

台南市政府專案工作計畫

中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液中 戴奧辛暴露評估及健康影響調查計畫

期中報告

計畫期程：96年7月1日起
至97年6月30日止

國立成功大學環境微量毒物研究中心

中華民國九十七年一月

台南市政府專案工作計畫

中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液中 戴奧辛暴露評估及健康影響調查計畫

期中報告

計畫期程：2007/7/1～2008/6/30

委託機關(單位)：台南市政府

研究單位：國立成功大學環境微量毒物研究中心

研究計畫主持人：李俊璋

研究計畫協同主持人：蘇慧貞、郭浩然、廖寶琦、陳秀玲

研究計畫研究人員：張榮偉、林姮君、楊淑瑤、陳駿、
林佳蓉、朱俊軍、紀佩宜、邱毅堯、洪仕昌、王世欽、黃
素春、余秋桂

中華民國九十七年一月

摘要_第一年計畫

台南市鹿耳門溪源自安南區土城，經由媽祖宮出海，原本是一條甚少污染的河川，河水出海口處常有漁民插蚵架養蚵。但根據『台南市安順廠區戴奧辛污染調查報告』之分析結果，顯示台鹼中石化安順廠附近土壤、漁塭戴奧辛濃度均高於台灣其他地區一般檢測值的一百倍以上。而該廢棄廠址正位於顯宮、鹿耳兩個里的分界處，由於製造鹼氣及五氯酚所留下來的戴奧辛、汞等污染物，甚具毒性且嚴重污染了整個週邊環境，台南市政府已將其公告為污染管制廠址。此外，根據國民健康局 2003 年委託成大環境微量毒物研究中心執行之『台南市中石化安順廠附近居民流行病學及健康照護研究計畫』報告中發現顯宮里和鹿耳里的居民血液中戴奧辛平均濃度分別為 61.3 及 61.2 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，此結果顯示研究區域內民眾血液戴奧辛濃度顯然比台灣地區其他民眾為高，然目前顯宮、鹿耳及四草三里所完成血液戴奧辛濃度量測之民眾僅有 90 名，應僅是此污染事件的冰山一隅，因此對於該地是否有更多民眾受到此一戴奧辛污染事件之暴露及是否會造成該地民眾的健康問題仍須進一步釐清，本計畫工作項目包括：(1)蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。(2)完成台南市安南區顯宮里、鹿耳里、四草里等三里居民血液一般臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呔喃(以下簡稱戴奧辛)與血液總汞等生物指標之量測及健康問卷調查。(3)整合分析上述三里居民之血液中具有生物毒性之血液戴奧辛與血液總汞量測結果，評估潛在健康風險影響，作為健康照護之參考。(4)整合血液戴奧辛、血液總汞檢測資料與生物指標資料，並配合附近居民之時間活動、飲食模式調查資料，推估戴奧辛經由飲食進入人體之暴露量，以致癌風險評估模式估算附近居民之戴奧辛暴露致癌風險。(5)分析比較國內外執行相關計畫之結果及差異性。本計畫第 1 年工作自 95 年 10 月 25 日起至 96 年 6 月 30 日止，預計完成 1000 人以上之檢測工作；本年度已完成工作項目包括：(1)蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。(2)本計畫已於 95 年 11 月 10 日假鹿耳門天后宮公館召開說明會，並邀請政府相關單位及民間團體針對採樣地點、時間及計畫執行工作相關內容進行討論與溝通，並於會中達成諸多共識。(3)本中心亦於今年 1 月 6 日至 4 月 29 日針對顯宮、鹿耳及四草里等三里居民進行居民健康檢查、健康與飲食問卷調查及血液採樣以進行一般臨床生化檢查、血液中戴奧辛、總汞量測，至 96 年 6 月 20 日止(以下除血液戴奧辛分析外，皆不計過去計畫之已完成 218 位血液採樣)，本中心今年共完成 788 位居民血液採樣、786 份健康及飲食問卷調查、788 位居民血液一般臨床生化檢查、1006 位居民血液中戴奧辛分析量測及 788 位居民血液總汞分析量測；在檢驗優先順序部份，本計畫迄今已完成 63 名具癌症及重大傷病身分里民、441 位

65 歲以上里民、477 位 40 至 64 歲里民之血液採樣及分析。

居民血液中 PCDD/Fs 之範圍為 6.9- 951.0 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，平均濃度為 58.3 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，和國內一般焚化爐附近居民相比約高三至四倍，女性居民血液中 PCDD/Fs 平均濃度高於男性(女性:66.8± 69.0，男性:49.8± 56.0 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid)，且達統計上顯著差異(p<0.001)。而從年齡組別來看，隨著年齡增加血液中 PCDD/Fs 有增高的趨勢，而且六組間達統計上顯著之差異(p<0.001)。本計畫亦發現在經相關因子校正後，肉類、魚及海鮮、乳製品三大類高脂肪食物攝取量與血液中 PCDD/Fs 濃度均未有顯著之相關性存在，但曾食用特定區域(竹筏港溪下游、鹿耳門溪下游及海水儲水池)魚及海鮮的居民，其血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度較不曾食用特定區域魚及海鮮的居民為高(72.4 vs 51.4 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid)，且兩者間之差異達統計上顯著意義(p<0.001)，此為居民血液戴奧辛暴露來源主要來自食用特定區域魚及海鮮之明証。

在血液總汞濃度部份，居民血液中總汞濃度之範圍為 0.2- 89.2 µg/L，平均濃度為 12.2 µg/L，135 位(13.4%)里民其血液濃度超過世界衛生組織建議之 20 µg/L，和台灣地區一般居民血液中總汞濃度相比偏高，但和世界上著名之汞污染區(巴西冶金區或日本水俣市)相比則此濃度仍屬偏低，男性居民血液中總汞平均濃度(14.3 µg/L)高於女性(10.2 µg/L)，且達統計上顯著差異(p<0.001)。血液中總汞並未隨著年齡增加有增高的趨勢，這可能和飲食習慣及汞於血液中半衰期較短等特性有關。在經相關因子校正後，肉類、魚及海鮮、乳製品三大類高脂肪食物攝取量與血液中總汞濃度均未有顯著之相關性存在，但曾食用特定區域魚及海鮮的居民其血液總汞濃度和不曾食用特定區域魚及海鮮的居民相比有較高之情形(13.9 vs 11.6 µg/L)，且兩者間之差異達統計上顯著意義(p<0.001)，此為居民血液總汞暴露來源主要來自食用特定區域魚及海鮮之明証。

進一步探討血液各生化檢查項目結果與血液 PCDD/Fs 濃度之關係，結果發現血糖偏高之異常率隨第一增加至第四組(四分位分組)有逐漸上升的趨勢，且四組間達統計上顯著之差異(p<0.001)，而 GGT 異常率在血液 PCDD/Fs 第三及第四組要較前兩組來的高的趨勢，然未達統計上顯著之差異。而以相關因子來進行校正後，則發現僅血糖和血液 PCDD/Fs 間仍有相關性存在。在血液各生化檢查項目結果與血液不同總汞濃度分組之關係方面，結果發現總蛋白質、血清肌酸酐、GGT 異常率皆有差異，其中總蛋白質異

常偏高率隨著血液總汞第一增加至第四組有逐漸減少的趨勢，血清肌酸酐無論是偏高或偏低異常率皆隨著血液總汞增加有逐漸減少的趨勢，但 GGT 異常率隨著血液總汞第一增加至第四組有逐漸上升的趨勢且均達統計上顯著之差異 ($p < 0.001$)，但當我們以相關因子校正後，發現總蛋白質、血清肌酸酐、GGT 等生化值和血液總汞間皆無相關性存在，在校正相關因子後以邏輯式複迴歸分析，結果發現，血液戴奧辛及總汞濃度皆高(第四組)者其 GGT 異常率勝算比顯著高於其他三組，且有統計上顯著差異，且第二及第三組 GGT 異常率勝算比亦高於第一組之趨勢，故戴奧辛及總汞兩污染物對 GGT 異常率可能存在交互作用。

經醫師判斷之居民疾病與戴奧辛之間之關係部份，本計畫以血液戴奧辛 $64 \text{ WHO}_{98}\text{-TEQ}_{\text{DF}}/\text{g lipid}$ 進行高低分組，其中 278 位居民血液戴奧辛濃度大於 $64 \text{ pg WHO}_{98}\text{-TEQ}_{\text{DF}}/\text{g lipid}$ ，728 位居民血液戴奧辛濃度小於 $64 \text{ pg WHO}_{98}\text{-TEQ}_{\text{DF}}/\text{g lipid}$ ，兩組居民之血液總戴奧辛平均濃度分別為 124.4 ± 90.2 與 $33.2 \pm 13.4 \text{ WHO}_{98}\text{-TEQ}_{\text{DF}}/\text{g lipid}$ ，呈現統計上顯著差異 ($p < 0.001$)。進一步比較兩組間疾病分布狀況發現高低濃度組在罹患白內障($p=0.001$)、類風濕性疾病($p=0.018$)、血液循環不良($p=0.045$)、失智症($p=0.017$)、高血壓($p=0.031$)及糖尿病($p=0.001$)之罹患率有統計上顯著的差異，其中居民白內障($p=0.001$)、肝膽結石($p=0.043$)、高血壓($p=0.001$)及糖尿病($p=0.001$)等疾病罹患率有隨血液戴奧辛濃度有升高的趨勢，且有統計上顯著的差異，進一步以相關因子校正後發現僅糖尿病和血液 PCDD/Fs 間有相關性存在($\text{OR}=1.94$; $95\%\text{CI}=1.35\text{-}2.78$; $P < 0.001$)，與國外類似研究結果一致。

為探討居民疾病與血液總汞之間之關係，本計畫另以血液總汞濃度 $20.0 \mu\text{g/L}$ 進行高低分組，其中血中汞濃度大於 $20.0 \mu\text{g/L}$ 的有 135 位居民，血中汞濃度小於 $20.0 \mu\text{g/L}$ 的有 871 位居民，兩組居民之血液總汞平均濃度分別為 $28.9 \pm 11.8 \mu\text{g/L}$ 與 $9.7 \pm 4.5 \mu\text{g/L}$ ，呈現統計上顯著之差異 ($p < 0.001$)。本計畫進一步比較兩組間疾病分布狀況，發現高濃度組在罹患痛風($p=0.044$)及攝護腺癌($p=0.032$)之罹患率較低濃度組高且有統計上顯著的差異，不過由於高低濃度組罹病人數過少，因此暴露與疾病之因果關係目前仍屬不明。

在居民之健康狀況分布方面，居民過去經醫師診斷曾罹患過之疾病中罹患率較高的有高血壓(33.5%)、白內障(23.4%)、糖尿病(18.8%)、聽覺障礙(重聽)(7.8%)、B 型或 C 型肝炎(7.5%)、胃及十二指腸潰瘍(7.6%)及皮膚過敏(6.5%)等，而上述疾病在痊癒人數比例方面普遍偏低。此外，在罹患疾病且未痊癒者中從未就醫者比例較高的有卵巢癌(100%)、脂肪

為後續台鹼舊員工的健康照護服務，或相關職災補償的建議參考資料。本計畫將現階段無法完成採樣然檢測過程中仍有民眾不願參與者，未來將於各年度計畫開始時通知乙次，若仍拒絕者，建議由委託單位轉交受測對象簽署自願放棄書。

摘要

台南市鹿耳門溪源自安南區土城，經由媽祖宮仔（顯宮里）四草出海，全長約七公里，由於沒有源頭，原本是一條甚少污染的河川，河水出海口處常為漁民插蚵架養蚵處。依據過去研究顯示鹿耳門溪之底泥、魚體中總汞及戴奧辛含量均有偏高之情形，且附近居民血液中總汞及戴奧辛含量亦偏高，進一步調查發現與中石化安順廠有關，其廠區內及附近土壤、漁塭戴奧辛及總汞濃度均高於台灣其他地區。中石化安順廠（前身為台灣鹼業公司安順廠）位於顯宮、鹿耳兩個里的分界處，距鹿耳門溪南側約一公里，於民國三十一年設立鹼氣工廠，以汞極法電解食鹽水製造氫氧化鈉及氯氣，後於民國58年正式量產五氯酚（戴奧辛為不純物），因而造成廠區及週邊環境戴奧辛及汞污染。該廠於七十一年關廠，台南市政府已將其公告為污染管制廠址。此外，根據國民健康局2003年委託成大環境微量毒物研究中心執行之『台南市中石化安順廠附近居民流行病學及健康照護研究計畫』報告中發現顯宮里和鹿耳里的居民血液中戴奧辛平均濃度分別為61.3及61.2 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，此結果顯示研究區域內民眾血液戴奧辛濃度顯然比台灣地區其他民眾為高，然目前顯宮、鹿耳及四草三里所完成血液戴奧辛濃度量測之民眾僅有90名，應僅是此污染事件的冰山一隅，因此對於該地是否有更多民眾受到此一戴奧辛污染事件之暴露及是否會造成該地民眾的健康問題仍須進一步釐清，本計畫工作項目包括：(1)蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。(2)完成台南市安南區顯宮里、鹿耳里、四草里等三里居民血液一般臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呔喃(以下簡稱戴奧辛)與血液總汞等生物指標之量測及健康問卷調查。(3)整合分析上述三里居民之血液中具有生物毒性之血液戴奧辛與血液總汞量測結果，評估潛在健康風險影響，作為健康照護之參考。(4)整合血液戴奧辛、血液總汞檢測資料與生物指標資料，並配合附近居民之時間活動、飲食模式調查資料，推估戴奧辛經由飲食進入人體之暴露量，以致癌風險評估模式估算附近居民之戴奧辛暴露致癌風險。(5)分析比較國內外執行相關計畫之結果及差異性。

本計畫第2年工作自96年7月1日起至97年6月30日止，預計完成1300人以上之檢測工作；本年度已完成工作項目包括：(1)蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。(2)本中心亦於96年8月5日至12月23日針對顯宮、鹿耳及四草里等三里居民進行居民健康檢查、健康與飲食問卷調查及血液採樣以進行一般臨床生化檢查、血液中戴奧辛、總汞量測，至96年12月23日止，本中心共完成1081位居民血液採樣、1081份健康及飲食問卷調查、1081位居民血液一般臨床生化檢查、592位居民血液中戴奧辛分析量測及732位居民血液總汞分析量測；在檢驗優先順序

部份，本計畫第二年完成11名具癌症及重大傷病身分里民、16位65歲以上里民、542位40至64歲里民之血液採樣及分析。

592 位居民血液中 PCDD/Fs 之範圍為 5.3- 403.0 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，平均濃度為 28.7 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，與本計畫第一年居民血液中 PCDD/Fs 之平均濃度(58.3 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid)相比明顯偏低，造成此差異原因可能為本計畫本年度採樣居民年齡層下降所致，整體而言，本計畫兩年所採之居民血液中 PCDD/Fs 之範圍為 5.3- 951.0 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，平均濃度為 47.3 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，此濃度仍高於國內其他污染事件居民血液中 PCDD/Fs 濃度，此外，本計畫本年度有 6.9%居民血液濃度高於 64 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，相較於第一年 27.7%已有明顯下降，整體而言，本計畫兩年所採之居民血液中 PCDD/Fs 濃度高於 64 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid 的比例為 20.0%，女性居民血液中 PCDD/Fs 平均濃度高於男性(男性:27.4± 27.6，女性:30.4± 34.3 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid)，且達統計上顯著差異(p<0.001)。而從年齡組別來看，隨著年齡增加血液中 PCDD/Fs 有增高的趨勢，而且四組間達統計上顯著之差異(p<0.001)。本計畫亦發現在經相關因子校正後，肉類、魚及海鮮、乳製品三大類高脂肪食物攝取量與血液中 PCDD/Fs 濃度均未有顯著之相關性存在，但曾食用特定區域(竹筏港溪下游、鹿耳門溪下游及海水儲水池)魚及海鮮的居民，其血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度較不曾食用特定區域魚及海鮮的居民為高(36.8 vs 25.6 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid)，且兩者間之差異達統計上顯著意義(p<0.001)，此為居民血液戴奧辛暴露來源主要來自食用特定區域魚及海鮮之明証。

在血液總汞濃度部份，732 位居民血液中總汞濃度之範圍為 0.3- 85.7 μg/L，平均濃度為 11.4 μg/L，並未較台灣地區一般居民血液中總汞濃度高，與本計畫第一年居民血液總汞濃度相比差異亦不大，若和世界上一一些著名之汞污染區(巴西冶金區或日本水俣市)相比則此濃度仍屬偏低，和世界衛生組織建議之血中總汞(20 μg/L)相比，有 68 人(9.3%)血中總汞濃度超過此建議值，然其比例仍較第一年底(13.3%)，原因可能為年齡與食用魚及海鮮習慣有關，男性居民血液中總汞平均濃度(13.0 μg/L)高於女性(9.2 μg/L)，且達統計上顯著差異(p<0.001)。血液中總汞並未隨著年齡增加有增高的趨勢，這可能和飲食習慣及汞於血液中半衰期較短等特性有關。在經相關因子校正後，血液中總汞濃度隨者魚及海鮮類食物攝取量增加而上升，且有統計上顯著相關(p<0.001)。但曾食用特定區域魚及海鮮的居民其血液總汞濃度顯著較不曾食用特定區域魚及海鮮

高(12.5 vs 11.3 $\mu\text{g/L}$; $p=0.046$)。

進一步探討血液各項生化檢查項目結果與血液 PCDD/Fs 濃度之關係，將血液中 PCDD/Fs 濃度依四分位法劃分為四組，Q1 為第一組，指血液 PCDD/Fs 濃度小於 14.4 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，Q2 為第二組，指血液 PCDD/Fs 濃度介於 14.4 至 20.9 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid 間者，Q3 為第三組，指血液 PCDD/Fs 濃度介於 20.9 至 32.4 WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，Q4 為第四組，指血液 PCDD/Fs 濃度大於 32.4 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid。結果發現高密度脂蛋白(HDL)及總蛋白(TP)兩生化值異常率在四組間有顯著差異($p=0.023$; $p=0.032$)，其中 TP 隨 Q1 增加至 Q4 組有 U 型變化的趨勢。當以性別、年齡、體脂百分比、抽菸、喝酒等因子校正後，則發現 TP 和血液 PCDD/Fs 間之關係雖在顯著邊緣($p=0.054$)，但相關性低($R^2=0.05$)。

進一步探討血液各項生化檢查結果與血液總汞濃度之關係，本研究將血液總汞濃度依四分位法劃分為四組，Q1 為第一組，指血液總汞濃度小於 6.7 $\mu\text{g/L}$ ，Q2 為第二組，指血液總汞濃度介於 6.7 至 9.4 $\mu\text{g/L}$ 間者，Q3 為第三組，指血液總汞濃度介於 9.4 至 14.0 $\mu\text{g/L}$ ，Q4 為第四組，指血液總汞濃度大於 14.0 $\mu\text{g/L}$ ，結果發現胰島素、膽固醇、低密度脂蛋白、三酸甘油脂、尿素氮(BUN)、麩丙酮轉胺基酵素(GPT)、加瑪麩胺醯轉移酵素(GGT)、鹼性磷酸酵素(ALP)異常率皆有差異，其中 BUN、GPT、GGT 異常偏高率隨著血液總汞第一增加至第四組有逐漸增加的趨勢，且均達統計上顯著之差異($p < 0.05$)，但當以性別、年齡、體脂百分比、抽菸、喝酒等因子來進行校正後，則發現 BUN 會隨者血液總汞濃度增加而增加($p < 0.001$)，GPT、GGT 及 ALP 等生化值和血液總汞濃度間則皆無相關性存在。

在居民之健康狀況分布方面，居民過去經醫師診斷曾罹患過之疾病中罹患率較高的有高血壓(12.8%)、B 型或 C 型肝炎(9.8%)、胃及十二指腸潰瘍(8.9%)、糖尿病(8.1%)及皮膚過敏(7.4%)等，而上述疾病在痊癒人數比例方面普遍偏低。此外，在罹患疾病且未痊癒者中從未就醫者比例較高的有聽覺障礙(重聽)(84.6%)、骨質疏鬆(71.1%)、肝膽結石(66.7%)、地中海貧血(66.7%)等，顯示未就醫者比例偏低，應進一步追蹤及給予適當之健康照護。

未來工作部份，本中心除繼續完成於 96 年 12 月 23 日前已完成採樣但尚未分析之血液樣本之分析外，本中心將整理過去三里居民不同年齡層血液戴奧辛檢測情形，針對 500 位以上 40 歲以下里民血液戴奧辛濃度進行統計以了解此部份里民血液戴奧辛濃度分布，以提出未來檢測計畫供承辦單位參考。為瞭解居民戴奧辛暴露後對其健康上所造成之影響，本項調查後續預定進一步利用居民身份

證字號與全民健康保險資料庫進行比對與連結以提供委辦機關作為健康照護執行之依據。

此外，本中心亦會整合血液中多氯戴奧辛及多氯呔喃檢測資料與生物指標資料，並配合附近居民之飲食模式調查資料，推估多氯戴奧辛及多氯呔喃與總汞經由飲食進入人體之暴露量，以致癌風險評估模式估算附近居民之戴奧辛暴露致癌風險，評估安順廠附近居民健康之潛在危害程度。最後，本研究亦將整理三里不同年齡層慢性健康問題(如高血糖、高血壓與高血脂)及疾病盛行率高低分布情形並將此盛行率與同年齡層國人相比較以了解三里居民是否有可能因暴露戴奧辛進而影響其慢性健康及疾病，此外，因中石化附近居民過去受到戴奧辛與總汞共同暴露，因此未來在討論戴奧辛與總汞與相關疾病或健檢資料關係時將依血液戴奧辛及總汞濃度高低區分為四組(第一組:戴奧辛及總汞皆高；第二組:戴奧辛高但總汞低；第三組:戴奧辛低但總汞高；第四組:戴奧辛及皆總汞低)來比較不同組間疾病或是健檢資料異常情形。

第二年中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液戴奧辛暴露評估及健康影響調查計畫-修正對照表

計畫名稱	第二年中石化舊台鹼安順廠污染區居民血液戴奧辛暴露評估及健康影響調查計畫-第二年期報告	
審查意見	修正情形	
<p>1 本計畫兩年共計分析(1006+1300=2306 位居民)，樣本數極高，而 PCDD/Fs 亦有累積和衰減排出之特性，建議第三年剩餘樣本可針對不同濃度(血中 PCDD/Fs)居民再次採樣，以釐清兩年中，相同居民血中 PCDD/Fs 變化情形和其健康生理指標改變情形。</p>	<p>由於計畫僅核給每一研究對象一次血液戴奧辛檢測費用，因此無法進行第二次檢測，由於血中戴奧辛之半衰期約七年，因此針對委員建議執行內容，由於污染源已經管制，暴露途徑已截斷，建議規劃至少五年後再執行，以檢核是否高濃度者有降低趨勢。</p>	
<p>2.本計畫之主要目標區域為顯宮里、鹿耳里和四草里等三里居民，可視為實驗組，由於沿海居民可能有其特殊之飲食、工作、生活型態，而其疾病和身體狀況未必均由 PCDD/Fs 造成，建議收集目標區域以外之沿海居民之疾病統計史(由健康局或當地衛生所取得資料)作為對照組，以作目標里民之統計比較。</p>	<p>沿海居民確實依地理區位或特殊之飲食、工作、生活型態而有不同之暴露型態及疾病。因此，為避免地理區位、生活及飲食習慣等干擾因子之影響，本中心擬以過去執行教育部『實驗廢棄物處理廠附近居民毒性物質暴露風險評估研究計畫』已收集之安南區(顯宮、鹿耳及四草三里除外)居民之相關資料，進行解析比較。相關比較及統計資料，將於期末報告以專節說明。</p>	
<p>3.文字應再精確，引述各項調查，研究之實施範圍應說明清楚，以利了解其實際意義。</p>	<p>感謝委員意見，針對本報告引述之各項調查研究將於期中報告修定稿補述其實施範圍，進行相關比較時亦將詳細說明研究對象及背景。</p>	
<p>4.本計畫為第二年，宜將第一年之成果於報告中摘要說明。</p>	<p>遵照委員意見，第一年的相關結果摘要將補充於期中報告修定稿中。</p>	
<p>5.3-7-2-5 節訂定偵測極限總毒性當量濃度管制值意義不大，待測物濃度高伴隨之偵測極限亦高。</p>	<p>本實驗室目前除了管制偵測極限總毒性當量濃度，亦同時進行個別戴奧辛同源物偵測極限原始濃度(ng/mL)監控，以確認干擾物於分析過程確實被排除，確保實驗室的分析數據品質。</p>	
<p>6.3-7-2-6 節品管血清樣品管制規範以總毒性當量濃度訂定，建議依個別戴奧辛同源物分別訂定。</p>	<p>遵照委員意見，本實驗室將評估相關數據後依個別戴奧辛同源物訂定總毒性當量濃度管制規範。</p>	
<p>7.請補充近期外部系統查核與外部績效查核之實施結果。</p>	<p>本實驗室為財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation,TAF)認可實驗室，基金會均定期派員至實驗室進行監督評鑑，最近一次於 96 年 3</p>	

	<p>月 28 日進行，另外本實驗室亦為衛生署藥物食品檢驗局委託檢驗機構，藥檢局每年均會請專家學者至實驗室進行不定期監督查核，最近一次於 96 年 8 月 7 日進行，而實驗室內部也定期於每年 5 及 11 月聘請外部委員進行實驗室內部稽核，除此之外，本中心承接藥物食品檢驗局人體血液中戴奧辛背景值調查計畫亦於每年 8 及 12 月由委託單位聘請專家學者至實驗室進行外部系統查核，上述單位詳細查核資料實驗室均建檔保存。外部績效查核部份，本實驗室每年均參與挪威奧斯陸「Interlaboratory Comparison on Dioxins in Food」之實驗室分析比對活動。累積八年之國際間實驗室比對經驗，每年均有良好之表現，詳細資料亦於實驗室建檔保存。</p>
<p>8.本計畫受測對象(40 歲以上)之暴露時間應相同(自 58 年起)，然血液戴奧辛濃度隨年齡增加，是否與較低年齡層外食機會較多有關，請予討論。</p>	<p>居民血液戴奧辛濃度除了和暴露時間有關，和飲食習慣亦有很大相關，低年齡層食用受污染魚類及海鮮時間較短，因此累積濃度亦較低，而本研究目前關於飲食習慣中問卷調查中並無外食頻率調查，因此無法獲得此部分相關資料。而本中心比較不同年齡層 17 種同源物原始濃度分布比例，發現 17 種同源物分布頗為一致，說明居民暴露之污染來源較為一致，然累積時間及量有所差異所致，詳細說明如第四章 4-2-4 節。</p>
<p>9.期末請以第一、二年之綜合成果進行討論。</p>	<p>遵照委員意見，期末報告將增加第一、二年之綜合成果討論。</p>
<p>10.中文參考文獻請補充。</p>	<p>遵照委員意見，本研究已蒐集並呈現國內外戴奧辛對慢性健康影響之相關研究，未來本中心亦會繼續進行相關資料蒐集工作。</p>
<p>11.本研究成果如要公布，請先知會環保單位。</p>	<p>遵照委員意見，本中心遵守合約規定不會自行公布研究成果，未來研究成果公布係由衛生局公布，並依據台南市政府之規定同時知會環保局。本中心進行學術期刊投稿，亦將附全文並知會衛生局。</p>

<p>12.Dioxin、Dibenzofuran 及 Hg 之相關研究依濃度高低分成四組，應可再細分或討論連續性相關；並應於文獻 Review 中深入瞭解兩大類物質之毒理作用相關性。</p>	<p>若組別區分太細可能會發生統計上檢力不夠的問題，因此本中心討論戴奧辛與總汞與相關疾病或健檢資料關係時會依血液戴奧辛及總汞濃度高低區分為四組(第一組:戴奧辛及總汞皆高；第二組:戴奧辛高但總汞低；第三組:戴奧辛低但總汞高；第四組:戴奧辛及總汞皆低)並校正年齡性別及體脂肪等因子後，來比較不同組間疾病異常情形及交互作用。</p>
<p>13.p124 及 p125 表中結果應註明單位。</p>	<p>遵照委員意見，將註明單位並修訂於期中報告修定稿中。</p>
<p>14.糖尿病與 Dioxin 相關性之國外比較，說明請確認各受比國別及個體之特性，應可有更佳結果。</p>	<p>遵照委員意見，國外關於戴奧辛和慢性病關係的研究將整理並增訂於期中報告修定稿 1-3-3 節中。</p>
<p>15.由於資料頗多，可由其中取得更多統計成果；尤其如汞含量與抽菸之關係等，亦應可由資料中取得。建議對相關資料，可做更多層面之運用。</p>	<p>感謝委員意見，本中心將繼續針對相關資料，做更多層面解析，並於期末報告呈現。</p>
<p>16.有關健康調查之統計資料，宜與全國平均資料做比較，應會更有意義。</p>	<p>遵照委員意見，本研究將整理與健康調查相關之統計資料並與可取得之全國平均資料進行比較，並整理結果於期末報告中。</p>
<p>17.Dioxin, Dibenzofuran 之圖譜 Pattern Recognition 資料應可再進一步說明，以配合污染源比對。</p>	<p>本中心曾將過去國民健康局 2003 年委託成大環境微量毒物研究中心執行之『台南市中石化安順廠附近居民流行病學及健康照護研究計畫』居民血液戴奧辛濃度與中石化附近污染源環境介質(底泥)及生物樣本(魚體)進行比對，發現在七、八氯鍵結的戴奧辛及呔喃偏高，此分布顯示與中石化安順廠五氯酚製程極具相關性，本中心將於期末報告中補充相關圖譜說明。</p>
<p>18.執行方法中，對不同統計方法使用之依據，應可再文中說明，以便讀者瞭解前提。</p>	<p>本計畫均於相關表格標註所使用之統計方法，對於相關統計方法的應用說明將於期中報告修正稿補充修訂於第三章。</p>
<p>19.居民血液中戴奧辛濃度在 80-100 歲之年齡層中高於 64 pg/g 之比例低於 50-79 歲之年齡層，可說明可能原因。</p>	<p>本研究 80-100 歲居民血液中戴奧辛濃度高於 64 pg/g 之比例(39.8%)與 70-79 歲之居民比例(41.3%)差異極微，而年齡層介於 80-100 歲之居民能來參加檢</p>

	測者可能本身身體較為健康，且飲食習慣已經改變，減少高脂肪食物攝取所致。
20.可說明總汞在血液中之分布是否亦如戴奧辛，隨年齡層之升高而增加。	血液總汞其半衰期最長只有 120 天，累積性較低，並不具隨者年齡增加而增加之特性，因此可能一段時間魚及海鮮攝取量低時，其體內總汞濃度便會降低，因此根據本研究過去結果發現，體內戴奧辛濃度較高者，總汞濃度不必然會同時升高。
21.未來可收集更多之文獻資料，說明戴奧辛在人體血液中濃度和一般慢性慢病之關係。	感謝委員意見，本中心會繼續收集相關國內外探討戴奧辛對慢性健康造成之影響之相關文獻資料，並整理於期末報告中。
22.居民生活習慣之統計數據(例如抽菸、喝酒、吃檳榔等)和全國之平均值做一比較。	感謝委員意見，本中心將針對本研究對象生活習慣之統計數據(例如:抽菸、喝酒、吃檳榔等)和全國之平均值做一比較，並整理於期末報告中。
23.若戴奧辛與總汞來源相同，則未來應瞭解血液中戴奧辛高但汞低，或汞高戴奧辛高之原因。	戴奧辛於人體內具有累積性，半衰期長達七年之久，因此若食用戴奧辛污染區域魚及海鮮後其會長時間蓄積於體內，因此該地區居民體內戴奧辛濃度有隨者年齡增加而增加之特性，但血液總汞其半衰期最長只有 120 天，累積性較低，並不具隨者年齡增加而增加之特性，因此可能一段時間魚及海鮮攝取量低時，其體內總汞濃度便會降低，因此根據本研究過去結果發現，體內戴奧辛濃度較高者，總汞濃度不必然會同時升高。
24.本計畫應有持續進行之必要，如此方能評估在採用各項行政措施後之具體成效。	感謝委員意見，本中心將繼續努力
25.分析資料第一年、第二年之比較，宜考量年齡層不同之干擾。	感謝委員意見，本研究未來進行第一年、第二年結果比較時，會校正年齡之干擾。
26.建議需適量就 PCDD/Fs > 64 pg 者，隨時間過去濃度變化(為考量時間因素，亦建議針對第一年部份個案連續檢驗二年)，建立追蹤系統(包	感謝委員意見，由於計畫僅核給每一研究對象一次血液戴奧辛檢測費用，因此無法進行第二次檢測，由於血中戴奧辛之半衰期約七年，因此針對委員建議執

括臨床評估及濃度追蹤)	行內容，由於污染源已經管制，暴露途徑已截斷，建議規劃至少五年後再執行，以檢核是否高濃度者有降低趨勢。
27.各里比較平均值亦需考量抽驗之”人口組成”，因 PCDD/Fs 高與年齡有顯著相關，故任何資料分析解釋皆需考慮年齡結構。	感謝委員意見，本研究針對各里別血液戴奧辛濃度平均值比較時將考慮各里別之”人口組成”，並將整理數據增訂於期末報告中，未來進行相關資料分析解釋亦會考慮年齡結構。
28.生化檢查異常率，疾病盛行率，可與台灣其他族群比較建議收集目標區域以外之沿海居民之疾病統計史(由健康局或當地衛生所取得資料)作為對照組，以作目標里民之統計比較。	本研究將努力收集中石化區域以外之沿海居民及台灣一般國人生化檢查異常率及疾病盛行率資料，並與本計畫結果相比較後，整理於期末報告中。
29.相關問卷收集之變項，值得再深入分析。	感謝委員意見，本中心將繼續進一步解析問卷之相關變項。

目錄

第一章 背景	1
1-1 計畫緣起	1
1-2 計畫區域汞污染問題	5
1-3 相關文獻回顧-戴奧辛	11
1-3-1 戴奧辛類化合物（多氯戴奧辛/呋喃）之來源	11
1-3-2 多氯戴奧辛/呋喃之特性	11
1-3-3 多氯戴奧辛/呋喃之毒性	12
1-3-4 世界各國(包含我國)有關人體血液中多氯戴奧辛/多氯呋喃 相關研究	17
1-3-4-1 加拿大進行之相關研究	17
1-3-4-2 比利時進行之相關研究	17
1-4 相關文獻回顧-總汞	18
1-4-2 汞的毒性作用	20
1-4-2-1 神經毒性	21
1-4-2-2 腎臟/泌尿生殖器毒性	29
1-4-2-3 呼吸毒性	30
1-4-2-4 胃腸毒性	30
1-4-2-5 肝毒性	30
1-4-2-6 免疫毒性	31
第二章 年度目標	32
2-1 計畫目標	32
2-2 計畫工作項目	32
第三章 工作方法	35
3-1 第二年工作執行架構及流程(96/7/1 起至 97/6/30)	35
3-2 蒐集相關計畫規劃方式及執行方法	36
3-3 居民血液臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃、總 汞等生物指標之量測及健康問卷調查	36
3-3-1 採樣對象選取方式	36
3-4-2 採樣執行方案	38
3-4-3 採樣對象血液樣本收集	38
3-4-4 健康飲食問卷調查及健康門診	40
3-4-5 居民血液中多氯戴奧辛/呋喃之量測	41
3-4-5-1 分析程序	41
3-4-5-2 高解析氣相層析儀/質譜儀儀器分析操作條件	42
3-4-5-3 所使用的標準品	43

3-4-6 總汞分析方法及操作流程.....	47
3-4-6-1 總汞分析方法.....	47
3-4-6-2 總汞操作流程.....	48
3-5 整合分析居民血液中多氯戴奧辛/呔喃量測結果，評估潛在健康影響風險影響.....	49
3-6 整合分析居民血液中總汞量測結果，評估潛在健康影響風險影響.....	49
3-7 樣品分析之品保品管.....	50
3-7-1 樣本管制制度.....	50
3-7-2 樣本分析過程各項管制指標查核制度.....	51
3-7-3 檢測儀器各項管制指標查核制度.....	55
3-7-4 數據演算、驗算與報告制度.....	59
3-7-5 實驗室內部與外部之系統與績效查核制度.....	61
3-7-6 總汞分析之品保品管.....	63
3-8 統計分析.....	63
第四章 結果與討論.....	64
4-1 計畫成果說明與量化成果表.....	64
4-2 居民血液樣本戴奧辛、總汞含量分析及問卷調查結果.....	65
4-2-1 實際參與居民之基本資料分布.....	65
4-2-2 問卷調查結果.....	66
4-2-3 血液生化檢查檢測結果.....	72
4-2-4 血液中多氯戴奧辛及多氯呔喃分析結果.....	72
4-2-5 回答是否食用特定區域魚及海鮮之居民血液戴奧辛濃度分布比較.....	74
4-2-6 血液生化檢查結果與血液 PCDD/Fs 濃度之關係.....	75
4-2-7 血液中總汞分析結果.....	75
4-2-8 回答是否食用特定區域魚及海鮮之居民血液總汞濃度分布比較.....	76
4-2-9 血液生化檢查結果與血液總汞濃度之關係.....	77
第五章 未來工作.....	78
5-1 後續血液戴奧辛分析.....	78
5-2 全民健康保險資料整理.....	78
5-3 中石化附近居民之戴奧辛暴露風險估算.....	79
5-4 中石化附近居民之戴奧辛與總汞共同暴露下所受健康影響.....	79
參考文獻.....	80
附件一 健康問卷.....	191

附件二 飲食問卷	200
附件三 生化檢查結果書面報告格式	204
附件四 高解析層析儀/高解析質譜儀各項品保項目執行結果彙整	213
附件五 人體試驗同意書	221

圖目錄

圖 1-1-2 場址已公告污染範圍分區示意圖.....	99
圖 3-1-1 本計劃研究架構.....	100
圖 3-4-1 採樣對象通知流程圖.....	101
圖 3-4-2 本研究計畫血液前處理流程圖.....	102
圖 3-4-3 總汞分析儀元件配置圖.....	104
圖 3-4-4 總汞分析儀操作流程.....	104
圖 3-7-1 本研究計畫採樣作業圖表流程.....	105
圖 3-7-2 樣本檢驗品保流程圖.....	106
圖 3-7-3 本計畫空白樣本原始上機濃度 17 種戴奧辛/呋喃同源物管制 結果.....	107
圖 3-7-4 本計畫 17 種戴奧辛/呋喃同源物偵測極限總毒性當量濃度管 制結果.....	108
圖 3-7-5 本計畫混合血清 17 種戴奧辛/呋喃同源物總毒性當量濃度	109
圖 3-7-6 本計畫樣本分析 17 種戴奧辛/呋喃同源物同位素標記標準品 回收率管制結果.....	110
圖 3-7-7 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物監測時窗區查核執行 結果之一.....	111
圖 3-7-8 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物儀器靈敏度確認結果 之一.....	112
圖 3-7-9 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物層析解析度執行結果 之一.....	113
圖 3-7-10 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物層析解析度執行結果 之一.....	114
圖 3-7-11 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子建 立 RRF 相對平均標準差(RSD%)結果之一.....	115
圖 3-7-12 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子查 核結果之一.....	116
圖 4-1-1 不同年齡層血液戴奧辛原始濃度比例之比較.....	117

表目錄

表 1-1-1 台灣地區已完成檢測之十九座垃圾焚化爐附近居民血液中戴奧辛毒性當量濃度平均值及範圍	118
表 1-1-2 台南市城西里焚化爐附近地區依擴散模擬結果分區之居民之血液中多氯戴奧辛及呋喃分析結果(單位: pg WHO ₉₈ -TEQ _{DF} /g lipid)	119
表 1-1-3 世界各國人體血液中戴奧辛平均毒性當量濃度及範圍	120
表 1-1-4 台南城西焚化爐附近居民血液中戴奧辛毒性當量濃度	122
表 1-1-5 台南市安順廠區整治場址及地下水污染範圍調查及整治報告結果	123
表 1-1-6 台南市安順廠區戴奧辛污染調查報告結果	124
表 1-1-7 魚體中戴奧辛毒性當量濃度 (pg I-TEQ/g) 整理	125
表 1-1-8 顯宮及鹿耳里附近漁塭及海水儲存池中不同魚種多氯戴奧辛/呋喃濃度	125
表 1-1-9 顯宮及鹿耳里附近漁塭及中不同海鮮多氯戴奧辛/呋喃濃度	126
表 1-1-10 台南城西附近四名居民血液中戴奧辛重複分析結果	127
表 1-1-11 台南城西附近地區三名居民血液中戴奧辛檢測結果(第一次)	129
表 1-1-12 海水儲存池附近地區(顯宮、鹿耳、四草、鹽田里)居民與其他安南區血中戴奧辛濃度比較	131
表 1-2-1 海水儲水池內魚類含汞量($\mu\text{g/g}$ 濕重量)	132
表 1-2-2 鹿耳門溪牡蠣、魚體汞含量	133
表 1-2-3 中石化海水儲水池魚體、蟹類汞含量	134
表 1-2-4 底泥總汞濃度分布(乾重)	135
表 1-2-5 台南市安順廠區整治場址及地下水污染範圍調查及整治報告結果	136
表 1-2-6 世界不同國家血液總汞濃度比較	137
表 1-4-1 人體的暴露資料	138
表 1-4-2 FDA 歸類為含汞量較高之魚種	139
表 1-4-3 FDA 歸類為含汞量較低之魚種	140
表 3-1-1 依檢驗優先順序, 本計畫已完成血液戴奧辛分析樣本數(第一年)	141
表 3-4-1 血液生化檢測項目註解	142
表 3-7-1 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃初始精密度規範及測試結果	145
表 3-7-2 本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃初始準確度(回收率平均值) 規範及測試結果	147
表 3-7-3 血液樣本戴奧辛分析量測不確定度評估	149

表 3-7-4	本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物空白樣本濃度規範	150
表 3-7-5	NCKU 與 ERGO 血液中戴奧辛分析結果比較表	151
表 3-7-6	本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物同位素標記標準品回收率規範	152
表 3-7-7	質量解析度查核所進行查核的離子質荷比	153
表 3-7-8	本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物之離子強度比值品管規範	154
表 3-7-9	本計畫十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物平均相對感應因子與中點確認差異百分比品管規範	155
表 3-7-10	本計畫血液中十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物濃度計算表格	156
表 3-7-11	十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物定量之對應關係	157
表 3-7-12	本計畫血液中十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物毒性當量因子	158
表 3-7-13	內部績效考核一覽表	159
表 3-7-14	血液樣品總汞含量分析之品保目標及驗證結果	160
表 4-1-1	依檢驗優先順序，本計畫已完成血液戴奧辛分析樣本數(第二年)	161
表 4-1-2	本計畫完成之具體量化成果	162
表 4-1-3	血液採樣完成人數統計表	162
表 4-2-1	實際參與居民之基本資料分布(N=732)	163
表 4-2-2	實際參與居民之年齡及性別分布(N=732)	165
表 4-2-3	近十年來曾在以下場所工作三個月以上(N=732)	166
表 4-2-4	近十年來住家附近有以下工作場所(N=732)	166
表 4-2-5	實際參與居民之健康史-經醫師診斷曾患過之疾病(N=732)	167
表 4-2-6	最近一年有無做健康檢查	170
表 4-2-7	最近一次健康檢查下列項目有異常之描述(複選)(N=229)	170
表 4-2-8	除服用藥物之外，有採用其他方法控制健康問題(複選)	171
表 4-2-9	實際參與居民之健康史—汞暴露相關自覺健康症狀(複選)	172
表 4-2-10	實際參與居民之婦科史及生育史(N=316) ¹	173
表 4-2-11	實際參與居民之飲食習慣及來源分布狀況	174
表 4-2-12	特定區域附近養殖、捕撈居民魚及海鮮食用量調查	174
表 4-2-13	實際參與居民之各類食物總食用量分布	175
表 4-2-14	坐月子及哺乳期間是否有喝魚湯	175
表 4-2-15	實際參與居民之血液生化檢查結果(N=732)	176
表 4-2-16	已完成居民血液中戴奧辛濃度分布情形	177
表 4-2-17	居民血液中 PCDD/Fs 濃度值於不同特性分類後之濃度分布情形(濃度單位：pg WHO ₉₈ -TEQ _{DF} /g lipid)(N=592)	178

表 4-2-18 不同里別里民回答曾吃過特定區域魚及海鮮比例	179
表 4-2-19 血液中 PCDD/Fs 濃度與食物攝取量之複迴歸結果.....	179
表 4-2-20 曾食用特定區域魚及海鮮里民血液 PCDD/Fs 濃度值與海鮮 食用量之比較	179
表 4-2-21 血液中 PCDD/Fs 毒性當量濃度與是否吃過特定區域之魚及 海鮮之複迴歸結果(N=559)	180
表 4-2-22 參與居民之血液生化檢查結果與血液戴奧辛之關係(N=592)	181
表 4-2-23 血液中 PCDD/Fs 濃度與生化測值之複迴歸結果.....	183
表 4-2-24 已完成居民血液總汞濃度分布情形.....	183
表 4-2-25 居民血液中總汞濃度值於不同特性分類後之濃度分布情形	184
表 4-2-26 血液中總汞濃度與食物攝取量之複迴歸結果	185
表 4-2-27 曾食用特定區域魚及海鮮的人之血液總汞濃度值與海鮮食 用量之比較	185
表 4-2-28 血液中總汞濃度與是否吃過特定區域之魚及海鮮之複迴歸 結果(N=695).....	185
表 4-2-29 參與居民之血液生化檢查結果與血液總汞之關係(N=732)	186
表 4-2-30 血液中總汞濃度與生化測值之複迴歸結果	188
表 5-1-1 三里居民不同年齡層血液戴奧辛分布及超過建議值比例 ..	189
表 5-2-1 採樣過程聯絡及通知情形.....	190