

# 105年度期末--精簡研究成果

## (一) 各子計畫精簡研究結果

子計畫 1--海潮流

詹 森教授

國立臺灣大學海洋研究所

子計畫 2--水文水質

陳鎮東教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 3--植物性及動物性  
浮游生物調查

陳孟仙教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 4--底棲動物調查

劉莉蓮教授

國立中山大學海洋科學系

子計畫 5--魚類調查

黃榮富教授

國立高雄海洋科技大學水產養殖系

子計畫 6--網站架構與綜合  
討論

楊穎堅副教授

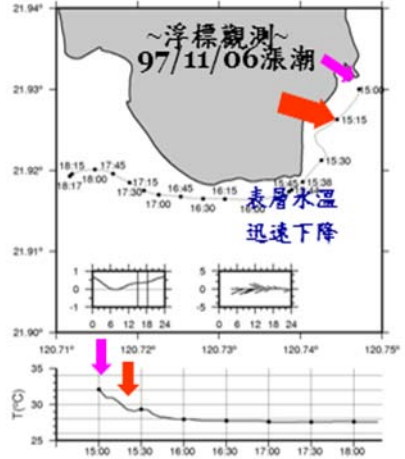
國立臺灣大學海洋研究所

(一) 各子計畫精簡研究結果如下：

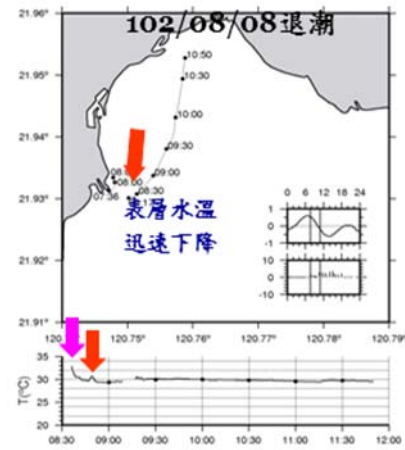
子計畫1--海潮流

一、自民國 92 年 1 月 1 日起，由詹森教授負責，精簡之研究結果如下：(自民國 92 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日)

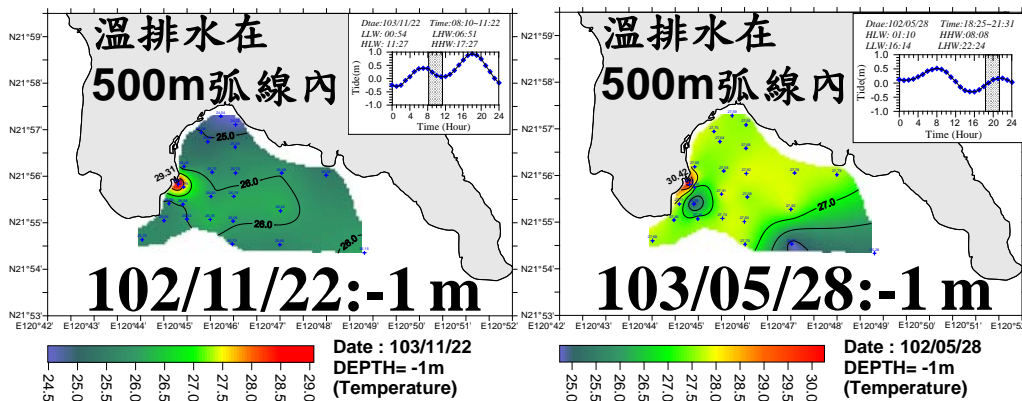
一 漂流浮標資料顯示民國 92~103 年漲潮流從出水口流向西南或往正南流，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行，繞過貓鼻頭，往西再沿海岸往西北走，或繞過貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，若能進入第三核能發電廠附近海域外緣海域，則順退潮水轉往東流動。漲潮流時釋放，浮標若隨漲潮流漂向南或東南，則將轉往南-東南向流動，若於灣內，則流速不大，若離海岸影響範圍則流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。漲潮時，溫度迅速下降，此一特性顯示溫排水對於海灣內的影響不大。



一 漂流浮標退潮時往東流或東北流再回流至出水口岸邊或到達後壁湖港口東方，過後壁湖港口東方之後則沿著港口附近的潮間帶地形再轉往西北方流動，最後會到達後壁湖漁港東北方淺灘區；退潮時段往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，則有往鵝鑾鼻直流之趨勢；退潮時段若往西南或東南方向流後則有轉往南方流動之趨勢。



一 核三廠海域溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，隨潮汐漲潮時往西南約 500~1000 m，退潮時往東-東南約 200~500 m，大部份分佈於海面至水深 3~5 m 以內，範圍約在距排水口 1000 m 圓弧線內。



## 二、104年第1次~105第4次(105年度期末報告)之精簡研究報告結果：

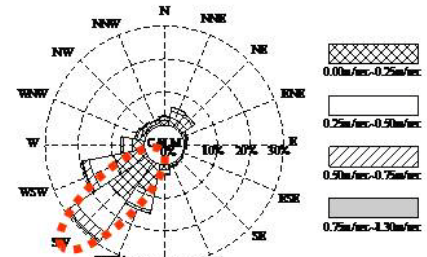
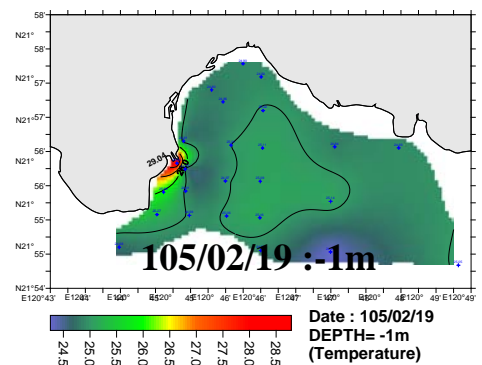
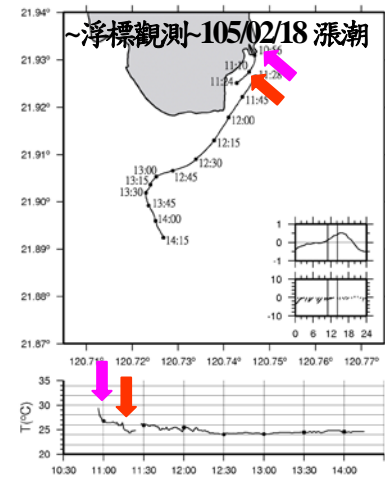
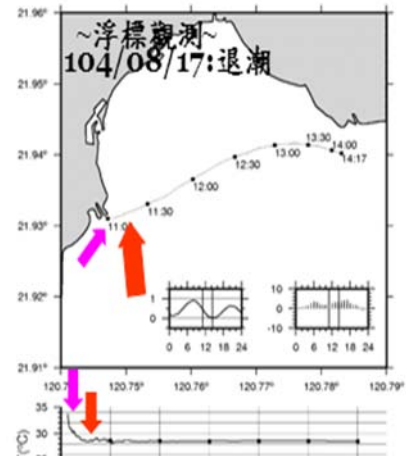
—民國 104 年 8 月 17 日退潮漂流浮標觀測，漂流浮標在出水口附近往東方漂移，之後流速略減，流速維持在 0.36~0.50m/s，流向為東北東，浮標往南灣方向漂流，離南灣約 500m 附近後，流速漸緩，流向由東北東轉為向東再轉為東南東向，往石牛溪口方向流動；漂流期間最大流速為 0.50 m/s，對應流向為 61°，淨流流速為 0.35 m/s，流向為 73°，溫排水影響範圍於中潮退潮時段漂流距離 200m 後水溫即降至 29°C 以下，與背景水溫溫差 1°C 以內。

—民國 105 年 2 月 18 日小潮漲潮段，第一段漂流浮標在出水口附近往南向漂移、流速 0.51m/s，離施放點 200m 後轉往西南方漂移後擱淺於貓鼻頭西側。第二段再次施放後浮標持續往西南方漂移，流速維持在 0.50~0.72m/s，流向維持西南向，之後續往西南西方漂移，流速維持在 0.32~0.72m/s，過貓鼻頭後轉往南南東向流動，流速維持在 0.30~0.54m/s。溫降率自排水口往外至 250 m 內約為 1°C /100 m，浮標離出水口 300m 後水溫即降至 27°C 以下，與背景水溫溫差 2°C 以內。

—核三廠海域溫排水擴散區域大部份於排水口附近海域西側，漲潮時往西南約 500~1000 m，退潮時往東-東南約 200~500 m，大部份分佈於海面至水深 5 m 內，距排水口 1000 m 圓弧線內。

—第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果顯示，海流主流向以西南向為主，104 年資料佔 24.2~34.8% 以上，西南西次之，約佔 10.7~16.2%，105 年西南向佔 28.1~37.3% 以上，西南西佔 13.9~19.8%。潮流仍為西南及東北方向流動的漲退潮流現象，漲潮流速明顯大於退潮流速，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主。

—流經呂宋海峽之黑潮的強弱與北赤道洋流在菲賓律東部海岸的分支點位置關係密切，也跟海洋中尺度渦旋碰上黑潮有關。黑潮流速的強或弱影響黑潮水進南海的寡或多，進一步影響核三廠海域水團的特徵。



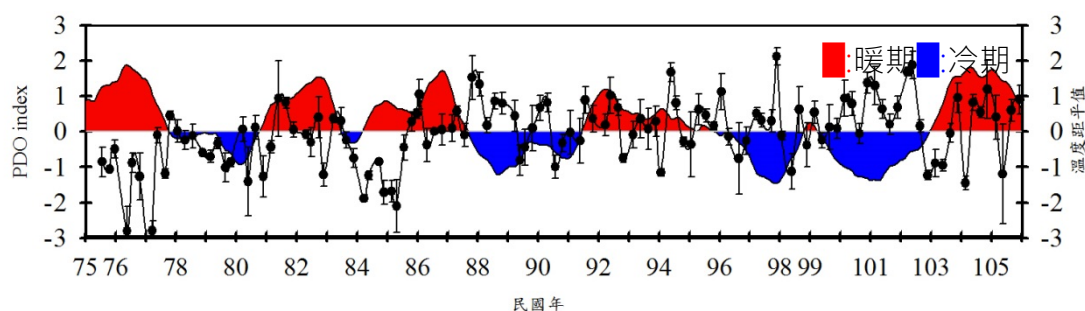
施測期間：105/10/28/07:00~105/12/13/07:00  
最大流速：1.27m/s(對應流向37.8度)

## 子計畫 2--水文水質

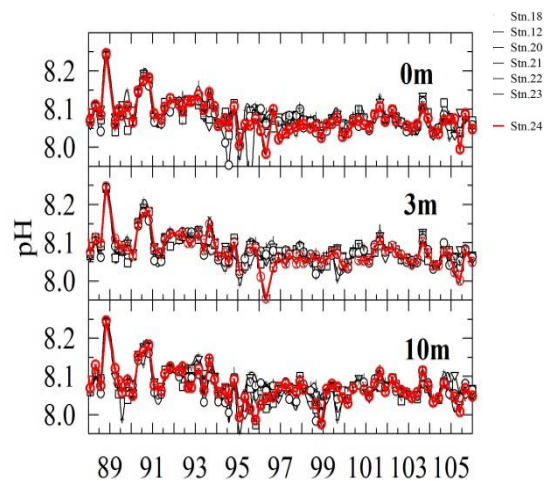
一、自民國 82 年 1 月 1 日起，由陳鎮東教授負責，精簡之研究結果如下：

一本海域夏、秋季之溫度較春、冬季來得高，溫度變化大致呈此規律性；天候、季節性以及大尺度海洋事件如颱風、聖嬰、反聖嬰，以及太平洋十年期振盪 (PDO) 為影響此區溫度變化的主要因子，而並非溫排水。溫排水只影響至 24 站表水，深度 5 公尺以下則沒有受到影響。

一由 75 年 7 月至 105 年 12 月本海域長達 31 年溫度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 與 PDO 之變化可以看見，本海域的溫度距平值早期大都偏低，而於 87 年之後則大都偏高，似乎顯示了海洋暖化的現象；75~78 年的聖嬰/正 PDO 對應的是較低值，而 99~103 年的反聖嬰/負 PDO 則對應了溫度較高值，然而並非所有的大尺度海洋溫度變動期間都對應著本海域應有的溫度變化(下圖)。

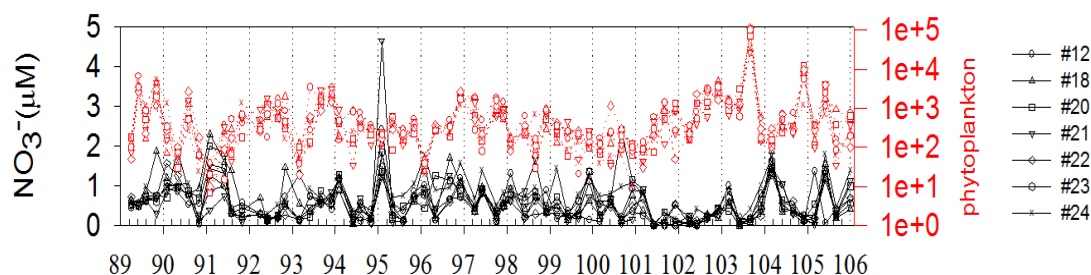


一本海域 pH 值資料皆符合環保署所公佈的甲類海域的水體標準「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」。比較 88 年至今，pH 值隨著時間有漸漸變低的現象(右圖)，似乎反應著全球海洋因二氧化碳含量增加而趨向酸化之現象，而與電廠之運轉無關。



一溶氧量以及總殘餘氧化劑濃度值均符合環保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」以及「殘餘氯量 1 mg/l 以下」之規定。

一營養鹽資料顯示，此海域目前並沒有受到有機質的污染。而水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關(下圖)。



## 二、104 年第 1 次~105 第 4 次 (105 年度期末報告) 之精簡研究報告結果：

—104 年第 1 次及 105 年第 2 次採樣，核三廠附近海

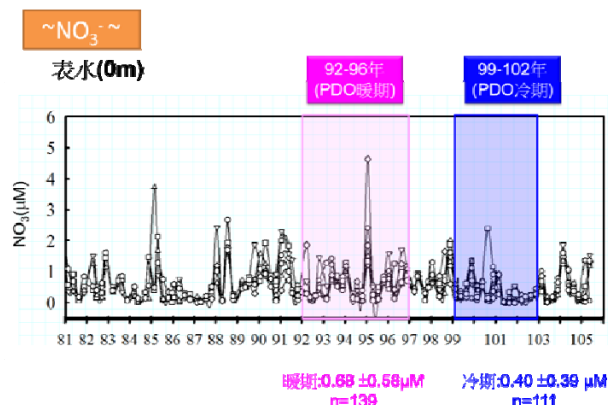
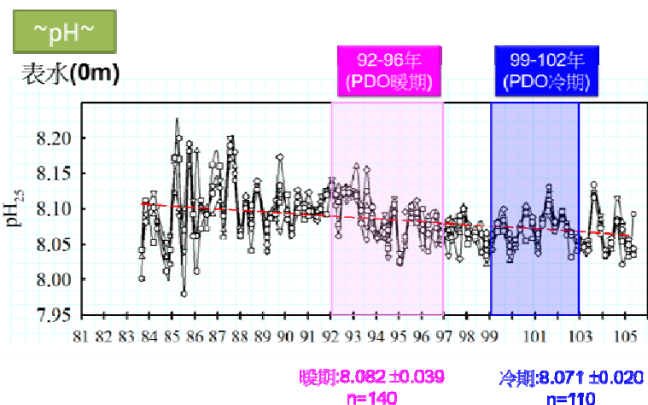
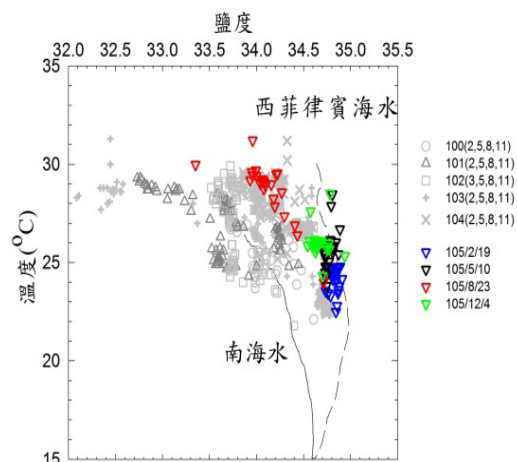
域的溫度較歷年同月偏低、鹽度及硝酸鹽偏高，顯示此次的水樣可能為湧升水(右圖)。而 104 年第 2、3、4 次採樣之溫度較過去同月份偏高。

—由過去的水文調查指出，台灣西南海域以及南海北部之上層海水，在夏季時係高溫、低鹽之南海表層水，入秋後逐漸為高溫、高鹽的黑潮水所取代。

105 年 4 次鹽度均較歷年同月份偏高，104、105 年 8

次鹽度之季節性變化幅度縮小，而過去 3 年在夏季觀測到的低鹽現象也不復見。

—92~96 年 PDO 暖期時，溫鹽訊號較集中在南海水以及黑潮水之間，而 99-102 年冷期時，溫鹽訊號明顯偏向南海水。暖期時 pH、硝酸鹽較高，冷期則反之。



—蘭嶼貯存場附近海域的表水海溫在 104 年 4 次的調查中，前三次的水溫平均值與在南灣調查的結果相近。第 4 次蘭嶼貯存場附近海域的水溫平均值高於歷年 11 月水溫 2.5°C，而南灣也觀測到較高的水溫。此區水溫之距平值與 PDO 冷暖期之關係較不明顯，或因水樣取得自岸邊淺水，因此受氣溫的影響較大。

—蘭嶼貯存場排水口 1 之海水在 104 年第 3 次採樣時，鹽度較其他測站低，但 pH、硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽以及葉綠素甲均較其他站高，顯見此站有受到陸源水富含營養鹽的影響。

### 子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查

一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由陳孟仙教授負責，精簡之研究結果如下：

一動物性浮游生物的豐度歷年來多以實驗測站(溫排水影響範圍)高於對照測站；植物性浮游生物的密度則是兩者間無顯著差異，由此可見溫排水對南灣海域之浮游生物的豐(密)度並無明顯的影響。本海域的浮游生物變動，除自然的四季更迭外，亦與大尺度的氣候變遷有關(圖 1-(A&B))。

一南灣海域植物性浮游生物中的束毛藻多為每年第 2 次(春季)的優勢種，可佔植物性浮游生物密度高達 50%以上，可作為本海域反應黑潮入侵南灣強弱的指標(圖 1-(C))。

一歷年在本海域所調查的水文資料與經對數轉換後的動物性浮游生物、植物性浮游生物、蟹幼生、蝦幼生、魚卵和仔魚等重要生物因子進行 Spearman correlation coefficients 分析(表 1)。結果顯示，溫度與除蝦幼生外，皆與其他多項浮游生物皆有正相關係；而營養鹽類( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_2$ )則與各項浮游生物均有顯著負相關；溶氧(DO)與蝦幼生有正相關，而與蟹幼生、魚卵及仔魚有負相關。

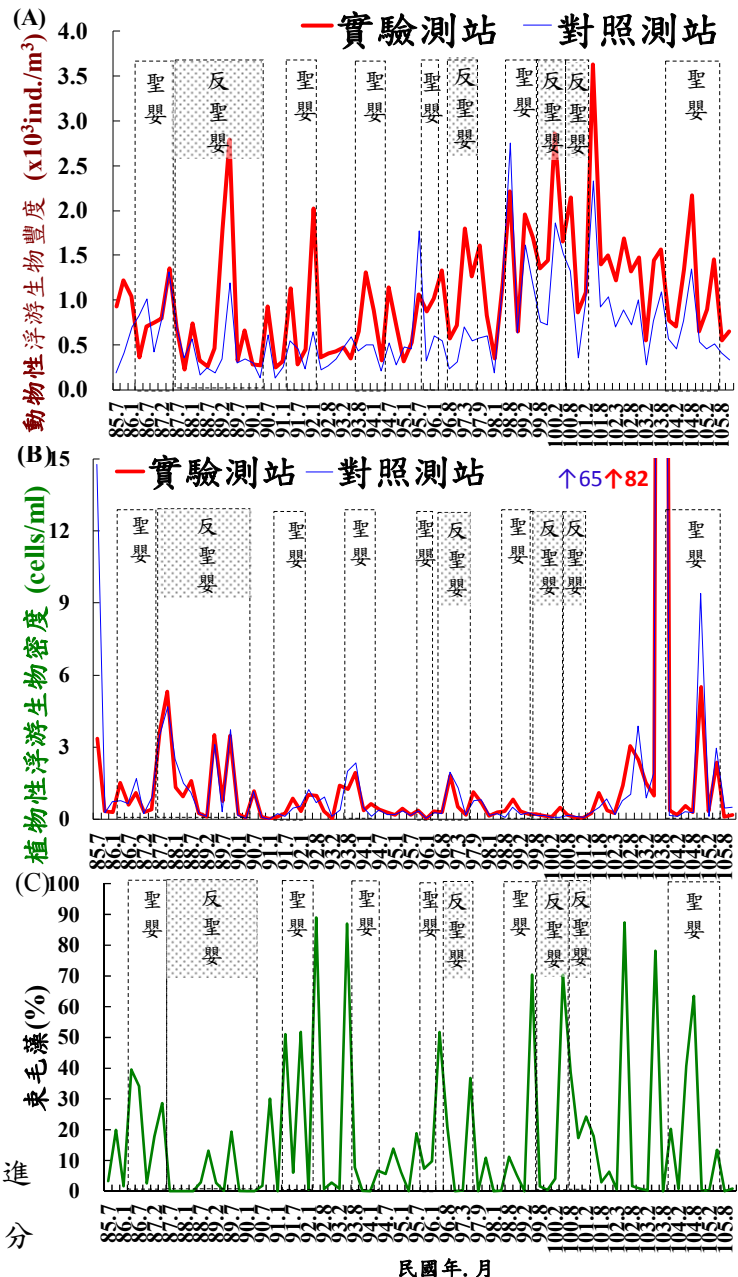


圖 1. 歷年第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站的(A)動物性浮游生物豐度、(B)植物性浮游生物密度和(C)束毛藻百分比

表 1. 歷年第三核能發電廠附近海域的浮游生物豐度與水質因子間之相關性分析

	正相關 (p<0.05)	負相關 (p<0.05)
浮游動物		Sal, pH, $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{NO}_3^-$
浮游植物	Temp, pH	Sal, 透明度, $\text{NO}_3^-$ , 濁度
蟹幼生	Temp, Chl.a	Sal, DO, 透明度, $\text{NO}_3^-$
蝦幼生	DO	Temp, pH, $\text{SiO}_2$ , 濁度
魚卵	Temp	Sal, DO, $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$
仔魚	Temp	DO, $\text{NO}_3^-$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{SiO}_2$

## 二、104 年第 1 次~105 年第 4 次(105 年度期末報告)之精簡研究報告結果：

—104 年至今，每年四次採樣依續討論如下：兩年第 1 次採樣的所有測值皆較歷年同次總平均值為低或相近，兩年第 2 和 3 次採樣僅魚卵和仔魚連續兩年的豐度較高，較特別的是，植物性浮游生物於 105 年第 2 次採樣密度以濃縮法和沉澱法所得結果，分別為歷年同次的次高值和最高值。接著兩年第 4 次採樣中，動物性浮游生物和蝦蟹幼生測值皆較歷年同次為低，植物性浮游生物於 104 年以濃縮法和沉澱法所得之結果分別為歷年同次最高值和次高(表 1)。

表 1. 歷年第三核能發電廠附近海域一年四次各項浮游生物測值之總平均值

年份	動物性浮游生物(ind./m <sup>3</sup> )				蝦蟹幼生(ind./m <sup>3</sup> )				魚卵及仔魚(ind./m <sup>3</sup> )				植物性浮游生物(cells/l)							
	濃縮法		沉澱法		濃縮法		沉澱法		濃縮法		沉澱法		濃縮法		沉澱法		濃縮法		沉澱法	
季別	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
85			952	1,395			91	35			16	26			9,874	291				
86	1,489	643	738	505	11	16	12	8	93	10	23	9	539	1,077	646	1,447				
87	767	1,142	730	368	30	16	16	7	17	26	9	3	251	711	5,393	5,880				
88	914	363	230	298	15	10	3	4	5	23	21	8	1,820	1,120	1,222	236				
89	1,063	2,161	311	460	21	53	11	7	4	21	15	13	123	4,101	624	3,213				
90	260	182	806	176	6	8	19	4	6	11	25	3	339	61	1,061	84				
91	273	760	352	311	6	28	30	8	4	7	9	3	25	168	168	670				
92	1,120	299	343	346	26	4	8	13	6	14	27	3	466	1,090	896	604				
93	427	450	492	833	9	13	4	18	3	13	7	14	69	730	1,941	2,245				
94	714	248	826	481	9	9	12	14	4	18	45	3	358	337	456	248				
95	663	510	1,317	600	7	12	9	15	9	11	23	9	198	377	186	348				
96	888	935	383	523	15	23	10	17	3	12	27	7	34	301	314	1,870	10	23	213	264
97	1,143	869	975	665	33	63	48	22	14	37	17	14	1,028	223	1,051	814	269	40	524	80
98	289	1,201	2,487	616	14	18	58	14	10	17	49	5	151	290	170	713	30	194	65	165
99	1,771	1,374	1,022	1,024	17	16	41	15	8	7	44	2	253	219	194	166	115	28	84	34
100	2,372	1,444	1,634	584	44	18	21	14	6	14	23	7	106	249	183	83	20	23	48	86
101	1,044	2,473	1,141	1,116	30	108	35	33	4	22	8	4	73	334	815	667	81	397	166	187
102	855	2,137	1,145	1,246	47	17	43	32	9	45	32	2	206	1,036	1,926	3,136	253	1,089	3,201	2,945
103	594	1,039	1,270	616	30	24	49	17	12	10	31	5	1,176	1,341	77,163	316	674	1,048	78,925	285
104	603	1,118	2,146	601	5	16	50	8	2	45	36	8	161	443	368	6,636	178	268	366	699
105	584	952	659	442	8	28	10	15	3	26	35	16	235	2,299	244	377	131	2,288	161	80
Mean	892	1,015	950	629	19	25	28	15	11	20	25	8	380	825	4,995	1,431	176	540	8,375	482
S.D	524	653	606	278	13	24	18	8	20	11	12	4	456	944	17,085	1,893	197	736	24,807	886

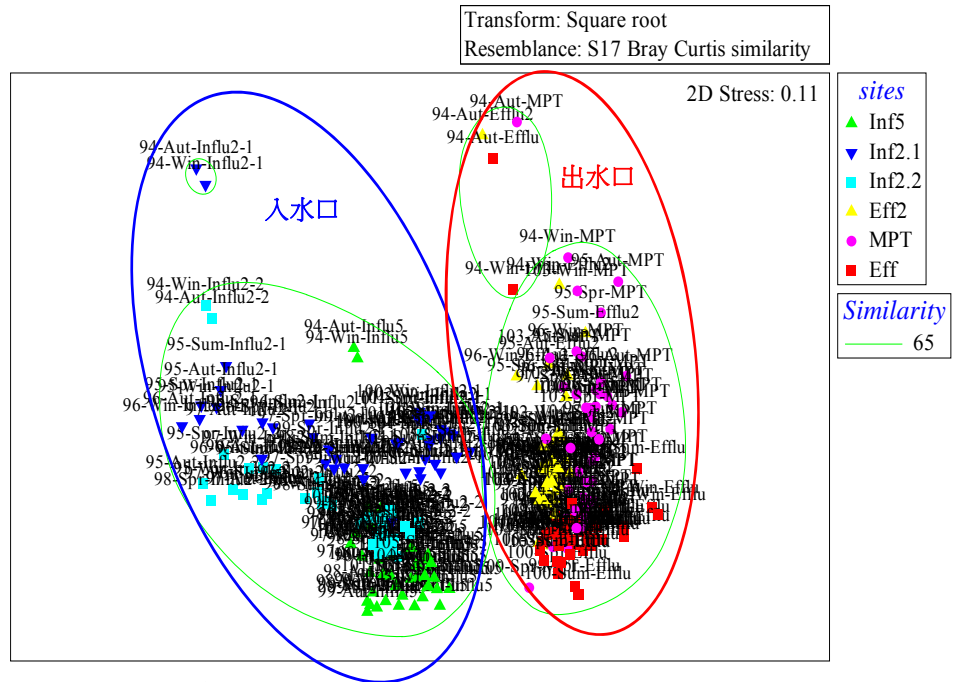
—104 年至今八次採樣種類組成，動物性浮游生物與過去相似，皆以橈足類中的哲水蚤為優勢大類。濃縮法採樣之植物性浮游生物在兩年的第 1 和 4 次與過去相似，均為角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)為優勢藻屬；104 年第 2 和 3 次均為束毛藻屬(*Trichodesmium* spp.)，而 105 年第 2 和 3 次皆為角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)，與過去第 2 次為束毛藻屬(*Trichodesmium* spp.)，第 3 次採樣多以根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)為優勢藻屬不同。沉澱法採樣之植物性浮游生物優勢藻屬明顯與濃縮法不同，第 1 次採樣 104 年為菱形藻屬(*Nitzschia* spp.)，105 年則為根管藻屬，第 2 次採樣兩年均為根管藻屬，第 3 次 104 年為束毛藻屬，105 年則為根管藻屬，第 4 次兩年依序為根管藻屬和角刺藻屬，與 103 年沉澱法的第 1、2 和 4 次為根管藻屬，而第 3 季為菱形藻屬之結果不同。顯示近兩年植物性浮游生物的組成明顯與往年不同。

子計畫 4--底棲動物

一、自民國 82 年 1 月 1 日起，由劉莉蓮教授負責，精簡之研究結果如下：

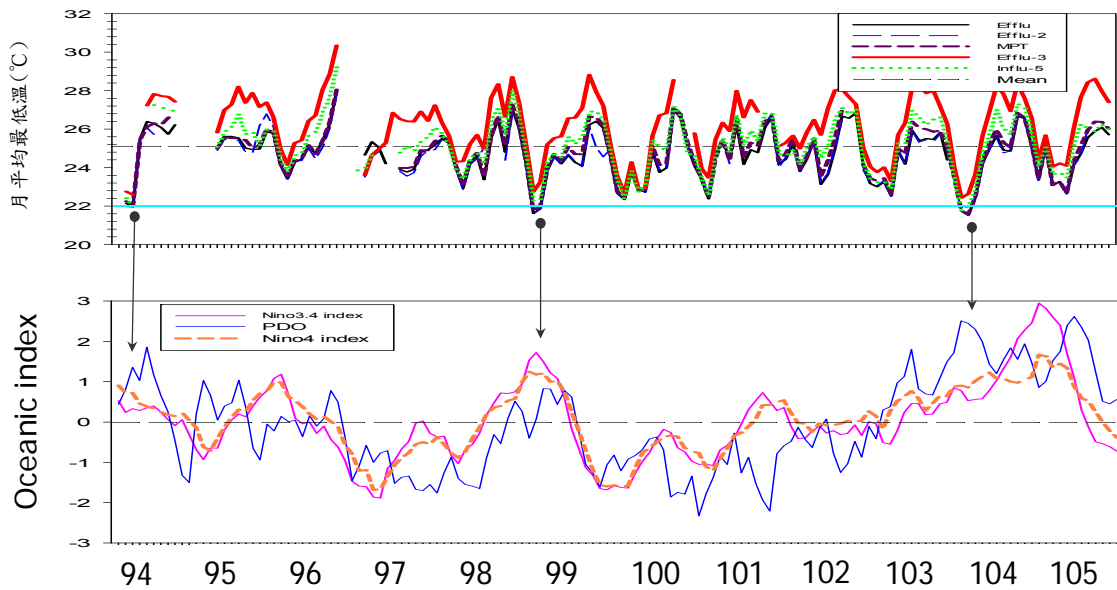
—底棲生物覆蓋率：

群聚分為入水口及出水口南側兩群，入水口主要底棲生物為藻類、石珊瑚及海葵；出水口為藻類、石珊瑚及軟珊瑚；入、出水口區域底棲動物相差異可能和二地之地形、沉積物分布差異與溫水排放所引起之其他環境因子改變有關，且出水口南側為遊客遊憩的熱門景點，人為干擾亦有影響。



固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物之群聚分析。

—除出水口南側測站 3 公尺深 (Efflu-3) 的水溫較其他測站高外，其餘出水口各測站與入水口各測站之水溫沒有差異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 8 公尺以深的水溫。而測站水溫之低溫現象出現於 94、99 及 104 年，都為聖嬰及北太平洋暖相重疊期，大約相隔 5 年，與 PDO 指數有延遲 1-2 季的正相關。

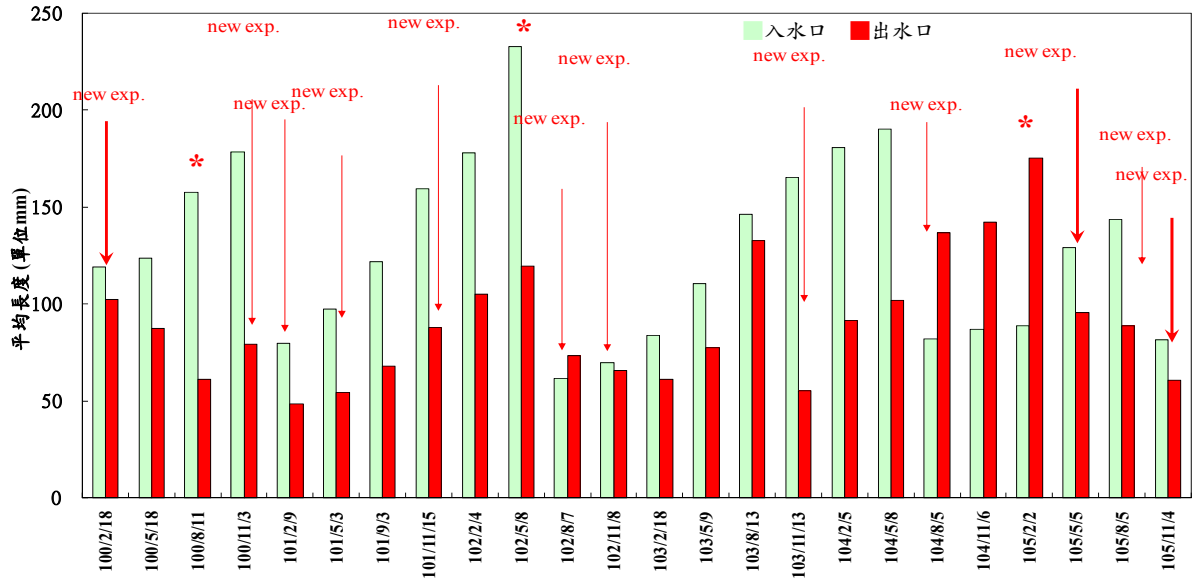


94-105 年出水口南側及入水口各測站之水溫，以及 Nino3.4、PDO index 變化圖。



二、104 年第 1 次~105 年第 4 次(105 年度期末報告)之精簡研究報告結果：

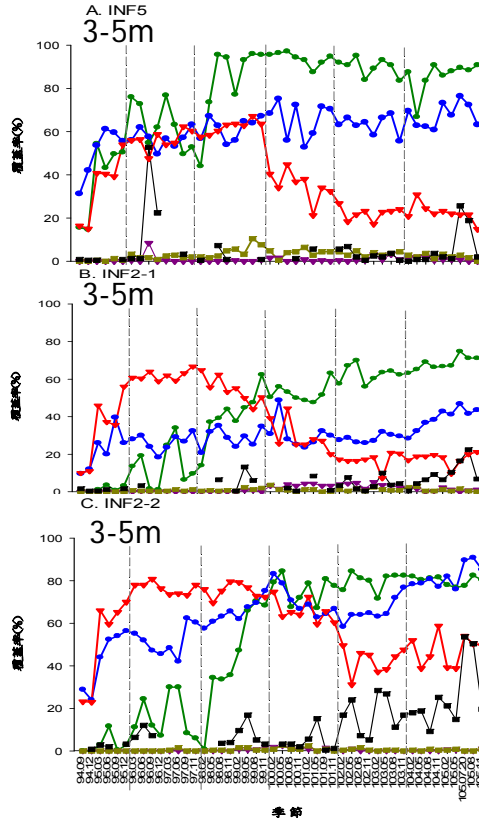
一軸孔珊瑚之存活及生長皆為入水口區域高於出水口南側區域，可能與出水口區域有較大的人為干擾：如遊客遊憩，及自然干擾：如颱風及沉積物有關。設置於出水口珊瑚礁石上的軸孔珊瑚在 105 年第 1 次之成長量顯著較入水口佳 ( $p < 0.05$ )，此結果顯示泥沙沉積量對珊瑚生存有影響。



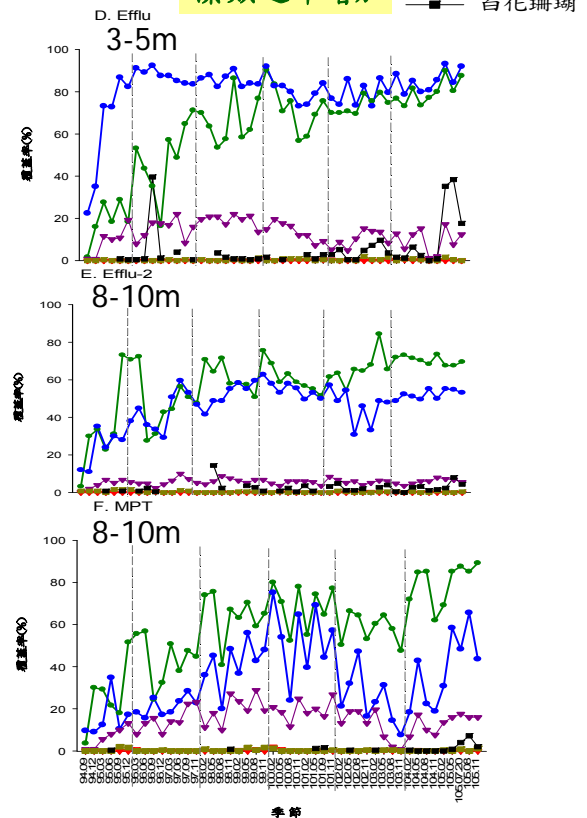
軸孔珊瑚在入水口右側與出水口南堤外側小灣之成長情形。\*:  $p < 0.05$  表二地點珊瑚成長有顯著差異。

一底棲生物相歷年來入水口之海葵覆蓋率逐年減少，入、出水口之藻類逐年增加。8 次調查皆有發現珊瑚白化，入水口灣內的珊瑚白化率與 Niño3.4 及 PDO index 有相關，當指數高時，白化率也增高，推測與大環境氣候變遷聖嬰現象有關。

入水口 海葵近年逐漸減少



出水口 藻類逐年增加

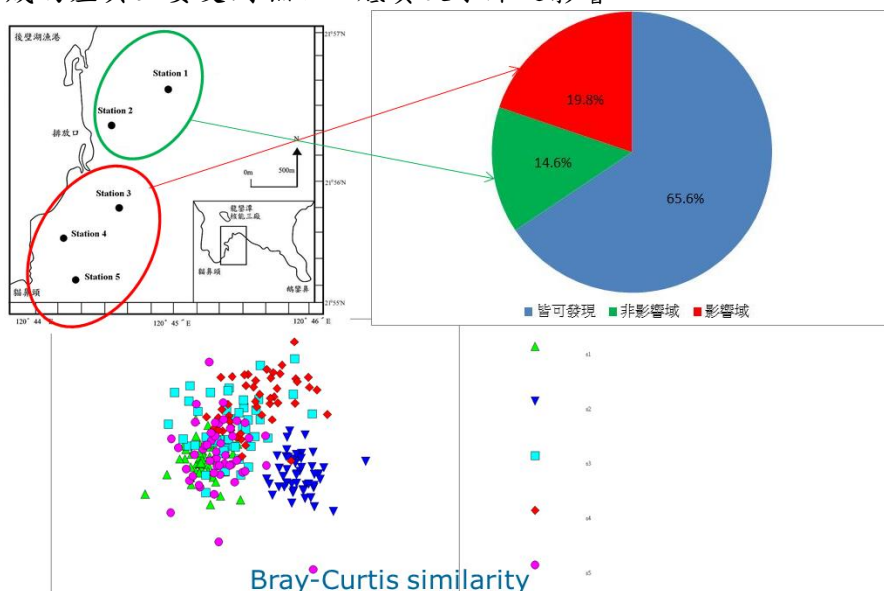


- 藻類
- 石珊瑚
- 軟珊瑚
- 海葵
- 海綿
- 白化珊瑚

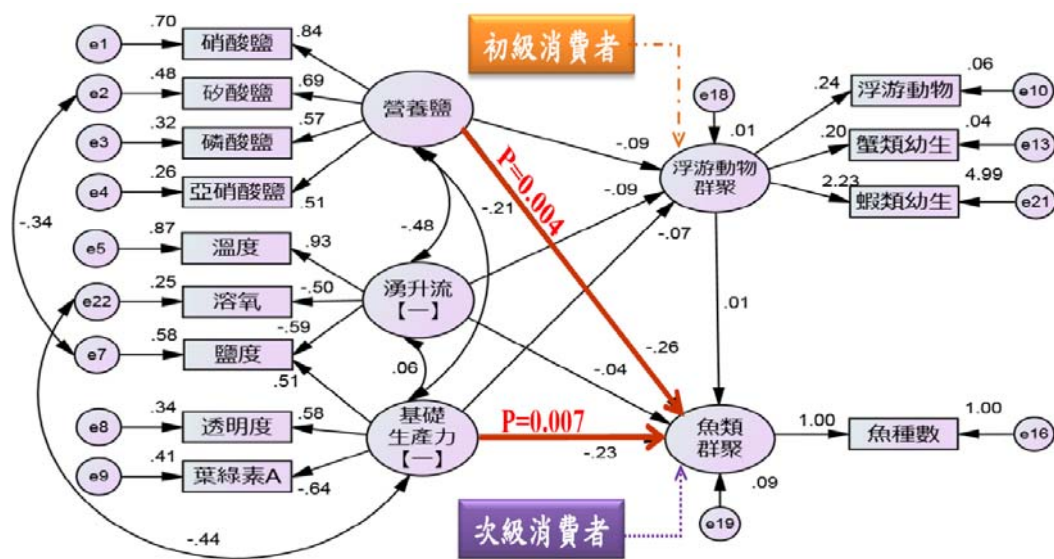
## 子計畫 5--魚類調查

一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由黃榮富教授負責精簡之研究結果如下：

一本研究藉由調查 5 個測站的魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成差異性，結果發現第 2 測站為獨立分群，其餘測站差異並不顯著，顯示溫排放水並未對本海域的魚類群聚組成造成影響，測站間魚類群聚組成的差異主要受到礁石、底質及水深之影響。

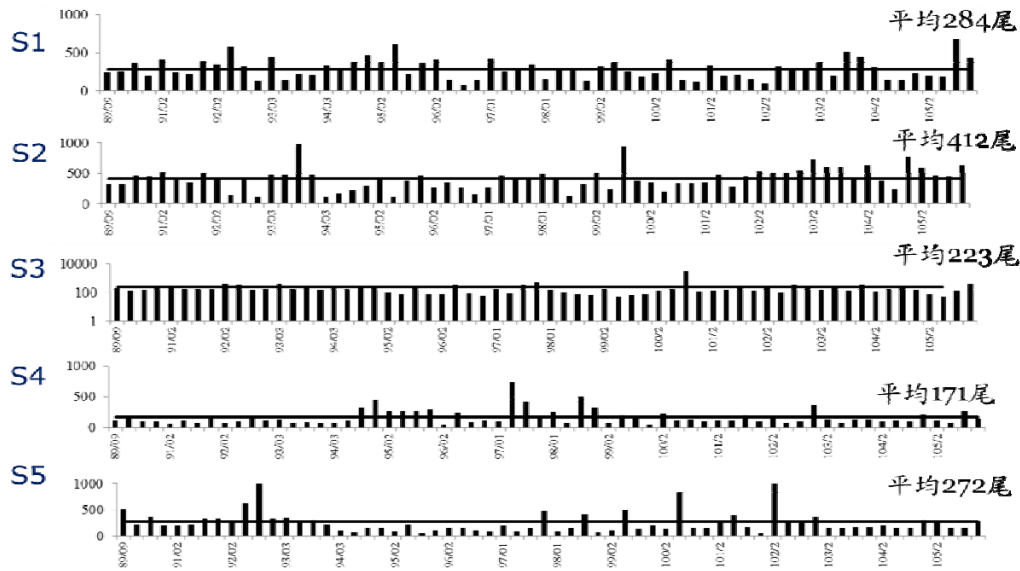


一本研究利用結構方程式建構第三核能發電廠附近海域生態變動模式，其中「營養鹽」對於「魚類群聚」的負向影響最為顯著，「基礎生產力」對於「魚類群聚」的正影響也顯著。

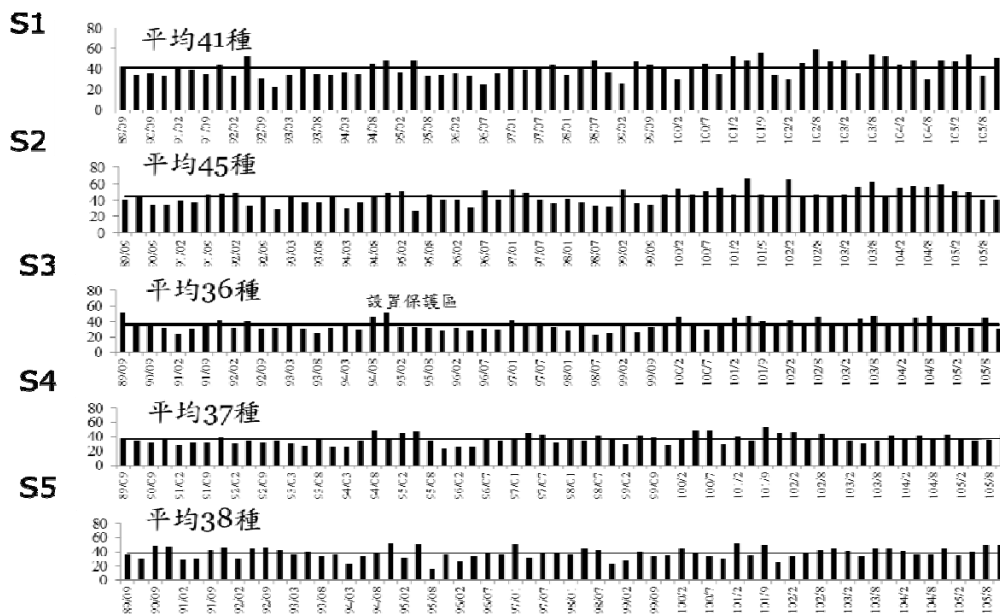


二、104 年第 1 次~105 第 4 次 (105 年度期末報告) 之精簡研究報告結果：

—不同測站魚尾數平均值介於 171 尾(St.4)~412 尾(St.2)之間( $p < 0.05$ )，測站 2 的魚尾數及魚種數較多，應與保育區的設立有關。



—不同測站魚種數平均值介於 36 種(S3、S4)~45 種(S2)之間( $p < 0.05$ )，歷次調查並未發現溫排水域魚種數有偏低的現象。



—歷年資料顯示第三核能發電廠附近海域的珊瑚礁魚類的群聚組成受到測站-礁石環境、年度-大環境變化(颱風、聖嬰及反聖嬰)、政策(設置保護區-94 年)影響呈現時空變動現象。

—溫排水對第三核能發電廠附近海域的魚類群聚組成影響小。

## 子計畫 6--網站架構與綜合討論

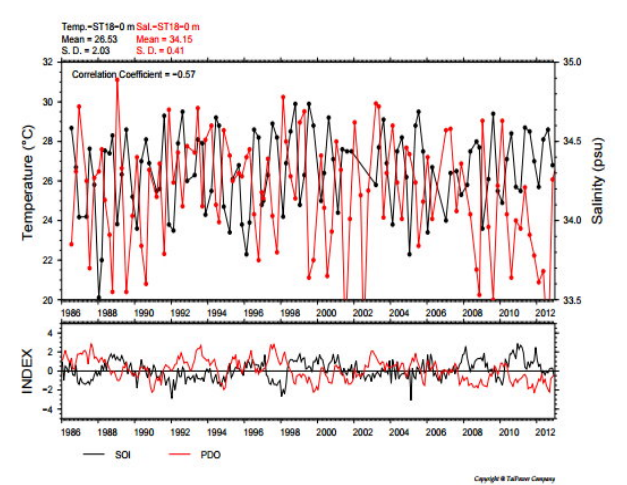
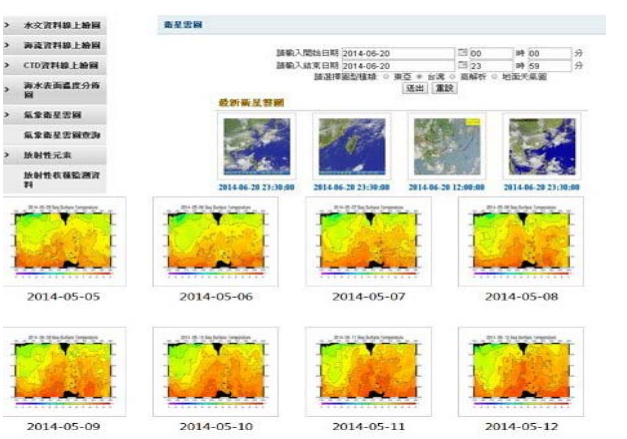
一、自民國 102 年 1 月 1 日起，由楊穎堅副教授負責，精簡研究結果：

(自開始接辦至 103 年 12 月 31 日)

一 多年來已累積了相當成果，由於各子計畫之間的作業互有關聯，因此聯繫平台愈顯得重要，為求有效將各子計畫的成果與其他子計畫的研究人員分享，以期展現更完整的成果，本子計畫由楊穎堅教授實際執行作業平台之運作，設置一個網站(<http://npp3.nsysu.edu.tw/>)，將歷年的調查與研究成果公佈網路，提供參與研究人員、業主參考及查詢，並將各子計畫各季的實驗結果與調查資料製成資料庫，使相關研究人員可立即查詢並相互比對，快速而有效地連接各個子計畫，呈現本計畫整體的成效。

一 研究人員首頁架構主要分為觀測資料查詢及線上繪圖兩大部份，觀測資料查詢將海流資料、水文資料建立快速查詢與數據列表。線上繪圖部份則將各項調查資料圖形化展示，各項資料繪圖有水文時間序列圖、散射圖、水平面溫度分佈圖、海流時間序列圖、流場統計圖形、漂流浮標軌跡及 Google Map 展示 CTD 調查資料成果。

一 網站所架構的資料庫，除了彙整本計畫的觀測資料外，為了能橫向整合以及研究南灣海域與外海環境之關聯，亦將建立呂宋海峽及北南海附近海域衛星遙測海表面溫度、氣象雲圖、PDO、SOI 等資料庫，供各個子計畫運用。

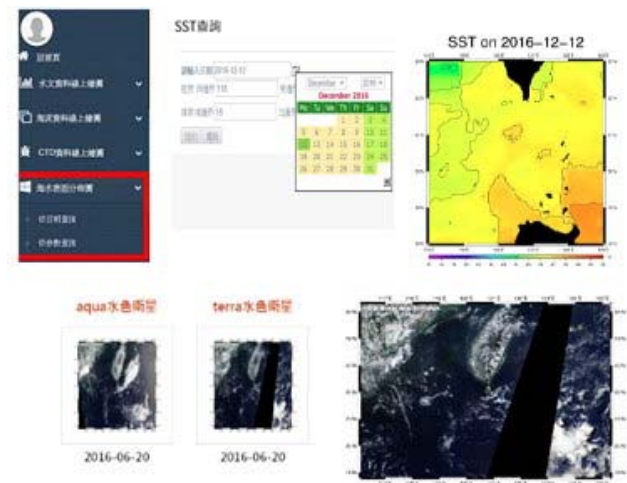


## 二、104年第1次~105年第4次 (105年度期末報告) 之精簡研究報告結果：

一入口網頁採用分眾瀏覽方式，區分為研究人員專用網頁及一般民眾網頁，研究人員專用網頁，提供研究人員查詢觀測數據及繪圖展示資料品質與成果，一般民眾之成果展示網頁研究人員，則簡介本計畫緣起、計畫時程及將歷年研究成果報告，提供民眾參考。



一颱風對本地區影響甚為重要，故彙整各式氣象與衛星資料，建置氣象與衛星資料庫，氣象資料有衛星雲圖及風浪資料，衛星資料庫則有遙測海表面溫度(SST)資料庫及海洋水色衛星(MODIS)資料庫，讓使用者可以藉由查詢介面，了解不同季節與年度的氣象資訊。



一結合 Google Map、Google Chart 多元展示觀測資料，CTD 水平分佈圖可以該站位查詢溫度、鹽度、密度、電導度，並即時繪圖。漂流浮標查詢，則整合水深資料及漂流浮標觀測之溫度資料，讓使用者了解該海域之觀測成果。

