

第三章 工作方法

3-1 第二年工作執行架構及流程(96/7/1 起至 97/6/30)

依據評選須知及經本中心之承諾事項調整後之計畫目標，第二年計畫工作項目包括：

- 一、 蒐集國內外相關計畫規劃方式及執行方法。
- 二、 台南市市安南區顯宮里、鹿耳里、四草里等三里 1300 位居民血液一般臨床生化檢查、血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃與血液總汞等生物指標之量測及健康問卷調查：
 - (一) 血液採集及戴奧辛、總汞含量檢測與健檢門診。
 - (二) 擬定檢測樣品之品管品保規劃書，至少須包括：數據品保目標、精密度（初始精密度與回收率、進行中精密度與回收率）、準確度（與國外實驗室進行戴奧辛濃度量測和血脂量量測比對、血液樣本戴奧辛分析量測不確定度評估）、方法偵測極限及代表性、比較性與完整性，並保存原始數據報表供查核。
 - (三) 健康及飲食問卷調查：依戶政資料選取至 94 年 6 月 30 號前戶籍仍在三里(顯宮、鹿耳及四草里)之居民依排定之優先順序進行調查。問卷之設計應包括相關之疾病史，並於問卷中記錄其居住環境特性、工作史、家族病史、教育程度、抽煙、喝酒、飲食習慣等因素，以作為結果分析之校正因子。
- 三、 整合分析台南市安南區顯宮、鹿耳、四草等三里居民之血液中具有生物毒性之多氯戴奧辛及多氯呋喃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。
- 四、 整合血液中多氯戴奧辛及多氯呋喃、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，

推估多氯戴奧辛及多氯呋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，以非致癌風險評估模式估算附近居民之總汞暴露風險，評估安順廠附近居民健康之潛在危害程度。

五、分析比較國內外執行相關計畫之結果及差異性。

依據上述工作項目擬定研究架構及流程如圖 3-1-1，並將各項工作之詳細工作方法說明如下章節。

3-2 蒐集相關計畫規劃方式及執行方法

主要經由成功大學總圖書館及醫學院圖書館現有之電子期刊資料庫，相關網站及歷年戴奧辛年會刊物資料進行與本計畫類似相關工作之規劃及執行資料蒐集工作。

目前成功大學及醫學院圖書館可供本研究計畫使用之資料庫列舉如下：

CASurveyor : Pollution Control & the Environment

EI Compendex on CD-ROM

Environment Abstracts

Environmental Chemistry, Health & Safety

Medline

SCI (Science Citation Index with Abstract)

SDOS

ScienceDirect

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

3-3-1 採樣對象選取方式

本計畫第二年採樣對象選取主要遵循執行第一年計畫時市府所訂定之檢測優先順序篩選原則，而由於第一年採樣對象順位已達檢測第三順位(40- 64 歲在籍者)(表 3-1-1)，因此本中心在比對第一年所整理完成之三里居民戶籍登記資料後規劃第二年研究對象名單，再與委辦單位討論後，分批選出參與本研究第二年之預定居民，並於採樣日期之 2 週前，以掛號寄出採樣通知書，通知書內容為請居民依通知時間至指定地點（鹿耳門天后宮旁之公館或四草大眾廟旁之活動中心）進行身高、體重、體脂肪比、血壓、健康門診、血液收集、健康問卷（見附件一）、飲食問卷（見附件二）的訪視。為避免有居民未收到通知書之情形，本中心採雙重通知方式，亦將每次之採樣名單傳真至顯宮里、鹿耳里、四草里里長處，請里長們協助通知。另於採樣日期 1 週前以電訪方式確認居民是否收到通知書及是否能夠前往；行動不便無法前往之居民，於電訪告知將派車至家中接送(圖 3-4-1)。已確認之研究對象檢測優先順序篩選原則如下：

- (1) 目前罹患癌症或領有政府機關或健保局核發的重大傷病卡者，或罹患與戴奧辛相關疾病者(第一年已完成63人)。
- (2) 65歲以上在籍人士（總目標數536人，第一年已完成441人，部分拒絕者除外）
- (3) 40~64歲目前仍在籍者(總目標數1269人，第一年已完成477人)。
- (4) 『不限制戶籍』竹筏港溪周邊(27公頃) 養殖漁塭戶，40歲以上者約(總目標數102人，第一年已完成29人)。
- (5) 舊台鹼員工及鹽田里8鄰40歲以上居民（總目標數分別為2人及60人，第一年分別已完成46及 11人）。
- (6) 設籍居住在當地有15年以上且達適婚年齡階段及懷孕者
- (7) 其他個案

3-4-2 採樣執行方案

本中心於執行第一年計畫時已完成共1006名顯宮、鹿耳及四草里三里居民血液戴奧辛及總汞採樣及分析，人數統計如下（顯宮里366人、鹿耳里217人、四草里410人）(表3-1-1)，另台鹼員工有2人，鹽田里8鄰40歲以上居民有11人，此外本中心於第一年計畫結束前因考慮本中心實驗室第二年採樣人力調配之彈性問題，故在符合第一年合約目標數前提下，另進行一次額外採樣，完成之樣本數總計144名，將移至第二年計畫中分析，因此按照第二年計畫期程從96年7月1日開始執行，至97年6月30日止(共計12個月)，依第二年計畫規定目標數（1300個樣本），尚餘1156個樣本待採。於採樣時間方面，考量採樣時間若於週一至週五，將對有工作之居民造成不便，因此採樣時間訂於週末進行，若以一周採樣目標數至少80人來估算，共需15個禮拜，每個禮拜需動員人力約20人如下表：

採樣所需人力分配表

工作項目	需要人力
報到區	2
身高、體重及體脂重	1
臂腰臀圍	1
醫師	1
血壓量測	1
採血紀錄、標籤	2
採血人員	3
問卷區	10

3-4-3 採樣對象血液樣本收集

1. 血液樣本採樣

由於受測者於採樣當日飲食可能影響血液生化檢查測值，因此請受測者於採樣前日晚間 12 時起至收集血液樣本完畢之期間內禁食（可飲少量水、服用降血壓藥物），並由工作人員向受測者說明相關同意書（成大醫院人體試驗委員會通過之人體試驗同意書及採血意願書）之內容，並請受測者同意後簽名（不識字者則由專人詳細說明後再蓋印章或手印），當日僅針對已知無心臟血管疾病之受測者進行抽血，由工作人員對居民仔細說明抽血量及可能之副作用（如暈針、瘀血等），方進行抽血，抽血者為合格之醫檢師或護理人員，並有醫師在旁確認受測者無發生副作用，上述步驟皆符合成大醫院人體試驗委員會之相關規範。抽血方式為以靜脈抽血針先插入手肘內側之靜脈中，再以不含抗凝血劑之真空抽血管抽取總共 80 c.c. 之靜脈血。血液取得之後，靜置約 2 小時再進行離心，取其上清液（即血清部份）作為分析用；將血清各分取 1 mL 裝至 Ependorf 試管中（以進行血脂及血中生化檢測分析），其餘則供血液中戴奧辛濃度之檢測，並即時以乾冰收藏，待運送回實驗室後，即以 -70°C 冰箱進行冷凍收藏以備分析，由於第一年採樣對象可能由於年紀過高或身體狀況不適以致無法採取足夠血液樣本以供分析者，此部分將與衛生局、當地鄰里長及家屬取得共識後選取家戶中飲食習慣較接近之直系親屬為主，如受測者之父母、配偶及子女。

血液總汞採樣部份則需以綠頭 9 mL 無菌含 heparin 抗凝血劑之真空採血管抽取至少 3 c.c. 之靜脈血供進行總汞分析。分裝完畢後並紀錄採樣之時間，並於採血管表面貼上包含姓名、編號、日期之完整標示後，立即以 0°C 收藏，並於當日運送回實驗室，並以 0°C 進行冷藏以備總汞分析。

2. 血液生化檢查

關於戴奧辛的生化檢查項目，由參考文獻上其對各不同標的器官的毒性結果，包括腎臟功能、肝臟功能、血糖、酵素等，歸類出以下一些指標：

在血液生化檢查項目包括：

A.肝功能指標(3項)

- (1)GOT：麩草酸轉胺基酵素、(2)GPT：麩丙酮轉胺基酵素、
- (3)GGT：加瑪麩胺醯轉移酵素。

B.腎功能指標(2項)

- (1)BUN：尿素氮、(2)Creatinine：血清肌酸酐。

C.其他(11項)

- (1)Cholesterol：膽固醇、(2)Triglyceride：中性脂肪、(3)Total Protein：總蛋白質、(4)Uric Acid：尿酸、(5)Glucose：血糖、(6)ALB：白蛋白、(7)ALP：鹼性磷酸酵素、(8)TBIL：總膽紅素、(9)HDL：高密度脂蛋白、(10)LDL：低密度脂蛋白、(11)Insulin：胰島素。

總計16項生化檢查項目，各生化檢查項目意義及標準如表3-4-1

3-4-4 健康飲食問卷調查及健康門診

1.健康、飲食問卷內容設計與調查方法

健康問卷之設計，分別針對醫生確認診斷之疾病及自覺認知症狀進行調查，主要包括相關呼吸道疾病及症狀、皮膚疾病及外觀症狀、肝臟、生殖系統、神經系統、癌症等病史，並在問卷中記錄其居住環境特性、工作史、家族病史、教育程度、抽煙、喝酒及飲食習慣。飲食問卷則備有一整套餐具以供標準化之數量判定，各種食物包括主食類、肉類、蔬菜類、魚及海鮮類、內臟類、乳製品、水果、蛋、豆、核果類製品、油脂類、飲料點心類之食用頻率及食用量等因素，以提供進行暴露估算之校正因子。本問卷完成後需經飲食總量之訂正，將每人每日攝取碗、杯、匙轉換為每人每日攝取克數，以便進行風險評

估之計算。

為確保問卷內容結果的一致性，本中心於採樣前舉辦訪員訓練，所有問卷皆由經過統一訓練之問卷訪視員進行實地問卷內容逐題訪問，確保所得資料之正確性。

2.健康門診

採樣當日請醫師對受測者進行體格檢查服務，獲得當地居民健康評估資料，以建立該地居民之第一階段流行病學健康資料，並提供民眾健康諮詢服務與預防性醫學之輔導。檢查內容包括一般常規之理學檢查如牙齒、眼部、呼吸系統、神經系統、免疫系統、肌肉骨骼系統、血液循環系統、泌尿系統、腸胃系統、內分泌系統、生殖系統、皮膚疾病等，同時包含受測者之身高、體重、體脂檢測等檢查，並詳細觀察及詢問有無過去文獻上曾報導之戴奧辛暴露所導致之健康影響，如氣瘰癧、色素沈積、體毛增生等。此外亦詢問過去之開刀與各種藥物之使用記錄，藉以收集完整之健康狀態資料。

3-4-5 居民血液中多氯戴奧辛/呋喃之量測

3-4-5-1 分析程序

本研究計畫血清中十七種多氯戴奧辛／呋喃同源物含量分析方法係參考美國環保署所制定的 M1613B 「Tetra- through octa-chlorinated dioxins and furans by isotope dilution HRGC/HRMS」標準分析方法及 1993 年美國 Chang 等學者所開發的方法修改而成。M1613B 標準分析方法主要為使用同位素稀釋 (isotope dilution) 技術以高解析氣相層析儀／高解析質譜儀器分析十七種四氯至八氯戴奧辛同源物，而 Chang 等學者所開發的方法則是使用各種不同管柱及溶劑進行樣本的萃取及淨化。

本研究計畫的分析方法程序主要分為樣本前處理及儀器分析，前處理流程分為萃取、淨化、濃縮、添加標準品等步驟，萃取步驟主要

是以甲酸變性 (denature)、再以固相 C-18 管柱萃取並使用適當的溶劑將戴奧辛類化合物 (含十七種多氯戴奧辛/呔喃) 從脂肪中萃取出來；淨化步驟則是使用酸性矽膠、氧化鋁、矽酸鎂等管柱進行分析樣本多管柱淨化，主要是將干擾戴奧辛類化合物的雜質去除，使淨化後的樣本內只含戴奧辛欲分析的主要化合物，淨化的好壞不僅使分析達到更微量的程度、降低偵測下限並且可減少儀器的干擾，延長儀器的壽命；濃縮步驟主要是將沖提戴奧辛類化合物的各種溶劑以減壓濃縮、吹氮濃縮等方法揮發至抽氣櫃中，使分析物濃度提高，達到微量分析的目的；另外本方法也利用添加同位素標記標準品計算回收率。在儀器分析部份，主要是參考美國環保署 M1613B 標準分析方法，以高解析層析儀／高解析質譜儀對十七種多氯戴奧辛及多氯呔喃同源物進行定量分析。而整個詳細之血液中戴奧辛分析程序如圖 3-4-2 所示。

3-4-5-2 高解析氣相層析儀/質譜儀儀器分析操作條件

HP6890 氣相色層分析儀

CTC GCPAL 自動進樣器

VG Autospec Ultima (EBE 型) 高解析度質譜儀

注射方式：不分流方式注入，設定 295°C

離子化方式：EI (電子撞擊)

電子能量：35-40 eV (隨儀器狀況調整)

Emission 電流：1.0 mA 上下

Trap 電流：600 μ A 上下

Ion repeller：0 至 -14 V (隨儀器狀況調整)

將 mass 331 微調至 11000 以上

真空度(分析室及離子源室)：

GC 不操作時，離子源室 1.6×10^{-6} mbar，分析室 6.6×10^{-8} mbar

GC 操作時，注射樣本 4-5min 後，分析室及離子源室的真空度分別改變為約 1×10^{-6} mbar 及 5×10^{-5} mbar，至 5min 後才逐漸恢復至原來真空度

離子源溫度：250°C

第一段毛細管介面溫度(Cap Line1)：280°C

第二段毛細管介面溫度(Cap Line2)：280°C

介面質譜端溫度(Re-entrant)：280°C

分析管柱：DB-5MS 60 m 長，內徑 0.25 mm，膜厚 0.25 μ m

昇溫條件(十七種戴奧辛/呔喃)：

30°C/min	2°C/min	15°C/min	
150°C	210°C	230°C	310°C
(2min)	(30min)	(5min)	(11min)

Total run time：約 56 min

3-4-5-3 所使用的標準品

本計畫所使用的標準品購自 Cambridge Isotope Laboratories 及 Wellington Isotope Laboratories 兩家製造廠商，茲列出標準品之名稱、內含化合物及濃度如下：

A 戴奧辛標準品

A-1 內標準品內含化合物及濃度(internal standard, IS)

化合物	工作溶液濃度 (ng/mL)	儀器分析濃度 (ng/mL)
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-PeCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-HxCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-HxCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	50	50
¹³ C ₁₂ -OCDD	100	100

A-2 淨化標準品內含化合物及濃度(cleanup standad, CS)

化合物	工作溶液濃度 (ng/mL)	儀器分析濃度 (ng/mL)
³⁷ Cl ₄ -2,3,7,8-TCDD	5	5

A-3 回收標準品內含化合物及濃度(recovery standard, RS)

化合物	工作溶液濃度 (ng/mL)	儀器分析濃度 (ng/mL)
¹³ C ₁₂ -1,3,7,8-TCDD	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDD	50	50

A-4 基質添加標準品內含化合物及濃度(matrix standard, MS)

化合物	工作溶液濃度 (ng/mL)	儀器分析濃度 (ng/mL)
2,3,7,8-TCDD	0.5	0.5
2,3,7,8-TCDF	0.5	0.5
1,2,3,7,8-PeCDD	2.5	2.5
1,2,3,7,8-PeCDF	2.5	2.5
2,3,4,7,8-PeCDF	2.5	2.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	2.5	2.5
1,2,3,6,7,8-HxCDD	2.5	2.5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	2.5	2.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	2.5	2.5
1,2,3,6,7,8-HxCDF	2.5	2.5
1,2,3,7,8,9-HxCDF	2.5	2.5
2,3,4,6,7,8-HxCDF	2.5	2.5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	2.5	2.5
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	2.5	2.5
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	2.5	2.5
OCDD	5	5
OCDF	5	5

A-5 時窗界定混合標準品(EPA Method 1613B Window Define Solutions)量取 400 μL 正壬烷加入內含 400 ng 時窗界定標準品瓶，充份混合，使成時窗標準品工作溶液，濃度為 1 $\text{ng}/\mu\text{L}$ 。在建立檢量線前，先以此標準品建立戴奧辛類化合物各族群滯留時間。

A-6 校正標準品內含化合物及濃度(單位: ng/mL)

Native PCDDs&PCDFs	CS03	CS02	CS01	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5
2,3,7,8-TCDD	0.05	0.1	0.25	0.5	2.5	5	10	20
2,3,7,8-TCDF	0.05	0.1	0.25	0.5	2.5	5	10	20
1,2,3,7,8-PeCDD	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,7,8-PeCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
2,3,4,7,8-PeCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.25	0.5	1.25	2.5	12.5	25	50	100
OCDD	0.5	1.0	2.5	5	25	50	100	200
OCDF	0.5	1.0	2.5	5	25	50	100	200
Internal PCDDs&PCDFs								
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,7,8-TCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8-PeCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-PeCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8-HxCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,7,8-HxCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,6,7,8-HxCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -2,3,4,6,7,8-HxCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -OCDD	100	100	100	100	100	100	100	100
¹³ C ₁₂ -1,2,3,4-TCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
¹³ C ₁₂ -1,2,3,7,8,9-HxCDD	50	50	50	50	50	50	50	50
³⁷ C ₄ -2,3,7,8-TCDD	0.05	0.1	0.25	0.5	2.5	12.5	25	50

B 所使用的各種管柱內含物及作用

B-1 C₁₈ 萃取管柱：

C₁₈ (Octadecyl)吸附管，結構式：-Si-C₁₈H₃₇，目的：清除極性物質，ex.蛋白質、脂質。管柱充填量視前處理的樣本量而定。

B-2 酸性矽膠淨化管柱：

結構式：-Si-O-，目的：可吸附許多離子或非離子性官能基化合物，包括生物鹼、醣酯、配醣物、染料、鹼金屬陽離子、脂質、

甘油、類固醇、可塑劑、多環芳香族化合物及酚類衍生物等。一些未被甲酸分解的此類物質可藉矽膠吸附分離，而在甲酸處理過程中因振盪產生的甲酸及水份乳化物亦可因此而去除。若硫酸矽膠管柱淨化容量不足。雜質易與戴奧辛/呋喃競爭氧化鋁及矽酸鎂之活性基位(active sites)，使戴奧辛/呋喃在流洗過程損失，降低回收率，故硫酸矽膠淨化步驟需執行至管柱不被穿透為止(由管柱之顏色外觀可判定之)。

B-3 酸性氧化鋁管柱：

氧化鋁又稱礬土，為具多孔性顆粒狀的三氧化鋁，在管柱層析時以酸鹼性及活性兩項來考慮。本實驗室採用的是酸性氧化鋁，主要將非擬似戴奧辛之多氯聯苯及有機氯農藥等分離，但仍有其他鏈型化合物未能全部分離。

B-4 矽酸鎂淨化管柱：

FL (矽酸鎂吸附管)，結構式： MgO_3Si ，目的：將平面 PCB、多氯戴奧辛及呋喃分開，管柱充填量視前處理的樣本量而定。

3-4-6 總汞分析方法及操作流程

3-4-6-1 總汞分析方法

以目前環境介質或生物樣本的總汞含量分析技術而言，仍是經由熱板消化(環檢所，1994 - NIEA C303.02T)或是微波消化(環檢所，1994 - NIEA C303.01T)進行基質破壞之前處理，再以冷蒸氣原子吸收光譜儀(CVAAS)或是感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)等儀器進行總汞濃度之定量測定。然而傳統的熱板消化所需花費的時間相當長；而微波消化的技術對於濃度不高的血液樣本來說，卻有樣本取樣量上的限制；此外，以熱板消化或是微波消化進行前處理時，血液樣

本的總汞含量亦容易受到試劑的干擾，因此本實驗室根據過去之經驗與相關文獻回顧以進行分析方法之可行性評估後，擬使用熱分解/金汞齊化/原子吸收光譜法進行血液總汞含量之測定。本研究對於水生物與底泥之總汞含量測定所使用的分析方法雖然不是國內環境檢驗所公告之方法；而血液分析的部份，目前國內亦無公告的方法可供依循，因此本研究仍然遵照環境檢驗所之規範進行各項品保品管的測試以確保本研究分析數據之品質。

本研究採用日本 NIC 公司研發之總汞分析儀 (MA-2000) 來進行血液分析測試。該分析儀之操作原理為先將樣品加熱分解，汞在加熱原子化後成自由汞蒸氣後被汞收集劑收集 (與金觸媒形成汞齊)。汞收集劑再加熱，並釋出汞原子。經由吸收室使用冷蒸氣原子吸收光譜法在波長 253.7nm 下偵測汞的吸收強度以進行定量分析。由於樣品中有機質在熱分解時會產生擾物，因此需執行洗氣除濕以去除樣品在熱分解時所產生之干擾物；汞吸收劑則先預熱以使量測值不受有機成分物理吸附的影響，總汞分析儀各部份元件之配置圖參見圖 3-4-3。由於目前國內並無血液總汞分析之公告方法，因此本研究遵照環檢所之規範進行各項品保品管測試以驗證此分析方法之可行性。

3-4-6-2 總汞操作流程

啟動 MA2000 與個人電腦，待 MA2000 之 H2 升溫至 850°C，再進行測漏並調整流量與 Buffer。確認儀器狀態正常後，設定標準品與樣本之 Sequence 並存成 method，以標準品跟樣品進行各項測試與分析。總汞分析儀之操作流程圖參見圖 3-4-4，各項測試、樣本分析之實驗操作流程均以本實驗室擬定之標準操作程序 (Standard Operation Procedure, SOP) 來進行。

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

本研究計畫將依 DeVito et al. (1995) 及 USEPA 之估算，假設食物中戴奧辛之吸收率為 50%，在穩定狀態 (steady-state) 下身體之負荷量 (body burden) 小於 2 ng/kg 時，若終生平均暴露量為 1 pg/kg/day 時，血液中戴奧辛之濃度介於 7-8 pg-TEQ/g lipid，依此結果以受測者血液中戴奧辛毒性當量濃度推估其終生平均暴露量。另外假設身體不同脂肪組織戴奧辛毒性當量濃度均相同下，以體重為基準，以公式 (body burden) = (dioxin TEQs in blood) × (body weight) × (% lipid) 計算受測者之身體負荷量 (Schechter et al., 1996)，最後並將推估所得之終生平均日暴露劑量 (LADD) 與世界衛生組織之每日攝入量容忍值 (TDI) 1-4 pg WHO-TEQ/kg BW/day 比較。而在潛在健康影響風險評估部份，以下列公式進行暴露致癌風險評估，風險度算式及假設值如下：

$$\text{Risk} = C_{\text{WL}} \times \text{Slope factor}$$

C_{WL} ：研究對象推估所得之終生平均暴露劑量 pg-WHO-TEQ/kg/day

Slope factor：致癌斜率 (pg/kg-day)⁻¹，USEPA 資料為 1×10^{-3} (All Cancer)

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

由於總汞及甲基汞均為非致癌物質，本研究完成居民血液中總汞量測後，將蒐集文獻所載之血液中總汞或甲基汞基準值，並以該基準值計算非致癌風險。

本研究中對於非致癌性物質之風險度將以美國環保署建立之危害指標 (hazard index) 表示之：

$$\text{危害指標 (Hazard index)} = \frac{\text{血液中總汞濃度}}{\text{血液中總汞基準值}}$$

3-7 樣品分析之品保品管

本實驗室為確保血液中微量戴奧辛檢驗數據之正確性及品質，自樣本由實驗室人員接收至最後檢測數據報告，制訂一系列品質保證（quality assurance）措施如圖 3-7-2，以進行分析數據之品質管制（quality control）及品質評估（quality assessment），包含（1）樣本管制制度、（2）樣本分析過程各項管制指標查核制度、（3）檢測儀器各項管制指標查核制度、（4）數據演算、驗算與報告制度、（5）實驗室內部與外部之系統與績效查核制度、（6）參加 TAF（財團法人全國認證基金會）認證活動。以下就上述六項品質保證措施詳細做法說明如下：

3-7-1 樣本管制制度

所有樣本均依本實驗室取樣及接收程序說明書規定（TAF 文件編號 QSOP-07）完成樣本之接收、登錄及保存，詳細樣本接收、登錄及保存程序說明如下：

3-7-1-1 委託單位送樣

送樣單位送樣時均將委託分析樣本連同送樣明細表一起送至實驗室，由樣品接收管理人員進行後續接收及登錄的工作。

3-7-1-2 樣本接收及登錄

樣品之接收及登錄由樣品接收管理兼藥品管理人確認並依取樣及接收程序說明書（TAF 文件編號 QSOP-07）填寫樣本接收查核表（TAF 文件編號 R-13）及樣本登錄紀錄表（TAF 文件編號 R-02）並經品質負責人再次確認簽名後才完成樣本接收程序，完成樣本接收程序後將樣本貯存於適當的位置，接收管理人員接收完畢後通知計畫負責人，請計畫負責人安排樣本分析之後續之工作。

3-7-1-3 樣本保存

樣本接收完成之後，計畫負責人通知生物樣本組負責人安排進行樣本前處理，依規定樣本接收完畢後須儘速進行前處理分析，若不立即分析，則須保存於-20°C 冰箱，並由樣品接收管理兼藥品管理人負保管之責，本計畫樣本自送樣起至分析完畢均符合規範，於一年內分析完成。

3-7-2 樣本分析過程各項管制指標查核制度

本實驗室樣本十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物分析過程各項管制指標包括 (1) 初始精密度規範、(2) 初始準確度規範、(3) 總毒性當量濃度量測不確定度評估、(4) 空白樣本分析上機濃度管制、(5) 偵測極限總毒性當量濃度管制、(6) 品管血清樣本分析總毒性當量濃度管制、(7) 同位素標記標準品回收率標準管制等，做法及管制標準說明如下：

3-7-2-1 初始精密度規範

本實驗室在精密度的作法主要有初始精密度，該指標是爲了確認前處理分析方法、新進人員進行實際樣本分析前及在職人員的分析精密度，作法依 EPA M1613 B 的規範及實驗室分析技術人員教育訓練及考核作業程序書 (TAF 文件編號 QSOP-05) 規定，需重複分析四個添加如表 3-7-1 所示含已知濃度之十七種戴奧辛/呋喃基質添加樣本，本實驗室基質添加樣本的製作方式為添加已知濃度的十七種戴奧辛/呋喃標準品至混合血清樣本中 (此混合血清樣本是將一批從捐血中心申領約 9000 c.c 經測試無 B 型肝炎等其他污染的血清均勻混合而成的)，經過製備 (preparation)、萃取 (extraction)、淨化 (cleanup)、濃縮 (concentration) 等前處理步驟，完成後以高解析層析儀/高解析質譜儀 (HRGC/HRMS) 分析，由上機結果計算四個樣本濃度的精密

度。將計算出之精密度與表 3-7-1 中本實驗室依照 EPA M1613B 方法以等濃度比例下降的方式訂定之十七種戴奧辛/呔喃之「初始精密度規範」(由於本實驗室添加濃度係 M1613B 的 20 分之一)相比對,實驗結果之精密度必須低於規範之精密度,精密度均符合標準規範,則代表可以使用該方法及由通過測試的人員進行真實樣本的分析。本實驗室 96 年度針對血液樣本在職分析人員所進行的初始精密度均符合初始精密度規範,測試結果如表 3-7-1。

表 3-7-2-2 初始準確度 (回收率)

本實驗室在準確度的作法主要有初始準確度(回收率)的測試,該指標是爲了確認前處理分析方法、新進人員進行實際樣本分析前及在職人員的分析準確度,作法依 EPA M1613 B 的規範及實驗室分析技術人員教育訓練及考核作業程序書(TAF 文件編號 QSOP-05)規定,需重複分析四個添加如表 3-7-2 所示含已知濃度之十七種戴奧辛/呔喃之基質添加樣本,完成後以高解析層析儀/高解析質譜儀(HRGC/HRMS)分析,由上機結果計算四個樣本濃度準確度平均值(回收率平均值)。將計算出之準確度平均值(回收率平均值)與表 3-7-2 中本實驗室依照 EPA M1613 B 方法以等濃度比例下降的方式訂定之十七種戴奧辛及呔喃之「初始準確度(回收率)規範」(由於本實驗室添加濃度係 EPA M1613 B 的 20 分之一)相比對,實驗結果之準確度平均值(回收率平均值)必須落在規範準確度之範圍內。當準確度(回收率平均值)均符合標準規範,則代表可以使用該方法及由通過測試的人員進行真實樣本的分析。本實驗室 96 年度針對血液樣本在職分析人員所進行的初始準確度均符合初始準確度規範,測試結果如表 3-7-2。

3-7-2-3 十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物總毒性當量濃度量測不確定度評估

本實驗室依照 1995 年版 ISO“量測不確定度表示方式指引”(Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) 及中華民國實驗室認證體系“測試結果量測不確定度評估指引”(第一版)，評估本實驗室執行之量測不確定度的分析方法與評估結果，該指標可作為本實驗室血液樣本戴奧辛分析量測不確定度評估的分法及依據，評估結果如表 3-7-3 所示。

3-7-2-4 空白樣本分析原始上機濃度管制

本實驗室所進行的試劑空白 (reagent blank) 是一不含分析物的水溶液或溶劑，伴隨每一分析批次一同分析 (一批共有 12 個樣本，其包含 1 個試劑空白試驗、1 個品管血清樣本及 10 個血清樣本)，經過萃取、淨化、濃縮等前處理步驟後以 HRGC/HRMS 分析，所得的測定值，該指標可確認背景值是否受到污染，空白分析測定值需符合本實驗室所訂定之十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物原始上機濃度管制標準 (見表 3-7-4)，若有一同源物超過標準則視為該批樣本背景值受到污染，需進行後續的重新淨化或重新分析的改正步驟。完成本計畫 592 個樣本所進行的批次空白樣本分析結果在十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物原始上機濃度均符合上述規範，分析結果如圖 3-7-3 所示。

3-7-2-5 所有樣本十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物偵測極限總毒性當量濃度管制

本實驗室進行樣本分析所取得的十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物偵測極限是利用 Masslynx 軟體測得。本實驗室目前針對十七種戴奧辛同源物所訂定之偵測極限規範為十七種戴奧辛同源物總毒

性當量濃度須小於 4 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid。若有樣本總毒性當量濃度超過標準則視為該批樣本背景值受到污染，需進行後續的重新淨化或重新分析的改正步驟。本計畫分析的 592 個樣本及完成所進行的批次空白樣本、基質添加樣本、品管血清樣本分析結果在十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物偵測極限總毒性當量濃度管制均符合上述規範，分析結果如圖 3-7-4 所示。

3-7-2-6 品管血清樣本分析十七種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物總毒性當量濃度管制

該指標是利用一個接近真實樣本的已知濃度品管樣本確認該批次分析的準確度 (accuracy)，作法是將一批取自捐血中心約 9000 C.C 的血清混合均勻後，每 20 C.C 分裝成一管，將分裝後的血清與國外二家具公信力的實驗室進行實驗室間的比對測試，目前已完成德國 Ergo 及美國 Vista 實驗室之比對測試，其中美國 Vista 實驗室分析結果 17 種同源物中有 11 個同源物濃度低於偵測極限，因此不列入此次的比對，而本實驗室及德國 Ergo 比對結果如表 3-7-5 所示，17 種多氯戴奧辛及多氯呋喃同源物總毒性當量濃度差異為-20%。目前本實驗室每一批次血清樣本分析均同時進行一個品管血清樣本分析，本實驗室自 95 年 10 月 16 日至 96 年 5 月 15 日止共進行 111 個該樣本分析，累積之 111 個樣本依據『環保署環境檢驗室品質管制圖建立指引』及『環境檢驗室品質管制指引通則』之建議制訂管制規範，本實驗室的十七種戴奧辛/呋喃同源物總毒性當量管制規範 6.47- 10.3 pg WHO₉₈-TEQ_{DF}/g lipid，本計畫完成 592 個樣本所進行的 64 個批次品管血清樣本分析均符合上述規範，分析結果如圖 3-7-5 所示。

3-7-2-7 所有樣本戴奧辛同位素標記標準品添加與回收率規範

本實驗室於樣品進行前處理前加入回收標準品及淨化標準品，經

過萃取、淨化、濃縮等前處理步驟後以 HRGC/HRMS 分析，所得之數據除應符合本實驗室所列各項品管規範，且所添加之戴奧辛同位素標記回收標準品及淨化標準品回收率應範圍內。本實驗室在此部份的管制規範係依照九十年度執行環保署專案工作計畫書【八里、溪州、鹿草、岡山及崁頂等五座垃圾焚化爐附近居民血液中戴奧辛濃度資料之建立專案工作計畫】分析 699 個血液樣本的結果估算本實驗室的之十七種多氯戴奧辛/呔喃同位素標記標準品回收率規範如表 3-7-6，如果未符合該規範則視為不可出報告之樣本。本計畫完成 592 個樣本所進行的所有樣本分析結果在十七種多氯戴奧辛及多氯呔喃同源物同位素標記標準品回收率標準管制有 11 個樣本不符合規範，但經品管會議決定上述樣本雖不符合本實驗管制規範但仍符合美國環保署公告 M1613B 的管制規範，因此註記出報告，除上述樣本外其餘樣本均符合上述規範，如圖 3-7-6 所示。

3-7-2-8 X-bar 圖的製作

本實驗室均定期繪製包含空白樣本濃度管制圖、所有樣本 PFK 級數管制圖、偵測極限總毒性當量濃度管制圖、品管血清樣本總毒性當量濃度及內標準品回收率之管制圖，該指標是爲了確認本實驗室分析品質是否維持穩定。

3-7-2-9 分析人員每次完成分析均填寫樣本分析結果流程管制表(TAF 文件編號 R-21)。

3-7-3 檢測儀器各項管制指標查核制度

目前本實驗室使用的儀器設備均由專人管理，主要有稱重、均質、萃取、濃縮、冷藏、加熱、濃度分析之設備，上述設備每年均進行定期的清洗及校正，其中最重要的設備為高解析層析儀/高解析質

譜儀，以下就高解析層析儀/高解析質譜儀之各項管制指標查核制度進行說明：儀器分析人員進行高解析層析儀/高解析質譜儀分析時均利用（1）質量解析度查核。（2）監測時窗區查核。（3）儀器靈敏度確認。（4）層析解析度查核。（5）起始平均相對感應因子的建立。（6）平均相對感應因子與中點確認差異百分比等指標來查核目前儀器的使用狀況，並做適當的處理，查核作法如下所述：

3-7-3-1 質量解析度查核

每次上機前均進行質量解析度查核，所進行查核的離子質荷比如表 3-7-7 所示，每一個查核離子，其解析度均需大於 10000 以上，每一個查核離子質量解析度查核結果均列印存檔，以便日後查核。

3-7-3-2 監測時窗區查核（每二天分析）

經由分析時窗界定混合標準品分割各族群間之滯留時間。每次更換管柱、更改升溫條件或氣體流速均需進行重新查核，滯留時間並非固定值。圖 3-7-7 為本計畫執行監測時窗區查核結果之一，其餘監測時窗區查核見附件四。

3-7-3-3 儀器靈敏度確認

十七種多氯戴奧辛/呋喃同源物標準品分析之儀器靈敏度（Signal-to-noise ratio, S/N）依據 EPA M1613 B 方法規範選擇檢量線最低濃度 CS03 及 CS01 測試，以 2,3,7,8-四氯戴奧辛為訊號值，該訊號值於 CS03 部份需大於或等於 10，於 CS01 部份需大於或等於 50。圖 3-7-8 為本計畫執行儀器靈敏度確認結果之一，其餘儀器靈敏度確認結果詳見附件四。

3-7-3-4 層析解析度查核

樣本上機分析前應進行層析解析度查核，十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物分析係依據 EPA M1613 B 方法，以 2,3,7,8-四氯戴奧辛/呔喃與相鄰波峰，計算兩訊號峰之谷高 (height of the valley : x) 與 2,3,7,8-四氯戴奧辛/呔喃主峰高度 (y) 之百分比，管制值為小於 25%。圖 3-7-9 及圖 3-7-10 為本計畫執行層析解析度查核結果之一，其餘層析解析度查核結果詳見附件 3-7-1。

3-7-3-5 起始平均相對感應因子建立

戴奧辛滯留視窗建立、確認儀器靈敏度及層析解析度均通過規範後即可開始建立起始平均相對感應因子。依據 EPA M1613 B 方法中，十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物在進行氣相層析質譜儀分析時之定性規範為定性定量離子強度之比值 (ion ratio) 及滯留時間，該化合物滯留時間須符合設定值不超過±7.5 秒，且離子強度比亦須符合 M1613B 中之離子強度比值規範，該規範見表 3-7-8，不同化合物之相對感應因子 (RRF) 並不同，但大都接近 1，RRF 之計算公式如下：

$$RF \text{ (response factor)} = R/C$$

R：化合物之 response

C：化合物之濃度

$$RRF \text{ (relative response factor)} = RF1/RF2 = (R1/C1) / (R2/C2)$$

R1：A1 化合物之 response

C1：A1 化合物之濃度

R2：A2 化合物之 response

C2：A2 化合物之濃度

依據 M1613 B 規範，相同化合物之 RRF 相對平均標準差 (RSD%) 均須 ≤20%，當其不符合或是當平均相對感應因子查核沒通過規範時均須重建平均相對感應因子。本實驗室依此規範，每個月一定重建一

組平均相對感應因子值。圖 3-7-11 為本計畫執行起始平均相對感應因子建立結果之一，其餘起始平均相對感應因子建立結果詳見附件四。

3-7-3-6 平均相對感應因子與中點確認差異百分比

十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物分析部份，依據美國環保署 M1613 B 方法，注入 2.0 μ L CS01 或 CS1 戴奧辛標準溶液（檢量線中點濃度）至氣相層析質譜儀，以驗證儀器穩定性及檢量線適用性，而在每次分析新的樣品及儀器連續分析 12 小時以上時均須作此驗證。單一分析 CS01 或 CS1 檢量線確認標準品，測得含量應在含量品管規範內，該規範見表 3-7-9，離子強度比值也在比值品管規範中，該品管規範見表 3-7-8。因本計畫為測量血液中十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物之含量，故使用濃度範圍較大的戴奧辛檢量線標準品，其名稱為 NIEA_1613 CS5~NIEA_1613 CS03，本實驗室所使用之戴奧辛檢量線濃度為 NIEA_1613 CS3 (TCDD/F 5 ng/mL、OCDD/F 50 ng/mL、其餘 25 ng/mL)、NIEA_1613 CS2 (TCDD/F 2.5 ng/mL、OCDD/F 25 ng/mL、PeCDD/F-HpCDD/F 為 12.5 ng/mL)、NIEA_1613 CS1 (TCDD/F 0.5 ng/mL、OCDD/F 5 ng/mL、PeCDD/F-HpCDD/F 為 2.5ng/mL)、NIEA_1613 CS01 (TCDD/F 0.25 ng/mL、OCDD/F 2.5 ng/mL、PeCDD/F-HpCDD/F 為 1.25 ng/mL)、NIEA_1613 CS02 (TCDD/F 0.1 ng/mL、OCDD/F 1.0 ng/mL、PeCDD/F-HpCDD/F 為 0.5 ng/mL)、NIEA_1613 CS03 (TCDD/F 0.05 ng/mL、OCDD/F 0.5 ng/mL、PeCDD/F-HpCDD/F 為 0.25 ng/ml)，檢量線中點為 NIEA_1613 CS01 或 NIEA_1613 CS1。圖 3-7-12 為本計畫執行平均相對感應因子與中點確認差異百分比結果之一，其餘平均相對感應因子與中點確認差異百分比結果詳見附件四。

3-7-3-7 儀器分析人員每次進行儀器分析均填寫儀器上機記錄簿

(TAF 文件編號 R-36)、HRGC/HRMS 操作記錄表 (TAF 文件編號 R-31)。

3-7-3-8 儀器分析人員均依日常校正程序說明書 (TAF 文件編號 CSOP-01) 進行校正，每次進行儀器校正均填寫儀器維修記錄表 (TAF 文件編號 R-27)、校正紀錄表 (TAF 文件編號 R-08)。

3-7-4 數據演算、驗算與報告制度

3-7-4-1 數據品保查驗制度

進行數據演算前須先進行高解析層析儀/高解析質譜儀分析結果品保確認，確認項目包含高解析層析儀/高解析質譜儀分析結果記錄、樣本分析結果原始數據、樣本分析結果原始圖譜、樣本分析結果 PFK 圖譜等四種，確認方式詳述如下：

1. 完成儀器分析的樣本先由前處理分析人員確認 PFK 級數及同位素標記標準品回收率，並將前處理相關資料填寫於原始數據書面文件後，再交由儀器分析人員進行進一步的品保管制數據確認。
2. 儀器分析人員確認空白樣本、基質添加樣本或重複分析樣本、偵測極限、PFK 級數、回收率是否通過規範並填寫 HRGC/HRMS 操作記錄表 (TAF 文件編號 R-31)。
3. 儀器分析人員確認完畢上述規範後再交由品質負責人就上述規範進行複查並填寫 HRGC/HRMS 操作記錄表 (TAF 文件編號 R-31)，若均符合相關品保規範，則將數據交給計劃負責人進行數據計算，若有一項不符合規範則交給生物樣本組負責人分配給前處理人員重新進行分析，前處理分析人員亦須填寫改正措施紀錄 (TAF 文件編號 R-09)。
4. 計畫負責人以 3-7-4-2 數據演算方式進行演算，每一樣本計算結果均以本實驗室所訂定之血液樣本中戴奧辛檢測結果數據表顯示 (表 3-7-10)，表中詳列該樣本之委託單位、委託樣本編號、樣本接收日

期、樣本基質種類名稱、本實驗室樣本接收人員、實驗室樣本編號、本實驗室所使用之樣本分析方法、報告日期、數據表之頁碼、樣本分析量、脂含量、待測物名稱（17 種戴奧辛同源物）、上機原始濃度（ng/mL）、原樣本濃度則以每克樣本所含之量（pg/g sample）、每克脂質所含之量（pg/g lipid）表示、單位脂質中毒性當量濃度（pg WHO₉₈-TEQ/g lipid）表示，而在單位脂質中毒性當量濃度列出中界濃度（測值低於偵測極限時，濃度以 1/2 偵測極限代入計算）。

本實驗室所有數據運算均經由二人以不同之兩種計算型式進行計算以確保數據的計算及各項需輸入運算的資訊無誤，數據經兩人計算確認無誤之後，品質負責人需就樣本自接收至數據產生之所有品質資料再次確認後並抽筆以手算方式再次確認數據，待一切流程完成後呈送實驗室主任及報告簽署人簽章。

5. 分析結果異常或可疑時，檢驗者須提報品質負責人、實驗室主任，如須採行改正措施，由實驗室主任核定之。
6. 實驗記錄及分析結果報告若有任何塗改，不得以立可白修正，均須使用原子筆畫上並蓋上實驗記錄者的印章。
7. 實驗記錄及分析結果報告均置於特定的保存櫥櫃。
8. 儀器之列印資料均依序保存妥當，且與記錄簿可以相互參照。由原始數據演算或衍生而得的相關資料均記載或粘貼於記錄簿上，以便查閱。本計畫所有原始數據均已詳實紀錄於每位操作人員的實驗記錄簿，儀器之列印原始圖譜及數據資料亦依不同廠區順序存檔，留待實驗室備查。

3-7-4-2 數據演算方式

本實驗室之十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物數據演算方法如下所述：

本實驗室之十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物數據演算是利用 VG

AutoSpec 的 Mass Lynx 軟體測得上機濃度後再經 Microsoft 的 Excecl 軟體進行數據運算而得，各化合物定量的關係如表 3-7-11 所示。以樣品分析量 16.5 g 為例，上機前濃縮至 10.0 μL ，上機注入量 2 μL ，上機測得該樣品之十七種多氯戴奧辛/呔喃同源物及十二種擬似戴奧辛之多氯聯苯同源物中某一個同源物濃度為 12.21 ng/mL 為例進行下列各種濃度的計算：

1. 換算成原來樣品中該異構物之濃度 (pg/mL)

$$=12.21 \text{ ng/mL(上機該同源物之濃度)} \times 10.0 \mu\text{L(上機時濃縮量)} \div 16.5 \text{ g 樣品(樣品分析量)} = 7.40 \text{ pg/g}。$$

2. 換算成每克脂質中之含量 (pg/g lipid)

$$=7.40 \text{ pg/g} \div 0.703\% \text{ (此樣品之含脂量)} = 10.5 \text{ pg/g lipid}。$$

3. 換算成每克脂質中之毒性當量濃度 (pg-TEQ/g lipid)，則需將該同源物之每克脂質中之含量 (pg/g lipid) 乘以該同源物之毒性當量因子 (WHO-TEF 或 I-TEF) (請見表 3-7-12)。其計算公式如下：

$$\text{該同源物每克脂質中之毒性當量濃度 (pg-TEQ/g lipid)} = \text{該同源物毒性當量因子 (WHO-TEF 或 I-TEF)} \times \text{該同源物之每克脂質中之含量}。$$

4. 該樣品之總毒性當量 (pg-TEQ/g lipid)

$$\text{總毒性當量 (pg-TEQ/g lipid)} = \text{將 17 種同源物每克脂質中之毒性當量濃度相加}。$$

3-7-5 實驗室內部與外部之系統與績效查核制度

3-7-5-1 內部績效查核

本實驗室為了增進分析人員的分析能力及確保分析技術的穩定性，依實驗室訂定之實驗室分析技術人員教育訓練及考核作業程序書 (TAF 文件編號 QSOP-05-3.2 版) 實施實驗室的內部績效查核，查核內容及時間見表 3-7-13。考核標準如實驗室分析技術人員教育訓練及

考核作業程序書（TAF 文件編號 QSOP-05-3.2 版）所訂定。

3-7-5-2 內部系統查核

由品質負責人依本實驗室內部稽核作業程序書（TAF 文件編號 QSOP-04）規定邀請合乎規定的稽核人員查核各種品保品管作業是否依規定執行，所有查核作業及其結果，均由品保人員作成記錄，留待實驗室備查。

3-7-5-3 外部系統查核

由委託單位擇期派員執行，查核作業及其結果，均由品保人員作成記錄。

3-7-5-4 外部績效查核

依實驗室分析能力比對作業標準（TAF 文件編號 QSOP-08）與國外實驗室進行比對活動。

3-7-5-5 TAF 認證活動

本實驗室已於 92 年 4 月 1 日及 93 年 12 月 28 日通過中華民國實驗室認證體系（Taiwan Accreditation foundation, TAF）的血液、空氣、乳品類、油脂類、肉類樣本戴奧辛之分析認證申請並獲頒認可證書並於 95 年 3 月取得上述 5 個項目的延展認證證書，本實驗室亦於 96 年 11 月 22 日提出蛋類、魚貝類、蔬果植物類、飼料類、土壤樣本戴奧辛之分析認證申請，目前已進入 TAF 的申請資料審查與申請內容確認階段。

3-7-6 總汞分析之品保品管

為確保實驗室的分析數據品質，訂定嚴格而合宜的規範，確實執行，以確保分析數據之正確性及公信力。本研究對於血液分析的部份，目前國內亦無公告的方法可供依循，因此本研究遵照環檢所之規範進行各項測試，包括空白測試、檢量線建立、檢量線確認、準確度與精密度測試、查核樣品回收率測試、基質添加樣品回收率測試、重複分析樣品回收率測試等項目，同時以 NIST (National Institute of Standards and Technology) 的標準驗證參考物質 (SRM 966) 來進行真實血液樣品準確度測試。實際樣品分析時，於每批次 (共 10 個樣品) 的樣品分析間亦會進行空白測試、檢量線查核樣品測試、樣品重複分析、樣品添加回收率測試等四個項目。本研究亦訂定各項品保品管之規範及驗證結果如表 3-7-14。

3-8 統計分析

本研究利用統計軟體 JMP version 5.0 及 Statistica 6.0 做為資料管理及統計分析，利用 Wilcoxon Rank-Sum test 及 Kruskal-Wallis test 檢定不同特性分類後居民血液中戴奧辛濃度在各組間是否有差異；利用 Wilcoxon Rank-Sum test 檢定食用特定區域魚及海鮮居民血液中戴奧辛濃度值與其海鮮食用量是否差異；此外，在校正干擾因子如性別、年齡、體脂百分比、抽煙等影響後，以複迴歸模式探討居民各類食物攝取量與血液戴奧辛及汞濃度之關係；以卡方檢定不同戴奧辛及汞濃度分組下十六項生化檢查結果是否在各組間有差異，對不同問題解析時所使用之統計方法均已在其對應表格中附加標註。