



PFAS在土壤及地下水 調查之國際趨勢、 國內情形及展望

環境部環境管理署
土壤及地下水污染整治基金管理會

報告人：蔡惠珍分組長

112年12月20日



簡報大綱

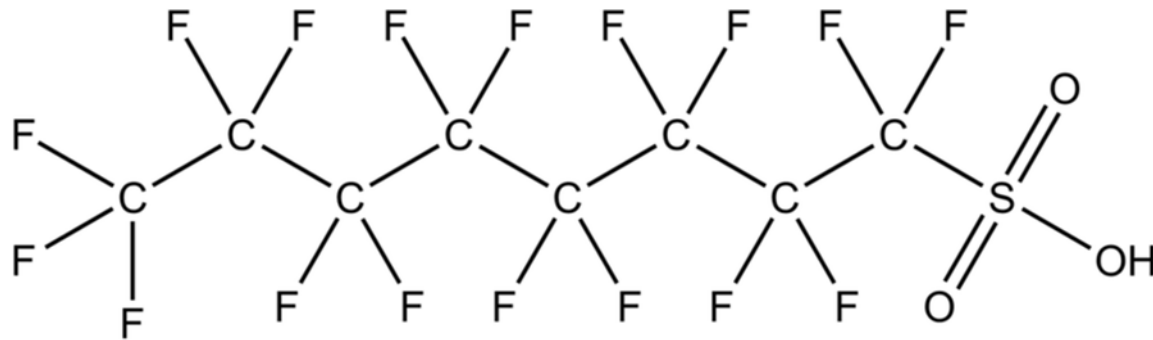
- 1 前言
- 2 國際趨勢與國內情形
- 3 國內土壤調查成果
- 4 國內地下水調查成果
- 5 國內底泥調查成果
- 6 未來展望

01 /

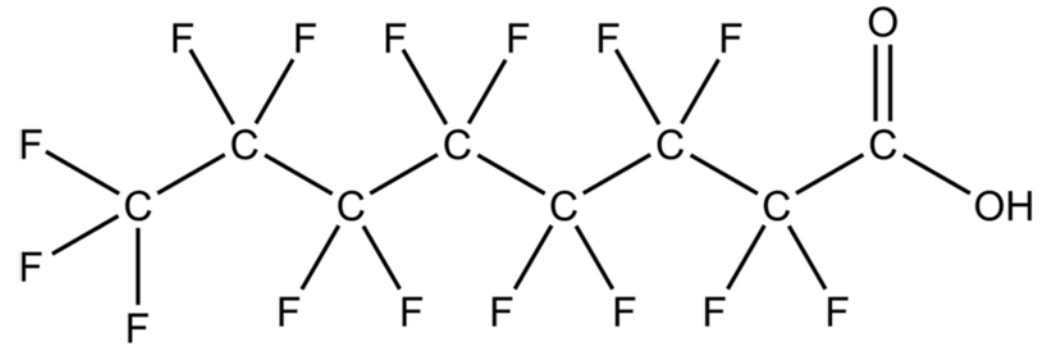
前言

前言

- 全氟與多氟烷基碳化合物 (Per- and Polyfluoroalkyl Substances, PFAS)，包含上百種化合物。
- 其中全氟辛烷磺酸 (Perfluorooctyl Sulfonate, **PFOS**) 與 全氟辛酸 (Perfluorooctanoic Acid, **PFOA**) 近年備受重視。



全氟辛烷磺酸(PFOS)



全氟辛酸(PFOA)

前言

全氟化合物

難分解有機物，
可藉由大氣活動
遷徙到世界各地

環境

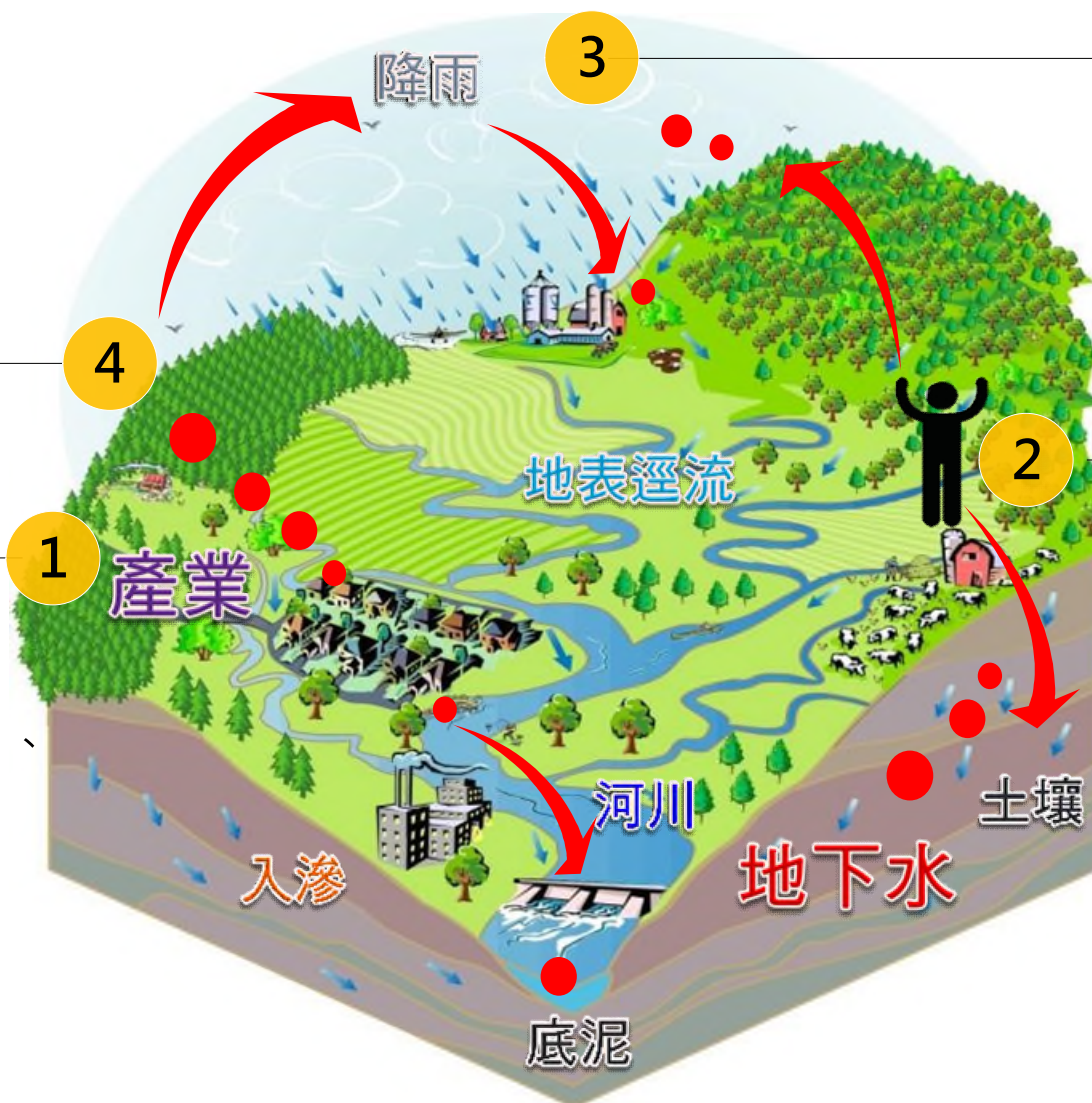
含有全氟化合物的產品於
使用及廢棄的過程中進入
環境，再透過空氣、水、
食物或灰塵進入人體

生活用品

全氟化合物可用於製
造戶外用品、紡織品
等生活用品

產業

全氟化合物廣泛運用
於各行各業，從製造、
使用到廢棄過程，均
有可能釋放至環境，
例：光電、半導體業



02 /

國際趨勢與國內情形

國際趨勢

- 斯德哥爾摩公約

- 持久性有機污染物(POPs)是具有毒性、生物累積性、不易分解及長距離移動特性，會對人體及環境造成危害影響。
- 公約主要針對POPs採取必要行動，如禁用、限用或減少、消除無意排放等，防止POPs對環境或人體造成危害。
- 2009年將全氟辛烷磺酸(PFOS)納管。
- 2019年將全氟辛酸(PFOA)納管。
- 2022年6月第10次締約國大會(COP10)已決議將全氟己烷磺酸(PFHxS)納管。

國際趨勢

- 近年已有多國陸續訂定全氟化合物之土壤、地下水或底泥相關篩選值或標準值（無標示單位均為 $\mu\text{g/kg}$ ）

- 美國區域篩選值(Regional Screening Level, RSL)

項目	篩選值(Screening Levels)		
	住宅區土壤	工業區土壤	自來水 ($\mu\text{g/L}$)
PFOS	130	1,600	40
PFOA	190	2,500	60
PFHxS	1,300	16,000	390

- 挪威環境品質標準

United States Environmental Protection Agency. 2023. Regional Screening Levels (RSLs) Summary Table (TR=1E-06, HQ=1).

項目	環境品質標準	
	海水底泥	淡水底泥
PFOS	0.23	2.3
PFOA	71	713

國內情形

- 國內管制狀況

- 2010年全氟辛烷磺酸(PFOS)列為第一、二類毒化物。
- 2018年全氟辛酸(PFOA)列為第四類毒化物，2020年修正為第一類毒化物。
- 2023年7月預告擬將全氟己烷磺酸(PFHxS)列為第一類毒化物

- 國內環境調查

- 環境管理署土污基管會自2012年起已陸續針對前述環境介質之PFOS、PFOA與PFHxS進行調查監測。

03 /

國內土壤全氟化合物調查成果

土壤全氟化合物調查成果

(1) 土壤全氟化合物調查

• 調查對象

- **基線含量監測** 附近無特定污染源之學校、公園綠地
- **特定區域監測** 科學園區、消防訓練中心附近學校、公園綠地

• 調查結果(單位μg/kg，括弧內為平均值)(2017~2023年)

項目	組數	PFOS	PFOA	PFHxS
基線含量	88組	ND~6.64 (0.602)	ND~0.662 (0.154)	ND~0.0926 (<0.05)
特定區域	98組	ND~34.9 (1.47)	ND~0.975 (<0.25)	ND~0.109 (<0.05)

土壤全氟化合物調查成果

(2) 與國外調查結果比較

國家	調查對象	PFOS	PFOA	PFHxS
韓國	污水處理廠相鄰農地	<0.05~0.741	<0.05~1.573	-
	農地土壤	0.024~0.111	<0.054~0.541	-
瑞典	軍用機場土壤	2.18~8,520	<0.12~287	-
美國	都會區域土壤	0.2~28.2	5.5~125.7	-
澳洲	廢水處理廠	0.3~497	ND~81	ND~24.6
我國	基線含量	ND~6.64 (0.602)	ND~0.662 (0.154)	ND~0.0926 (<0.05)
	特定區域	ND~34.9 (1.47)	ND~0.975 (<0.25)	ND~0.109 (<0.05)

濃度單位：μg/kg；括弧內數值為平均值，無括弧者表示參考文獻未列出平均值。

國家	參考標準		PFOS	PFOA	PFHxS
美國	土壤篩選值 ^[1]	住宅區	130	190	1,300
		工商業區	1,600	2,500	16,000
	紐約州土壤整治目標指標值 ^[2] (土地使用無限制之區域)		880	660	-

- 我國土壤PFOS與PFOA調查結果低於美國土壤篩選值與紐約州土壤整治目標指標值

[1] United States Environmental Protection Agency. 2023. Regional Screening Levels (RSLs) Summary Table (TR=1E-06, HQ=1).

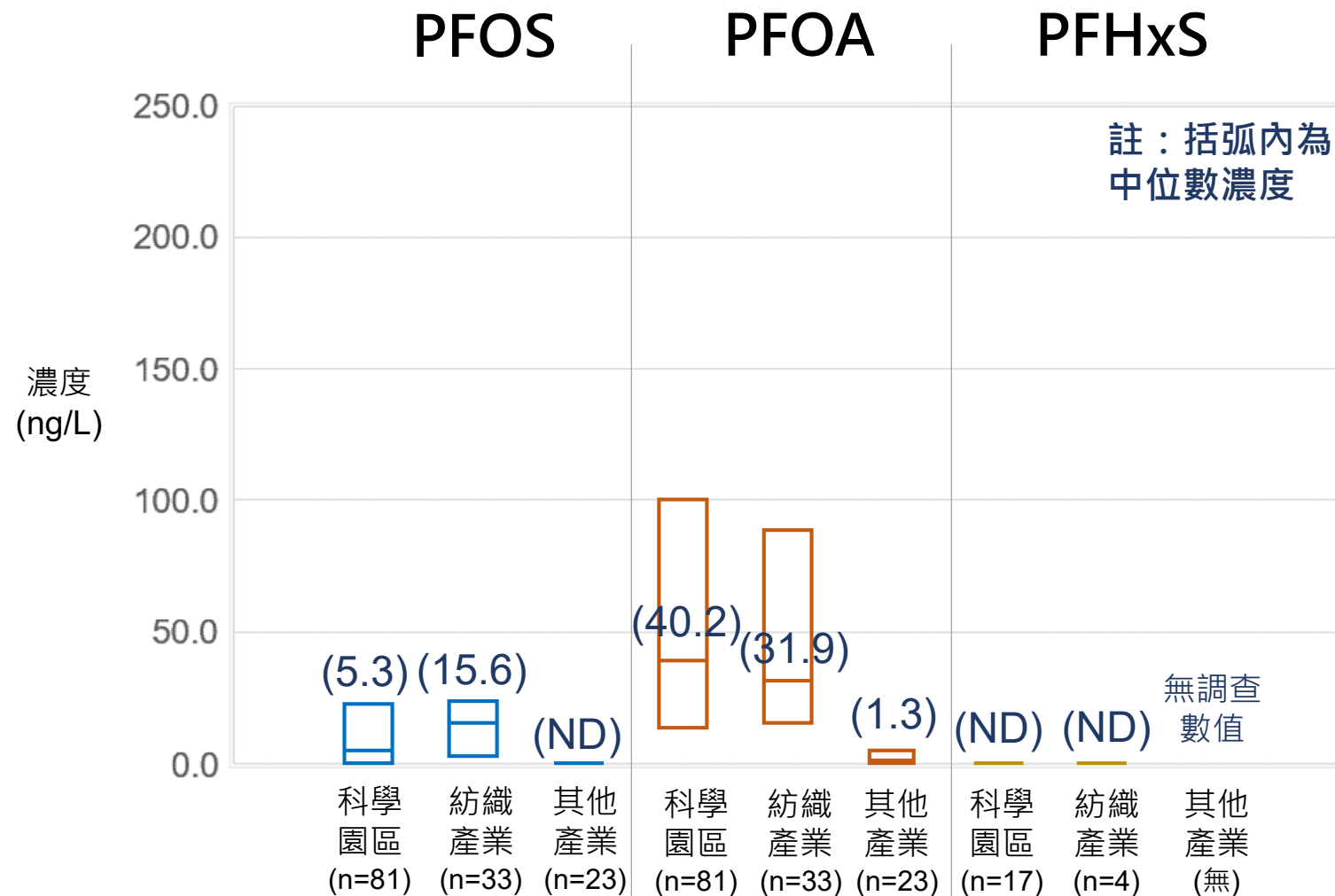
[2] NYSDEC. 2023. Sampling, Analysis, and Assessment Of Per- and Polyfluoroalkyl Substances(PFAS).

04 /

國內地下水全氟化合物調查成果

地下水全氟化合物調查成果

(1) 國內地下水調查 (103年至111年)



特定區域調查

- 科學園區
 - 4處、81組樣品
- 紡織產業
 - 19處、31組樣品
- 其他產業
 - 11處、23組樣品
- 因應國際趨勢，廠商已使用替代品淘汰PFOS、PFOA等長鏈全氟化合物

地下水全氟化合物調查成果

(2) 與國外調查結果比較

	國家	調查對象	PFOS	PFOA	PFHxS
基線調查	日本	東京地區(n=53)	<0.25~990	<0.25~1,800	<0.25~56
	美國	美東飲用水水源含水層(n=254)	1.5~98	1.1~1,500	1~81
特定區域調查	美國	3M(n=40)(平均濃度範圍)	NR~699,000	NR~206,000	NR~309,000
	澳洲	封場之掩埋場(n=13)	<1.3~4,800	<1.7~74	<0.15~80
	我國	科學園區(n=81)	ND~22.8 (5.3)	0.72~100.5 (40.2)	ND~39.9(n=17) (ND)
		紡織產業(n=33)	ND~26.6 (15.6)	1.2~89.3 (31.9)	ND~21.2(n=4) (ND)
		其他產業(n=23)	ND (ND)	ND~5.5 (1.3)	-

濃度單位：ng/L；括弧內數值為中位數，無括弧者表示未列出；「-」表示無調查數值，NR: not reported。

國家	建議值	PFOS	PFOA	PFHxS
美國	飲用水終生健康建議值(2016) ^[1]	70	70	-

[1] USEPA. 2016. Drinking Water Health Advisories for PFOA and PFOS

濃度單位：ng/L，-表示無參考建議值。

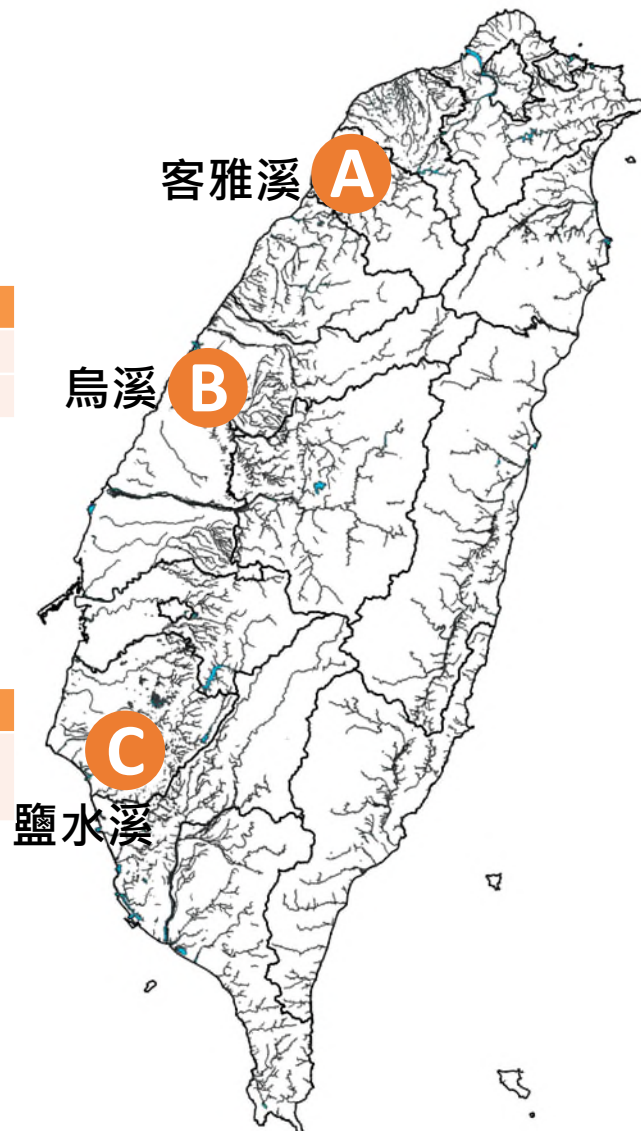
- 國內全氟化合物多用於光阻劑等添加物，無製造廠，大量洩漏機會低
- 我國調查區域為淺層地下水(非飲用或農業澆灌水源)，主要濃度範圍低於國外調查濃度
- 我國地下水調查結果中位數濃度低於美國飲用水終生健康建議值

05 /

國內底泥全氟化合物調查成果

底泥全氟化合物調查成果

(1) 國內底泥調查



客雅溪

A

烏溪

B

鹽水溪

C

烏溪流域底泥	PFOS	PFOA	PFHxS
2018年(n=7)	ND~1.57(<0.67)	ND	ND
2019年(n=1)	1.0	ND	-

鹽水溪流域底泥	PFOS	PFOA	PFHxS
2018年(n=12) (85%數據範圍)	ND~5.72 (1.22)	ND~2.36 (<0.62)	ND~5.31 (1.24)

客雅溪流域底泥	PFOS	PFOA	PFHxS
2015年(n=4)	ND	ND	-
2018年(n=7)	ND~1.98(<0.67)	ND	ND
2019年(n=1)	0.3	ND	-

河川
底泥

PFOS : ND~5.72(<2)
PFOA : ND~2.36(<1)
PFHxS : ND~5.31(<2)

濃度單位：μg/kg；括弧內數值為平均值

底泥全氟化合物調查成果

(2) 與國外調查結果比較

國家	調查對象	PFOS	PFOA	PFHxS
美國	休倫湖	ND~11.2 (1.3)	0.1~5.3 (0.6)	ND~3.4 (0.5)
	舊金山灣區	ND~3.76	ND~0.63	-
	密西根湖	0.1~8.2 (1.8)	0.1~3.3 (0.8)	0.3~2.9 (1.2)
荷蘭	河流湖泊運河	0.5~8.7	0.3~6.3	-
澳洲	雪梨港	0.8~6.2	0.03~0.16	<0.1~0.1
日本	京都地區河流	<0.33~11	1.3~3.9	-
中國	海河	1.76~7.32	0.92~3.69	-
我國	河川底泥	ND~5.72 (1.22)	ND~2.36 (<0.62)	ND~5.31 (1.24)

濃度單位：μg/kg；括弧內數值為平均值，無括弧者表示參考文獻未列出平均值。

國家	參考標準	PFOS	PFOA	PFHxS
挪威 ^[1]	環境品質標準(EQS)	2.3	713	-
	淡水底泥建議值			
	環境品質標準(EQS)	0.23	71	-
	海水底泥建議值			

- 我國底泥PFOS與PFOA濃度範圍與國外調查濃度相當
- 國外多數國家尚無底泥之PFOS與PFOA標準
- 我國底泥調查結果平均濃度低於挪威PFOS與PFOA淡水底泥環境品質標準

[1] NGI. 2020. Proposal for new Normative Values for PFOS and PFOA in contaminated soil.



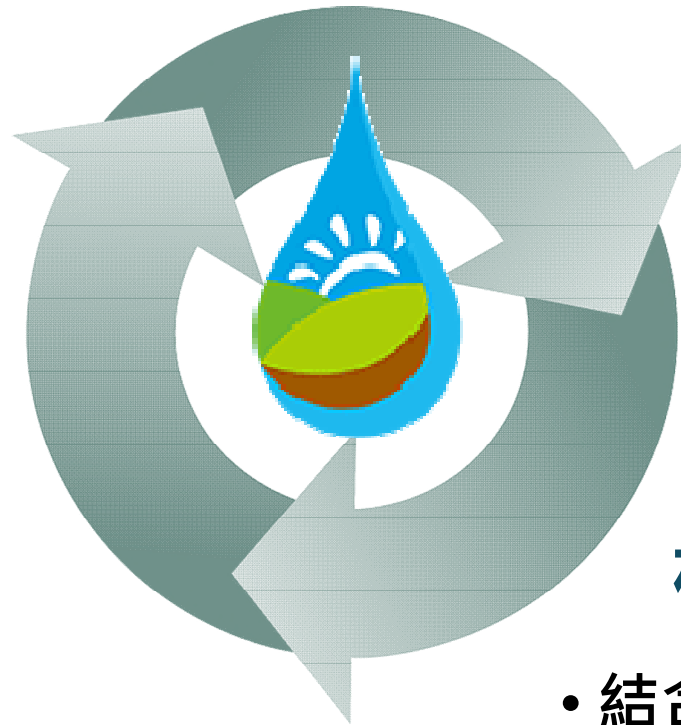
06 /

未來展望

未來展望

持續長期監測

- 持續土壤、地下水、底泥等環境介質全氟化合物監測
- 納入POPs國家執行計畫成果



掌握國外趨勢

- 追蹤國外管制狀況
- 彙整國外調查資料
- 關注公約審議項目

檢測技術發展

- 結合產官學研發展相關技術
- 與國環院合作精進檢測分析方法

感謝聆聽

Thank you

