裡冷部落獵人教室	◇		五峰獵人學校	◇	
泰雅獵人學校	◇		霞喀羅古道獵人體驗		◇
合流部落獵人學校	◇		梅嘎菴獵人學校	◇	

3.3 「文化精神式」與「生態旅遊式」二種獵人學校發展上的優劣

我們分別以文化內涵價值、生態維繫價值、觀光效益價值、部落意識價值及社會政策價值等五個價值面向來分別論述：

(一)「文化精神式」的獵人學校優劣勢情形

研究結果顯示，此類的學校因為在以維護及傳承狩獵文化的部落族人高漲意識壓力之下，有著妥善且豐富的狩獵文化的行程活動規劃，即便部落族人在有意識的傾力協助，但是卻也因為以單一狩獵文化的內涵為主要意圖，使得鮮少涉入族群其他傳統智慧的連結，行程變化可塑性較低，導致觀光效益沒有達到預期，也因此無法達到國家社會政策給予補助的應有成效，也就是對於永續性的經營會有所挑戰。

(二)「生態旅遊式」的獵人學校優劣勢情形

研究結果顯示，此類的學校有著豐富且多元的行程套裝規劃，可以吸引眾多光觀客的青睞，但也因此狩獵文化的內涵，往往在其中也不再是顯學，甚至只是驚鴻一撇點狀式的出現，雖然開闢了客源的洪流，但也造成生態正常維繫的傷害，及因經濟利益上的分配不均，導致在部落共好意識上的侵襲，然而對於近來積極發展觀光的國家社會政策而言，卻可以提供相對性的數據支持，提升及提振國內旅遊市場的力度。

3.4 重塑國內獵人學校第三種型態發展的可能性

在前述的研究結果顯示，二類的獵人學校型態在發展上都有其優劣勢的地方，甚至有些價值層面是在極端的二側（文化內涵與觀光效益），因此筆者參閱花蓮縣萬榮 Tips 太魯閣民族教育小學課程架構圖，提出未來可以發展的第三個獵人學校的型態，稱之為「民族教育式」的獵人學校。期許在發展上除了可以維持二類獵人學校的優勢價值外，也可以同時提升文化內涵與觀光效益的價值。「民族教育式」的獵人學校特點說明如下：

（一）文化內涵延伸

以狩獵文化的知識、應用、與規範的內涵為基底，考量內涵中的生活技能、生態智慧、精神文化、藝術樂舞與部落史地的層面為方向，來連結山林智慧、食農教育、歲時祭儀、部落家族與工藝樂舞的面向為主軸，規劃發展各套裝行程主題的內容，可以有系統式的延伸文化內涵。

（二）觀光效益提升

在文化內涵延伸之後，除了可以讓行程規畫豐富與多元，還能兼顧民族教育的發展與傳承，重要的是可以邀請更多部落裡的耆老一起共同參與與開發，提升部落共好共識的凝聚感，讓部落是一個良善且友善的工作場域，在增加部落收入的同時，建置一個組織平台，妥善處理觀光的利益，在永續經營的觀念下來提升觀光效益。



參考文獻

- 包正豪 (2009)。原住民部落觀光發展的困境與策略—宜蘭縣南澳鄉金洋及武塔部落個案研究。台灣原住民族研究季刊, 2 (4), 87-109。
- 林詩宣、周佳霈 (2016)。梅嘎浪獵人學校。原教界, 12月號 72期, 58-60。
- 林慧年、王俊秀、台邦·撒沙勒 (2016)。以方法目的鏈探討獵人學校傳統生態知識之價值建構。科學教育學刊, 24 (2), 139-165。
- 林益仁、褚縈瑩 (2004年7月5日)。有關「傳統生態智慧」(Traditional Ecological Knowledge)的二、三事【生態台灣電子季刊】。取自：
<http://ecology.org.tw/publication/magazine/m-4all/11-1.htm>
- 范月華 (2016)。烏來地區的獵人學校。原教界, 12月號 72期, 55-57。
- 柯亞璇 (2009)。獵人學校：體驗式環境教育與族群文化發展的可能性 (未出版之碩士論文), 淡江大學建築學系研究所, 台北。
- 亞榮隆·撒可努 (2003)。拉勞蘭部落青年會—獵人會所。原住民教育季刊, 31, 93-120。
- 高意淳 (2007)。亞榮隆·撒可努生命史中傳統生態知識的建構與傳承 (未出版之碩士論文), 花蓮教育大學生態與環境教育研究所, 花蓮。
- 原教界編輯部 (2016)。國內的獵人學校概述。原教界, 12月號 72期, 45-48。
- 張光朋 (2013)。原住民獵人文化應用於觀光產業之研究—以松鷹部落為例 (未出版之碩士論文), 中國科技大學視覺傳達設計研究所, 台北。
- 陳玲芳 (2012)。重新認識族群文化：從獵人學校到部落學校。原住民族季刊, 2012 第三號, 12-13。
- 陳彥君、陳瑩世 (2014)。獵人學校中的形塑文化—以台東鸞山、拉勞藍部落、花蓮水璉部落為例。台灣原住民族研究, 7 (3), 39-81。
- 楊懷恩、劉柏含 (2018)。比哨的獵人學校。地理學報, 第八十九期, 43-60。

大眾運輸導向發展 (TOD) 及地鐵聯合開發 - 新加坡的案例初探

作者：林永盛 博士
高雄市政府捷運工程局綜合規劃科 科長
成功大學交通管理科學研究所 博士

一、前言



圖 1 新加坡 TOD 策略聯合開發
案例 - 國浩大廈

在永續發展的思潮推波助瀾之下，各國逐漸改變以小汽車為主的交通方式朝向「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD)」型態邁進。捷運週邊的住戶可大量利用捷運設施，使得交通擁擠、空氣及水污染的減少。TOD 藉由提供運輸、住宅以及工作機會選擇，成為支持都市優質成長原則對抗都市蔓延及交通擁擠。

另捷運聯合開發用地不但提供土地多功能開發的機會，更因其「緊鄰」捷運車站的獨佔優勢，商機潛力無窮。捷運陸續完工通車營運後，民眾可享受到捷運的便利、快速、準確的運輸服務。隨著車潮帶來的大量人

潮，不僅活絡房地產，也活絡商機，並於捷運車站週邊發展出獨具特色之「捷運商圈」與「捷運生活圈」。新加坡其大眾運輸導向發展 (TOD) 策略及地鐵捷運聯合開發有諸多成功的案例 (如圖 1 國浩大廈、圖 2 大華銀行大廈)，值的我們去學習，未來大眾運輸導向發展 (TOD) 及捷運聯合開發是我們台灣應該要努力的方向目標。



圖 2 新加坡 TOD 策略聯合
開發案例 - 大華銀行大廈

二、新加坡及地鐵簡介

(一) 新加坡簡介

新加坡是一個小的、人口密度高、總人口約為 560 萬的城邦 (City-state)。它由一個主要的新加坡島以及 63 個群帶島嶼組成，主要的新加坡島面積為 648 平方公里，長約 42 公里，寬約 23 公里 (詳圖 3 地理位置示意圖)，新加坡為一城市型國家，位於馬來半島南端，北與馬來西亞接壤。在 1965 年退出馬來西亞聯邦獨立建國。新加坡為一多元文化種族國家，其官方語言有英語、華語、馬來語及坦米爾語，其中新加坡政府將英語定位為第一語言。惟新加坡在地居民 (包含新加坡公民與永久居民) 中，華人比例超過七成，故到訪新加坡在語言上亦相當方便，日常多可以中文溝通。

(參考資料來源: http://www.twbusinessnet.com/eBooks/Environment_I/107/107-18/files/basic-html/page93.html 經濟部全球台商服務網)



圖 3 新加坡地理位置示意圖

(二) 新加坡地鐵簡介

新加坡地鐵 (Mass Rapid Transit, MRT) 於 1987 年開始營運，目前由新加坡地鐵有限公司 (SMRT Trains Ltd) 及新捷運 (SBST) 營運。新加坡的地鐵是一個現代化、方便的、電子化、附空調的鐵道列車系統，它能夠在高速與固定的班距下承載許多的乘客，使用其專屬獨佔的鐵道，不僅快速，亦能避免交

通擁擠，藉由吸引搭乘地鐵以減輕在現存道路與高速公路介面的擁擠交通。地鐵車站遍佈新加坡，搭乘人潮眾多（詳圖 4、5），新加坡地鐵系統包含三條主線，分別是南北線、東西線與東北線，另有一條地鐵環線。（詳圖 6 新加坡地鐵路網圖）（參考資料來源：<http://140.119.115.26/handle/140.119/35898>，影響使用大眾捷運系統因素之研究 陳芊灼(2007)）。



圖 4 新加坡地鐵車站圖



圖 5 新加坡地鐵車站收費票閘口圖

MRT & LRT System map

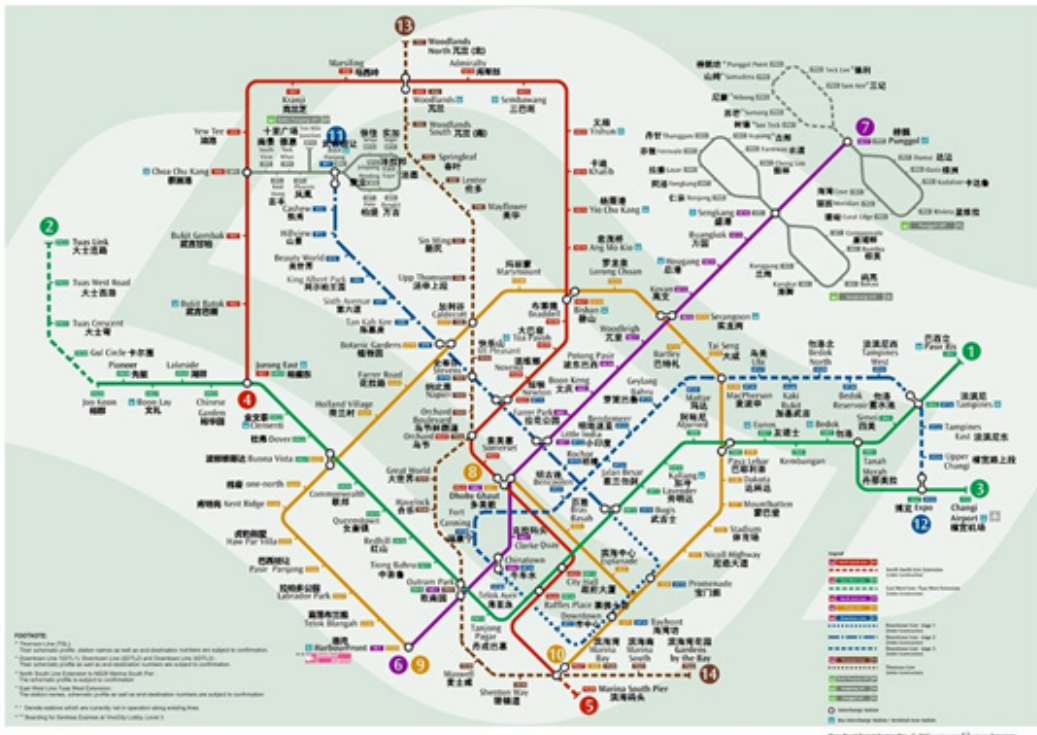


圖 6 新加坡地鐵路網圖

三、大眾運輸導向發展 (TOD) 策略

「大眾運輸導向發展 (transit-oriented development, TOD)」特點是包括經濟、社會與環境面的多面向利益。就經濟層面而言，TOD 對捷運而言，是對公共投資資本化的方法，並引導日後捷運場站服務機能的規劃。因此捷運場站週邊的居住或商業發展，與捷運投資有極大的關係。這是因為臨捷運的居住或商業開發計畫，通常在價值上快速的成長高於無捷運路網經過區域。

就社會層面而言，TOD 可作為都市更新或都市復甦的工具，並可在衰退的鄰里地區注入新生活。捷運建設結合都市更新，除可幫助鄰里地區的復甦，並創造社區生活的焦點。鄰近捷運場站的住宅可滿足更多生活機能上的需求，對通勤市民有更多的可及性，對於生活或工作在 TOD 地區的人，在旅運需求上可以透過捷運降低旅程上所需時程。

就環境層面而言，由於捷運週邊的住戶可大量利用捷運設施，使得交通擁擠、空氣及水污染的減少。TOD 藉由提供運輸、住宅以及工作機會選擇，成為支持都市優質成長原則對抗都市蔓延及交通擁擠。

在已完成高度發展的都市，再進行大眾運輸系統的建設，往往會遇到更大得挑戰與困難；如開發用地的取得、財源籌措、土地所有權之協調與土地徵收，以及變更都市計畫等意見整合，投資人對冗長開發作業時間及開發誘因不足等均有所不奈。TOD 為都市計畫與都市設計重要理念，房地產業者對於捷運共構住宅之所以持正面看待，其原因應於不動產應捷運共構下，其售價常可高於當地行情。然而，如何將公共利益因素納入考量及健全捷運轉乘需求概念，又如何加速投資人提早實現投資效益，已然成為一個極為重要的課題。新加坡大眾運輸導向發展 (TOD) 相當成功，值的我們學習。

四、新加坡大眾運輸導向發展策略說明

新加坡，一座全球獨一無二的城市島國，國土面積僅 648 平方千米，容納著 560 萬人口。其中約 12% 面積用於交通，其交通系統也不可避免地受到了狹小國土面積的制約；且其人口、車輛、出行人數及平均出行時間在不斷增長，新加坡的特殊地理條件決定了不能通過擴充城市面積來適應不斷增長的交通需求。因此，新加坡智慧城市的建設重點是智慧交通，由政府主導，通過 TOD 開發模式來規劃建設智慧交通系統（詳表一新加坡發展大眾運輸發展環境及推動策略表）。主要採取了如下三項措施：（參考資料來源：<https://kknews.cc/zh-tw/news/yra3pmn.html>）

1. 建立完善的軌道交通網絡

新加坡新市政規劃從全局出發，總體規劃捷運系統（相當於國內的地鐵或輕軌），以每個捷運系統站點為中心規劃新市鎮。軌道交通系統是新加坡公交系統的主幹，基本覆蓋全國主要地區，承擔了連接主要地區間頻繁交通幹線上的大部分客流，保證了整個交通系統宏觀運行的效率和穩定。捷運網絡中根據區域特點，將路線劃分了三個等級，分別為高容量線路、中容量線路和低容量線路，等級越低，行車速度則越慢。

2. 建立完善的公路交通網絡

新加坡根據捷運系統站點來設置公路交通網絡，包括商業、辦公、文化、娛樂、運動等功能，站點設置公交樞紐，乘客一下地鐵就能換乘公交到達各個小區，非常方便。這樣的規劃能夠避免城市蔓延式的發展，保證居住與工作的平衡。

3. 建立公園聯道網絡

新加坡規劃的新市鎮功能齊全，環境舒適，每個新市鎮都建有綠化公園，為方便市民乘車到達各個公園，建立了公園聯道網絡，聯通各個公園。目前已有 100km 的公園聯道，計劃要建成 360km 的公園聯道，完善各公園間的聯道網絡。



表 1 新加坡發展大眾運輸發展環境及推動策略表

分類項目	新加坡
發展背景	1. 人口眾多、土地有限、高密度、都市人口激增。 2. 住宅區依據汽車幹道和地鐵幹道分佈。 3. 主要的商業中心沿著地鐵車站周邊設立。
空間結構	經由地鐵路網、主要汽車幹道及土地用途的分布等三者相互配合，形成都市骨架。
都市發展管理政策及機制	新加坡區分為五十五個計畫區 (Planning Areas)，每一個計畫區均有一個發展指導計畫，將長遠的概念計畫遠景落實到每一個特定提案。
推動策略	1. 重視運輸與土地使用之整合規劃。 2. 降低旅次需求。 3. 持續對私人運具限制與管理。 4. 鼓勵大眾運輸、設置更多的轉乘設施。 5. 提供更高品質的大眾運輸服務。 6. 以都市設計結合公園綠地，鼓勵民眾以步行代替小汽車。 7. 住宅區內以小路、囊底式道路代替穿越式道路，避免穿越性交通。 8. 健全行人步道系統。 9. 車站周邊劃設商業區，促進場站周邊商業發展也使都市展現新風貌。 10. 與鄰近相似規劃區串連，形成大眾運輸村。

參考資料來源：<https://tcj.sland.land.taichung.gov.tw/archive/65/file/210200133686.pdf>
從大眾運輸導向發展理論 (TOD) 談臺中縣市合併後城市競爭力與都市土地開發之研究 (99 年)，臺中市中興地政事務所 唐仁棟

五、新加坡地鐵捷運聯合開發策略

隨著工商業的蓬勃發展，人口大量湧進城市生活，交通問題逐漸地成為都市的發展上之問題與障礙。有鑑於此，政府陸續興建大捷運系統路網，並參考其他已開發國家之經驗，積極展開交通建設作業，來解決日益嚴重之交通問題與增進都市發展。也考量為了有效利用土地資源、促進地區發展、順利取得工程用地以及挹注政府財政，乃在大眾捷運法中納入聯合開發業務，將聯合開發作業納入。

捷運聯合開發具有大眾運輸設施結合不動產之特性，可提高交通便利性，鼓勵民眾使用大眾運輸系統，並對不動產價格有一定程度的影響效果。捷運站周邊住宅與捷運聯合開發住宅均因大眾運輸系統帶來之交通便利性而具有不動產增值效益，近日政府試圖以捷運聯合開發方式提供合宜住宅及公營住宅，不僅可促進住戶使用大眾運輸，同時解決都市住宅問題。

捷運聯合開發是「捷運建設當局與公營或民間投資業者，透過公私資源之合作關係，開發大眾捷運系統路線、場站或其毗鄰之土地，藉由其實質上結合運輸設施，與公共或私人土地之利用，使建築物內外之動線及空間安排成一個完整之結合體，使投資開發者皆能共享衍生之開發利益，也共同承擔開發之風險。也可以說聯合開發就是地鐵捷運設施與土地開發利益最大之互動關係」。

聯合開發用地不但提供土地多功能開發的機會，更因其「緊鄰」地鐵捷運車站的獨佔優勢，商機潛力無窮。地鐵捷運陸續完工通車營運後，民眾可享受到捷運的便利、快速、準確的運輸服務。隨著車潮帶來的大量人潮，不僅活絡房地產，也活絡商機，並於地鐵捷運車站週邊發展出獨具特色之「地鐵捷運商圈」與「地鐵捷運生活圈」。新加坡地鐵聯合開發案例相當成功，值的我們學習。（詳圖 7 Marina One 大樓、圖 8 共和大廈）。



圖 7 新加坡 TOD 策略聯合開發案例 - Marina One 大樓



圖 8 新加坡 TOD 策略聯合開發案例 - 共和大廈

六、參考文獻

1. 高雄市政府捷運工程局受邀參訪 SMRT(新加坡地鐵公司)與 MRTCL(吉隆坡地鐵公司)暨城市建設考察出國報告書,林永盛等人,民國 108 年 10 月。
2. http://www.twbusinessnet.com/eBooks/Environment_I/107/107-18/files/basic-html/page93.html, 經濟部全球台商服務網。
3. <http://140.119.115.26/handle/140.119/35898>, 影響使用大眾捷運系統因素之研究 陳芋灼(民國 96 年)。
4. <https://kknews.cc/zh-tw/news/yra3pmn.html>
5. <https://tcjsland.land.taichung.gov.tw/archive/65/file/210200133686.pdf> 從大眾運輸導向發展理論(TOD)談臺中縣市合併後城市競爭力與都市土地開發之研究(民國 99 年),臺中市興地政事務所唐仁楛。

以離子共沉降技術處理及回收 含二氧化矽冷卻水及含鎂廢水

黎金敏 國立中山大學環境工程研究所 博士生
楊博名 台灣塑膠工業股份有限公司 工程師
陳敬遠 台灣塑膠工業股份有限公司 工程師
高志明 國立中山大學環境工程研究所 教授

摘要

薄膜分離 (membrane separation) 為工業廢水再生技術中常用方法。使用薄膜技術回收工業廢水時，常面臨高濃度的二氧化矽 (SiO_2) 濃縮而造成薄膜積垢 (scaling) 問題，造成設備維護成本增加且影響膜處理效能。很多因素 (如 pH, 溫度, 壓力和離子強度) 會影響水中二氧化矽之溶解度，二氧化矽在酸性或中性條件下多以 $\text{Si}(\text{OH})_4$ 形式存在。在鹼性溶液中，二氧化矽則以 H_3SiO_4^- 和 $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$ 存在。此外，二氧化矽亦為冷卻水塔中主要化學物。常見的二氧化矽處理方法為混凝，但添加過多的混凝劑會造成廢水中增加大量溶解性的鹽類，增加後續水回收系統中薄膜的負荷。本研究以含有鎂鹽 (Mg^{2+}) 之廢水混合高濃度二氧化矽之冷卻水塔排放水，以達到共沉降目的。研究中採不同體積廢水比並調整適當 pH 值，促進水中鎂離子形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 吸附去除二氧化矽，利用共沉降機制去除並回收二氧化矽及鎂離子。本技術在現場操作時，僅需調整 pH 值，無需使用額外添加劑，即可同時回收處理兩股廢水，並可降低二氧化矽廢水對薄膜的負荷。試驗結果顯示，二氧化矽與鎂離子去除率分別達 95% 與 70% 以上，證實可同時去除廢水中鎂離子及二氧化矽。廢水經離子共沉降之污泥，由掃描式電子顯微鏡 (scanning electron microscope, SEM) 及成份分析 (energy dispersive spectrometer, EDS) 結果可知，污泥成份氧 (O)、鎂 (Mg)、矽 (Si) 分別為 46.6%、22.4%、29.9%，顯示共沉降機制可解決薄膜回收處理冷卻水塔排放水面臨的二氧化矽對薄膜造成的污堵和負荷問題。

關鍵字：二氧化矽、水回收、共沉降、薄膜



一、前言

1.1 研究緣起

面對全球水資源危機的情況下，工業界積極落實節水節能是責無旁貸的任務，在眾多水回收處理技術中，目前薄膜分離為主流應用技術。雖然逆滲透膜一直被作為標準的水回收處理的程序之一，但在大型的薄膜系統中，其操作仍受到許多潛在限制因素影響，薄膜結垢為最常出現之問題，其降低滲透通量，破壞膜的選擇性以及滲透質量，並增加膜的維護和更換成本，不符合經濟效益。造成薄膜結垢之因素較多且複雜，如有機性污堵、無機性污堵及微生物污堵。在無機性污堵中，二氧化矽(SiO_2)較難去除，因其造成薄膜不可逆(irreversible fouling)污堵，影響逆滲透膜脫鹽能力，甚喪失其效能。

1.2 研究目的

本研究目的是以回用製程中含鎂廢水以及冷卻塔排放水，透過共沉降機制，達到同時回收兩股廢水。其兩種不同廢水源：(1)含鎂鹽(Mg^{2+})廢水及(2)含二氧化矽(SiO_2)冷卻水塔排放水(以下簡稱冷卻水)，探討兩種廢水混合後，能否提升二氧化矽(SiO_2)的去除效能，以克服逆滲透膜結垢的風險，如此同時可回收含鎂廢水(Mg^{2+})及冷卻水，並供給工業區製程用水使用，以大幅降低水處理成本以及創造水資源。

二、文獻回顧

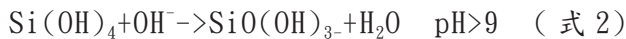
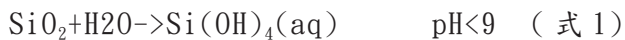
2.1 二氧化矽造成膜結垢之影響

二氧化矽結垢是膜分離技術常遇見之問題。膜污染是提高操作成本的主要原因由於滲透通量的惡化，跨膜壓力的增加，以及頻繁的化學清洗，縮短了膜的使用壽命，增加操作成本(Goh et al., 2018)。二氧化矽通常被認為是引起膜結垢污染的主要成分之一(Thompson et al., 2017; Lu et al., 2019)。目前用於控制膜處理中二氧化矽結垢之策略很大程度上依賴於使用阻垢劑，阻垢劑使溶液中的二氧化矽穩定，且可以有效地防止膜表面形成污垢，但使用阻垢劑會增加脫鹽的操作成本，並有可能導致有機物與生物污染。因此，二氧化矽結垢仍然為膜脫鹽過程中具有挑戰性之問題(Thompson et al., 2017; Tong et al., 2017; Lu et al., 2019)。

2.2 二氧化矽之去除方式

有研究指出，目前較常見之 SiO_2 去除之方法為電化學及化學混凝。前者是施加電流時，犧牲陽極釋放多價陽離子，同時陰極產生氫氧根離子與氫氣，但因陽極一直被犧牲，所以需要定期更換(Chen et al., 2017; Chow et al., 2019; Mroczek et al., 2019)。後者化學混凝法則可使用多元氯化鋁(PAC)進行混凝沉降處理 SiO_2 ，但其加藥量的多寡會直接影響後端薄膜處理的

效能 (Zhao et al., 2016; Semblante et al., 2018)，故近期有相關研究指出，利用軟化法將離子沉降去除，其機制係將廢水 pH 提高，使水中陽離子如 Mg^{2+} 形成微帶正電之金屬氧化物 $[Mg(OH)_2]$ ，同時不帶電的 SiO_2 會形成負電之 $[Si(OH)_3^-]$ ，兩者因脫水聚合並沉降去除，如 Mg^{2+} 含量不足時，可外添加來促進 SiO_2 之處理效能。廢水中 SiO_2 會隨著環境變化而呈現不同的型態，一般物理性分類為溶解態、膠體和顆粒 (Latour et al., 2014)，而在常溫、常壓下 SiO_2 溶解度為 120mg/L，而會影響其溶解度及電荷型態之因素，如 pH 值、溫度及壓力 (Baldermann et al., 2018)，以 pH 值為例，當 SiO_2 在中性及鹼性的廢水條件下，其型態分別以 $Si(OH)_4$ 及 $Si(OH)_3^-$ 之形式存在於水體，亦因前者不帶電荷，故難以直接進行化學沉澱處理，而後者因 $Si(OH)_3^-$ 帶負電特性，存在水體中可以是穩定型態的膠體 (Mohammadnejad et al., 2017)，其化學式型態可如下：



相關研究指出， $Si(OH)_3^-$ 與廢水中的金屬離子如鈣 (Ca^{2+})、鎂 (Mg^{2+}) 及鋁 (Al^{3+}) 等陽離子，會隨 pH 提高形成金屬氧化物，如氫氧化鎂 $[Mg(OH)_2]$ 可作為 $[Si(OH)_3^-]$ 之混凝劑，故可形成共聚物沉澱來降低水中 SiO_2 的濃度 (Milne et al., 2014)。相關研究指出，如以軟化法去除 SiO_2 時，水中需有足夠的鎂硬度 (Spinthaki et al., 2018)，如造紙廠廢水中 SiO_2 濃度 50-250mg/L，當 pH 控制 11.5 並添加 1,500mg/L 氧化鎂和氫氧化鎂，可獲得 86% 去除率，但會使廢水導電度提高 (Latour et al., 2015)。

三、實驗方法與設備

3.1 混凝最佳參數試驗

本實驗方法係將冷卻水塔廢水與含鎂廢水依據不同體積比 (V) 混合後 (見表 1)，再以 1N 氫氧化鈉 (NaOH) 將 pH 調整 8 至 10，再以攪拌機快混 1 分鐘 (200 rpm)，接續慢混 20 分鐘後，靜置 30 分鐘並取上清液分析水質。

本研究為提升 SiO_2 去除效能，試驗廢水為某工業區之冷卻水，其 SiO_2 濃度範圍為 180mg/L 至 200mg/L，為提升此排放水中鎂離子含量，本研究取另一股製程廢水 (簡稱「含鎂廢水」)，其鎂離子濃度約 1,394mg/L，試驗方法係將冷卻水與含鎂廢水依據不同體積比 (見表 1)，各組水量總體積為控制 200-400 mL，再以 4N 氫氧化鈉 (NaOH) 分別將 pH 值調整為 9 至 12，再以攪拌機快混 1 分鐘 (200rpm)，接續慢混 20 分鐘後，靜置 30 分鐘並取上清液檢測水質，並取



其沉澱物以掃描式電子顯微鏡 (scanning electron microscope, SEM) 及能量散射光譜儀 (energy dispersive spectrometer, EDS) 分析。

表 1 試驗組別及兩廢水混合比例

組別(體積比) [↵]	A [↵]	B [↵]	C [↵]	D [↵]
冷卻水 [↵]	1 [↵]	1 [↵]	1 [↵]	1 [↵]
含鎂廢水 [↵]	0.3 [↵]	0.5 [↵]	0.7 [↵]	1.0 [↵]

表 2 兩廢水基本水質檢測結果

項目 [↵]	冷卻水 [↵]	含鎂廢水 [↵]	項目 [↵]	冷卻水 [↵]	含鎂廢水 [↵]
pH [↵]	7.9 [↵]	7.33 [↵]	Ca ²⁺ (mg/L) [↵]	343.5 [↵]	253.5 [↵]
EC (mS/cm) [↵]	2.86 [↵]	7.05 [↵]	Mg ²⁺ (mg/L) [↵]	309.9 [↵]	1,394 [↵]
COD (mg/L) [↵]	47.6 [↵]	13.5 [↵]	SiO ₂ (mg/L) [↵]	104.6 [↵]	94 [↵]

表 3 冷卻水塔排放水不同 pH 值 SiO₂ 及 Mg²⁺ 去除結果

pH 值 [↵]	SiO ₂ [↵]		Mg ²⁺ [↵]	
	mg/L [↵]	去除率% [↵]	mg/L [↵]	去除率% [↵]
7.9 [↵]	104.6 [↵]	- [↵]	309.9 [↵]	- [↵]
9.5 [↵]	96.4 [↵]	7.90 [↵]	104.3 [↵]	66.0 [↵]
10.0 [↵]	38.2 [↵]	63.5 [↵]	79.1 [↵]	74.2 [↵]
10.6 [↵]	1.4 [↵]	98.7 [↵]	25.9 [↵]	91.6 [↵]
11.0 [↵]	1.0 [↵]	99.1 [↵]	16.7 [↵]	94.6 [↵]

四、結果與討論

本研究為了提升薄膜 (UF/RO) 回收冷卻水之效能，採取回用含鎂廢水混入冷卻水中，使水體中有足量的鎂離子可與二氧化矽形成共聚物並沉降去除。冷卻水與含鎂廢水之 pH 皆為中性 (見表 2)，其中前者二氧化矽濃度為 104.6 mg/L，後者鎂離子為 1,394 mg/L，試驗結果 (見表 3)，以 NaOH(4N) 單獨提高冷卻水之 pH 值，由 7.9 提高至 10 時，二氧化矽去除率僅 63.5%，再提高至 10.6 去除率則增加至 98.7%，顯示冷卻水中多數的鎂離子應形成 Mg(OH)₂ 並與帶負電荷之矽 [Si(OH)₃⁻] 形成共聚物沉降，水樣再經感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP)

檢測後，鎂離子濃度原 309.9mg/L 被消耗至 25.9mg/L，此結果應可驗證上述推論，顯示二氧化矽及鎂離子，兩者去除率均有呈現正相關性（圖 1）。

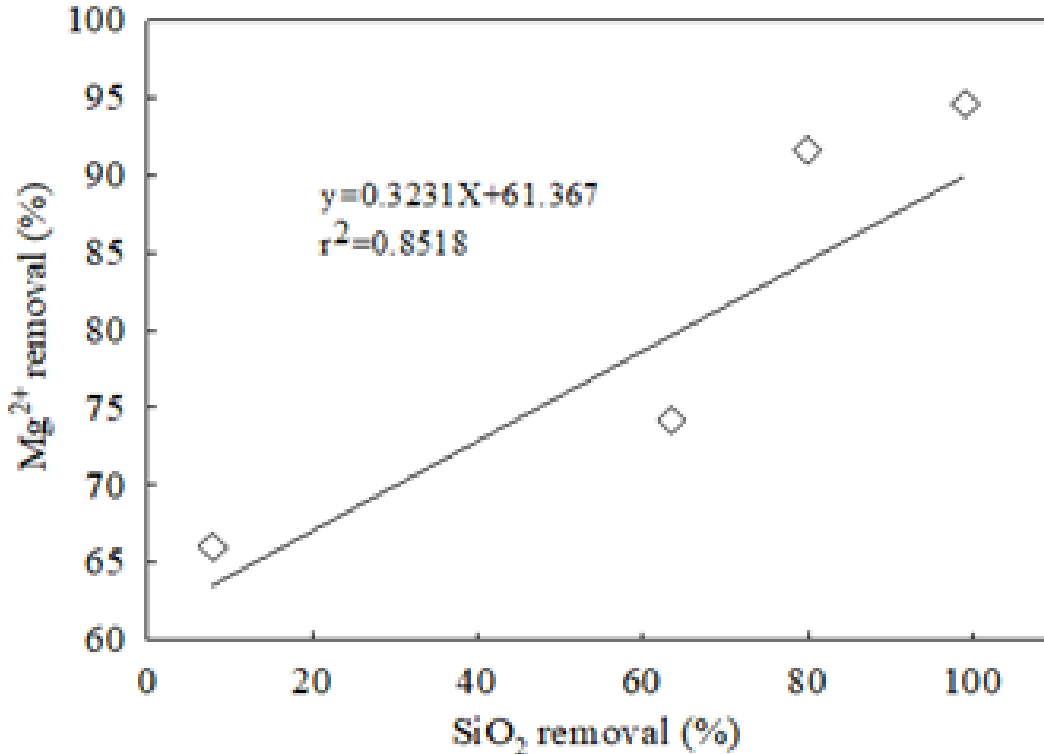


圖 1 二氧化矽及鎂去除率之相關

此結果可說明當二氧化矽去除效能不佳時，可補充鎂離子來促進反應去除，故本研究將含鎂廢水混合冷卻水，作為外添加鎂離子，評估不同 pH 值之下二氧化矽及鎂離子之變化情形。本研究以冷卻水體積 1 為基準，試驗組可分為 4 組，外添加含鎂廢水比例分別為 0.3、0.5、0.7 及 1.0。試驗結果顯示，外添加鎂廢水的 4 組中，pH 值為 9 時，矽去除率均 <90% (圖 2)，如 pH 值提高至 10 後，除 A 組外，其餘二氧化矽去除率均 >95%。另試驗組 A(1:0.3) 在 pH 值為 10 之二氧化矽去除率為 80%，但此條件下，已超過未混合含鎂鹽廢水之去除率 (63.5%)，證實添加含鎂廢水可提升二氧化矽去除率。各試驗組中鎂離子的去除率亦隨 pH 提高而上升 (圖 3)，其中試驗組 A(1:0.3) pH 控制至 10 時，鎂離子去除率約為 70%，其餘組別 B、C 及 D 在相同 pH 值之條件下均高於 70%，顯示額外添加的鎂離子，會促進 $Mg(OH)_2$ 生成並與具帶負電之矽 $[Si(OH)_3^-]$ 共沉降去除，且當在高 pH 值之環境下 (pH=11-12) 鎂離子的去除率高均高於 90%，

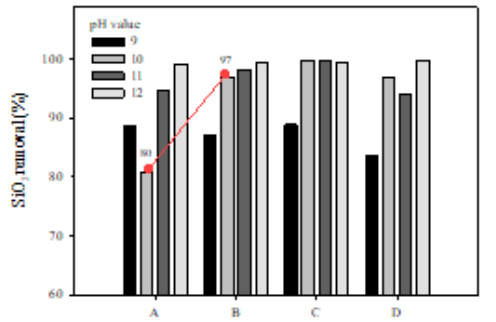


圖 2 混合含鎂鹽廢水後不同 pH 值二氧化矽去除結果

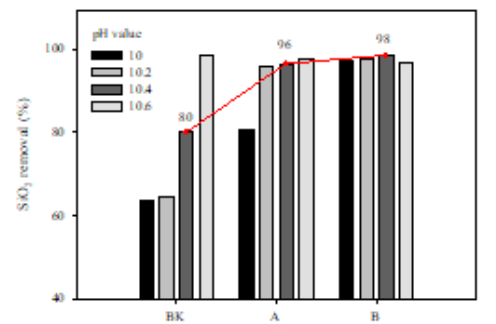


圖 3 混合含鎂鹽廢水後不同 pH 值之鎂離子之變化

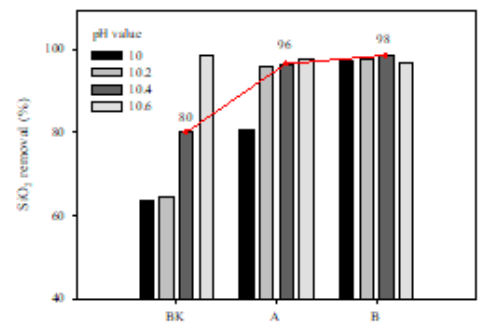


圖 4 混合含鎂鹽廢水後 pH 值控制 10 至 10.6 二氧化矽去除結果

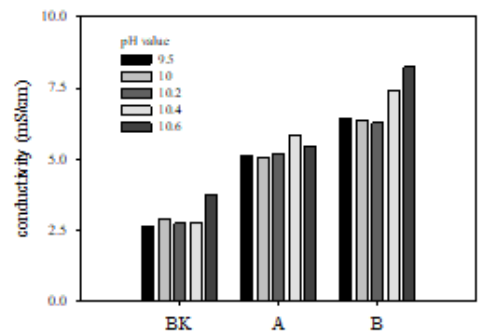
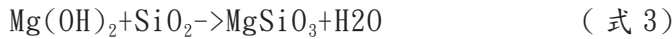


圖 5 兩廢水混合後 pH 值控制 9.5 至 10.6 之導電度變化

故顯示二氧化矽及鎂離子會在此環境下被去除，此機制推論如下：



上述結果中，試驗組 A(1:0.3)、B(1:0.5) 二氧化矽及鎂離子之去除效果良好，顯示此添加比例可符合預期成果。接續進行再現性測試，在實廠操作中，將冷卻水塔之濃縮倍數提升至 6.5 倍，排放水量維持在 470 CMD 之運轉條件下，當冷卻水 SiO_2 (濃度為 180 至 200mg/L) 及含鎂廢水中之 Mg^{2+} (濃度為 1,100 至 1,500 mg/L)，在相同混合比例下 pH 值為 10.6 均可獲得高於 95% 之去除率 (圖 4)，但 pH 為 10.4 時，對照組去除率低於兩試驗組，證實水體中有足量的鎂離子可獲得較高的去除率。因本研究考量使用薄膜 (UF/RO) 來回收處理冷卻水，故水中的導電度變化亦是本研究項目之一，由試驗組 A 及 B 得知，當混合水 pH 控制 9.5-10 時，導電度分別接近 5.0 mS/cm 及 6.25 mS/cm (圖 5)，而對照組在 pH 值 9.5 至 10.6 之間，導電度均小於 3.25 mS/cm，推測混合水中的應有氯鹽 (Cl^-) 及硫酸鹽 (SO_4^{2-}) 的干擾，故後續考量以 RO 處理時，除了二氧化矽結垢因素之外，硫酸鈣及磷酸鈣等因子，亦需著重考量。

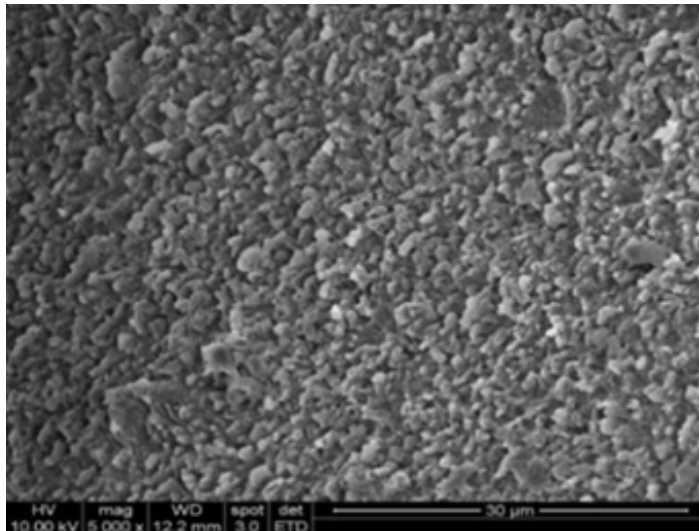


圖 6 混合水二氧化矽及鎂離子之共聚物 SEM 外觀 (倍率 5K)

另為確認混合水中二氧化矽及鎂離子之共聚物之成分，本研究取試驗組 D(1:1) 調高 pH 值至 10 後，經快混、慢混及靜置沉澱之污泥，以 SEM 及 EDS 進行成份分析。結果如圖 6，其為倍率 5K 之 SEM 照片，外觀呈現不規則沉積物，由 EDS 分析氧 (O)、鎂 (Mg)、矽 (Si) 含量最多，分別為 46.55%、22.39%、

29.9% (圖 7)，另亦發現鈣 (Ca) 約為 1.16%，據文獻指出，與二氧化矽形成共聚物之金屬離子如鎂、鈣、鋁等，均可能透過高 pH 值形成金屬氧化物再與二氧化矽形成共聚物 (Semblante et al., 2018)，但由此結果證實鎂離子應為多數，故本研究回用含鎂廢水來去除冷卻水之二氧化矽，是一可同時回收兩種廢水，且可克服 RO 膜不可逆結垢阻塞的疑慮，達到廢水減排及創造新水源之目的。

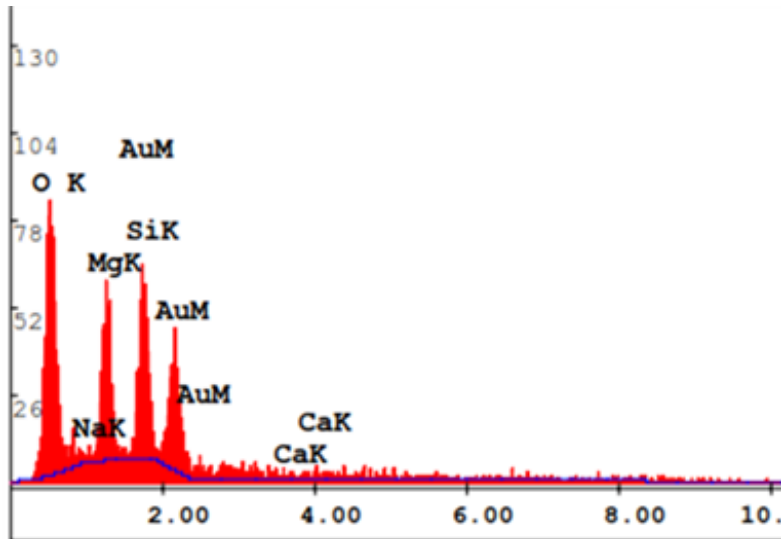


圖 7 共聚物 EDS 成份分析結果

五、結論與建議

本研究成果之重點及結論如下述：

1. 單獨調整冷卻水塔排放水之 pH 值至 10 時，二氧化矽之去除率僅 63.5%，效果有限。
2. 兩廢水混合並提升鎂離子濃度後，可提升二氧化矽去除率 81%，且與鎂鹽之去除率呈正相關，當 pH 值為 10.6 時，二氧化矽去除率可達 95%。
3. 共沉降之污泥經 EDS 分析結果，證實本研究對廢水中二氧化矽及鎂離子去除成效良好，可同時回收處理冷卻水塔及含鎂廢水，並降低薄膜結垢之風險，提升水回收率。

參考文獻

1. Baldermann, A., Mavromatis, V., Frick, P. M., & Dietzel, M. J. G. e. C. A. (2018). Effect of aqueous Si/Mg ratio and pH on the nucleation and growth of sepiolite at 25° C. 227, 211-226.
2. Chen, Y., Baygents, J. C., & Farrell, J. J. J. o. w. p. e. (2017). Evaluating electrocoagulation and chemical coagulation for removing

- dissolved silica from high efficiency reverse osmosis (HERO) concentrate solutions. 16, 50-55.
3. Chow, H., & Pham, A. L.-T. J. J. o. H. M. (2019). Effective Removal of Silica and Sulfide from Oil Sands Thermal In-Situ Produced Water by Electrocoagulation. 120880.
 4. Goh, P., Lau, W., Othman, M., & Ismail, A. J. D. (2018). Membrane fouling in desalination and its mitigation strategies. 425, 130-155.
 5. Latour, I., Miranda, R., Blanco, A. J. S., & Technology, P. (2014). Silica removal with sparingly soluble magnesium compounds. Part I. 138, 210-218.
 6. Latour, I., Miranda, R., Blanco, A. J. S., & Technology, P. (2015). Silica removal with sparingly soluble magnesium compounds. Part II. 149, 331-338.
 7. Lu, K.-G., & Huang, H. J. W. r. (2019). Dependence of initial silica scaling on the surface physicochemical properties of reverse osmosis membranes during bench-scale brackish water desalination. 150, 358-367.
 8. Milne, N. A., O'Reilly, T., Sanciuolo, P., Ostarcevic, E., Beighton, M., Taylor, K., . . . Gray, S. R. J. W. r. (2014). Chemistry of silica scale mitigation for RO desalination with particular reference to remote operations. 65, 107-133.
 9. Mohammadnejad, S., Provis, J. L., van Deventer, J. S. J. C., & Chemistry, T. (2017). Computational modelling of interactions between gold complexes and silicates. 1101, 113-121.
 10. Mroczek, E., Graham, D., & Bacon, L. J. J. o. E. C. E. (2019). Removal of Arsenic and Silica from Geothermal Fluid by Electrocoagulation. 103232.
 11. Semblante, G. U., Lee, J. Z., Lee, L. Y., Ong, S. L., & Ng, H. Y. J. D. (2018). Brine pre-treatment technologies for zero liquid discharge systems. 441, 96-111.
 12. Spinhaki, A., Petratos, G., Matheis, J., Hater, W., & Demadis, K. D. J. G. (2018). The precipitation of "magnesium silicate" under geothermal stresses. Formation and characterization. 74, 172-180.
 13. Thompson, J., Rahardianto, A., Kim, S., Bilal, M., Breckenridge, R., & Cohen, Y. J. J. o. M. S. (2017). Real-time direct detection of silica scaling on RO membranes. 528, 346-358.
 14. Tong, T., Zhao, S., Boo, C., Hashmi, S. M., Elimelech, M. J. E. s., & technology. (2017). Relating silica scaling in reverse osmosis to membrane surface properties. 51(8), 4396-4406.
 15. Zhao, X., Yang, T., Liu, L., Zhang, X., Fan, L., Huang, Y. J. D., & Treatment, W. (2016). Effect of aluminum speciation on silica removal during coagulation of heavy-oil wastewater using polyaluminum chloride. 57(25), 11789-11799.

循環塑膠再利用及生質材料 之發展與替代

綠色技術科技股份有限公司 黃顯凱博士

日本安倍首相於 2019 G20 領袖會議中談到海洋塑膠垃圾問題時提及：「我們應該為 20 世紀誕生的幾項偉大發明感到驕傲，塑膠就是其中之一。塑膠在未來仍有其必要，不應該敵視塑膠及排斥使用塑膠的人。」

一、前言

地球的資源是有限的，目前地球環境正面臨生態多樣性的消失、全球氣候變遷現象日益加劇、土地與生態系統衰退、人口快速增長及自然資源因科技化後濫用的快速枯竭。全球目前面臨非常大的壓力挑戰，促使我們去尋求新生產與消費方法對衰退的地球生態負責。為了做好這些挑戰，我們必須在工業生產及材料思維方面發展改進與創新的永續觀念。"環境負擔" (humanity's burden on the environment) 已成為衡量產品與新材料開發之環境策略執行依歸，並成為驗證新產品使用與新材料應用效益的根據。

塑膠是世界工業及我們日常生活中是一種重要而無處不在的材料。它具有多種功能，有助於應對我們文明與科技進步面臨的一些挑戰。汽車或飛機中的輕量和創新材料可節省燃油並減少二氧化碳排放。高性能絕緣材料有助於我們節省能源費用。在包裝方面，塑膠有助於確保食品安全並減少食品浪費。結合 3D 列印，生物相容塑膠材料通過實現醫療創新來拯救人類生命。然而，塑膠的高功能性和相對較低的成本意味著這種材料在日常生活中越來越普遍。雖然塑膠在經濟中起著有益的作用，在許多部門提供了基本應用，但其在短壽命應用中的使用量不斷增加，這些應用並非為再利用或具有成本效益的回收而設計，這意味著相關的生產和消費模式越來越低效和增加線性。目前塑膠的生產、使用和丟棄方式往往無法反映更"循環"方法的經濟效益，並對環境造成危害。因此，在 2015 年 12 月 2 日歐盟委員會在循環經濟行動計畫中內文中制定題目

為"閉鎖循環——歐盟循環經濟行動計畫"，這一戰略為新塑膠經濟奠定了基礎，在這種經濟中，塑膠和塑膠產品的設計和生產充分尊重再利用、修理和再循環需求，並同時開發和推廣更可持續的材料。2017年，歐盟委員會確認將專注於塑膠的生產和使用，並努力實現確保所有塑膠包裝都得到改造的目標。委員會結論在2018年1月16日題為"循環經濟中的歐洲塑膠戰略"的文中指出，塑膠廢物的產生和塑膠廢物的洩漏，特別是向海洋環境的洩漏必須解決，以實現塑膠的循環生命週期。《歐洲塑膠戰略》朝著建立循環經濟邁出一步，在循環經濟中，塑膠和塑膠產品的設計和生產充分尊重再利用、修理和再迴圈的需要，並開發更可持續的材料促進。某些塑膠產品對環境、健康和經濟產生重大的負面影響，因此，無論是歐盟或全球各國，都將立法要求建立一個具體的法律框架，以有效減少這些負面影響。

二、塑膠循環再利用趨勢

在過去的50年裡，塑膠在我們的經濟中的作用和重要性一直在增長。自20世紀60年代以來，全球塑膠產量增長了20倍，2018年達到3.59億噸，並以每年3%以上成長速率增長，預計未來20年，這一計畫將再次翻一番。在歐盟，塑膠行業擁有150萬員工，2015年營業額達3400億歐元。儘管近年來歐盟的塑膠生產一直保持穩定，但隨著世界其他地區產量的增長，歐盟在全球市場上的份額正在下降。在歐盟，塑膠廢物的回收潛力基本上尚未開發，壽命終止塑膠的再利用和再循環比例與其他材料（如紙張、玻璃或金屬）相比，特別是非常的低。

根據估計，塑膠生產和塑膠廢物焚燒每年使全球的二氧化碳量增加約4億噸。使用更多的再生塑膠可以減少對塑膠生產化石燃料提取的依賴，並限制二氧化碳排放。如能回收全球塑膠廢物，每年估計可能節省的能源相當於35億桶石油。

歐洲每年產生約2580萬噸塑膠垃圾。收集的廢物中，只有不到30%用於回收利用，其中很大一部分使歐盟塑膠廢棄物在第三國接受處理，因為第三國可能適用不同或較低的環境標準。與此同時，歐盟塑膠廢物的填埋和焚燒率仍然很高，分別為31%和39%，儘管垃圾填埋場在過去十年中有所下降，但焚燒卻有所增長。據估計，塑膠包裝材料價值的95%，即每年約700億至1050億歐元，在極短的首次使用週期後就被丟棄，造成歐盟相當巨量的經濟損失。目前，對歐洲再生塑膠的需求僅占塑膠需求的6%左右，因近年來歐盟塑膠回收行業一直受到商品價格低和市場銷售網站的不確定性的影響，由於該行業盈利能力低下的前景，對新的塑膠回收能力的投資受到了影響。

一個智慧、創新和可持續的塑膠行業，其設計和生產充分考慮到再利用、維修和再循環的需求，為歐洲帶來了增長和就業機會，並說明減少歐盟的溫室氣體排放和對進口化石燃料的依賴。

- 塑膠和含有塑膠的產品設計允許更高的耐用性、再利用性和高品質的回收。到 2030 年，歐盟市場上的所有塑膠包裝要麼可重複使用，也可以以經濟高效的方式回收。
- 生產和設計的變化使所有關鍵應用的塑膠回收率都更高。到 2030 年，歐洲一半以上的塑膠廢物被回收利用。塑膠廢物的單獨收集達到非常高的水準。塑膠包裝廢棄物的回收達到與其他包裝材料相當的水準。
- 歐盟塑膠回收能力顯著擴展和現代化。到 2030 年，分類和回收能力自 2015 年以來增加了四倍，從而創造了 20 萬個新就業機會，遍佈整個歐洲。
- 由於改進了在創新、技能和能力提升方面的單獨收集和投資，已逐步淘汰了分類不良的塑膠廢物的出口。回收塑膠已成為國內外各行業越來越有價值的原料。
- 塑膠價值鏈更加一體化，化工行業與塑膠回收商密切合作，說明他們在產出方面找到更廣泛、更高價值的應用。阻礙回收過程的物質已被替換或逐步淘汰。
- 回收和創新塑膠市場已成功建立，隨著更多產品包含一些回收內容，具有清晰的增長前景。歐洲對再生塑膠的需求增長了四倍，為回收行業提供了穩定的收入來源，並為不斷增長的員工提供了工作保障。
- 更多的塑膠回收有助於減少歐洲對進口化石燃料的依賴，減少二氧化碳排放，這符合《巴黎協議》的承諾。

三、一次性廢棄塑膠禁用趨勢

一次性塑膠製品可以由各種塑膠製成。塑膠通常被定義為可能添加添加劑的聚合物材料。然而，該定義將涵蓋某些天然聚合物。歐洲議會和理事會第 1907/2006 號 REACH 法規第 3 條第 30 款中 "非化學改性物質" 定義所指的，未經改性天然聚合物不應納入該指令，因為它們在環境中自然發生。因此，為了該指令的目的，應調整第 1907/2006 號條例第 3 條第 5 點對聚合物的定義，並應引入單獨的定義。用改性天然聚合物製造的塑膠，或用生物基、化石或合成起始物質製成的塑膠不是自然產生的，因此應通過該指令加以處理。因此，塑膠的改編定義應涵蓋塑膠。

大量的塑膠廢物從陸地和海上來源洩漏到環境中，造成重大的經濟和環境破壞。在全球範圍內，每年有 500 萬至 1300 萬噸塑膠—占全球塑膠產量的 1.5% 至 4%，最終流入海洋。據估計，塑膠占海洋垃圾的 80% 以上，然後塑膠碎屑通

過海洋流運輸或短或長的距離，它可以被沖上陸地，降解成微塑膠或被困在區域形成密集的海洋垃圾。這一現象因每年產生的塑膠廢物數量不斷增加而加劇，而且由於「一次性」塑膠（即包裝或其他消費品在短暫使用後被丟棄）的消費量不斷增加，這種情況產品容易被亂扔，且很少發生在被回收行為之中。其中包括小包裝袋、一次性杯子、蓋子、吸管和餐具，塑膠因其輕巧、成本低和實用等特點而得到廣泛應用。新的塑膠洩漏源也在增加，對環境和人類健康構成更多潛在威脅。微塑膠，5毫米以下的微小塑膠碎片，堆積在海洋中，其體積小，使海洋生物很容易攝取它們，他們也可以進入食物鏈中。依最近的研究還發現，空氣中的微塑膠、飲用水和鹽或蜂蜜等食物中，對人類健康的影響還不得而知。

歐盟議會於2019.10通過一次性塑膠指令，該指令定義「一次性塑膠製品」一詞。該定義排除被構思、設計和投放市場的塑膠產品，該類在其生命週期內完成多次使用或循環利用，以便重新填充或重新用於其構思的相同目的。「一次性塑膠製品」通常只使用一次或短時間，然後就被進行處置；個人護理和家庭使用的濕巾也應屬於該指令的範圍，但工業濕巾排除在外。為了進一步澄清一種產品是否應被視為指令所指被視為一次性塑膠製品的食品容器而言的例子是快速的。被視為一次性塑膠產品的飲料容器示例包括用於啤酒、葡萄酒、水、液體茶點、果汁和花蜜、即溶飲料或牛奶的飲料瓶或複合飲料包裝，但不包括飲料杯（就本指令而言，這些是一類單獨的一次性塑膠製品。由於玻璃和金屬飲料容器不是聯盟海灘上最多的一次性塑膠產品，因此該指令不應涵蓋玻璃和金屬飲料容器。然而，委員會也會評估玻璃和金屬飲料容器用塑膠製成的蓋子。

對投放市場的限制還應包括由可降解的塑膠製成的產品，因為這種塑膠不能正確生物降解，從而造成環境中的微塑膠污染，因此，它不是可堆肥，對傳統塑膠的回收產生負面影響，並且無法提供經證實的環境效益。

四、替代生質材料

根據工研院發表資料，目前生質材料的製造技術以「發酵聚合」、「生物+化學反應」、「生物混合」等三類型為主，料源應用仍以作物如蔗糖、澱粉、植物油等。其中以「生物+化學反應」是應用最多的技術，主要將蔗糖等生質原料經生物發酵反應後得到如乳酸的生質單體，再經化學聚合反應合成生質材料。替代類型的原料（例如生物基塑膠或由二氧化碳或甲烷產生的塑膠），提供與傳統塑膠相同的功能，可能對環境造成較低影響，但目前市場份額量仍然是很小。

生質材料的主要目標是在產品、零件、材料擁有相同的功能與價值下，具



備最大範圍使用性與長壽命週期。主要需透過避免 / 減少使用自然資源、尋求替代資源降低環境衝擊及有績效性的再利用三大目標。循環經濟社會需求的綠色材料趨勢發展依照過去經濟與環保發展脈絡，依照歐盟定義可朝向幾個趨勢前進：

1. 塑膠材質取代化：生物基質混合材料（木頭纖維混合物（WFC）或天然纖維混合物（NFC））、輕質金屬材料、仿生材質。
2. 健康材質：可分解聚合物材質、生物基質萃取物（如：纖維素）、可堆廢或生物可分解材質。
3. 材質高回收化：生物塑膠、生物基質材料（WFC 或 NFC）、輕質金屬材料。
4. 紙質取代化：生物基質材料（WFC 或 NFC）。

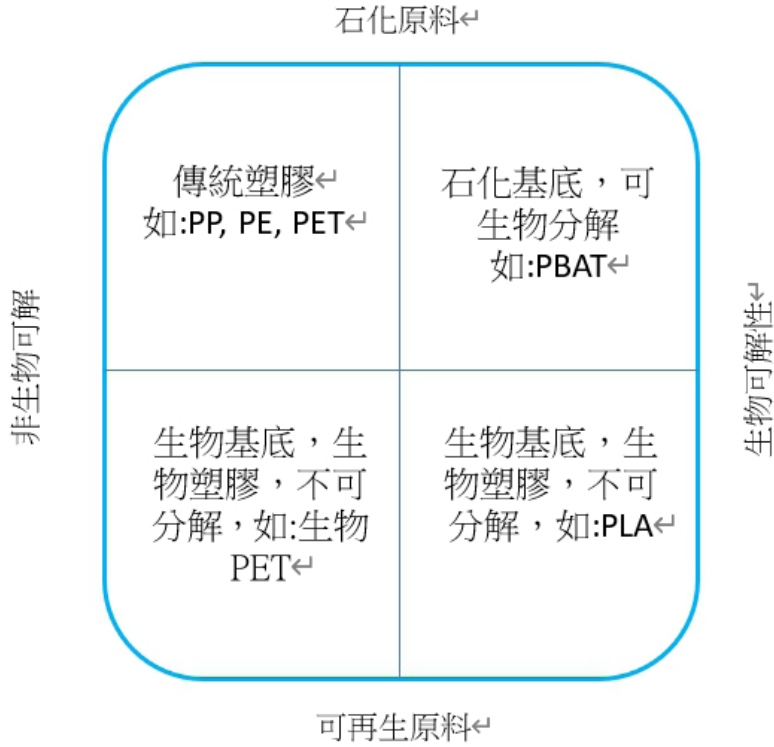
上述之綠色材料發展趨勢中，很大部分發展出生物經濟（bioeconomy）新經濟市場，涵蓋的區塊與系統仰賴生態來源（如：動物、植物、微生物與可取得的生物質量體，例如有機廢棄物），生物基質創新材料技術包括以農地廢棄物發展新化學物或材料產品，可涵蓋應用於生產新的產品。取代非永續原料的新商機正悄悄地在工廠端升起，例如，建構以生質材料應用於包裝材料領域與運用永續創新生產技術發展農林業生基料紡織品或化學品，也可以朝向與農林業生態系統服務的新商業模式發展。

生物基質材料或塑膠分成木材基質混合（wood-plastic composites（WPCs）和自然基質混合（natural fibre composites（NFCs））。生物材料、木基材料、生基聚合物、天然纖維或木材纖維與聚合物混合的複合材料中是歐盟使用的四種主要生物材料。而生物纖維來源根據 Ray et al. (2013) 研究，玉米、稻米、大豆及燕麥佔了全球 2/3 的產量，是良好的生物基質材料來源。

綠色材質具可生物分解與可堆肥化特性是重要的未來材質要求。依照 OECD 的定義，可生物降解性是可由微生物生物轉化和分解成水的材料，自然產生的氣體，如二氧化碳（CO₂）和甲烷（CH₄）和生物量（如新的微生物細胞成分）。這個過程取決於周圍的環境條件（環境介質和溫度）。生物基材料 / 塑膠全部或部分由可再生資源製成，如植物纖維、澱粉、糖、植物油及天然材料。一些生物基聚合物是可生物降解的，例如聚乳酸（PLA），但如生物聚丙烯（PP）、生物聚乙烯（PE）和生物聚乙烯對苯二甲酸酯（PET）則不然，後一種聚合物也稱為置入式生物基聚合物，因為它們的結構與化石完全相同，因此易於替代並集成到現有的塑膠生產系統和應用中。化石基可生物降解聚合物也存在，例如聚丁二烯二甲苯 - 共二甲酸酯（PBAT），用於食品包裝、園藝和農業用途的可堆肥塑膠袋，以及某些產品的防水塗層，如紙杯。如果在受控堆肥條件下，在六個月內以至少 90% 的重量進行生物降解，在 12 周內在受控堆肥條件下，在

受控堆肥條件下，它碎片成直徑小於2毫米的碎片，並且在堆廢流程結束後獲得的堆肥物質，沒有對植物生長的負面影響。

圖1 歐盟生物塑膠定義概念 (EEA, 2018)





中華環安衛科技協會 第十二屆第四次理監事聯席會 會議紀錄

- 一、時 間：民國 108 年 10 月 01 日下午六時三十分。
- 二、地 點：海大王澎湖海鮮餐廳（高雄市前金區自強二路 17 號）
- 三、出席人員姓名
理事：王凱中、方明達、王文成、林信一、孫惠坤、廖俊喆、
薩支高
監事：孫榮宏、王 珏
候補理事：徐明才
- 四、缺席人員姓名：（無）
- 五、請假人員姓名
理事：吳裕文、陳信榮、張啟達、蔡俊銘、黃建元、朱信安、
林健榮、林宗曾、林登峰、陳哲寬、陳俊銘、陳康興、
陳文盛、葉雅強、蔡顯修、嚴小梅、劉惠民、王振華、
監事：王茂松、徐 漢、康敏捷、宋倫國、王冠懿
候補理事：何宜達、陳漢源、戴佑宗、林增誠
候補監事：張益國、陳文萱
- 六、列席人員：
- 七、主席：王凱中理事長 記錄：柯宥彤
- 八、主席致詞：（略）
- 九、報告事項：
 - （一）本會於 108 年 08 月發行第 49 期會刊，廣告刊登收入如下：
 - （1）捷博科技股份有限公司：2 萬元
 - （二）第 49 期會刊收錄文章共 6 篇，其中衛生類 4 篇、
安全類 1 篇、環境類 1 篇。

(三)常年會費收取情形：

	會費標準	數量			收取會費金額
		已繳會費	未繳會費	總數	
團體會員 A	6,000 元/年	14	14	28	84,000
團體會員 B 及 C	4,000 元/年	8	16	24	32,000
個人會員	1,000 元/年	42	101	143	42,000
合計		64	131	195	158,000

108 年常年會費，截至目前已收取 15.8 萬元，為使會務運作順利，將持續連繫會員催繳會費。

十、討論提案

提案一

提案人：秘書處

案由：民國 108 年上半年度決算表冊核議案。

說明：檢附本協會 108 年上半年度資產負債表、收支決算表，如附件一及附件二，敬請審議。

辦法：理事會審查。

決議：照案通過。

十一、臨時動議：(無)

十二、散會：下午八時三十分。

會員資格與權利義務

會員種類	加入資格	權利及義務	入會費 常年會費
個人	凡贊同本會宗旨，年滿二十歲者，經會員(會員代表)二人(含)以上推薦填具入會申請書，經理事會通過並繳納入會費後，為個人會員	權利：參加會員大會及各種活動的權利，有發言權、表決權、選舉權、被選舉權與罷免權 義務：繳納會費及遵守本會章程與決議事項	入會費 500 元 常年會費 1000 元/年
團體-A 類	凡公私機構或團體贊同本會宗旨，填具入會申請書，經理事會通過並繳納入會費，為團體會員。	權利：A 類會員得推派會員代表 3 人，B、C 類會員得推派代表 2 人，以行使比照個人會員享有之同等權利 義務：繳納會費及遵守本會章程決議事項	入會費 3000 元 常年會費 6000 元/年
團體-B 類			入會費 3000 元 常年會費 4000 元/年
團體-C 類			入會費 2000 元 常年會費 4000 元/年
贊助	凡贊同本會宗旨，對本會提供人力、物力贊助者，得經理事會通過為贊助會員	可享有參加會員大會及各種活動的權利，有發言權但無表決權、選舉權、被選舉權與罷免權	無

本協會對會員所提供的服務

一、免費贈閱會刊：

會刊每半年發行一期，內容涵蓋科技新知及產業訊息等，會員可藉以提升在環保及工業安全衛生的技術及競爭優勢。

二、免費參加各項活動：

本協會不定期舉辦環安衛相關議題的座談會及研討會，邀請各界專家學者演講及交流；另亦安排觀摩活動，參觀優良產、官、學、研單位，相互吸收經驗。

三、專屬網站：

本協會專屬網站 <http://www.cesha.org.tw/>，會員可藉此瀏覽本會最新訊息及相關資訊。

四、入會申請表

團體及個人會員申請表，放置於本協會專屬網站上，加入會員請於本會網站下載。



廣告刊登費用明細

位 置	規 格	印 刷	單 期 價 格
封 面	全 頁	彩 色	30,000元
封 底	全 頁	彩 色	24,000元
封面裡頁	全 頁	彩 色	20,000元
封底裡頁	全 頁	彩 色	19,000元
內 頁	全 頁	彩 色	12,000元
內 頁	半 頁	彩 色	8,000元
內 頁	全 頁	黑 白	8,000元
內 頁	半 頁	黑 白	5,000元

附註：

1. 如須本刊代為打字完稿，酌收打字完稿費每頁500元整。
2. 廣告折扣：
 - 連續刊登二期者：**95 折**
 - 連續刊登三期者：**9 折**
 - 連續刊登四期者：**85 折**
3. 會員優惠：現有會員：以刊登版面單期價 9 折計價。
新會員：新加入協會之團體會員，可享有免費刊一期會員公司廣告（限內頁黑白全頁）之優惠。