



經濟部標準檢驗局 101 年度

自行研究計畫

報告書編號：101BSMI-24

臺灣東部地區深層海水品質指標項目之檢測探討

經濟部標準檢驗局花蓮分局編印

中華民國 102 年 01 月 31 日

標準檢驗局 101 年度自行研究報告提要表		填表人：蔡修裕	
		填表日期：102 年 01 月 31 日	
研究報告名稱	臺灣東部地區深層海水品質指標項目之檢測探討		
研究單位 及研究人員	標準檢驗局花蓮分局 蔡修裕課長、陳政賢課長、 呂碧梅技士、陳森期技士	研究 期程	自 101 年 01 月 01 日 至 101 年 12 月 31 日
報 告 內 容 提 要			
<p>一、研究緣起與目的</p> <p>臺灣東部地區海域因為地形環境因素及地理位置之獨特性，是發展深層海水產業極佳之場域，然而深層海水資源之開發與利用，除了考量工程技術及產業之需求外，在維持及管理深層海水原水方面，才是開展深層海水產業之重要基礎。尤其在日本311大地震之後，日本福島核能電廠有輻射物質外漏現象，亦有隨洋流污染海洋或深海之謠傳。另外，在臺東地區水利署新設之深層海水模組廠亦因為操作不當或不明原因，於101年5月上旬即無法取水。因此，我們思考著將現有對深層海水原水檢測之方法及流程作系統性之整合，並試著開發一套能長時間監測深層海水原水之系統，再配合現有之檢測資源，希望能夠以遠端管理之模式，對深層海水原水之水質作資料蒐集及分水應用之參考。並希望藉由此原型監測系統之設置，對臺灣東部深層海水取水業者、產品開發廠商及深層海水運用領域(能源、水產養殖、溫帶農業及休閒產業等)，有著引導發展之效果。同時，也能在較長時間及更多項目之監測資料中，更瞭解臺灣東部深層海水海域之狀況，為臺灣之海洋科技提供一套具有參考價值之資料庫。</p>			

二、研究方法與過程

本次研究工作主要係探討臺灣東部地區各深層海水取水點之原水品質指標之檢測項目及方式，並延續自98年以來本分局進行花蓮地區已有之3家深層海水取水業者之原水檢測結果作檢討，期望能透過檢測結果之分析及評估，再配合本分局新裝置之遠端水質監測系統作比較，能將臺灣東部地區深層海水取水後之水質作監測，以得到管理及可供研究之效果。此次自行研究計畫在方法上，分成二部分進行：其一是每月/不定期至花蓮地區三家取水較穩定之深層海水取水點進行原水樣品之取樣，並依CNS 15091及NIEA相關檢測方法執行重要項目之檢驗，藉以蒐集實驗室檢測之數據並進行統計分析，可初步探討及彙整出花蓮地區三家深層海水取水廠商之原水品質。該數據亦可以作為本局核發深層海水取水設施檢查報告之依據。而檢測流程之檢討，亦可作為本分局建立深層海水專業實驗室之基本架構。另在探討檢測流程方面，研究團隊思索著檢驗之基本課題，即樣本數之大小是決定瞭解母體品質之重要因素，而現行每月/不定期方式進行原水取水之樣本數量，對探討各取水點或取水管路之品質是不足的，所以本研究團隊即思考設置具測試功能的原水監測系統以長期監測及蒐集相關數據，必要時也可與實驗室之檢測結果作比對，以得知其準確性及穩定性。該系統具備警報功能，即當取水裝置有異常或原水品質超出界限時，可採取必要措施，以避免後端之貴重設備受到損害。為了解決人力成本之問題，該系統設計成可遠端監控及管理，即透過網路傳輸之方式，管理人員可由網際網路瞭解到該取水點之狀況及水質。惟現行情勢下，花蓮地區三家取水業者皆屬民間企業，在考量現有的法規約束及公平原則下，暫不宜設置於民間企業取水管路中因此，該系統經協調後即設置於水利署深層海水臺東模組廠之取水系統中，但由於深層海水臺東模組廠現在尚未取水成功穩定，所以該監測系統在裝置後，所採取之測試方式是以花蓮地區之深層海水進行模擬測試，並進行網路連結之功能探討，待深層海水臺東模組廠取水完成穩定後，即進行實質測試。

三、研究發現與建議

本次研究成果分為三部分說明：其一為藉由每月/不定期至花蓮地區深層海水取水廠商取原水樣本檢測之流程，以建立本分局深層海水專業實驗室原水檢測之流程及方法，可以作為日後評估臺灣東部地區各深層海水取水設施水質之標準流程，也可協助各取水廠在深層海水原水之自我管理模式。深層海水原水因富含營養鹽且屬低溫性質及具純淨特性，從取水管路或貯水槽取出後，易受到環境影響而昇溫並滋生微生物，對水質檢測方面造成干擾及誤判，因此，深層海水原水之取樣流程係屬影響檢測品質重要關鍵。

其二為本次研究深層海水原水檢測結果之分析說明，期間對花蓮地區三家取水廠商四支取水管路進行取水檢測，並不定期取花蓮七星潭海域及台肥公司花蓮廠深度 50 米表層海水作為對照之樣本，經分析結果顯示，在研究期間之 1 年內，深層海水原水之水溫、酸鹼值、磷酸鹽濃度、矽酸鹽濃度、懸浮顆粒濃度等重要參數，均與表層海水有明顯之差異，此結果與本分局前次自行研究計畫之檢測數據作比較，可以說明花蓮地區深層海水原水之品質係屬相對穩定的。其檢測結果可以作為初步判定深層海水原水品質之重要參數。而深層海水原水檢測數據呈現之另一重要意義，是可以立即檢視取水管之狀態，這不但作為後續產品生產流程參考，也是保護接續流程設備之關卡，更是本局管理深層海水自願性產品驗證制度之重要依據。

其三為初步建立以遠端監視系統管理深層海水取水設施之機制，在本研究中，本分局設置遠端監視深層海水取水設施之監測元件及網路傳輸設備，並以少量海水為樣品作模擬測試，初步成果顯示七項指標(流量、水溫、酸鹼值、電導度、溶氧量、濁度、葉綠素值)皆能作動，並能在控制螢幕上顯示，並以網路方式回傳花蓮分局；同時亦能顯示該系統原先設計之警報功能、紀錄功能及圖形功能機制。惟因台東模組廠現因取水中斷，此系統暫無法作檢測值之比對及校正。

依據本次研究之成果擬提出數項建議：(一)增加深層海水檢測方法之國家標準，以更完整顯示深層海水原水特性。(二)在花蓮分局增購更精密檢測儀器如感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)及螢光分析儀等，以更精確探討深層海水原水特性。(三)增購多套監測系統，以更廣泛探討臺灣東部深層海水之品質。

目錄

壹、前言	1
一、臺灣深層海水產業之特性及 SWOT 說明	1
二、深層海水品質指標項目說明	5
貳、試驗設備及材料	10
一、深層海水原水取樣及編號說明	10
二、取樣容器及取樣流程說明	10
三、深層海水檢測儀器及材料說明	13
四、遠端深層海水監測系統元件說明	14
參、試驗步驟	19
一、試驗流程與儀器分析	19
二、遠端深層海水監測系統之設置說明	24
肆、實驗結果與討論	27
一、取水檢測結果說明及探討	27
二、遠端深層海水監測系統模擬測試結果說明及探討	33
伍、結論與建議	36
陸、參考文獻	38

壹、前言

一、臺灣深層海水產業之特性及 SWOT 說明

深層海水(Deep Sea Water 簡稱 DSW)，在商業用途定義上，係指海平面下 200 公尺以下之海水，該深度以下之海水層，陽光無法到達，因此無光合作用之產生，在檢測上我們可用未檢出葉綠素 a 含量作為證據¹。深層海水相較於表層海水而言，其受到地球自轉、風力、陽光及陸地污染之影響較小且較緩，因此，在許多的研究及文獻上²，都主張深層海水多項特性平均而言是比表層海水較為穩定的，這些特質，對於直接利用或間接利海水為原料的各產業而言，是極具品質管理優勢的。然而，以上特性大都為日本、美國等已開發深層海水資源之國家所論述，其樣本之取得皆以該地區之深層海水為主，其論述之特性是否適用於臺灣東部地區之深層海水資源，是項可以實質探討之課題！以日本為例，其深層海水取水點多分佈於日本列島之二側，有屬太平洋海域及日本海域二種型態，但其取水深度多為海平面下三四百米，且其表層海水係受日本海洋流及親潮洋流之影響，又因其取水點緯度較高，秋冬期間氣溫已逾零度以下，而日本列島之出海河川方面亦有其特殊性，在各項環境因子所造就出之深層海水資源，自有其地區特性及適用性，實不宜完全套用在其他地區之深層海水資源利用³；而就臺灣東部海域之深層海水

資源而言，其對應之環境因子如由南向北之黑潮洋流、湧浪大小、地處亞熱帶緯度區、河川急促且含沙量多、地震多、颱風多、海岸地質及海岸斜度深度等，都是選擇及決定深層海水管路佈管之因素，而這些因素也直接影響了臺灣東部深層海水資源利用之優勢(S)、劣勢(W)、機會(O)、威脅(T)。然而，深層海水產業係以深層海水原水為原料主軸，對於深層海水原水之探討及分析，即是刻不容緩的工作，又因深層海水係屬地域型之資源，其他地區深層海水之論述及研究數據，實難完全套用於另一地區之深層海水。另一方面，在臺灣東部發展深層海水資源之初，有海洋研究船不定期作取水量測及分析，惟因天氣因素及船期緣故，其採集之樣本數量有不足之處，實難以完整描述出臺灣東部海域深層海水之特性⁴。所以，本局在行政院核定深層海水資源利用政策綱領及經濟部訂定深層海水發展計畫時，即分配執行檢測技術及驗證制度之工作⁵，本分局即依據產品驗證及源頭管理之精神，每月/不定期至花蓮三家深層海水取水廠商處取樣深層海水原水樣本，並佐以取樣表層海水樣本作對照，期能以較詳細之數據及檢測結果，描述出地區型深層海水資源之樣態，以作為深層海水產業發展之基石。

深層海水產業之發展在於深層海水原水之取得及運用，而原水之品質及數量即約束了深層海水產業發展之方向及項目。以產業成本之考量，深層海水要用於能源方面，其取水數量應達到一定之規

模，方有可能突破熱能轉換之限制(如朗肯循環⁶)，而有商業運轉之利基。另外，週邊設施之配合，其他傳輸平台之建置及環境因素考量評估，也是深層海水應用於能源方面之關鍵。據此，依本研究團隊之建議，在臺灣東部要將深層海水用於能源產生方面，其最有可能方式係開發及改善能源效率這一區塊，這也是能源管理系統中之提昇效率之作法⁷，其可行之作法如下：在現有火力電廠之附近海域鋪設較大管徑之深層海水取水管，其目的在於取代現行火力電廠為冷卻排放熱水所抽取表層海水之措施，因為使用水溫較低，富營養鹽及藻類較少之深層海水來冷卻電廠之熱排放水，不但可以藉由溫差發電系統裝置之設計(含使用之氬流體平台)，讓熱排放水與較低溫度之深層海水形成溫差發電之效果，再利用既有之輸電線路，將所產生之電力傳輸至需要之處。結合現有電廠之運作，以深層海水提昇能源轉換效率，是現有深層海水產業利用方面，最具可行性的作法。而經由深層海水冷卻之火力電廠熱排放水，其排放水溫度可與表層海水相當，這對海域生態之影響更小；又因該排放水具有少量之營養鹽，對海域肥沃化及該區域之漁業發展，都會有正面之助益。再者，原電廠抽取表層海水作為冷卻水之用，因為考量表層海水中具有海藻物質，會造成排放水管路之阻塞，因此，都會以電解海水產生次氯酸鈉之方式，將海藻及海生生物殺滅，而殘留之化學物質即排放至海域中，將造成海域之化學性污染，影響海域生態。

若以深層海水作為冷卻水之用，則排放水溫度高及可能含有機氯化物質之危害性即可明顯降低。若需更精細之使用深層海水原水，結合火力電廠之煙道氣及陽光，亦可作油藻或生質藻類培育之用，這對於『化污染為能源』及『降低溫室氣體排放量』等環境友善動作，都是正向之作法。然而，要使用深層海水原水，應先瞭解及監督其取水品質及數量，而原水品質項目之檢測，即是本研究計畫之主題。

除應用在產生能源及提高效率外，深層海水在亞熱帶的臺灣也有重要的意義及價值，尤其是在溫帶農業方面，深層海水之冷能及空調功能，對於降低農業成本及種植高冷蔬菜可行性方面，都有不錯的效果，若能廣泛的運用，對臺灣常發生之土石流災害及水庫淤沙之負擔，都會有降低風險之效果。而冷能及空調之運用，對農業產值之提高，也會有正向之助益。然而，深層海水品質項目與農業使用之關聯性，也正是本研究之主題之一。

就現階段而言，由於各取水廠深層海水取水管徑都偏中小型規模，因此，在深層海水之應用方面，即屬於精緻型及產品型之使用，如淡化深層海水為飲用水、濃縮純化深層海水為海水濃縮礦物質液、精煉深層海水為鹽品等初級產品；以深層海水為原料養殖高經濟型藻類及魚貝種苗、以深層海水為訴求之海療休閒產業；或是以前述之初級產品為原料，加工為更具競爭力之深層海水加工產品等，都是現階段花蓮臺東地區深層海水廠商之主要產業類型。對於

現階段深層海水廠商之產業型態，意味著這些產業商品與深層海水原水之品質關係是極為密切的，因此，本研究之重點即在探討現階段深層海水原水品質指標之意涵及檢測意義，期能藉著各項品質指標及檢測之關聯性，將深層海水品質指標之檢測流程標準化並建立一套檢測作業流程。

二、深層海水品質指標項目說明

深層海水是海水的一種類型，是含有高鹽分的水體，因此在檢測流程及操作技巧方面，會比一般地面水或飲用水的檢測具有較專業及複雜之考量。查詢現階段我國在海水水樣之檢測方法，在中華民國國家標準方面，係以 CNS15091 N7001 深層海水檢驗法為主軸，發展出 CNS15091-1 至 CNS15091-30 等 30 種檢驗法，用以規範深層海水之檢測流程，並藉由檢測之結果瞭解深層海水之特性及品質指標；除 CNS15091 以外，在海水的檢測流程方面，環保署環境檢驗所 (NIEA) 也訂定一些海水之檢測方法，可與 CNS15091 相互對照，可更完整探討出深層海水水體之特性及品質指標；而在深層海水產品檢測方面，則依產品之主管機關所訂定之產品品質衛生標準或檢測方法為依據，以探討各項深層海水初級產品及加工產品之衛生安全狀況及品質，如衛生署訂定之包裝飲用水衛生標準及檢測方法、食鹽衛生標準及檢測方法、中華民國國家標準 (CNS) 制訂之產品品質標準及檢測方法、深層海水自願性產品驗證 (VPC) 各產品驗證標準等，都

是規範深層海水原水及初級產品、加工產品品質指標之依據。本研究則以 CNS15091 及 NIEA 相關檢測方法為主軸，彙整各項深層海水原水品質指標之檢測方法，並對 CNS15091 系列標準中尚未制訂之項目，提出可增訂之建議。同時本研究也將以遠端監測系統建置為例，說明連續監測在深層海水品質指標管理之重要性及必要性。期能鼓勵深層海水業者均作相當程度的監測系統建置，以更有效及自主方式管理各廠商深層海水取水管路之原水品質。

依據 CNS15091 深層海水檢驗法系列標準之內容，將深層海水檢測區分為四大區塊討論，其一為 CNS15091 總則，該標準說明深層海水水樣檢測原則及水樣採樣之流程，其二為深層海水物理特性之檢測標準，計有 CNS15091-1/CNS15091-2/ CNS15091-3/ CNS15091-4/CNS15091-5/CNS15091-7 等有關深層海水水溫/酸鹼值/鹽度/總懸浮顆粒濃度特性之檢測。其三為深層海水生物特性之檢測標準，計有 CNS15091-18 總細菌數之測定(DAPI 染色)及 CNS15091-19 大腸桿菌群之測定等二項有關深層海水微生物衛生指標菌之檢測；其四為深層海水化學特性之檢測標準，計有 CNS15091-6 溶氧量/CNS15091-12 磷酸鹽/CNS15091-13 矽酸鹽/CNS15091-14 硝酸鹽/CNS15091-17 總有機碳/等 5 項與深層海水取水深度、地區及季節相關之檢測；另外計有 CNS15091-8 氯/CNS15091-9 鈉/CNS15091-10 鎂/CNS15091-11 鈣/CNS15091-23 鉀/CNS15091-24 鋇/CNS15091-25 溴/CNS15091-26

硼/CNS15091-27 等 10 種與深層海水或海水基本特性相關之檢測標準；而 CNS15091-15 亞硝酸鹽/CNS15091-29 氨/CNS15091-30 葉綠素 a 等 3 種標準是探討深層海水是否被有機質或藻類污染的檢測法；CNS15091-16 砷/CNS15091-20 鉛/CNS15091-21 鋅/CNS15091-22 銅等 4 種標準，則是探討深層海水中重金屬或微量金屬元素濃度的檢測方法。以上合計 31 種深層海水檢驗法分別由取樣、物理性質、生物性質、化學性質等 4 個面相的檢測結果，來描述深層海水之特性及品質指標。

在環保署環境檢驗所(NIEA)所訂定有關海水的檢驗方法中，有數項檢測方法是值得參考的，可以與 CNS15091 對照及互補，以更完整詳細之檢項描述深層海水的特性及品質指標。包括 NIEA W203.51B 水中導電度測定方法-導電度計法、NIEA W330.52A 水中汞檢測方法-冷蒸氣原子吸收光譜法、NIEA W219.52C 水中濁度檢測方法-濁度計法、NIEA W308.22B 海水中鎘鈷銅鐵錳鎳鉛及鋅檢測前處理方法、NIEA E235.51C 水中腸球菌檢測方法-螢光酵素檢測法、NIEA W455.52C 水中溶氧檢測方法-電極法等，以上檢測方法可使用於水樣取得後之樣品分析，有些方法亦可發展成為線上監測或遠端監測系統單元之一部分。

在規範深層海水取樣程序及檢測方法後，即可進行各深層海水廠商取水點定期取水檢驗工作，這項工作在 2009 年起即開始進行，

其目的在於探討花蓮地區深層海水水質之穩定程度，亦可以作為本局執行推動深層海水自願性產品驗證(VPC)制度中產品原料追溯的基礎⁸；同時，經由檢測所得結果及數據之分析，可以建立花蓮地區三家深層海水取水業者之水質資料庫，不但可以作為本局核發深層海水 VPC 標章之基礎，其數據也可以提供給深層海水取水業者，作為其取水管路管理或維護之依據。而更有價值的是，該資料可提供給新設置深層海水取水業者(如水利署臺東模組廠及農委會臺東種原庫)作為其佈管深度及取水水質評估之參考。

在 101 年度本分局深層海水之取水檢測計畫中，即進行花蓮地區三家深層海水取水業者(東潤-世易水泥公司、光隆-海灣公司、台肥花蓮廠)之定期取水工作，其頻率為每月 1 次，遇有特定狀況則進行加強取樣檢測。在 101 年度期間，水利署臺東模組廠在 101 年 5 月以前有取水之紀錄，農委會臺東種原庫在 101 年 5 月也有取水之紀錄，針對以上各廠有取得深層海水原水紀錄者，本分局即不定期前往取水樣作檢測，以積極主動檢測之方式，來瞭解臺灣東部地區深層海水品質指標之狀況。另外，在深層海水的取水檢測流程中，本分局也進行花蓮地區七星潭海域表層海水之取水檢測，用以比較深層海水取水點海域之狀況及檢測結果。經由各項檢測結果的分析，可以更瞭解臺灣東部深層海水品質之狀況，對於深層海水產業發展之方向，將會有更清楚的投入。

由於深層海水取水頻率訂在每月 1 次，一年約有 12 次以上之取水檢測資料，這樣的頻率是否足夠描述該深層海水取水點之狀況及水質是值得探討的，而且，在水利署台東模組廠之取水運轉紀錄中，即發生有中斷取水之狀況，其運轉操作期間之水質狀況是否正常，是否可以用更高頻率的取水檢測模式來瞭解其取水中斷之原因，這些都是本分局在水利署臺東模組廠設置深層海水遠端監測系統之理由。期望能由更多次數之取水檢測方式，建立更詳實之深層海水資料庫，以作為深層海水產業鏈中下游廠商運用深層海水研發生產之資料庫及參考。本分局在 100 年底即發包完成該項工程之硬體部分，但因為組織改造及網路配置之因素，該工程之連線作業至 101 年底方得以連線測試，更由於水利署臺東模組廠取水中斷之緣故，該系統裝置僅得以模擬測試方式進行遠端監測及管理，本研究中所列出該系統之資料，即為模擬測試及連線之紀錄。該系統將俟臺東模組廠取水成功運轉後，再進行實地測試及資料分析。

本分局在 98 年、99 年、100 年度均有執行深層海水原水取水檢測之工作，在 98 年度及 100 年度之資料亦以當年度自行研究計畫之方式呈現，檢視各年度深層海水原水之檢項及檢測結果得知：臺灣東部海域深層海水原水水質是具有相當穩定度的，其水質各項指標均屬穩定。惟臺灣東部具有多颱風及地震多之現象，如何在發生颱風及地震後作取水設施之調整因應，則是各廠商要面對之課題。

貳、試驗設備及材料

一、深層海水原水取樣及編號說明：

此次自行研究計畫之試驗方法係參考CNS及NIEA之方法進行深層海水原水之檢測，茲說明如下：以每月一或二次間隔十數日之時間，赴三家具深層海水取水設施廠商處、台肥公司花蓮廠或七星潭海域表層海水及臺東模組廠有取水紀錄時進行原水樣品取樣工作；其中深層海水原水溫度則於現場量測及記錄；其餘各項目則攜樣品回實驗室進行檢測。若有故障或停機情事無法取樣，檢測表格中以『未取樣』表示。取樣樣品之代號如下：

TFS50/0：台肥花蓮廠宣稱深度50米或七星潭海域之表層海水。

TF662：台肥公司花蓮廠宣稱深度662米之深層海水。

DZ710：東潤-世易公司宣稱深度710米之深層海水。

DZ400：東潤-世易公司宣稱深度400米之深層海水(10吋管)。

HW618：海灣深層水公司宣稱深度618米之深層海水。

NF705：臺東模組廠宣稱705米深度之深層海水(10吋管)。

二、取樣容器及取樣流程說明：

本研究中各檢驗項目樣水瓶之規格、材質、洗淨方式採樣方式及前處理，係依據 CNS15091 之規定辦理，說明如下：

(一) 鹽度：以有內塞瓶蓋玻璃材質之樣水瓶盛樣，體積至少 100c.c

以上，樣品瓶預先洗淨乾燥，每次取樣使用新瓶蓋。採樣後，

應保存在陰涼處並儘量於當日檢測。

- (二) 酸鹼值：使用體積約 100mL 之玻璃瓶，樣水瓶洗淨乾燥備用，本研究係使用血清瓶盛樣。採樣後隨即加入 1mL 之氯化汞(1%) 溶液於樣水中，將瓶蓋旋緊後置於陰涼處保存，並儘量於當日檢測。
- (三) 總懸浮顆粒：體積 2000mL 之不透光塑膠材質樣水瓶，樣水瓶洗淨乾燥備用，本研究配合取水管之材質，以 HDPE 瓶盛樣，另該檢項所使用之過濾紙應充分洗鹽後，放入保存盒中保存，本檢項應儘量於採樣後 48 小時內檢測完成。
- (四) 營養鹽：體積 500mL 以上之聚丙烯(PP)材質樣水瓶，盛樣前以稀鹽酸浸泡 24 小時，再以去離子水洗淨備用。採樣後之樣品可以冷藏(4°C)方式保存，並儘量於採樣後 48 小時內檢測。
- (五) 總有機碳：體積約 20mL 安培瓶，每次採樣使用全新安培瓶，以超純水洗淨乾燥備用。採樣後樣本採集至安培瓶後，隨即以火燄器將瓶口燒熔封口，以冷凍方式保存。安培瓶如圖 1 所示。

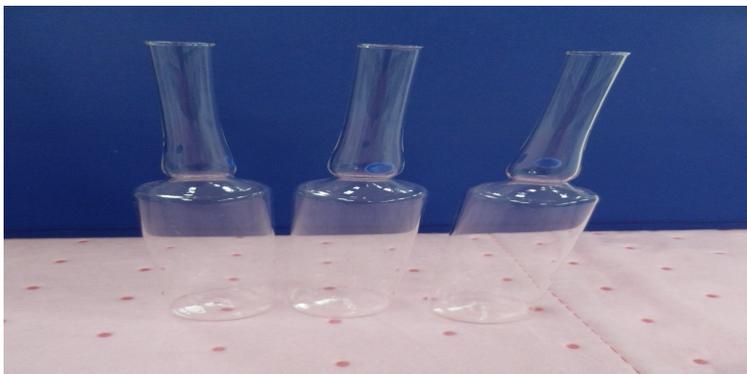


圖 1：用於分析總有機碳之樣水安培瓶

(六) 大腸桿菌群：以體積約 200mL 之無菌血清瓶或無菌袋進行採樣，採樣後置於冷藏(4°C)方式保存。無菌袋如圖 2 所示。

(七) 腸球菌：以體積約 200mL 之無菌血清瓶或無菌袋進行採樣，採樣後置於冷藏(4°C)方式保存。無菌袋如圖 2 所示。



圖 2：用於大腸桿菌群取樣用之無菌袋

(八) 總細菌數：使用體積約 50mL 之全新無菌聚丙烯(PP)材質之離心試管，樣本採集後，隨即加入戊二醇固定液，然後以冷藏(4°C)方式保存。PP 材質離心試管如圖 3 所示。

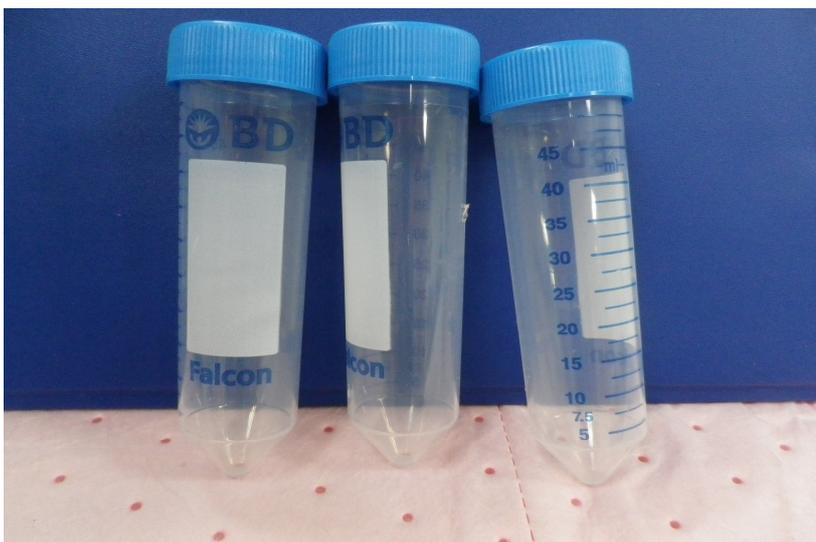


圖 3：深層海水總細菌數採樣之無菌離心管

- (九) 溶氧量：使用體積約 60mL 之 BOD 瓶，樣水瓶洗淨乾燥備用。
- (十) 葉綠素 a：體積 1000mL 或以上之不透光塑膠材質樣水瓶，樣水瓶洗淨乾燥備用，本研究配合取水管之材質，以 HDPE 瓶盛樣。另該檢項所使用之過濾紙應先行準備，並於採樣後 48 小時內完成過濾動作。
- (十一) 微量重金屬：以體積 1000mL 以上之聚丙烯(PP)材質樣水瓶採樣，樣水瓶事前需以純硝酸溶液(15%)浸泡至少 72 小時以上，然後以超純水澈底洗淨潤洗乾燥備用，採樣後隨即以冷凍方式保存。

三、深層海水檢測儀器及材料說明：

- (一)鹽度：依據 CNS15091-3，使用桌上型精密鹽度計(Laboratory Salinometer)進行檢測；該鹽度計機型為 Guildline AUTOSAL 8400B 型，最低可偵測 0.0001 鹽度(psu)之解析度。
- (二)酸鹼值：依據 CNS15091-5，使用具溫度補償之 pH meter(TOA-PH Meter HM-30R)並配合校正液操作及檢測。
- (三)總懸浮顆粒：依據 CNS15091-7，使用玻璃過濾器(Milipore xx15-047)及濾紙進行過濾、洗鹽、乾燥及秤重等工作。
- (四)營養鹽：依據 CNS15091-12 及 CNS15091-13，使用分光光度計 GBC cintra 202 型；波長 190~1100nm 檢測之。檢測項目包含矽酸鹽、磷酸鹽 2 項。

- (五)總有機碳：使用總有機碳分析儀；德國 elementar vario TOC CUBE 型之總有機碳分析儀。係利用高溫裂解及高溫燃燒的方式，可分析固體、懸浮液及液體樣品中的總有機碳及總氮的含量。
- (六)大腸桿菌群：以濾膜法進行大腸桿菌群之檢測，過濾器為已滅菌之不銹鋼材質杯狀過濾杯，濾紙為已滅菌之 $0.45\ \mu\text{m}$ 孔徑之單片包裝濾膜，過濾後濾膜於 35°C 培養箱培養觀察。
- (七)腸球菌：依 NIEA E235.51C 水中腸球菌檢測方法-螢光酵素檢測法進行檢測，以試管法進行測試，反應試管以波長 365nm 之紫外燈觀察，具螢光者為正反應，並以 MPN 表求算其腸球菌數值。

四、遠端深層海水監測系統元件說明：

本分局在執行數年深層海水原水取樣檢測工作後認為，深層海水原水之品質指標呈現，僅以每月一次或數次之取樣檢測方式，可能會有數據不夠完整之遺憾。雖然在深層海水原水之各項研究數據及結論均有說明深層海水原水具相對穩定之特性，但實務上，深層海水原水取水管在連續取水期間，若出現臨時性之陸海干擾變化(如地震颱風或河流污染等)，即可能造成原水水質之暫時惡化，而這種短期性之原水品質惡化狀況，卻是導致深層海水製造鏈後端如淡化系統或過濾系統失效之嚴重後果，連帶的造

成深層海水產業鏈之損失。

為避免前述狀況之發生，並能提供取水業者即時性之資訊，以作為因應處理品質威脅之依據，也為了取水管路連續性之監測需求，同時也能在遠端長距離條件下連續監測數據中獲知深層海水原水品質之趨勢，本分局即設計深層海水遠端監測系統，並將該系統設置於臺東深層海水模組廠內，用以驗證遠端傳輸及監測紀錄水質之2項功能。該系統之設計概念及監測元件和傳輸元件說明如下：

(1)深層海水遠端監測系統之設計概念。

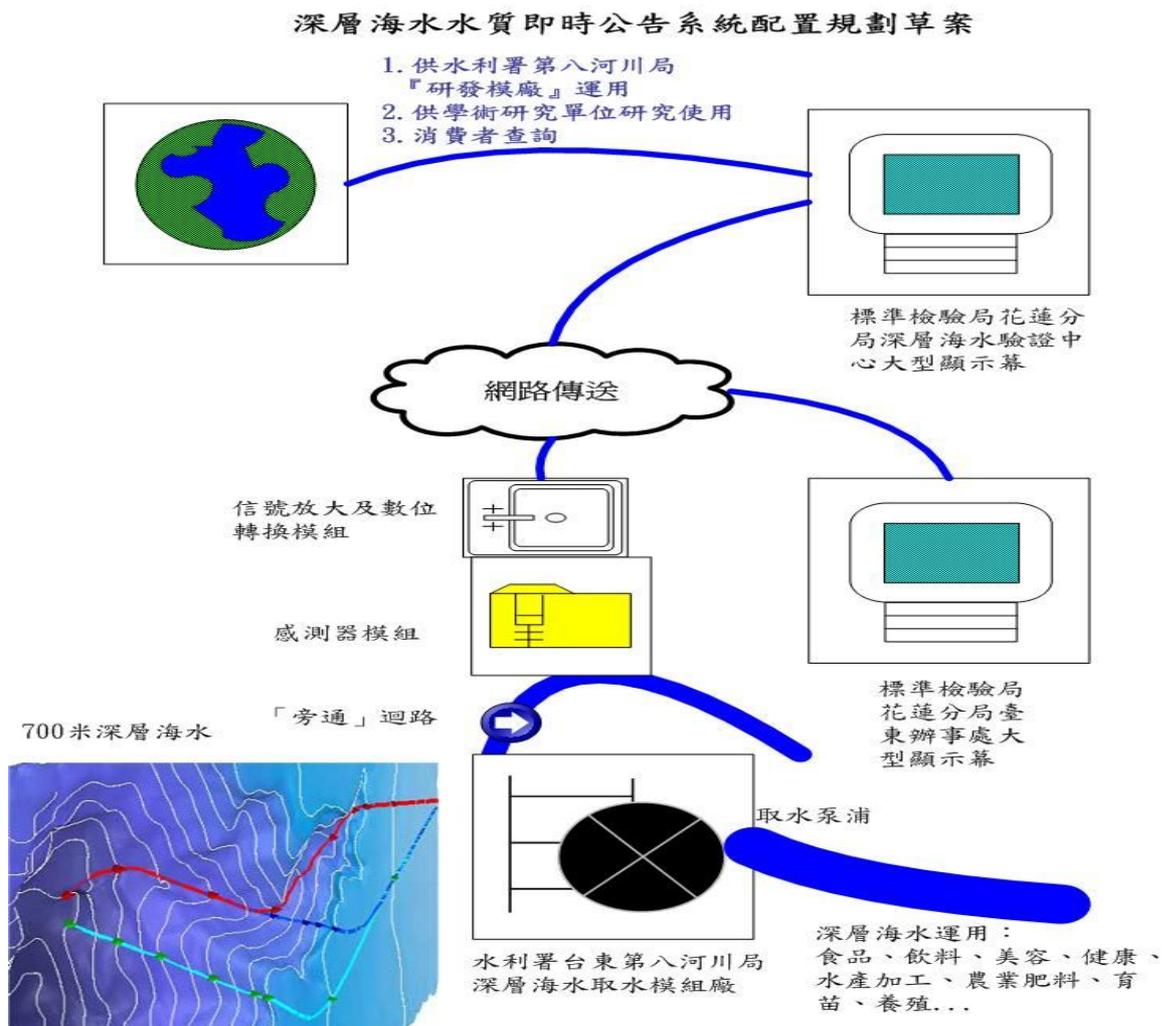


圖4：深層海水遠端監測系統概念圖

(2)深層海水遠端監測系統傳輸示意圖。

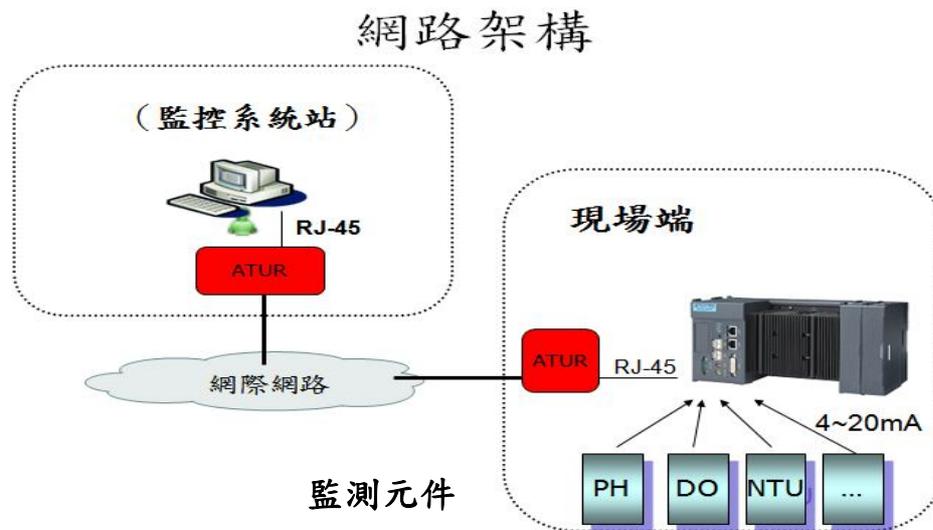


圖5：深層海水遠端監測系統傳輸網路架構

(3)深層海水遠端監測系統監測元件及傳輸介面規格說明。

為完整即時監測深層海水原水水質狀況，在監測元件之選擇方面，本研究以有效性、即時性、保養性、準確性等因素選擇了流量計、酸鹼度計(pH)、溶氧計(DO)、電導度計(EC)、濁度計(NTU)、溫度計($^{\circ}\text{C}$)、螢光計(葉綠素 a)等 7 項量測項目，作為監測深層海水取水水質之指標項目。

(3-1)監測元件之規格如下：

(3-1-1)流量計：

- (a)適用範圍：15mm 至 6000mm 高密度聚乙烯(HDPE)材質取水管。
- (b)測定原理：超音波感應式
- (c)流速範圍：0.01m/s 至 32 m/s ；流速感度：0.0001m/s
- (d)感應器： 具絕緣阻隔設計，訊號線長度 9m 以上
- (e)防護材質：外殼為 IP65、感應器為 IP68
- (f)輸出介面及電流：RS485 或 RS232 及 4.00mA~20.00mA

(3-1-2)pH 計(酸鹼度計)

- (a)pH 測量範圍：0 pH 至 14 pH

- (b)pH 精度：0.01 ；具溫度補償功能。
- (c)防護材質：IP 67；警報輸出：2 組
- (d)輸出介面及電流：RS485 或 RS232 及 4.00mA~20.00mA
- (e)具自動清洗程式功能

(3-1-3)電導度計

- (a)測量範圍：0.001 μ S/cm 至 2.0S/cm
- (b)溫度補償：自動及手動；0 $^{\circ}$ C 至 120 $^{\circ}$ C
- (c)防護材質：IP 67；警報輸出：2 組
- (d)輸出介面及電流：RS485 或 RS232 及 4.00mA~20.00Ma
- (e)具設定自動清洗程式功能

(3-1-4)溶氧計

- (a)量測原理：採用冷光量測原理，不需更換電解液及薄膜。
- (b)範圍：0.0ppm~20.0ppm 或 0.0~20.0mg/L，0~200%飽和度
- (c)精度： \pm 0.1ppm(測值未滿 1ppm 時)； \pm 0.2ppm(測值大於 1ppm 時)
- (d)於 0 $^{\circ}$ C~50 $^{\circ}$ C 之溫度範圍，具自動溫度補償功能。
- (e)反應時間(20 $^{\circ}$ C)：飽和度 90%，<30 秒；飽和度 95%，<90 秒。
- (f)輸出介面及電流：RS485 或 RS232 及 4.00mA~20.00mA 2 組。
- (g)防護：IP65 以上；具可設定警報功能。
- (h)具自動清洗間隔和清洗時間設定功能。

(3-1-5)濁度計：

- (a)量測原理：採用雙光束紅外線/散射光光度計，LED 光源，採 90 度感測散射光偵測濁度。
- (b)反應時間：1 秒~360 秒。
- (c)偵測範圍：0.01NTU~4000NTU(Nephelometric Turbidity Unit)
- (d)輸出介面及電流：RS485 或 RS232 及 4.00mA~20.00mA 2 組。
- (e)具自動清洗功能：可以橡膠刮刀自動刮洗及調整清洗頻率間隔。
- (f)防護材質：顯示控制器為 IP65，感測器為 IP68。
- (g)感測器電纜：材質及長度與濁度計機件相容。

(3-1-6)葉綠素測定計(含螢光感應數據收集器)：

(a)量測原理：採用螢光測定方式

(b)測定項目：葉綠素 a

(c)測定範圍：0.03 $\mu\text{g/L}$ ~500 $\mu\text{g/L}$

(d)線性相關係數(r 值)：0.99 以上

(e)光源：LED

(f)激光/發光波長：激光波長 460nm/發光波長 620nm~715nm

(g)防護材質：IP65 及具防水外殼設計，水下 1m/2 小時測試合格。

(h)電源及信號線長度：防水材質及長度 5m，應與收集器接頭相符。

(3-1-7)螢光感應數據收集器：

(a)可儲存 9999 組測定數據及 16 組校正曲線

(b)具自動增益(Auto-gain)功能。

(c)具 LCD 數字顯示

(d)具有 4.8V 之 NiMH 可充電式電池，斷電時可維持 70 小時操作。

(e)輸出介面：RS232

(f)防護材質：外殼為 IP65；感應器接頭為 IP68。

(3-1-8)溫度計

(a)量測元件：能防止海水腐蝕之溫度感測棒或感應裝置。

(b)測量範圍：-10 $^{\circ}\text{C}$ 至 40 $^{\circ}\text{C}$

(c)精度：0.15 $^{\circ}\text{C}$ ；解析度：0.01 $^{\circ}\text{C}$

(d)輸出介面或電流：RS485 或 4.00mA~20.00mA

(3-2)監控系統元件包括：

(3-2-1)圖型監控軟體(含 WEB 遠端監視功能)

(3-2-2)電腦工作站(工業級)主機

(3-2-3)可程式控制器(PLC)

(3-3)不斷電系統：3KVA/在線式(On Line)，網路線防雷擊接點。

參、試驗步驟

一、試驗流程與儀器分析

本次研究在深層海水原水方面分成2部分探討，其中屬於定期/不定期方式臨場取樣者，是以規定容器將原水樣品取樣後，於試驗室依規定流程試驗，其試驗結果所呈現的是該時段及環境所取樣原水之品質指標。茲說明其試驗項目、試驗流程及注意事項。

(一)深層海水原水溫度(°C)測量：

以校正後之溫度計進行現場深層海水原水溫度之測量，是量測水溫之直接方法。在臺灣東部海域，由於深層海水在海平面下200米以下之深度，其水溫自然較表層海水為低，但是由於取水管路長度多為數千公尺之長，且大部分之長度係經過表層海水層，因此，取出之深層海水原水會受到表層海水層水溫之影響而升高，尤其在取樣點離海岸較遠之取水點，其所受升溫效果更大；另外，深層海水原水溫度也受到管徑大小、管路及貯存桶槽保溫效果之影響。在深層海水原水溫度量測項目中，以校正過後之溫度計直接立即量測水溫是呈現深層海水取水管口水溫之直接方法。近來，廠商有以連續測溫儀器量測深層海水原水之作法，這是監控深層海水原水最基本之程序。也就是說，在量測取水點深層海水原水之溫度時，相關聯之參數動態如取水位置氣溫、取水管管徑、取水泵至取水點距離、取水連續性及取水量變化等都應一併量測記錄。

(二)海水中鹽度(psu)之測量：

在以規定容器及程序執行深層海水原水或表層海水取樣後，即應於最短時間內至實驗室進行海水樣品鹽度之檢測，本研究使用之鹽度計為實驗室桌上型精密鹽度計(Guildline AUTOSAL，8400B型)，其原理係以導電度作為檢測參考依據，並和標準海水作一比對，而求算出海水樣品之精密鹽度，其精密度可達小數點後4位數字，在鑑別深層海水水團或區分表層海水水團方面，具有明確之鑑

別意義。而其中作為參考之標準海水係為IAPSO(International Association for the Physical Science of the Ocean)出品之北緯15度大西洋海域鹽度值約35psu之海水作為比對基準。鹽度儀之操作程序概述如下：

- (1) 鹽度儀維持24小時開機狀態，維持其中水浴之恆溫(水浴溫度較室溫高約1~3°C)。
- (2) 依操作說明書以標準海水進行校正，將鹽度儀之導電度比調整至標準海水瓶外標示數值(34.996 psu)，即可進行樣品之測定。
- (3) 輕輕搖晃待測樣本，避免氣泡產生。
- (4) 將待測樣本依操作步驟抽送至鹽度儀之電極管內，以相同方式潤洗電極至少3次。
- (5) 等測量到的導電比讀值穩定後，即可將測量到的導電比(R_T)記錄下來，並以公式或在計算器(excel)算出鹽度(S)。
- (6) 所有樣本測量完畢後，以純水潤洗電極數次，將鹽度儀開關切換至待機狀態(standby)。

(三)海水中酸鹼值(pH)之測量：

水溶液中酸鹼值代表著該水溶液中氫離子濃度之大小，在一般海水環境狀況下，其酸鹼值是呈現弱鹼性的，但因海水屬二氧化碳系統，深層海水因水溫較低且穩定，其二氧化碳濃度較高，所測得之酸鹼值較低。此可以呈現出深層海水與表層海水在酸鹼值方面是具有鑑別性的。海水酸鹼值之測量程序如下：

- (1) 測量原理：以電位法方式，利用玻璃電極及參考電極測出氫離子之活性，再以Nernst equation換算得之。
- (2) 可量測電位及具有複合電極之pH meter，精確至0.002pH unit。本分局pH-meter機型：TOA HM-30R型。
- (3) 以人工海水配製之Tris緩衝溶液，pH值為8.089。
- (4) 以人工海水配製之AMP緩衝溶液，pH值為6.786

- (5) 待測樣本及Tris及AMP緩衝液置於25°C恆溫後，量測電位。
- (6) 以公式計算出待測樣本之pH unit；一般仍以具複合電極及溫度補償功能之酸鹼值測量儀器(pH meter)進行測量。

(四)海水中總懸浮顆粒濃度之測定：

因為表層海水中生物微粒分解後沈降之因素，一般而言，深層海水中總懸浮顆粒濃度是相當微量的。若深層海水仍發現有懸浮微粒存在，其來源包括表層海水中難以分解之顆粒下降或是在細泥特性海底因為地震或海流因素揚起，導致懸浮顆粒濃度升高，這項特性也可以作為鑑別深層海水原水品質之指標之一。海水中總懸浮顆粒濃度之測定程序如下概述：

- (1) 以預先乾燥秤重之孔徑0.45um濾膜作為過濾材料，將2L之海水進行抽真空方式之過濾。
- (2) 過濾後之濾膜必須以試劑水進行洗鹽動作，使濾膜不含鹽份，再進行乾燥秤重，所得數值即為該海水樣本總懸浮顆粒濃度。
- (3) 過濾後之樣本可以取用一些作為量測海水中營養鹽成份之樣本，因其不含懸浮顆粒，不致影響光學試驗之數值。
- (4) 本研究及各項海水試驗之總懸浮顆粒濃度，係以ppm表示；若要以mg/L表示，則可乘上海水之比重換算。

(五)海水中矽酸鹽及磷酸鹽之測定：

最能呈現深層海水及表層海水特性之品質指標即是海水中之營養鹽成份及濃度，在各項營養鹽種類中，以矽酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽為主，而亞硝酸鹽及氨氮成份為判別污染項目。但因測試硝酸鹽必需使用到鎘管，是毒性大之重金屬，因此，本研究僅以矽酸鹽及磷酸鹽作為探究深層海水原水品質指標之關鍵項目。磷酸鹽及矽酸鹽之檢測程序略述如下：

- (1) 海水中無機磷酸鹽之檢測係以酸性鉬酸銨試劑與海水樣本之

磷反應形成phosphomolybdate heteropoly acid，再以還原劑形成藍色化合物，在分光光度計波長880nm下分析其濃度。

- (2) 磷酸鹽之檢測係以反應試劑1(鉬酸鉍混合溶液)3mL加入25mL之海水樣本中；混合均勻後加入反應試劑2(3%抗壞血酸)1mL，呈色後以分光光度計波長880nm測定；檢量線之製作係以0~3 μ M之磷酸鹽濃度為範圍。檢量線之 R^2 大於0.99。
- (3) 海水中矽酸鹽之檢測係以酸性鉬酸鉍試劑與海水樣本之矽反應形成silicomolybdic acid，使用抑制劑抑制過量鉬的自身還原及去除水中磷的干擾，再利用還原劑形成silicomolybdic complex藍色化合物，在分光光度計波長812nm下分析其濃度。
- (4) 矽酸鹽之檢測係以反應試劑1(鉬酸鉍混合溶液)1.5mL加入25mL之海水樣本中；靜置15分鐘，加入反應試劑2(酒石酸試劑)1mL，混合均勻後加入反應試劑3(4%抗壞血酸)1mL，呈色後以分光光度計波長812nm測定；檢量線之製作係以0~80 μ M之矽酸鹽濃度為範圍。檢量線之 R^2 大於0.99。
- (5) 海水中營養鹽屬於微量濃度之試驗，且又為光學系統之測試，因此，海水樣本之純淨度愈高，試驗之干擾愈少，本研究將海水總懸浮顆粒濃度測試及營養鹽濃度測試作一結合，不但可以在一系列測試中獲得3項以上數據，也可以將營養鹽測試之干擾降至最低程度。(本分局分光光度計機型：cintra 202型)

(六)海水中大腸桿菌群之檢測：

大腸桿菌群(coliform)是檢測海水樣本是否遭受動物糞便污染的生物性指標，這是因為大腸桿菌群具有環境耐受性強、分佈廣泛、污染關聯性、容易檢驗及檢測時間較短等可選擇為指標菌之因素，本研究即配合CNS 15091-19規範，針對海水中之大腸桿菌群作檢測，其檢測流程概述如下：

- (1) 樣本100mL以滅菌之0.45 μ m過濾膜進行過濾，再將該濾膜置於

含有乳糖之ENDO培養基上，於35°C培養箱培養24~28小時觀察，若為紅色金屬光澤之菌落者，即為正反應；表示該海水樣本遭受污染。

- (2) 所使用之m-ENDO 培養基在配製時不可以高壓滅菌方式處理。
- (3) 若發現有正反應之菌落出現，其單位為CFU/100mL海水。

(七)海水中腸球菌之檢測：

在本研究執行前之五年內，本分局即定期或不定期至深層海水取水廠處取得海水樣本分析測試，其中亦包括了進行大腸桿菌群之檢驗，惟這些年之數據資料顯示，大腸桿菌群皆呈現陰性反應。再查詢相關微生物文獻顯示，在海水樣本中，其作為海水污染指標菌者，以腸球菌(*enterococci*)較佳，這是因為腸球菌比大腸桿菌群更具有耐鹽性，更能代表海水中受糞便污染之程度及指標。尤其在香港或美國之海水浴場，其海水水質指標係以腸球菌為代表。而在深層海水取水管之含意方面，因為深層海水管路均經過淺海之湧浪區，該區亦是深層海水取水最易折損之地帶，如果能增加檢測深層海水原水中腸球菌項目，對於深層海水取水管是否在淺水區遭受破壞而導致水質污染，可以由海水水質指標菌-腸球菌之存在與否得到證實。茲將其檢測方式略述如下：

- (1) 檢測原理：本方法利用腸球菌(*Enterococci*)能產生半乳糖苷酶(β -D-glucosidase)分解特定培養基指示劑(4-methyl-umbelliferyl- β -D-glucoside)之特性，使培養液在波長365 nm之紫外光照射之下產生螢光，來判斷水樣中是否含有腸球菌。
- (2) 本分局採用10 管式定量法(NIEA E235.51C)：
- (3) 以100 mL無菌玻璃瓶或無菌塑膠瓶量取100mL之水樣(海水樣本為10mL，因為桿菌屬污染較嚴重)，加入 1小包 Enterolert™ 培養基粉末，混搖均勻使之完全溶解。

(4)準備10支15mm x10cm或適當大小的無菌試管，以無菌吸管分別吸取10mL之水樣 /培養基混合液至各試管中，置於41±1°C之培養箱中培養24至28小時。在紫外燈下觀察，具螢光為正反應。

(5)若有正反應，單位表示為MPN/10mL海水，其數值可參考MPN表。

(八)海水中總有機碳之檢測分析：

(1)海水中總有機碳之檢測探討分析，已由101年度本分局自行研究計畫提出⁹。

(2)本分局總有機碳分析儀型號：elementat vario TOC cube。

二、遠端深層海水監測系統之建置說明

本分局與水利署第八河川局所轄臺東深層海水模組廠合作，於該模組廠區內裝設具遠端管理功能之深層海水監測系統，該系統之裝置地點為『取水設施』之取水泵後至貯水槽間之HDPE管路區間。包括在20吋HDPE管路上裝設『超音波感應式流量計』，以偵測其流量；並在HDPE管路上用分水鞍、旁通水管及開關閥一組以旁通方式(by-pass)接1/2吋HDPE管至『監測元件集中箱』內，『監測元件集中箱』為一鐵製箱型盒，其中含有組裝之溫度計、酸鹼計、電導計、濁度計、溶氧計、葉綠素螢光測定計等元件及數據收集器，而電腦及傳輸裝置則設置於具固定IP、網路節點(連接RJ45接頭)及電源處，其距離與監測元件集中箱約10米，可供有效及連續之資料傳輸。當檢測後之深層海水樣本則以另一管路流至廢水池中處理。



圖 6：臺東深層海水模組廠全區透視圖

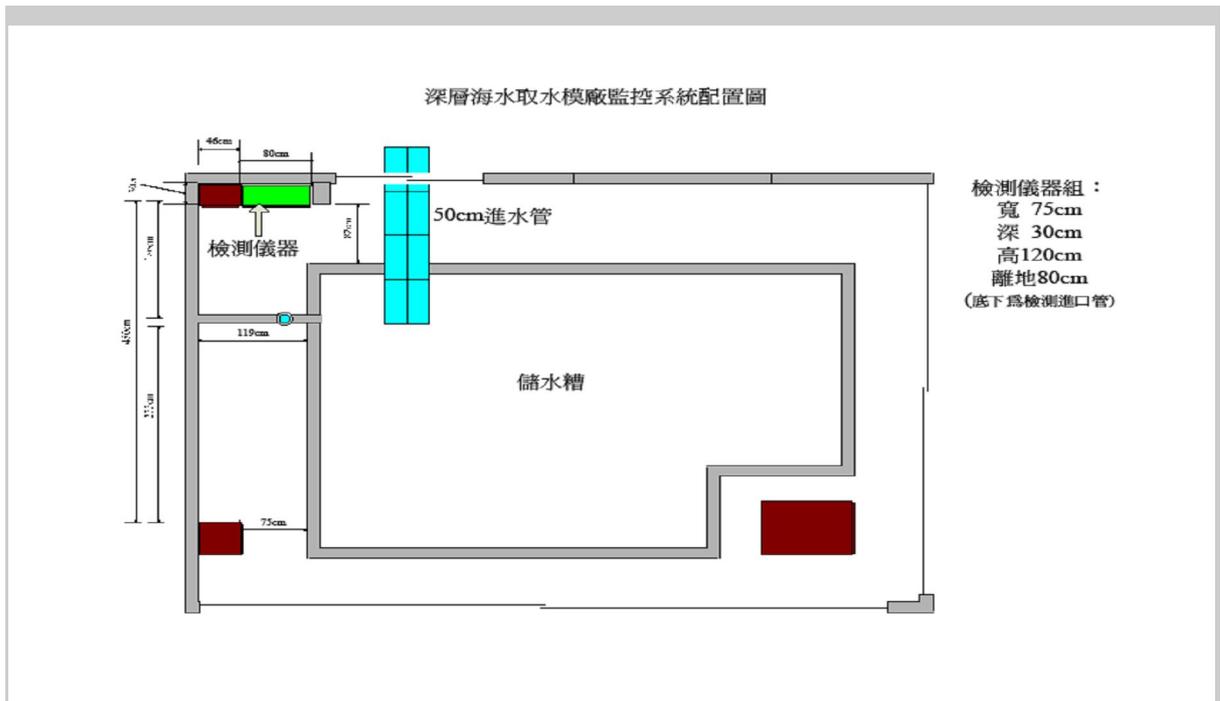


圖 7：深層海水監測系統配置圖



圖 8：深層海水模組廠之 20 吋 HDPE 管



圖9：深層海水監測系統監測元件集中鐵箱



圖10：深層海水監測系統檢測管及排水管

肆、實驗結果與討論

本次研究之實驗結果分成二部分說明，其一是以定期/不定期至各取水點處進行取水並攜回實驗室測試海水樣本之結果；其二為以深層海水遠端監測系統進行模擬測試之結果說明，因為臺東深層海水模組廠現在無法取水，因此，僅以模擬測試方式驗證該系統之顯示及傳輸能力。

一、取水檢測結果說明及探討：

本研究以花蓮地區三家取水業者101年之取水狀況作取樣之依據，並針對各取水設施宣稱之取水深度作鑑別，以測試方式瞭解探知該取水設施之深層海水原水品質，並以表層海水之取水樣本作為對照，藉以說明深層海水與表層海水之差別性。

(1)東潤深層水公司-世易水泥公司宣稱710米深度取水設施：

表 1:東潤-世易公司深層海水原水檢測數據表(710 米深)

花蓮深層海水原水檢測資料(東潤深層水公司-世易水泥公司)									
DZ-710 取樣日	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固體 (ppm)	矽酸鹽 (μM)	磷酸鹽 (μM)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
101/01/11	10.2	7.95	6.35	83.46	2.54	1.1	33.56	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/02/16	10.1	8.01	7.02	85.44	2.47	1.2	33.52	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/30	10.1	8.07	2.77	79.82	2.47	1.0	33.55	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/04/19	10.3	7.95	7.20	87.64	2.46	1.3	33.57	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/05/23	10.2	7.89	5.36	82.37	2.51	1.3	33.58	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/04	10.3	8.03	6.90	88.31	2.40	1.2	33.53	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/22	10.1	7.97	8.23	82.78	2.51	1.3	34.06	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/07/20	10.2	7.88	7.10	83.86	2.49	1.3	33.59	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/08/27	10.2	7.82	5.25	77.64	2.43	1.1	34.10	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/09/11	10.3	7.85	10.22	80.25	2.53	1.6	34.23	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/10/18	10.2	7.89	9.68	79.36	2.50	1.4	34.31	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/11/12	10.1	7.98	7.65	75.85	2.53	1.4	34.12	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/12/13	10.0	7.99	3.31	71.92	2.57	1.1	34.36	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
平均	10.18	7.94	6.70	81.44	2.49	1.254	33.8523		
標準差	0.0927	0.0741	2.1603	4.6446	0.0478	0.1613	0.3415		
說明： 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.DZ-710表示估計之取水深度為710m。 8.該管路直徑20cm；材質HDPE；佈管長度4200m；取水管頭與海平面呈斜角。									

(2)東潤深層水-世易水泥公司宣稱400米深度取水設施(50cm管徑)：

表 2:東潤-世易公司深層海水原水檢測數據表(400 米深)

花蓮深層海水原水檢測資料(東潤深層水公司-世易水泥公司)

DZ-400 取樣日	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固體 (ppm)	矽酸鹽 (μM)	磷酸鹽 (μM)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
101/01/11	11.3	8.12	4.38	43.69	1.52	1.2	33.56	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/02/16	11.2	8.15	2.38	45.36	1.61	1.0	33.62	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/30	11.5	8.11	5.42	46.21	1.57	1.3	33.65	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/04/19	11.5	8.12	2.74	45.71	1.69	0.9	33.63	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/05/23	11.1	8.14	4.65	42.38	1.48	1.1	33.58	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/04	11.6	8.13	5.21	42.64	1.53	1.3	33.60	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/22	11.3	8.09	4.38	45.32	1.62	1.2	33.74	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/07/20	11.8	8.07	5.93	44.33	1.55	1.1	33.61	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/08/27	11.0	8.10	4.65	44.25	1.56	1.1	34.25	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/09/12	11.0	8.19	11.78	42.98	1.66	1.8	34.35	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/10/18	11.2	8.15	7.66	45.67	1.68	1.6	34.25	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/11/12	11.3	8.13	6.38	44.36	1.74	1.3	34.15	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/12/13	11.0	8.17	2.98	42.54	1.84	1.1	34.45	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
平均	11.29	8.13	5.27	44.26	1.62	1.2308	33.88		
標準差	0.2499	0.0326	2.4517	1.3332	0.1004	0.2428	0.3463		
說明： 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.DZ-400表示估計之取水深度為400m。 8.該管路直徑50cm；材質HDPE。									

表1及表2為現階段花蓮地區深層海水取水點最北端之取水位置，為東潤深層水公司運作，惟其登記者為世易水泥公司，並且屬於幸福水泥集團。該取水設施之環境特色是在三棧溪河口之北側，並在立霧溪出海口之南側。依據數年來取水經驗及水質分析，在颱風季節時，當溪水夾帶著大量之泥沙入海時，其深層海水原水會受到干擾，而會有混濁狀況，此可以由總懸浮固體量數據偶而有偏高現象中證實，對於該狀況，該廠現以全開或全停方式因應，並設有濁度計以隨時查驗水質。其他項目均屬正常，亦符合CNS15091所規範之數值。而710米深度與400米深度海水水溫相近，其原因係管徑相異所造成。管徑越大，在岸端測得水溫越接近海底取水點之水溫。

(3)台肥公司花蓮廠宣稱662米深度取水設施(20cm管徑)：

表 3：台肥公司花蓮廠深層海水原水檢測數據表(662 米深)

花蓮深層海水原水檢測資料(台肥公司花蓮廠)

TF-662 取樣日	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固體 (ppm)	矽酸鹽 (μM)	磷酸鹽 (μM)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
101/01/11	10.0	7.85	4.21	75.38	2.29	1.1	33.65	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/02/16	10.2	7.96	5.08	72.11	2.37	1.1	33.60	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/30	10.2	7.90	2.50	73.99	2.44	1.1	33.50	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/04/19	10.0	8.00	9.05	71.94	2.24	1.2	33.58	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/05/23	10.1	7.95	5.20	72.56	2.25	1.1	33.59	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/04	10.0	7.80	8.58	71.53	2.25	1.1	33.56	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/22	10.1	8.00	6.47	71.30	2.39	1.2	33.56	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/07/20	10.0	7.86	3.98	77.52	2.31	1.1	33.62	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/08/09	10.2	7.90	2.87	76.59	2.51	1.0	33.61	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/08/27	10.1	7.82	5.25	77.64	2.33	1.2	33.61	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/09/04	10.1	7.75	3.45	75.71	2.23	1.1	34.31	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/10/18	10.2	7.92	3.48	71.33	2.41	1.1	34.21	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/11/12	10.0	7.96	3.26	74.36	2.36	1.0	34.18	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/12/13	10.0	8.00	2.24	73.12	2.47	1.0	34.25	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
平均	10.09	7.91	4.69	73.93	2.35	1.10	33.7736		
標準差	0.0864	0.0798	2.1106	2.2942	0.0911	0.0679	0.30761		
說明： 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.TF-662表示估計之取水深度為662m。 8.該管路直徑20cm；材質HDPE；取水管頭與海平面呈斜角。									

表3為台肥公司花蓮廠取水設施之原水品質數據，該取水點在鋪設取水管時，在近岸端係以潛遁法開挖，因此，可避免近岸端湧浪對取水管之傷害，又因該廠區位於花蓮港區北端，兩側並無河流出口，在取水品質方面，屬於較穩定之狀況。此可以由該廠鋪管後6年所作檢測數據得知證實。台肥公司花蓮廠之取水管屬20cm較小型之取水管路，因此，其應用以食品粧化等高價值產業發展。

(4)海灣公司宣稱618米深度取水設施：

表 4：海灣公司宣稱 618 米深度廠深層海水原水檢測數據

花蓮深層海水原水檢測資料(海灣公司)

HW-618 取樣日	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固體 (ppm)	矽酸鹽 (μM)	磷酸鹽 (μM)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
101/01/11	12.5	8.11	3.65	35.69	1.56	1.2	33.64	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/02/16	12.3	8.16	1.62	36.42	1.43	1.0	33.51	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/30	12.6	8.06	4.35	34.78	1.52	1.4	33.54	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/04/19	13.0	8.10	3.68	36.89	1.63	1.0	33.61	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/05/23	13.1	8.09	6.24	40.23	1.45	1.3	33.58	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/04	12.9	8.12	6.22	41.06	1.58	1.2	33.56	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/22	12.7	8.04	5.53	41.11	1.55	1.1	33.59	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/07/20	12.6	8.09	9.38	37.83	1.35	1.4	33.51	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/08/27	13.0	8.08	6.38	38.56	1.57	1.2	34.05	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/09/11	12.7	8.10	9.32	39.65	1.58	1.4	34.35	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/10/18	13.0	8.14	7.58	41.23	1.52	1.3	34.52	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/11/12	12.5	8.15	5.63	44.36	1.57	1.1	34.51	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/12/13	12.3	8.20	2.73	39.94	1.62	1.2	34.45	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
平均	12.71	8.11	5.56	39.06	1.53	1.2154	33.8785		
標準差	0.2722	0.0433	2.3547	2.6863	0.0795	0.1405	0.4260		
說明： 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.HW-618表示該取水點4支取水管取得原水之代號。 8.該取水點4支管路直徑為6吋、6吋、14吋及8吋；材質為HDPE。									

表4為海灣公司宣稱618米深之深層海水取水管所得到之樣本檢測數據，由各欄位之數值分析，並與表1、表2、表3之矽酸鹽濃度及磷酸鹽濃度作比較，可以推測海灣公司宣稱之深層海水原水之實際深度應在400米左右，但仍符合現階段深層海水之定義值(海平面下200米以下之海水層)。另外，該廠取水設施之深層海水原水水溫較高之原因，導因於管徑較小(約20cm)及取樣點離取水泵較遠之緣故。而在本次檢測海灣公司之深層海水原水樣本也發現，酸鹼值可作為深度之另一項指標。

(5)花蓮地區七星潭海域表層海水/台肥公司花蓮廠50米海水：

表 5：花蓮七星潭海域表層海水/50 米深海水檢測數據表)

花蓮深層海水原水檢測資料(花蓮表層海水/台肥花蓮廠)

TFS50/0 取樣日	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固體 (ppm)	矽酸鹽 (μ M)	磷酸鹽 (μ M)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
101/01/11	未取樣								
101/02/16	18.6	8.32	10.23	6.38	0.42	5.1	33.72	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/30	21.5	8.30	6.42	9.64	0.57	3.9	33.63	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/04/19*	24.6	8.34	1.16	7.18	0.31	1.2	33.57	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/05/23	未取樣								
101/06/04	25.4	8.35	21.5	5.02	0.21	10.6	33.47	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/06/22*	26.2	8.40	1.04	4.40	0.16	0.9	33.29	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/07/20	未取樣								
101/08/27*	25.3	8.32	12.06	4.36	0.26	5.1	33.52	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/09/04	24.5	8.24	18.32	5.13	0.21	6.3	34.01	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/10/18	未取樣								
101/11/12	21.2	8.52	26.35	12.63	0.39	10.69	34.68	<1CFU/100mL	未檢測
101/12/13*	18.3	8.66	6.58	4.68	0.12	4.35	34.42	<1CFU/100mL	未檢測
平均	22.84	8.38	11.52	6.60	0.31	5.3489	33.8122		
標準差	3.0171	0.1294	8.9114	2.8331	0.1428	3.4863	0.4660		
說明： 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.記號*表示為台肥花蓮廠深度50m表層海水取樣；其餘為七星潭海域取樣。									

表 5 為花蓮七星潭海域表層海水/50 米深海水檢測數據，該表可作為各深層海水取水原水品質之對照之用，因其取樣位置在七星潭海域，與各深層海水取水點位置在同一海域，可明顯呈現出表層海水與深層海水之差異；對於深層海水產品驗證方面，具有實質之效果，尤其對深層海水品質指標之呈現，更具確認性。

(6) 臺東深層海水模組廠宣稱705米深度深層海水：

表 6：臺東深層海水模組廠宣稱 705 米深原水檢測數據表

台東深層海水原水檢測資料(台東模組廠)

NT-705 米	水溫 (°C)	酸鹼值	懸浮固 體(ppm)	矽酸鹽 (μ M)	磷酸鹽 (μ M)	TOC (ppm)	鹽度 (PT)	大腸桿菌群	腸球菌
100/12/02	7.2	7.98	12.6	74.50	2.27	1.5	33.68	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
101/03/21	7.5	8.08	5.38	72.92	2.15	1.4	33.54	<1CFU/100mL	<1.1MPN/10mL
平均	7.35	8.03	8.99	73.71	2.21	1.45	33.61		
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.懸浮固體以CNS15091-7檢測之。 2.矽酸鹽以CNS15091-13檢測之。 3.磷酸鹽以CNS15091-12檢測之。 4.TOC以CNS15091-17檢測之。 5.大腸桿菌群以CNS15091-19檢測之。 6.腸球菌參照NIEA E235.51C檢測之。 7.NF-705表示估計之取水深度為705m。 8.該管路直徑50cm；材質HDPE；佈管長度4900m；取水管頭與海平面呈垂直。 									

表 6 為臺東深層海水模組廠取水原水之檢測結果，該取水設施於 100 年 10 月中旬取水成功，本分局並前往取樣及測試，並與其合作裝置遠端深層海水監測系統於該廠 50cm 管徑之 HDPE 管路上。原計畫為該廠取水順利運作，本分局之遠端監測系統可持續蒐集資料，並作分析。惟該廠於 101 年 5 月上旬因不明原因無法取水，導致本分局遠端監測系統無法運作，僅能以模擬測試方式驗證其效果。而在有限之臺東模廠深層海水取水測試樣本中，再與花蓮地區三家深層海水取水設施之原水作比較，可以推定臺東模組廠之深層海水原水其深度約為 700 米左右，且因其取水管徑更大，水量更足，在取水點之水溫可低至 7°C，對於發展溫差發電或空調農業方面，更具有優勢及競爭力。而對於該取水點深度之實證，可以由 ROV(小型潛水器)之鹽深溫度計獲得確認。

二、遠端深層海水監測系統模擬測試結果說明及探討：

本研究因為臺東深層海水模廠無法取水緣故，遠端監測系統無法正常運作，但因各項週邊裝置已完成，網路設施亦已成形，本分局於是以模擬測試方式，進行該監測系統之運作狀況。模擬測試分成下列階段進行：

- (1) 確認該系統可作動，監測元件屬可動作狀態。
- (2) 監測元件之監測訊號可傳輸至資料蒐集器，並以畫面方式呈現。
- (3) 該監測資料可由網路方式，傳輸至 180 公里外本分局接收中心。
- (4) 本分局接收中心可以遠端控制方式管制該監測系統之動作。
- (5) 當設定異常狀態時，該系統具有警報功能。
- (6) 以花蓮載運深層海水原水作為模擬測試之材料，並記錄測試畫面以作為改進之參考。

本遠端監測系統在傳輸方面，係以網路方式(IP 位址)連結，惟考量資訊安全，在設定桌面連線時，會以帳號及密碼進行管制。在以 ADSL 連線上網後，輸入固定之 IP 位址，並輸入使用者帳號及密碼，即會出現以下畫面：



圖 11：遠端監測系統畫面 1-首頁



圖 12：遠端監測系統畫面 2-監測頁面



圖 13：遠端監測系統畫面 3-趨勢圖



圖 14：遠端監測系統畫面 4-警報設定

以上模擬測試所產生之4個畫面，可以證實本分局所建置之遠端監測系統確實能接收180公里外臺東深層海水模組廠之取水訊息，並能作必要之警示或處理動作，這對於檢測人力之節省及處理狀況之即時性，有著正向之助益。

在確認深層海水遠端監測系統具有傳輸及監測功能後，該系統更重要的是要探討其量測參數之準確性，必要時，應與實驗室之數據作比對，以修正其誤差值。該系統具有七項參數，即流量、溫度、酸鹼值、溶氧、電導、濁度、葉綠素螢光等，各項參數在深層海水原水品質上均是重要之指標，亦是深層海水原水後端利用之重要依據及參考，例如，以深層海水原水作為水產養殖之材料，濁度、溫度、酸鹼度及溶氧量就是直接且重要之參數；又如海水淡化方面，葉綠素、濁度及酸鹼值即是影響海水淡化效率之主因。因此，維持這些參數測量之穩定性及準確性，是運作此系統之關鍵。

伍、結論與建議

本次研究可歸納三部分之結論說明：其一為藉由定期/不定期至花蓮地區深層海水取水廠商取原水樣本檢測之流程，可以建立本分局深層海水專業實驗室系統中深層海水原水檢測之流程及方法，亦可作為日後評估臺灣東部地區各深層海水取水設施水質之標準流程，更可進一步協助各深層海水取水廠在原水操作上之自我管理模式。深層海水原水因富含營養鹽、屬低溫性及具純淨特性，從水管路或貯水槽取出後，易受到環境影響而升溫並滋生微生物，對水質檢測方面會造成干擾及誤判，因此，深層海水原水之取樣流程係屬影響檢測品質重要關鍵。本研究在深層海水原水取樣流程方面，擬建立標準化模式，可為日後業者或檢測者之作業參考。

其二為本次研究期間對於深層海水原水檢測結果之分析說明，本研究對花蓮地區三家取水廠商之四支水管路進行取水檢測，並不定期取花蓮七星潭海域及台肥公司花蓮廠深度 50 米表層海水作為對照之樣本，經分析結果顯示，在研究期間之 1 年內，深層海水原水之『水溫』、『酸鹼值』、『磷酸鹽濃度』、『矽酸鹽濃度』、『懸浮顆粒濃度』等重要參數，均與表層海水有著明顯之差異，是判定所取之原水是否為深層海水之重要參數，亦是建立深層海水產品自願性驗證制度及系統之基礎。該結果與本分局前次自行研究計畫之檢測數據作比較，可以說明花蓮地區深層海水原水之品質係屬相穩定的。其檢測結果亦可以作為初步判定深層海水原水品質之參考。深層海水原水檢測數據呈現的另一項意義，是可以立即檢視取水管之運作狀態，這不但是後續深層海水產品生產流程之參考，也是保護後續流程設備安全穩定之關卡，更是本局管理深層海水自願性產品驗證制度之重要依據。

其三為初步建立以遠端監視系統管理深層海水取水設施之機

制，在本研究中，本分局設置遠端監視深層海水取水設施之監測元件及網路傳輸設備，並以少量海水為樣品作模擬測試，初步成果顯示該系統存在的七項指標(流量、水溫、酸鹼值、電導度、溶氧量、濁度、葉綠素值)皆能作動，並能在控制螢幕上顯示，且能以網路方式回傳至 180 公里外的花蓮分局接收中心；同時亦能呈現該系統原先設計之警報功能、紀錄功能及圖形功能機制。惟因臺東模組廠現因取水中斷，此系統暫無法作出實際深層海水原水檢測值之比對及校正。

依據本次研究之三項結論，擬提出幾項建議：(一)增加深層海水檢測方法之國家標準，以顯示深層海水原水之特性，例如，加入腸球菌指標菌作為深層海水原水生物性危害之參數；又如，將 ORP(氧化還原電位值)或 POPs(持久性有機污染物)項目或輻射項目列為深層海水原水檢測之項目，並制訂出國家檢測標準，以更完整呈現深層海水之純淨特性。(二)在花蓮分局增購更精密檢測儀器如感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)及螢光分析儀等，以更精確探討臺灣東部深層海水原水之特性及利用潛勢(如可燃冰之探討等)。(三)增購多套監測系統設備，以更廣泛探討臺灣東部深層海水之品質。

臺灣四面環海，海洋是臺灣在經濟及生態保育之依賴，如何善待海洋並與其取得平衡，是有智者應存於心中之課題。面對全球暖化之嚴峻威脅，如何調和各項資源及創造能源之方式，延續我們生存環境，深層海水(對環境友善的資源)之多功能利用，提供了一條明亮的方向。

陸、參考文獻

- 1 中華民國國家標準 CNS 15091-30 『深層海水檢驗法-葉綠素 a 之測定』
- 2 標準檢驗局花蓮分局 98 年度 『花蓮地區深層海水原水特性及驗證制度之研究』
- 3 94年度台日技術合作計畫 「深層海水標準及驗證制度研習」出國報告書
- 4 標檢局花蓮分局100年度 「深層海水原水純淨性指標-總有機碳(TOC)檢測探討」
- 5 行政院94年4月12日核定之 「深層海水資源利用及產業發展政策綱領」
- 6 郭啟榮 羅聖宗 節能技術 101.07 「低溫熱能發電系統現況與展望」
- 7 中華民國國家標準 CNS 50001 「能源管理系統-附使用指引之要求事項」
- 8 標準檢驗局 99 年 12 月 14 日公告 「深層海水自願性產品驗證實施辦法」