



以受體模式推估河川污染來源可行性評估

何紀璋

中央研究院 統計科學研究所

何紀璋, 許元正, 陳明妮, 陳正穎, 商育滿, 王根樹, 吳章甫





Outline

- ▶ 前言及研究目的
- ▶ 研究方法與材料
 - 環境採樣點規劃、污染源排放測定、模式應用
- ▶ 成果與討論
 - 污染源排放特徵、污染源貢獻量
- ▶ 結論



前言

▶ 國內河川污染問題

- 環境污染源鑑識



2015.3 龍南幹線溪



2016.12 南崁溪支流



2011.5 清水溪



前言(續)

▶ 河川水質評估指標

- 如生化需氧量 (BOD)、懸浮固體物 (SS) 及氨氮 (NH₃-N) 等

- 僅能間接評估水體受有機或無機污染物來源之影響，未能更深入地探討不同類型之水質污染潛在來源。

▶ 具鑑別性的特定污染物種

- 多數物種來自多種污染來源，且部分物種濃度都是極其微量甚至屬於製程機密

▶ 更科學化、系統化的河川污染源鑑識模式

- 受體模式(receptor model)



前言(續)

▶ 受體模式

- 透過污染物於污染來源(source)到受體點(receptor)之質量平衡概念來評估影響受體點之可能污染來源以及其貢獻量。

$$C_j = \sum_{k=1}^p g_k f_{kj} + \varepsilon_j$$

C_j 為受體點之污染物濃度， f_{kj} 為污染源排放特徵(profile)， g_k 為未知的污染源貢獻量， ε_j 為模式誤差， j 為污染物成份數量， k 為污染源數量。



研究目的

- ▶ 透過鑑識模式回推可能污染來源之排放業別及其貢獻量
- ▶ 評估模式之可行性



研究方法與材料-研究地區



▶ 研究地區

- 宜蘭新城溪(如圖1)



圖1: 宜蘭新城溪流流域與環境水體採樣點位置



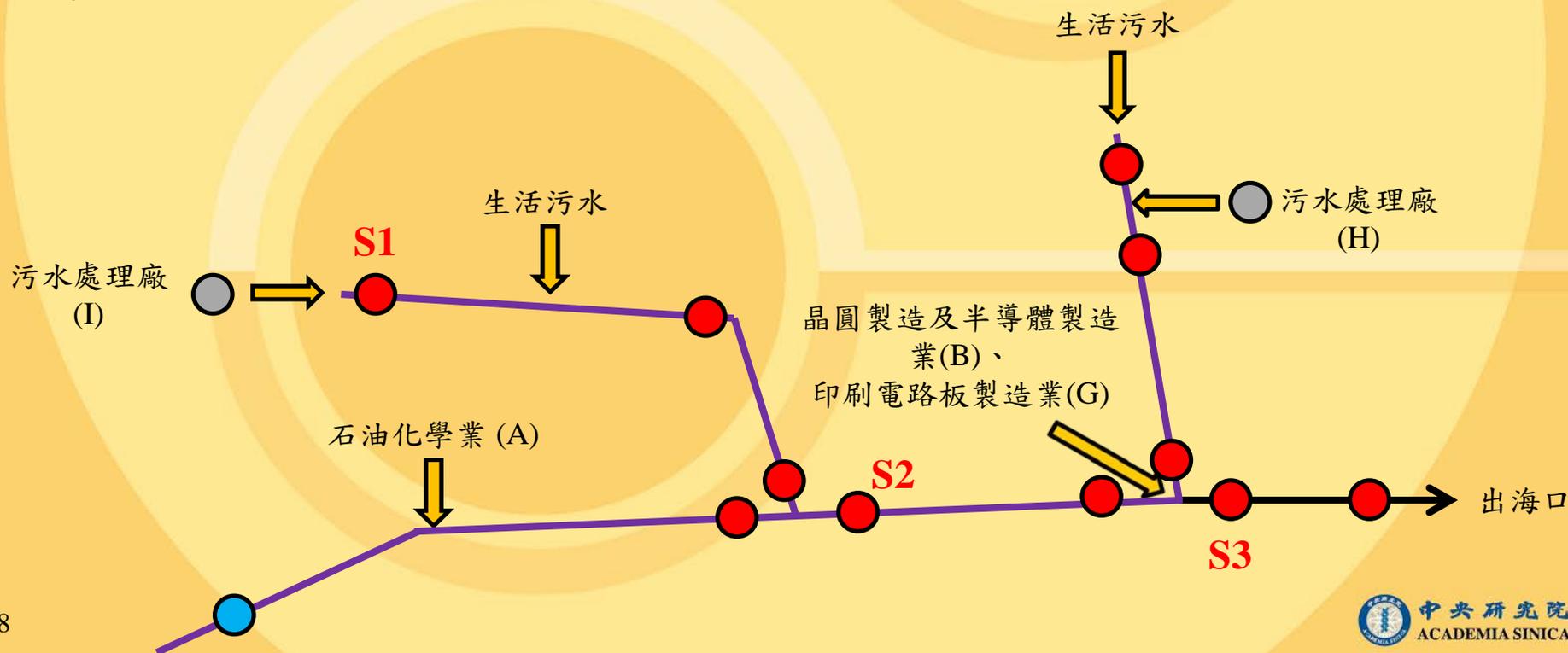
研究方法與材料-環境採樣

▶ 宜蘭新城溪流域

- 採樣點(N=12)，進行兩次採樣(N=24)
- 其中3點(S1, S2, S3)作為污染熱區



●: 環境採樣點(背景) ●: 環境採樣點 ●: 污水處理廠排放 →: 已知污染源排放





研究方法與材料-污染源監測



▶ 宜蘭新城溪流域 (N=30)

事業廢水	行業別	點次(製程)	放流水
A	石油化學業	6	2
B	晶圓製造及半導體製造業	3	1
C	食品製造業	1	1
D	金屬基本工業	-	1
E	水泥業	1	1
F	化學原料製造業	2	1
G	印刷電路板製造業	1	1
H	污水處理廠	2	2
I	污水處理廠	2	2





研究方法與材料-研究地區

▶ 研究地區

- 桃園老街溪(如圖2)

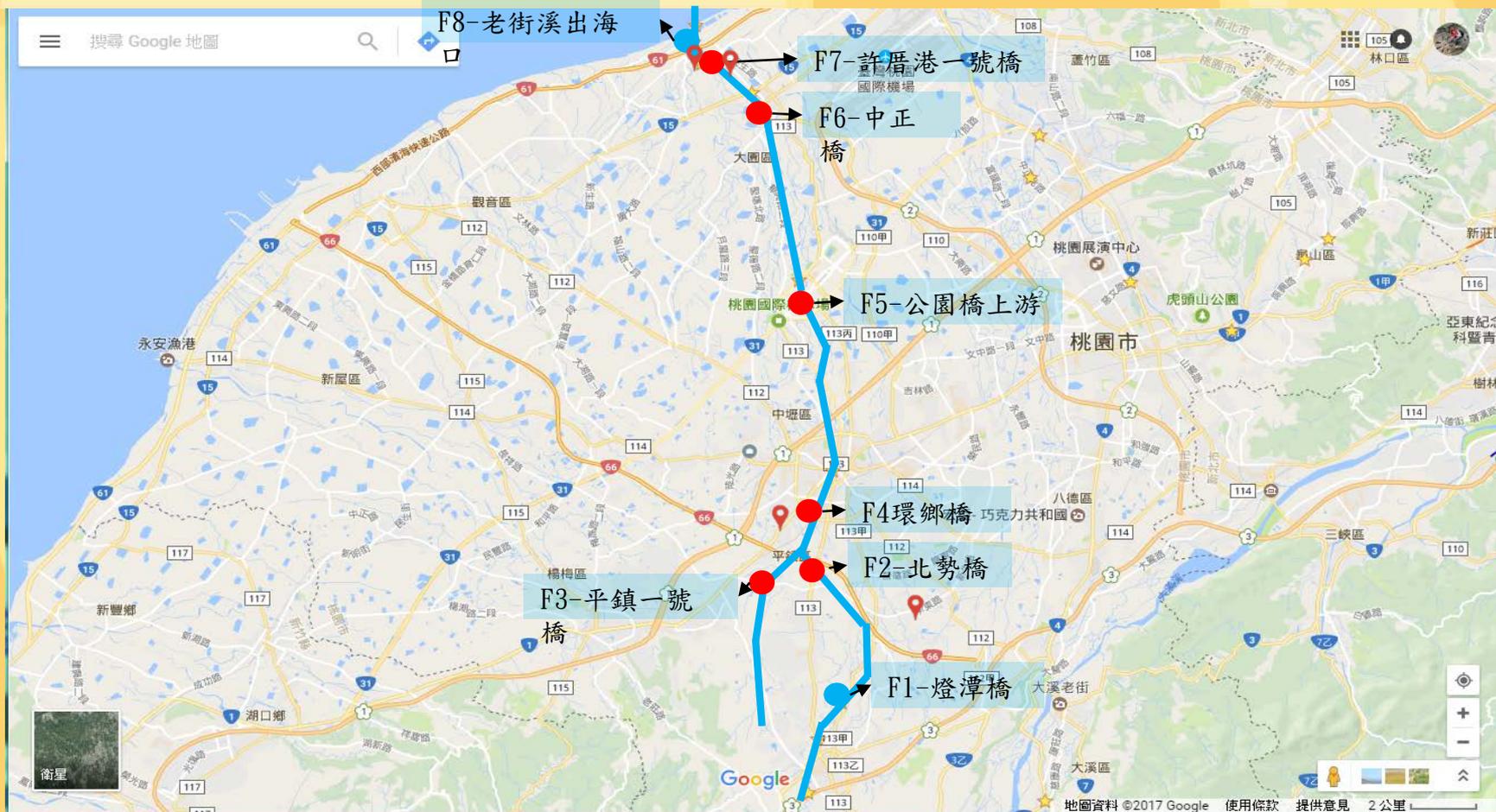


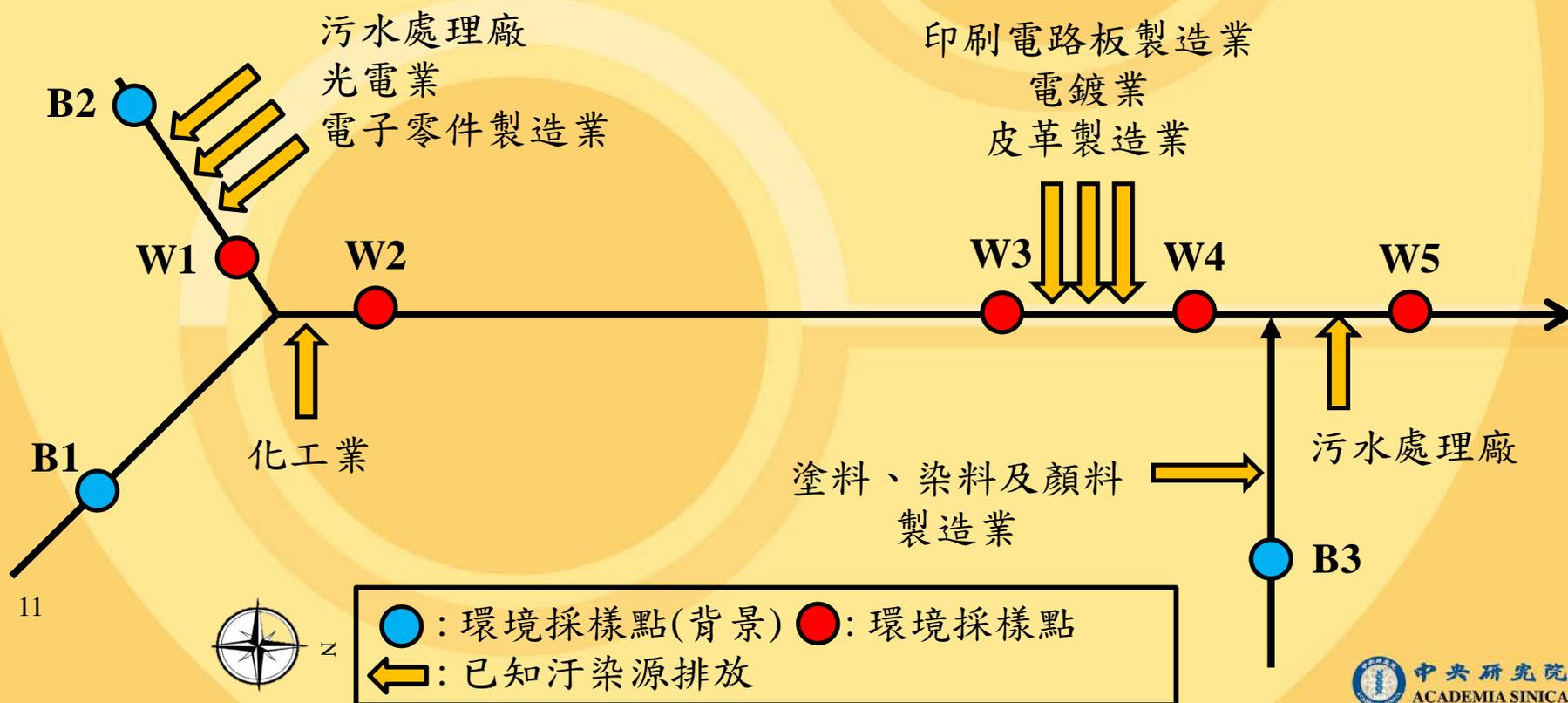
圖2: 桃園老街溪流域與環境水體採樣點位置



研究方法與材料-環境採樣

▶ 桃園老街溪流域

- 採樣點(N=8)，進行連續5天採樣(N=40)
- 其中3點(W2, W4, W5)作為污染熱區





研究方法與材料-污染源監測



▶ 桃園老街溪流域 (N=39)

事業廢水	行業別	點次
A	化工業	5
B	電子零件製造業	5
C	塗料、染料及顏料製造業	2
D	光電業	2
E	電鍍業	5
F	皮革製造業	5
G	印刷電路板製造業	5
H	污水處理廠	5
I	污水處理廠	5



研究方法與材料-化學分析



▶ 主要監測項目

- 重金屬:52種 (如Al, Cd, Cr, Fe, Ga, In, Mn, Mo, Pb, Zn等)
- 陰陽離子(如 Na^+ , K^+ , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} 等)
- 全氟辛酸與全氟辛烷磺酸
- 半揮發性有機物(含鄰苯二甲酸酯類)

▶ 採樣及分析方法

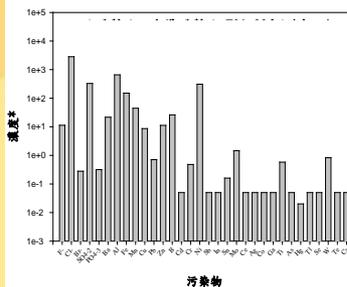
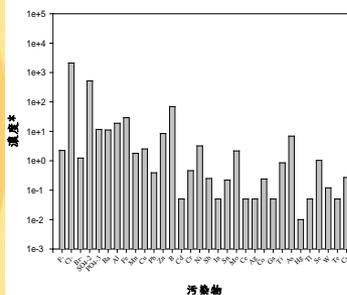
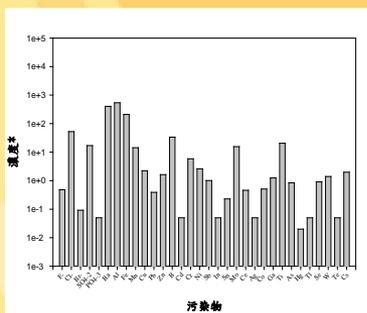
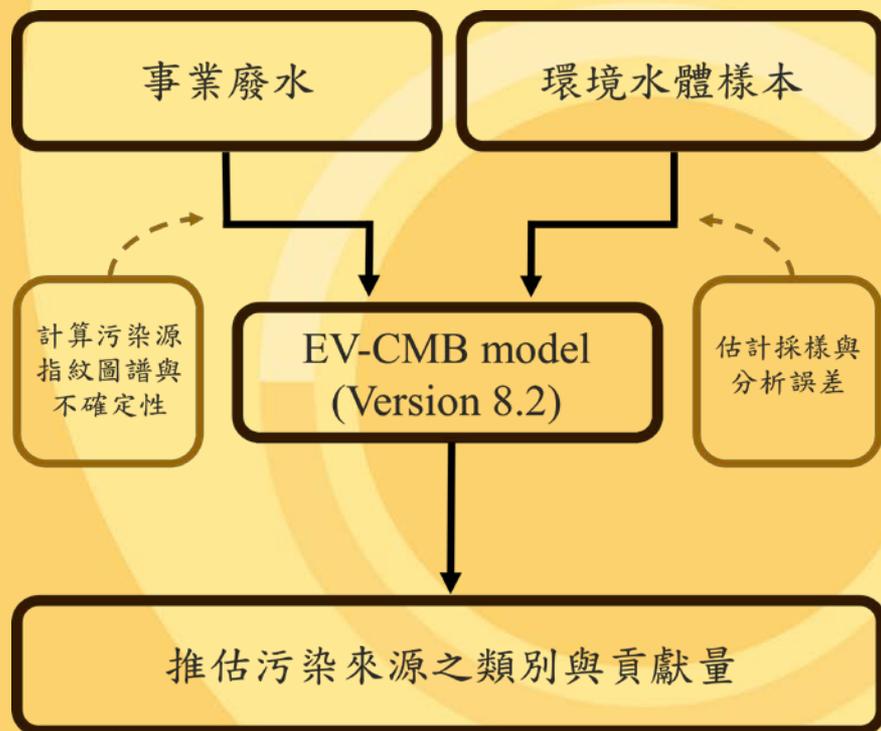
- 參照行政院環保署公告之標準方法



研究方法與材料-鑑識模式

▶ 有效變異數-化學質量平衡模式(Effective Variance-Chemical Mass Balance Model, EV-CMB)

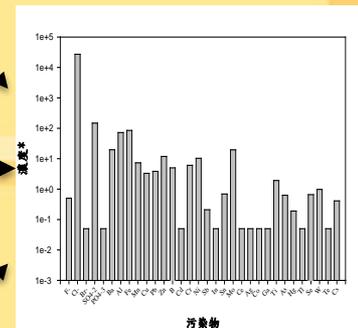
- USEPA, CMB 8.2



? %

? %

? %





主要結果與討論

▶ 適合用於污染源鑑識之物種

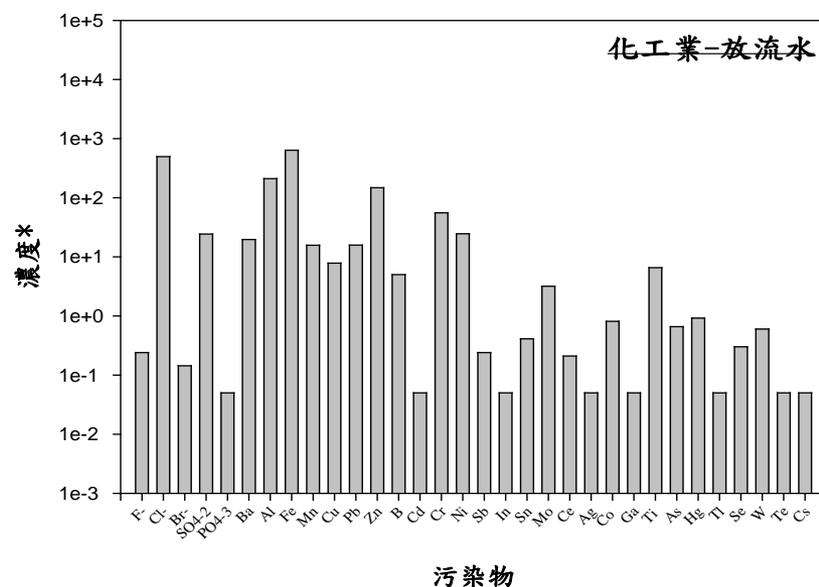
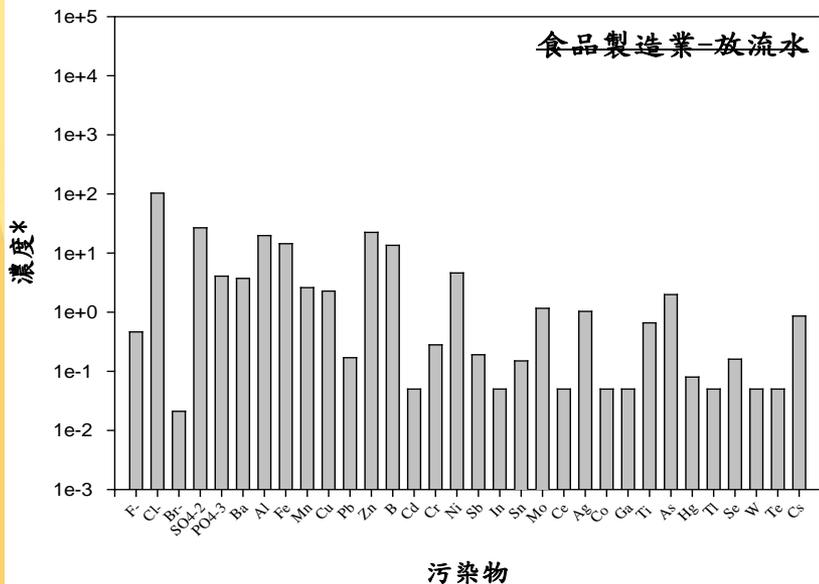
- 重金屬與陰陽離子
 - 於環境水體中較為穩定
- 全氟辛酸與全氟辛烷磺酸、半揮發性有機物(含鄰苯二甲酸酯類)
 - 於絕大多數採樣點皆低於偵測極限



主要結果與討論

▶ 污染源指紋圖譜資料庫建置

- 14種行業別(含污水處理廠)之事業廢水指紋圖譜
- 提供未來有異常排放或監測值異常時，以建置好的解析模式





主要結果與討論

- ▶ 污染源特徵物種
 - 主成分分析方法

廠商	行業別	特徵物種
A	化工業	Ti, Fe, Sb, Ba
B	電子零件製造業	Li, V, Rb, Sr, Mo, In, Cs, La, Ce, Hg, U, Mg, Ca
C	塗料、染料及顏料製造業	Mn, Zn, Cd
D	光電業	Al, Ga, As, Au
E	電鍍業	B, Cr, Ni, Se, Pd, K, Ace
F	皮革製造業	Br-
G	印刷電路板製造業	-
H	污水處理廠	Pb
I	污水處理廠	Co, Cu, Ag, Sn, Tl

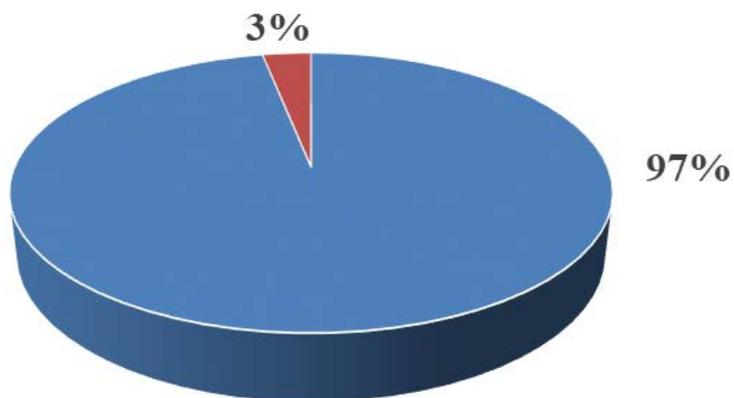


主要結果與討論-環境水體污染源解析

▶ EV-CMB模式解析成果良好

- 可解釋污染來源比例介於80~120%

S1



■ 污水處理廠放流水 ■ 石油化學業放流水

污水處理廠
(I)



S1



生活污水

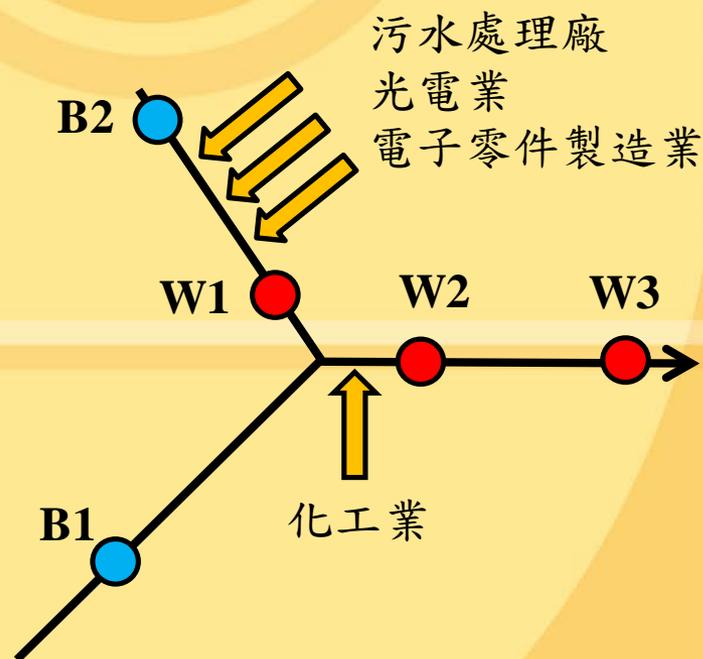
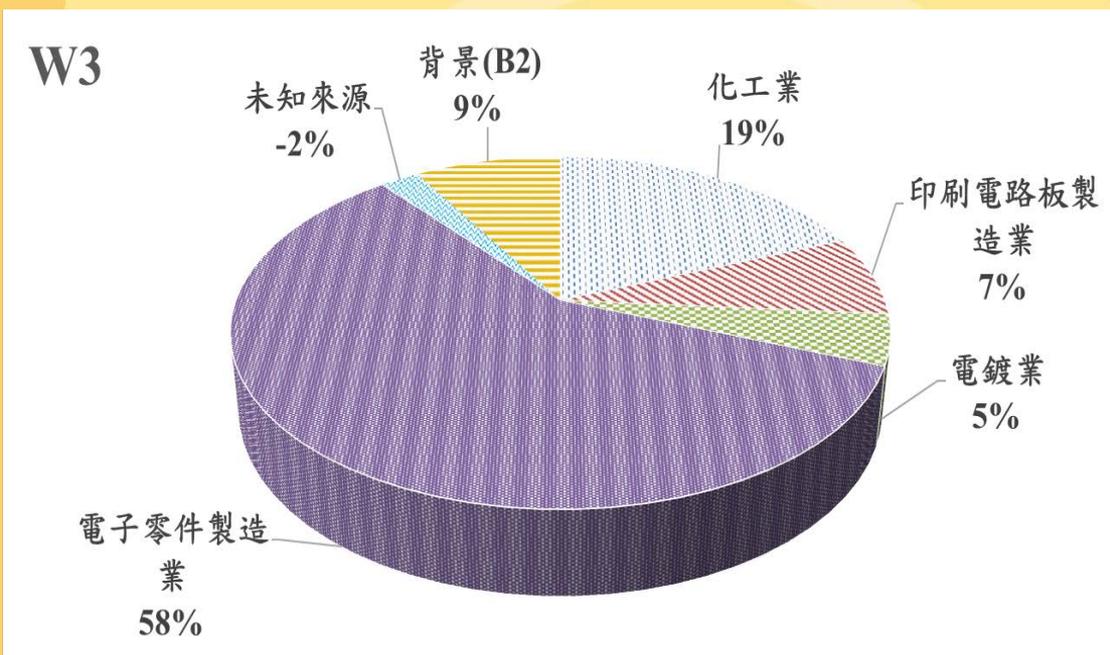




主要結果與討論-環境水體污染源解析

▶ 評估EV-CMB模式可行性

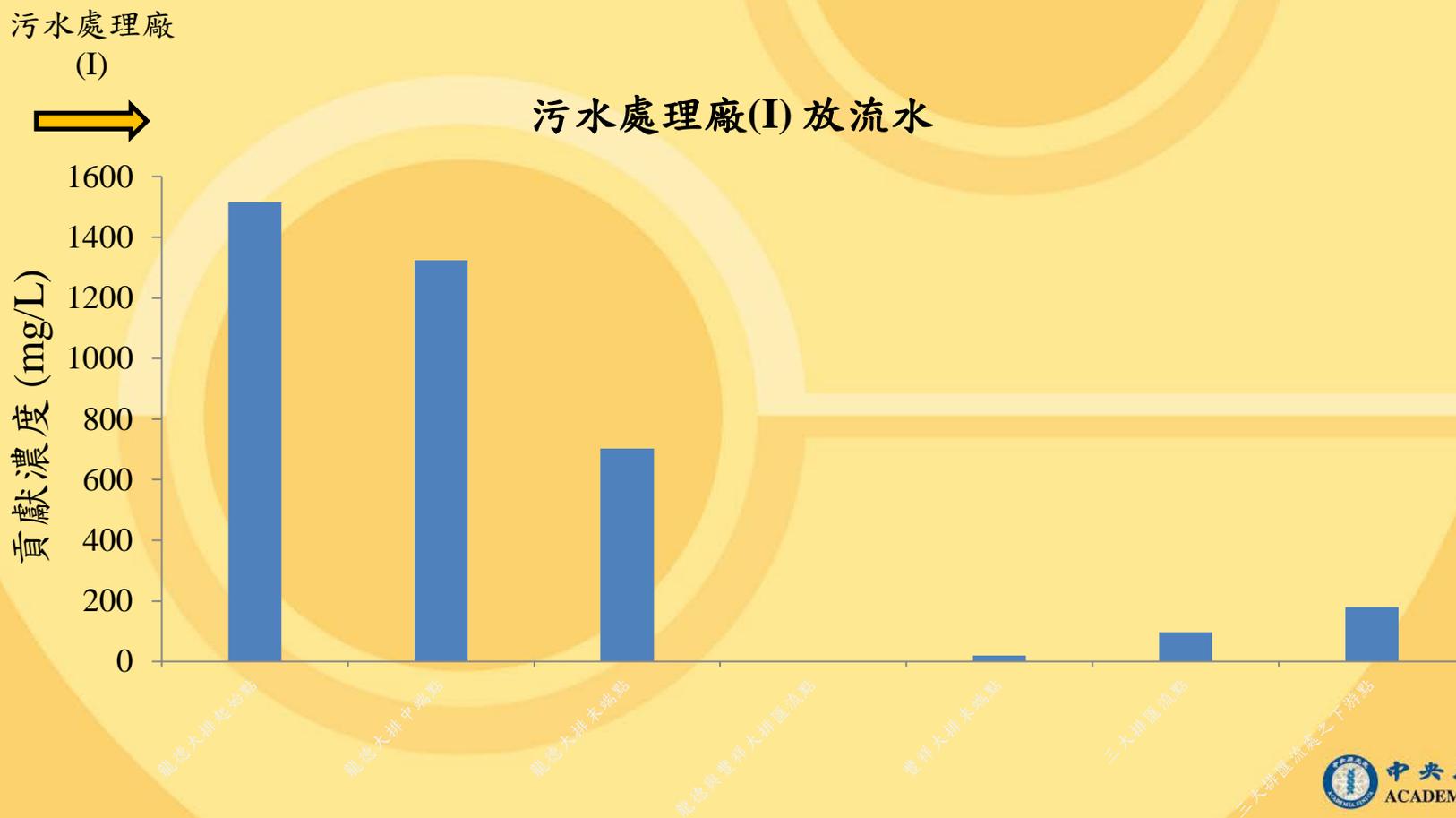
- 老街溪數據
- 可解釋污染來源比例介於80~120%





環境水體污染源解析-空間分布

- ▶ 污水處理廠(I) 放流水之貢獻從上游到下游主要呈現遞減之趨勢





主要結果與討論-底泥污染源解析



▶ EV-CMB模式解析成果不佳

- 可解釋污染來源比例低於10%
- 可能原因為季節性大雨沖刷流失而造成底泥中污染物濃度在不同時間及空間之差異，較不易透過底泥污染物檢測評估不同污染源對河川水體水質之長時間影響。



研究限制

- ▶ 由於河川水體之時間變異可能較大，因此在進行具空間分布性之水體採樣時需要考量採樣時間的差異，以比對各點之間的檢測數據和鑑識模式解析結果。
- ▶ 由於污染源排放可能具有時間上之變異，此時間變異對於模式解析結果可能會有所影響，可以其他不確定性推估方法來改善模式之解析能力。
- ▶ EV-CMB模式需要有足夠的污染源指紋數據，在污染源指紋圖譜不足之情況下，模式解析能力較不佳，然而仍可透過污染源成份貢獻推估值來初步判定可能缺少哪類污染來源。
- ▶ 污染源鑑識模式需建立於污染物物化特性穩定之條件下，若後續計畫所選定之監測污染物濃度易因物化特性(如半衰期較短)或環境條件(如河川流量易受氣候條件變化影響或環境水體有機碳濃度偏高)等因素而造成污染源排放成份組成之變異，則需考量污染物物化特性或環境因素，針對模式所用之污染源指紋資料進行修正。



結論

- ▶ 建立宜蘭縣新城溪以及桃園市老街河流域污染源行業別指紋圖譜資料庫
- ▶ 河川流域污染源鑑識解析結果良好，雖然仍有部分採樣點解析效果有改善空間，後續研究可針對模式之限制加以考量與改進。
- ▶ 建議後續計畫若欲探討底泥污染狀況，宜選擇河川流量較穩定之特定河川進行評估。
- ▶ 建議後續計畫若以PMF模式進行污染源鑑識，需考量採樣點空間變異之問題，可規劃於重要污染區域進行連續性採樣分析(根據與環境水體相關文獻，樣本數應為30個以上)，以瞭解污染源貢獻時序變異性



成果應用

- ▶ 擬定河川水體污染源熱區解析作業程序草案，提供各主管機關將來欲建立業務所轄河川流域污染源熱區解析模式時之參考。
- ▶ 可更加完整強化河川水體污染源熱區解析模式，如涵蓋更多流域中污染源業別排放特徵，與更完整之時空差異資料，如此對於水體污染事件發生時，可協助評估可能污染業別，提供科學化證據，發揮預防管理之效能。



致謝



- ▶ EPA-106-S3E4-02-05
- ▶ 環境檢驗所同仁
- ▶ 宜蘭縣環境保護局
- ▶ 桃園市環境保護局
- ▶ 北區督察大隊



Thank You