

# 智慧型水資源模式資訊整合平台

淡江大學水環系  
張麗秋 教授



水資源及環境工程學系  
Water Resources & Environmental Engineering



- 一 • 人工智慧-類神經網路
- 二 • 資料庫應用概念
- 三 • 研究成果
- 四 • 結論



# 人工智慧 (類神經網路)



淡江大學水資源及環境工程學系



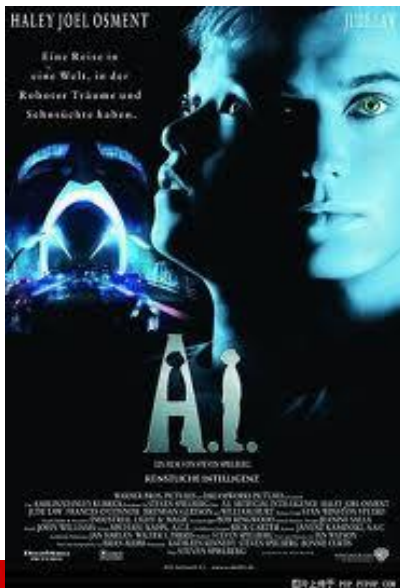
淡江大學水資源及環境工程學系

## AI 人工智慧擁有思考能力的科技發展

人工  
智慧

類神經網路  
遺傳演算法  
模糊理論

思考！ 記憶！  
解決問題！ 平行處理！



人工智慧發展

- 為一種人工智慧技術

- 起源於1943年

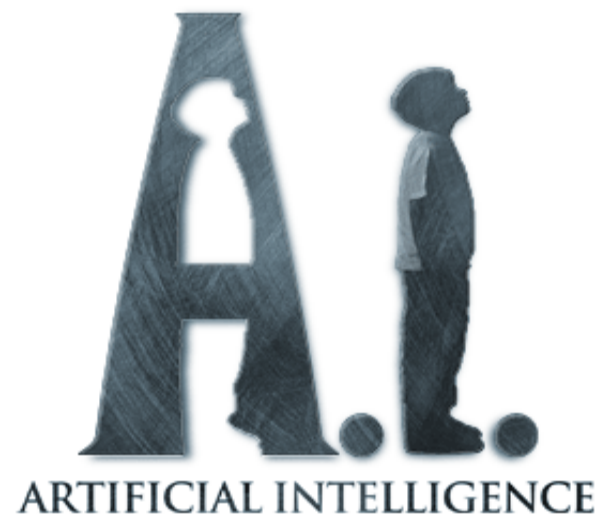
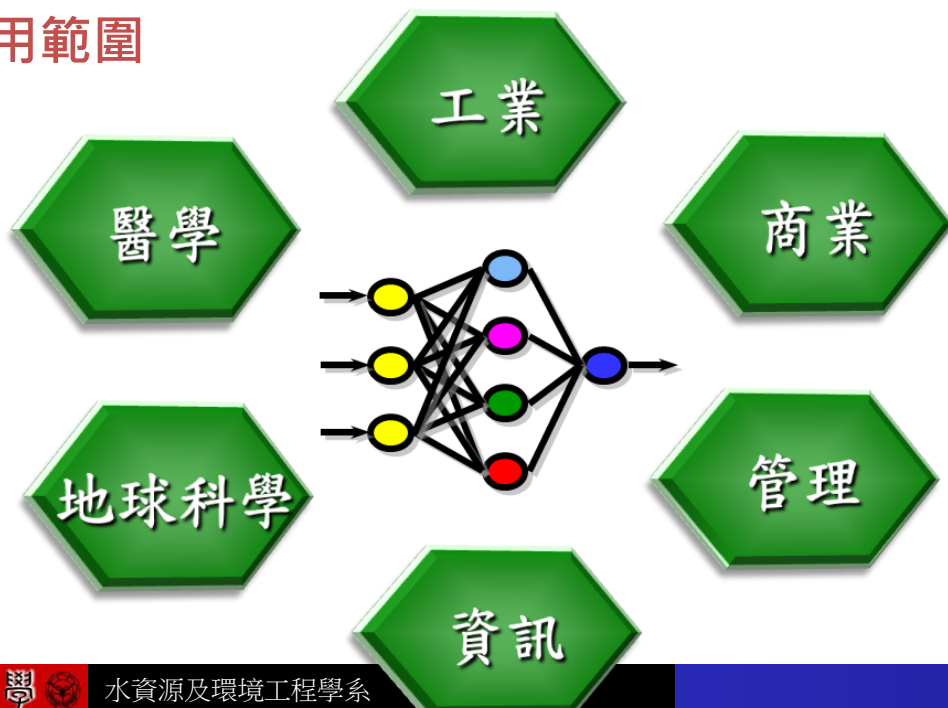
- ✓ 心理學家McCulloch和數學家Pitts共同提出類神經網路最早的數學模式

- 以電腦模仿人類神經網路的資訊處理系統

- ✓ 具有從過往案例中學習之能力

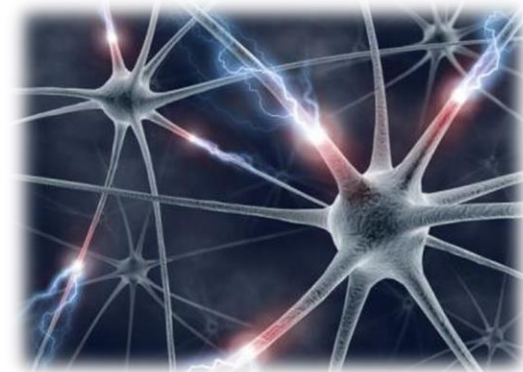
- ✓ 可處理複雜非線性的數學問題

- 應用範圍



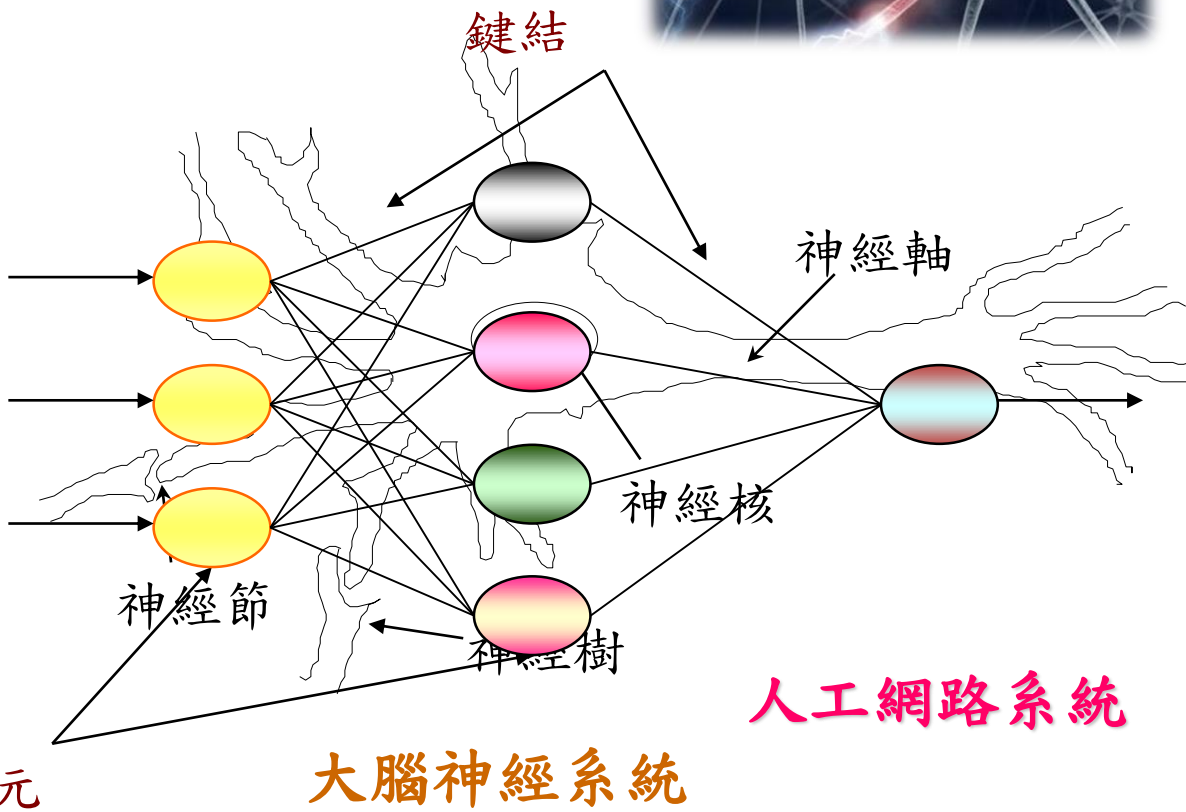
## ◆ 組成

- 包含許多神經元
- ✓ 神經元間彼此含有連結關係，可相互傳遞訊息



## ◆ 特性

- 學習(Learning)
- 迴想(Recall)
- 歸納推演  
(Generalization)



Ex:倒傳遞類神經網路(BPNN)

## ◆ 架構

### ➤ 輸入層

✓ 為外界輸入訊息的傳遞介面

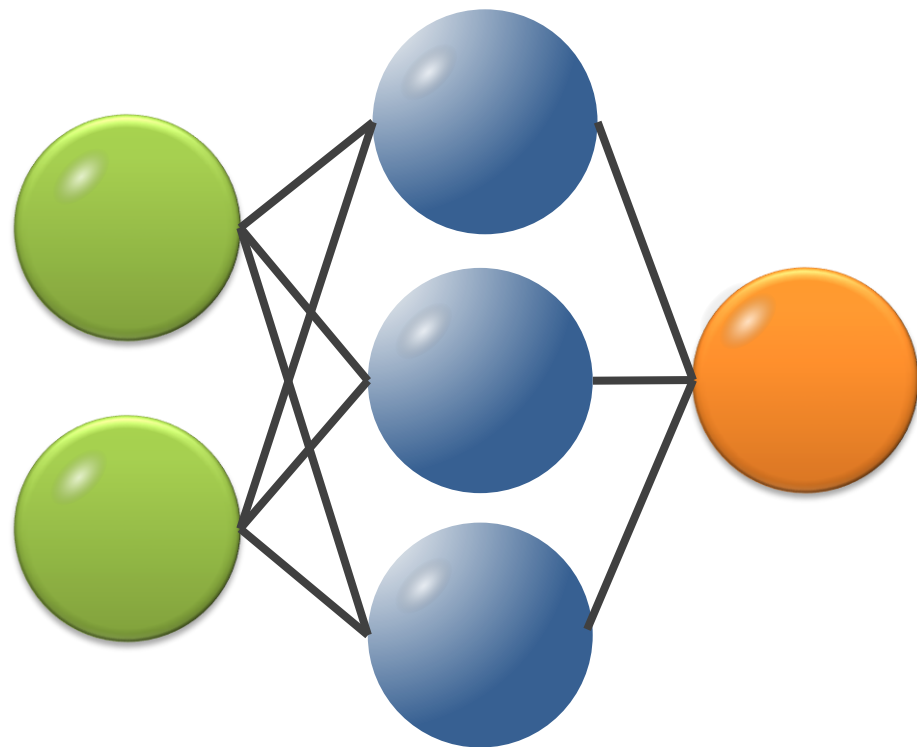
### ➤ 隱藏層

✓ 可依問題複雜度增加隱藏層數

✓ 藉由活化函數轉換求得輸出值

### ➤ 輸出層

✓ 輸出隱藏層處理結果



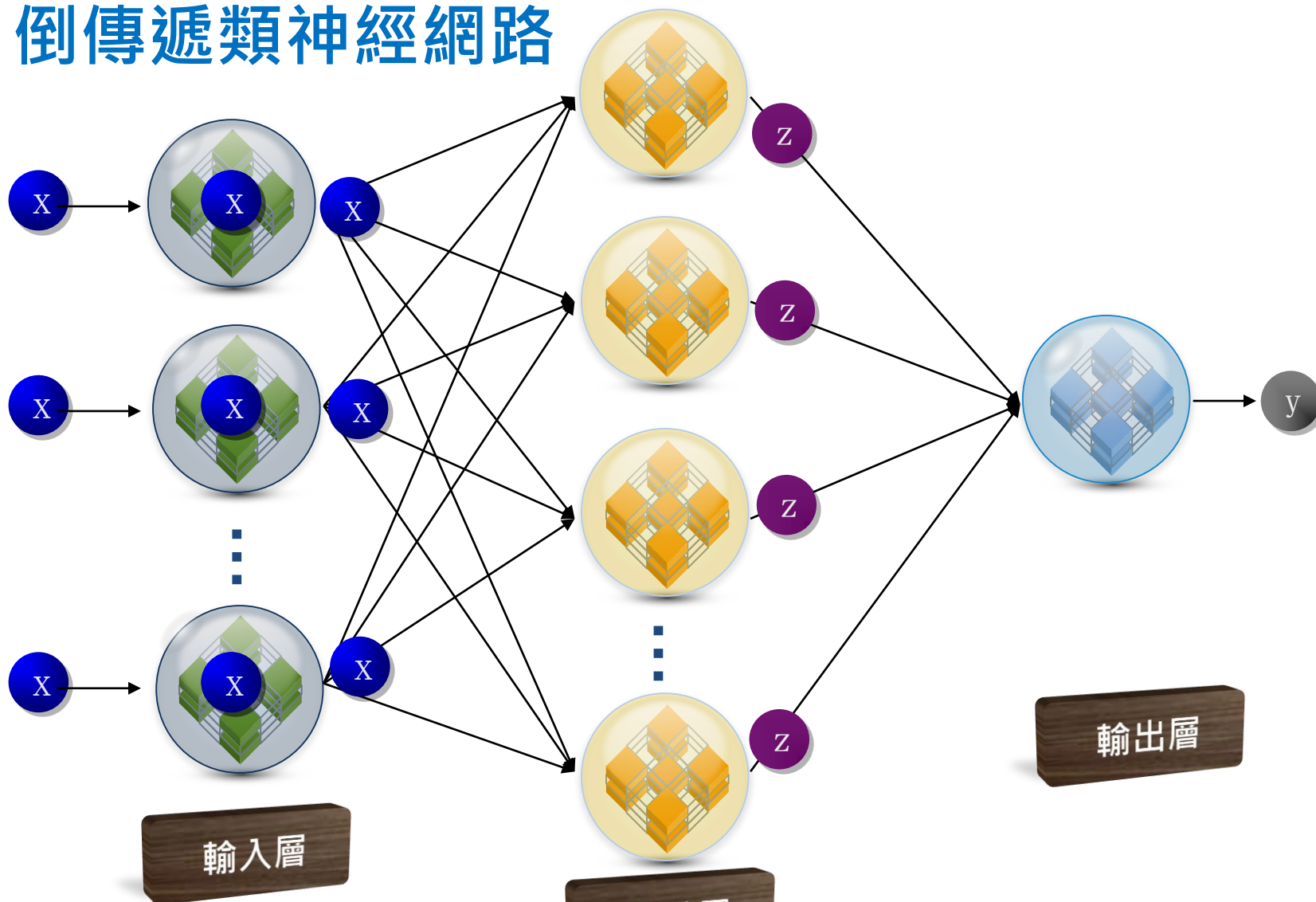
輸入層

隱藏層

輸出層

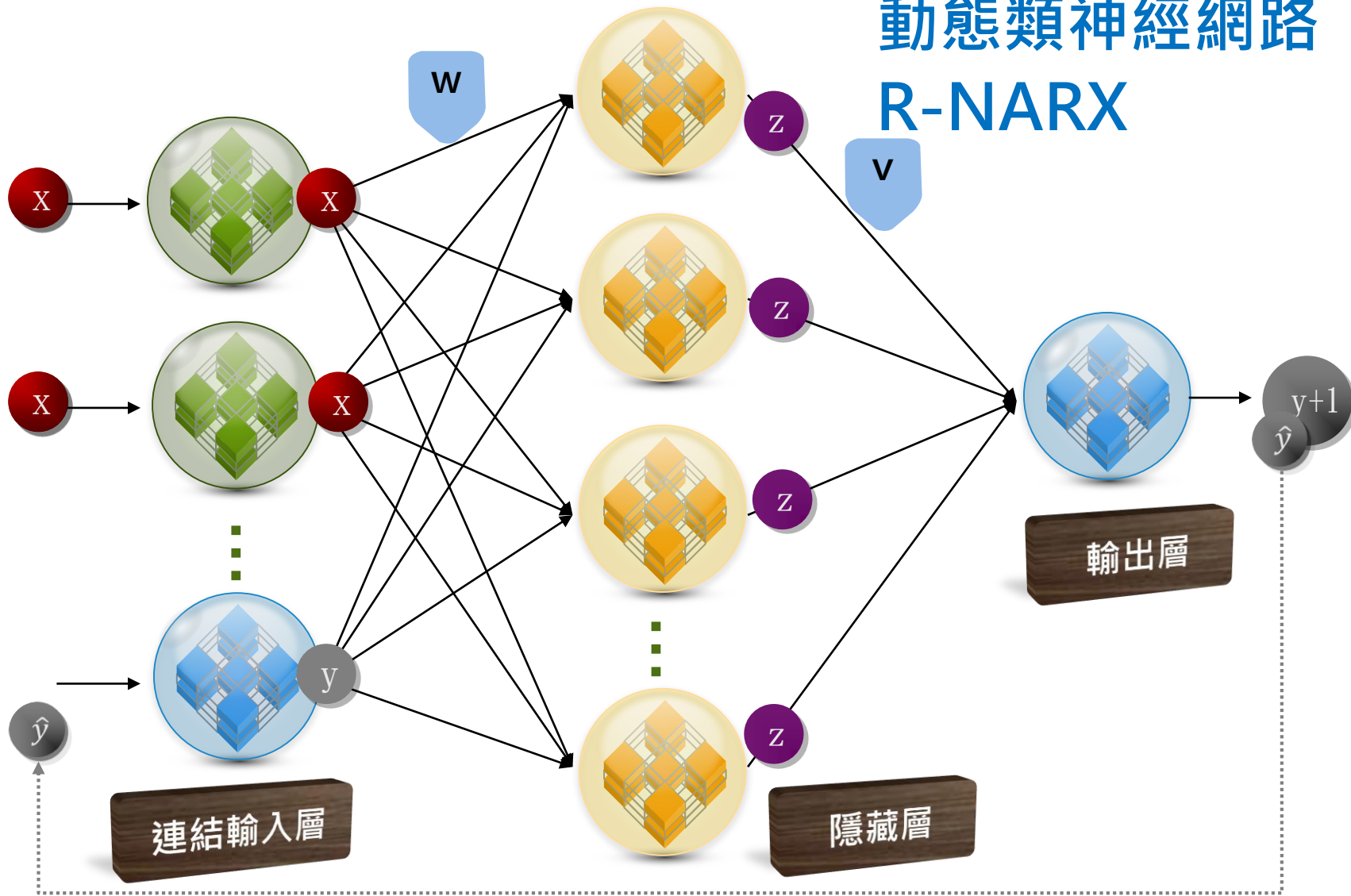
# 類神經網路之類型

## 倒傳遞類神經網路

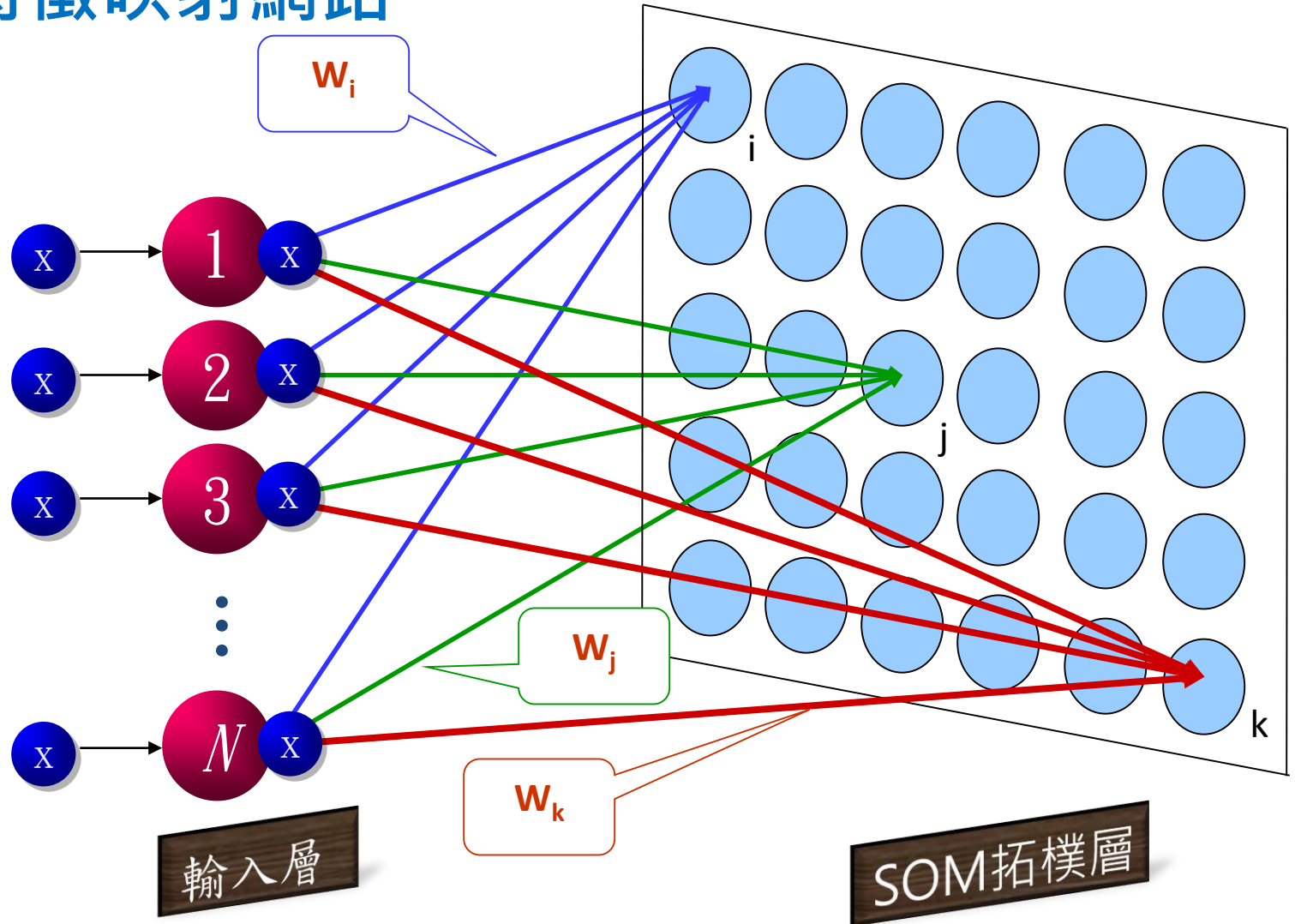




## 動態類神經網路 R-NARX



## 自組特徵映射網路



## ◆ 處理複雜、非線性問題時

### — 傳統數學物理模式

- ✓ 對於真實環境條件需進行假設、簡化
- ✓ 運算過程複雜且計算量龐大

### ➤ 類神經網路模式

- ✓ 黑盒分析-建立輸入與輸出之映射關係
- ✓ 無需解複雜之數學方程式

## ● 使用類神經網路的原因

- 聯想速度快
- 可解決最佳化與非線性系統問題
- 具容錯能力
- 可進行平行、分散式的運算

## 適合使用類神經的問題?



- 問題及相關條件難以完整定義
- 需要快速得到問題解答且只需近似解
- 複雜或非線性問題，難以由數學方程式獲得解答者

演算速度快



準確率高

可處理非線性問題



# 資料庫 簡介

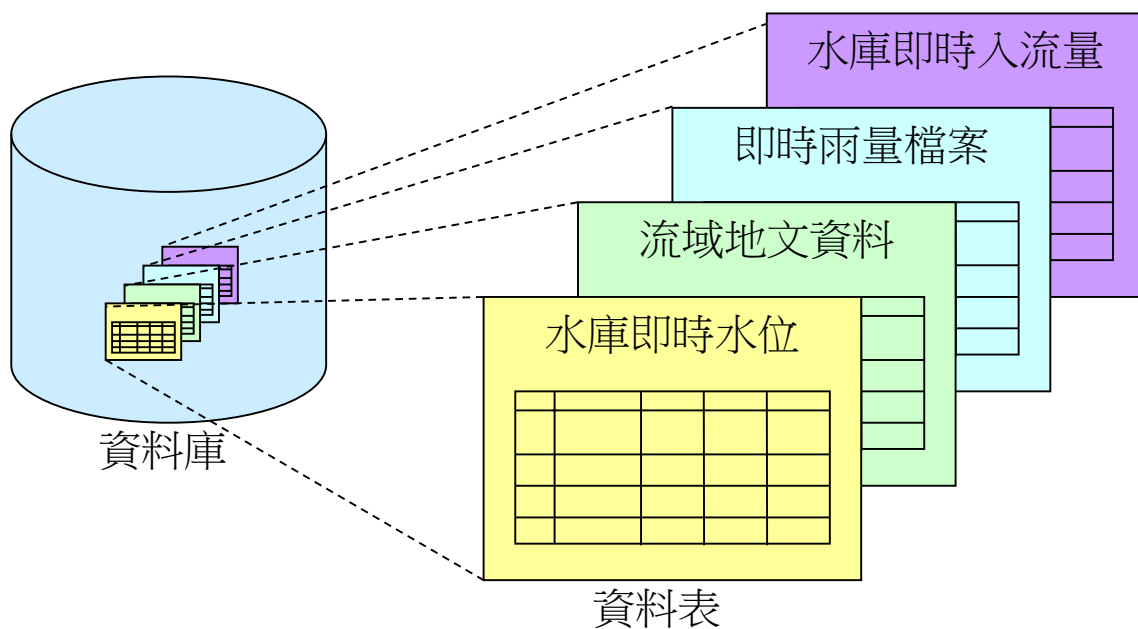


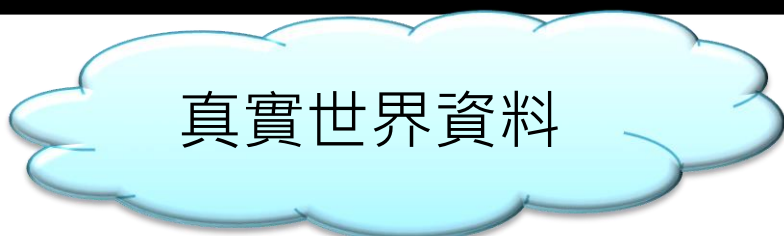
淡江大學水資源及環境工程學系



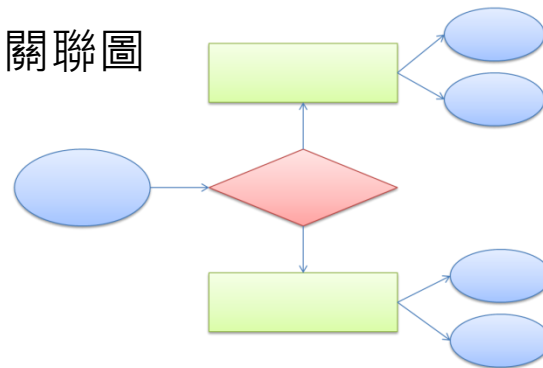
淡江大學水資源及環境工程學系

- 「**資料庫**」是將一群性質相近的資料做整合的平台，並能夠進行自動查詢和修改的資料集。
- 資料庫由不同的資料表組成





實體關聯圖

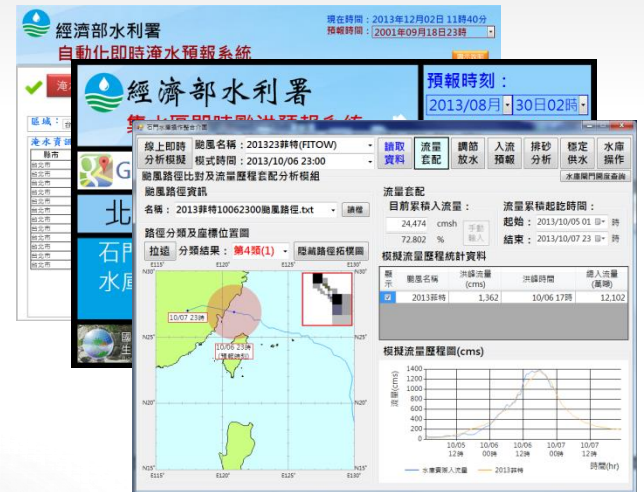


## 優點



- 資料獨立性
- 資料完整性
- 資料共通性

# 研究成果



淡江大學水資源及環境工程學系



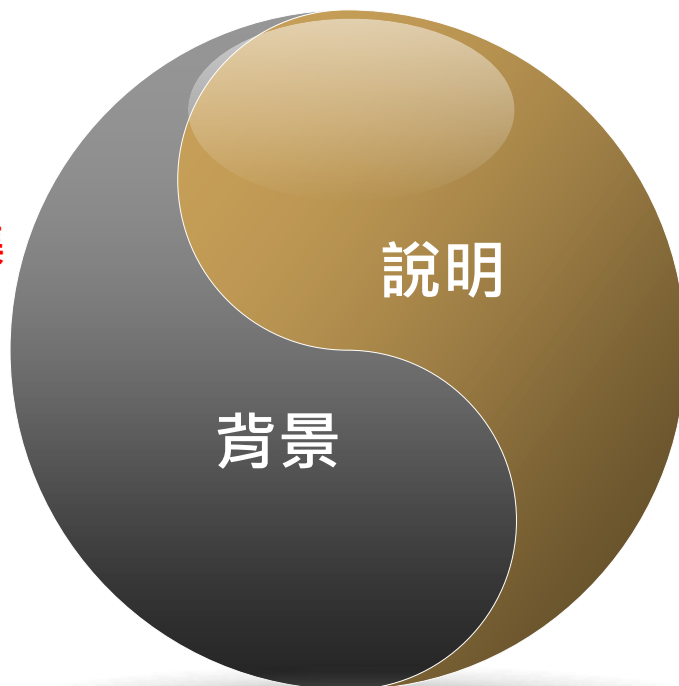
淡江大學水資源及環境工程學系

## ■ 北部地區易受洪災之苦

- 佔全年雨量65%，集中在幾場颱風或氣流之豪雨

## ■ 水理模式無法即時預測

- 資料量過於龐大
- 計算時間過於冗長



## ■ 建置區域型淹水預測模式

- 準確率高
- 演算迅速

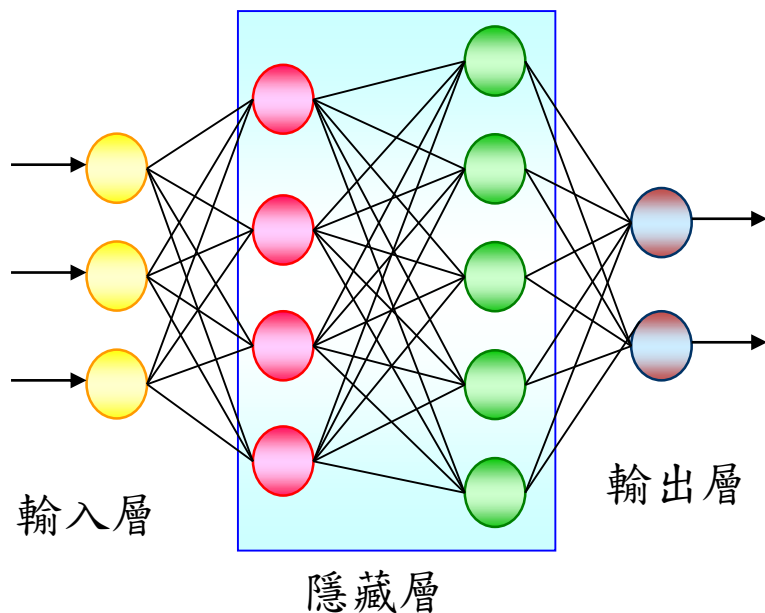
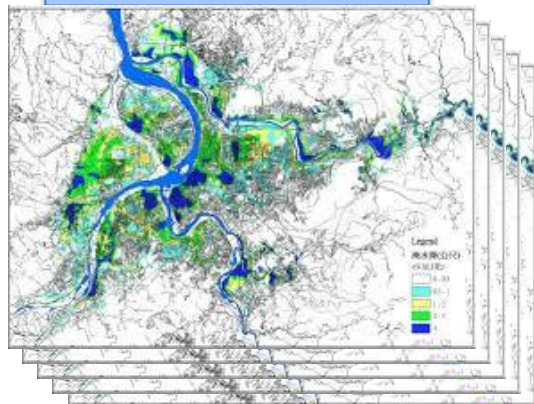
## ■ 建構自動化即時預測程式

- 即時輸出預測淹水深
- 供洪災中心參考
- 爭取搶救之黃金時間

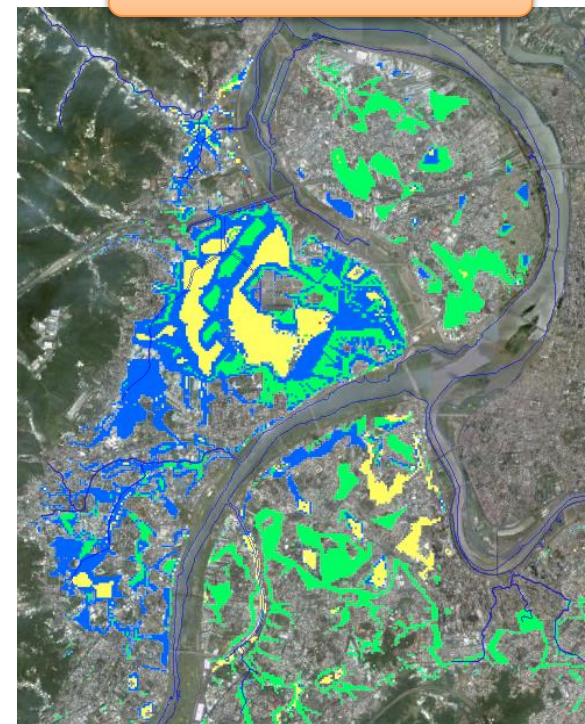


## 模式架構-以北部為例

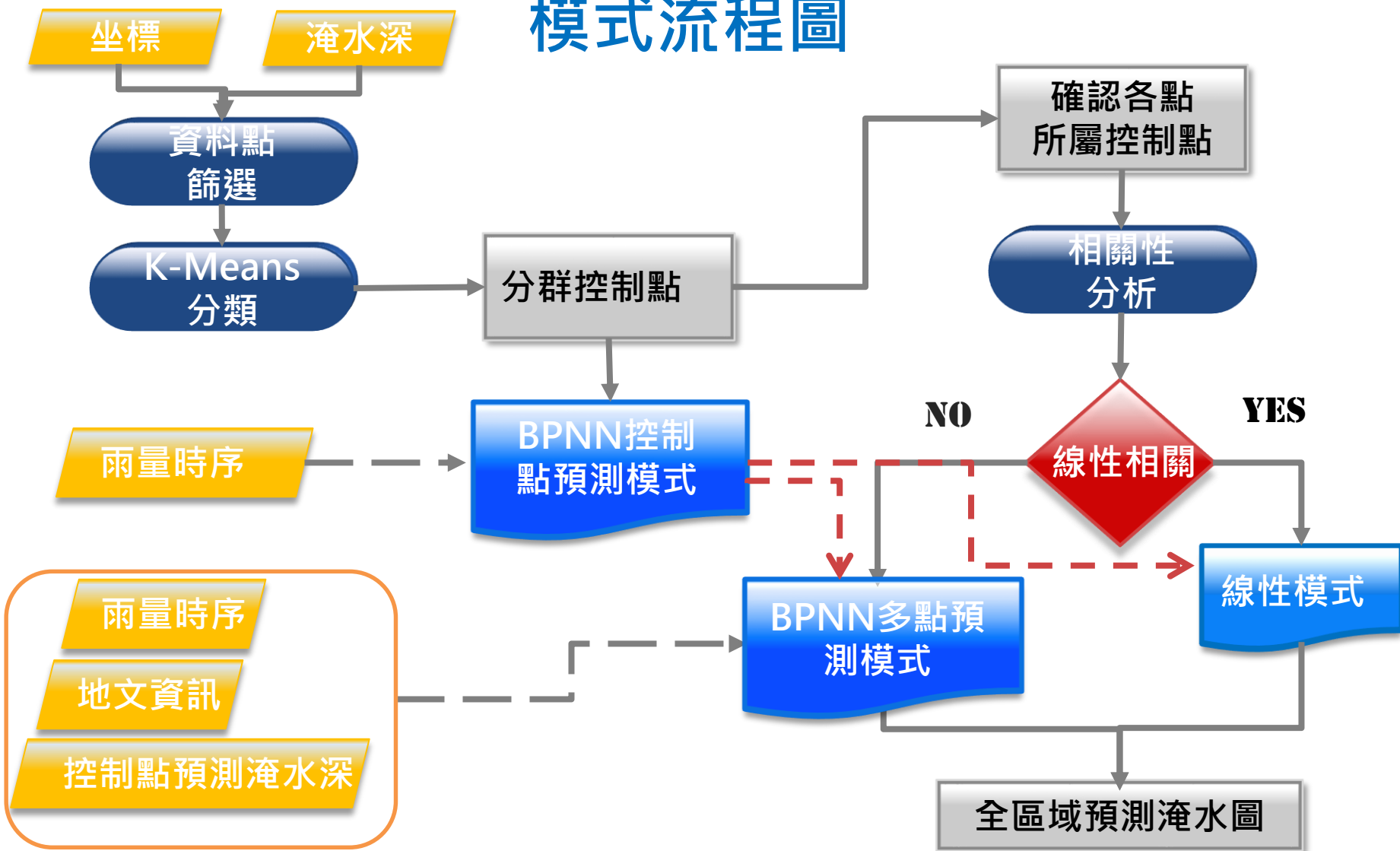
淹水潛勢圖



模擬潛勢圖



## 模式流程圖



## 以BPNN建構區域型淹水預測模式

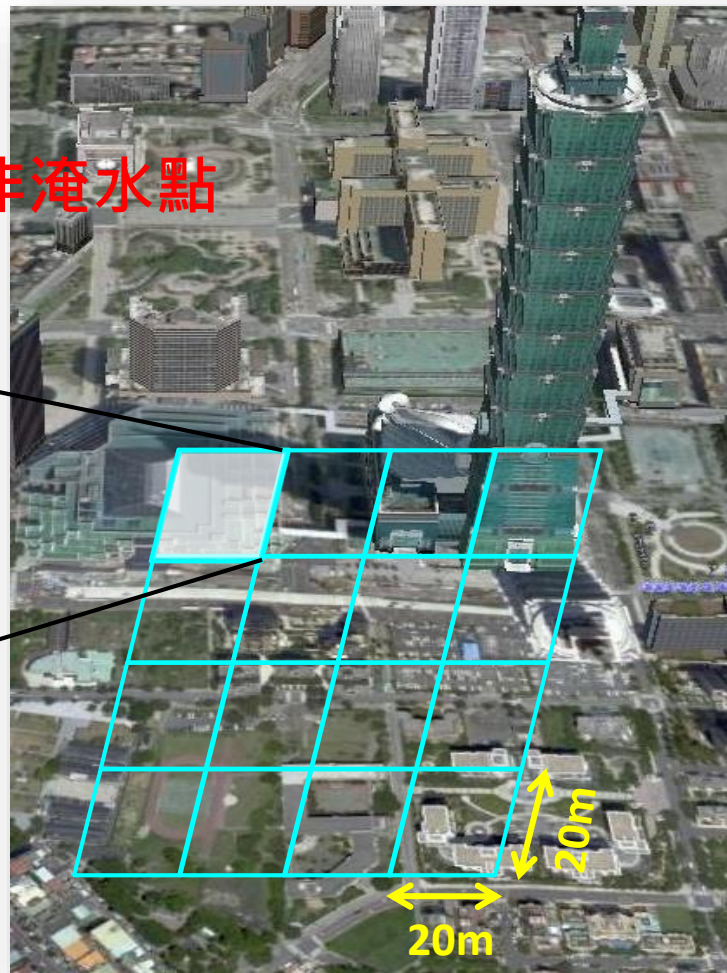
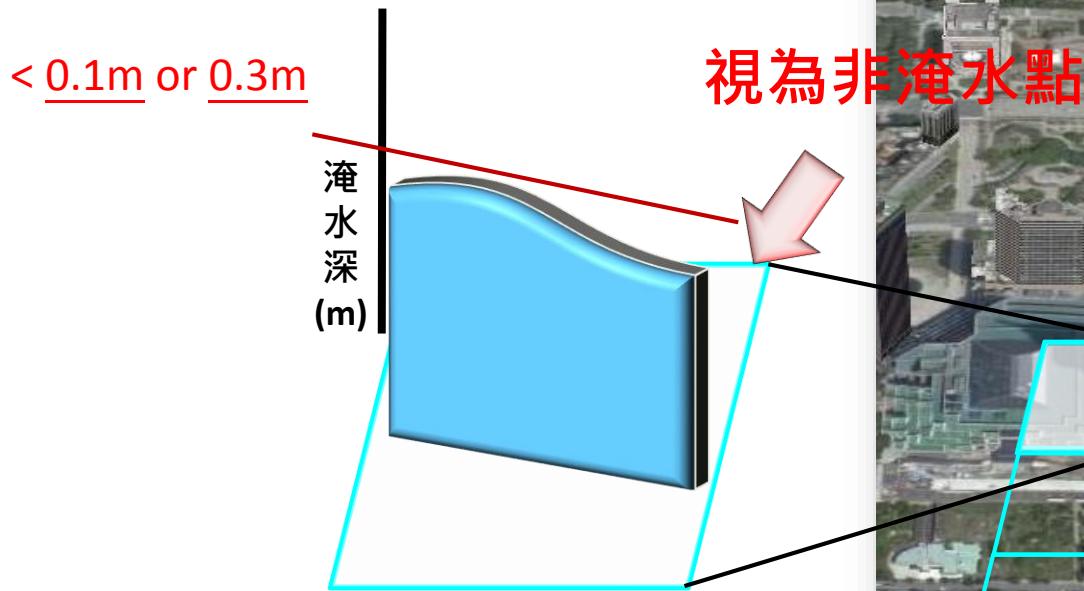
- 訓練階段：8場降雨事件
- 測試階段：6場降雨事件
- h24q200：24小時之累積200毫米定量降雨
- h24r100：24小時之100年重現期降雨

訓練階段	測試階段
h24q200	
h24q350	h24q450
h24q600	h24r002
h24r001	h24r005
h24r010	h24r020
h24r025	h24r050
h24r100	h24r200
h24r500	

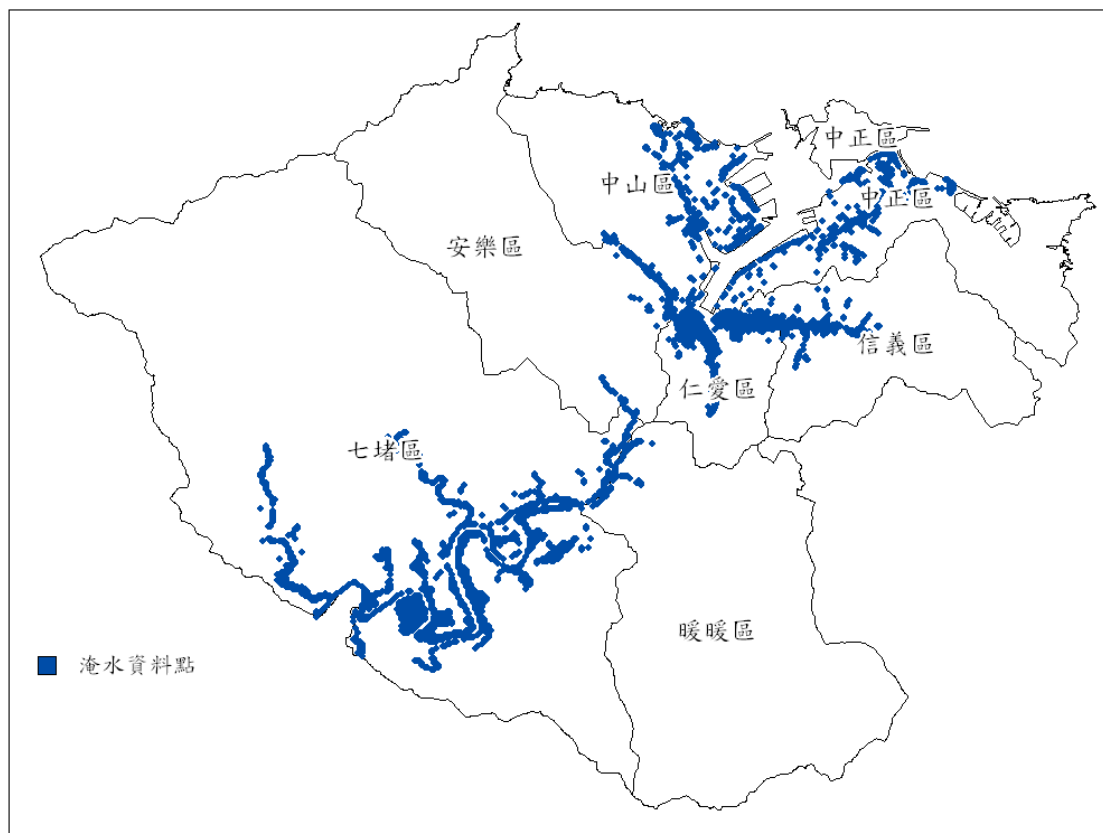


# 非淹水區篩選

各場次30hr最大淹水深



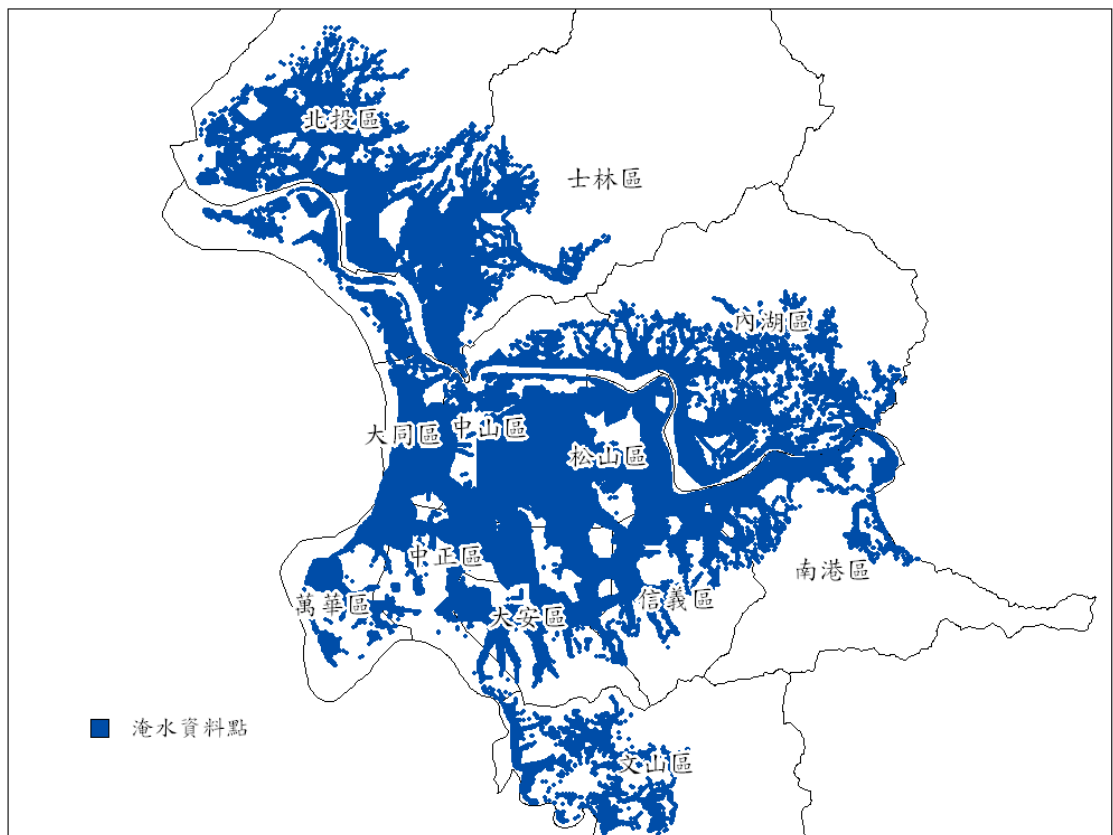
縣市	非淹水資料點	淹水資料點	刪除修正後
基隆市	87,261	4,661	4,403
台北市	299,311	127,973	126,476
新北市	308,950	50,714	45,157
桃園縣	424,559	63,330	62,427



## ◆基隆市

- 淹水點多分布在河岸旁
- 暖暖區、安樂區淹水點極少

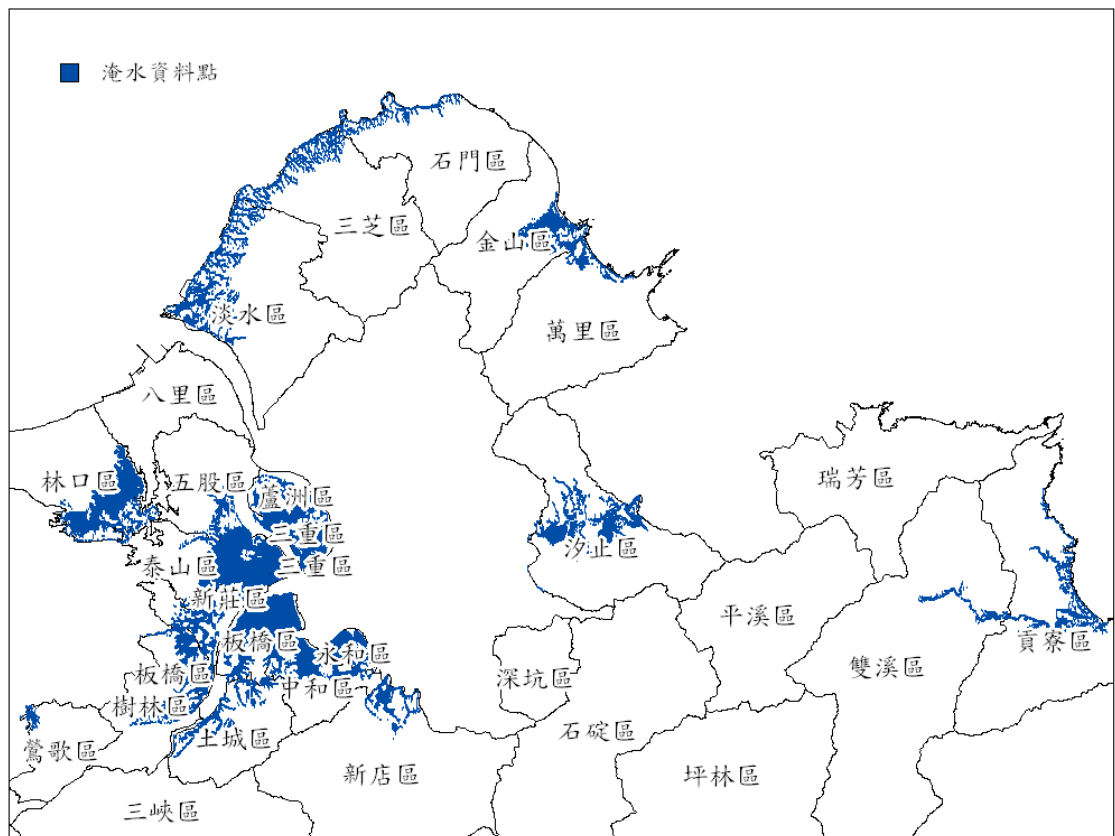




## ◆ 台北市

➤ 淹水資料點於市區較密集

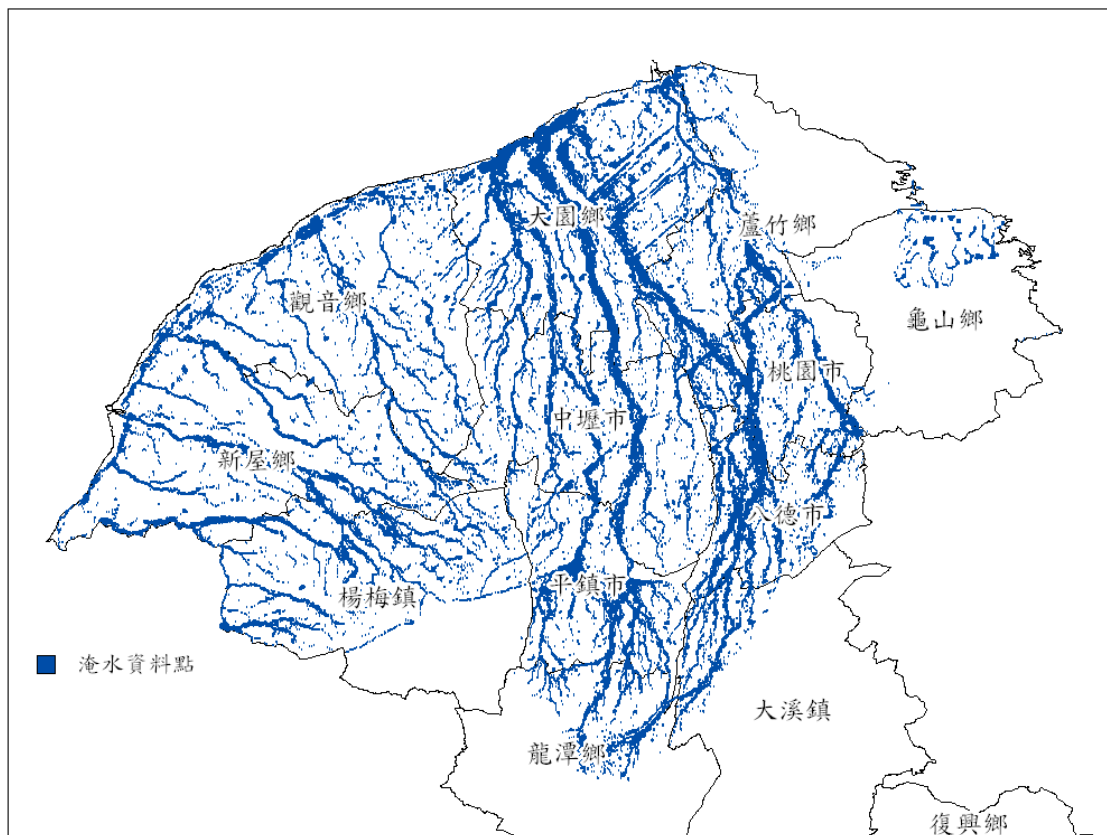




## ◆ 新北市

- 集中於新莊、三重、板橋、林口、永和、中和、汐止等區
- 五股、新店、鶯歌、萬里等區少部份分佈
- 淡水、三芝、石門以沿海為主





## ◆ 桃園縣

- 大園鄉、桃園市、中壢市、蘆竹鄉、平鎮市、八德市、新屋鄉、觀音鄉、楊梅鎮 沿河岸分佈
- 龜山鄉、大溪鎮、龍潭鄉 少部份分布
- 復興鄉無模擬資料點

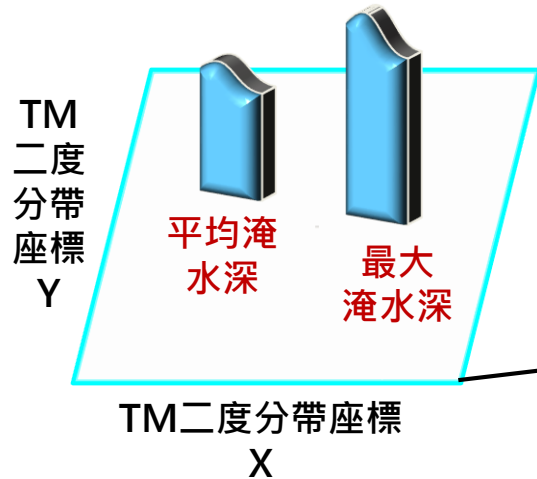




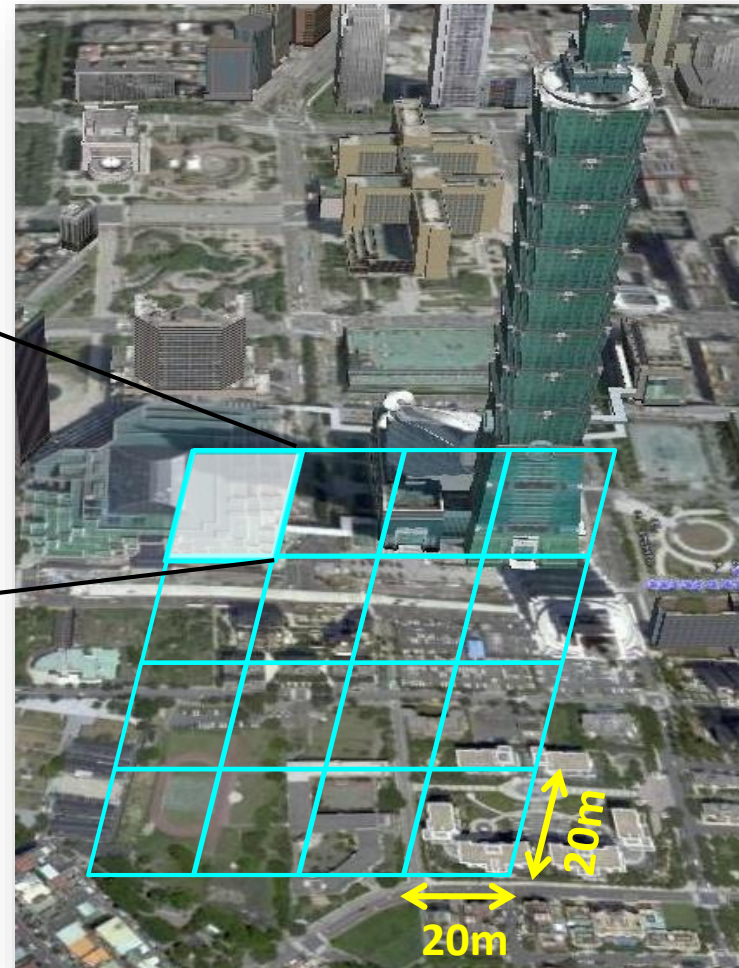
# 聚類分析-北部區域(台北市)

## STEP 2

以K-Means進行第一階段分類  
利用各網格點



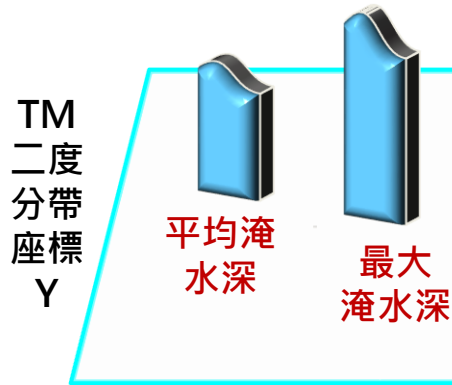
等4項資訊將各區  
以鄰近位置為主、淹水程度為輔分為  
二至五大類



# 聚類分析-北部區域(台北市)

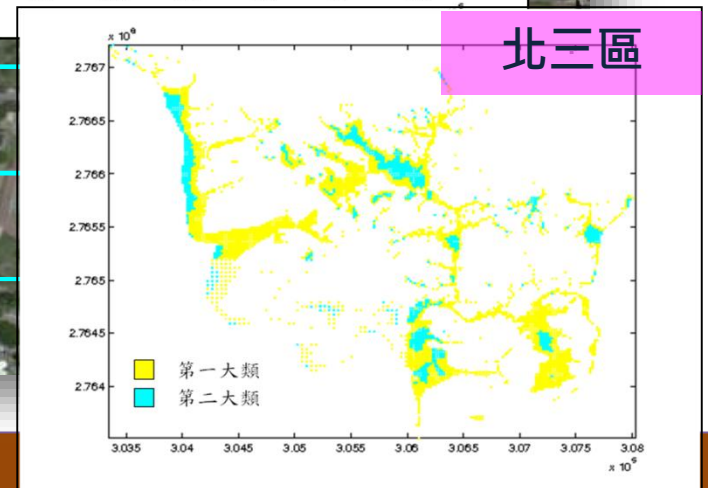
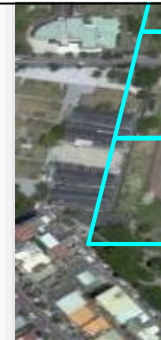
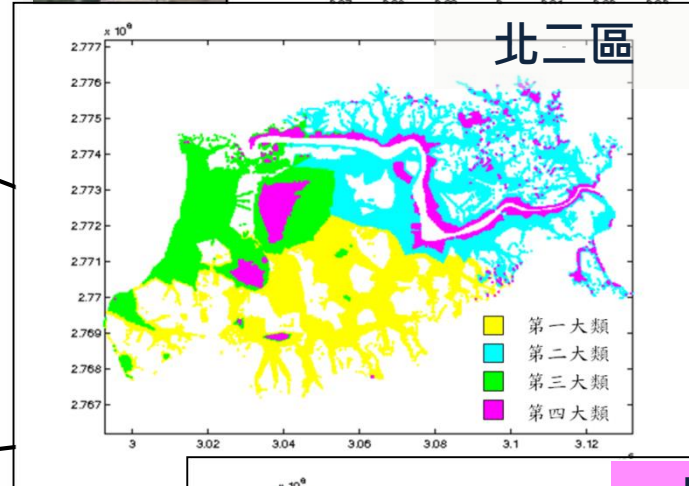
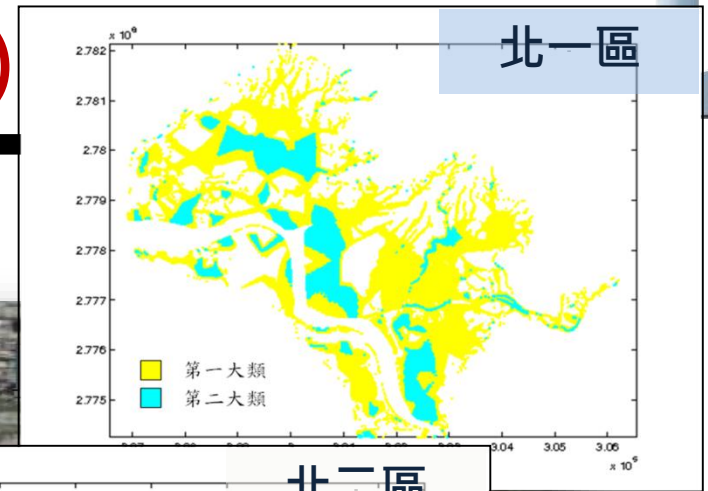
## STEP 2

以K-Means進行第一階段分類  
利用各網格點

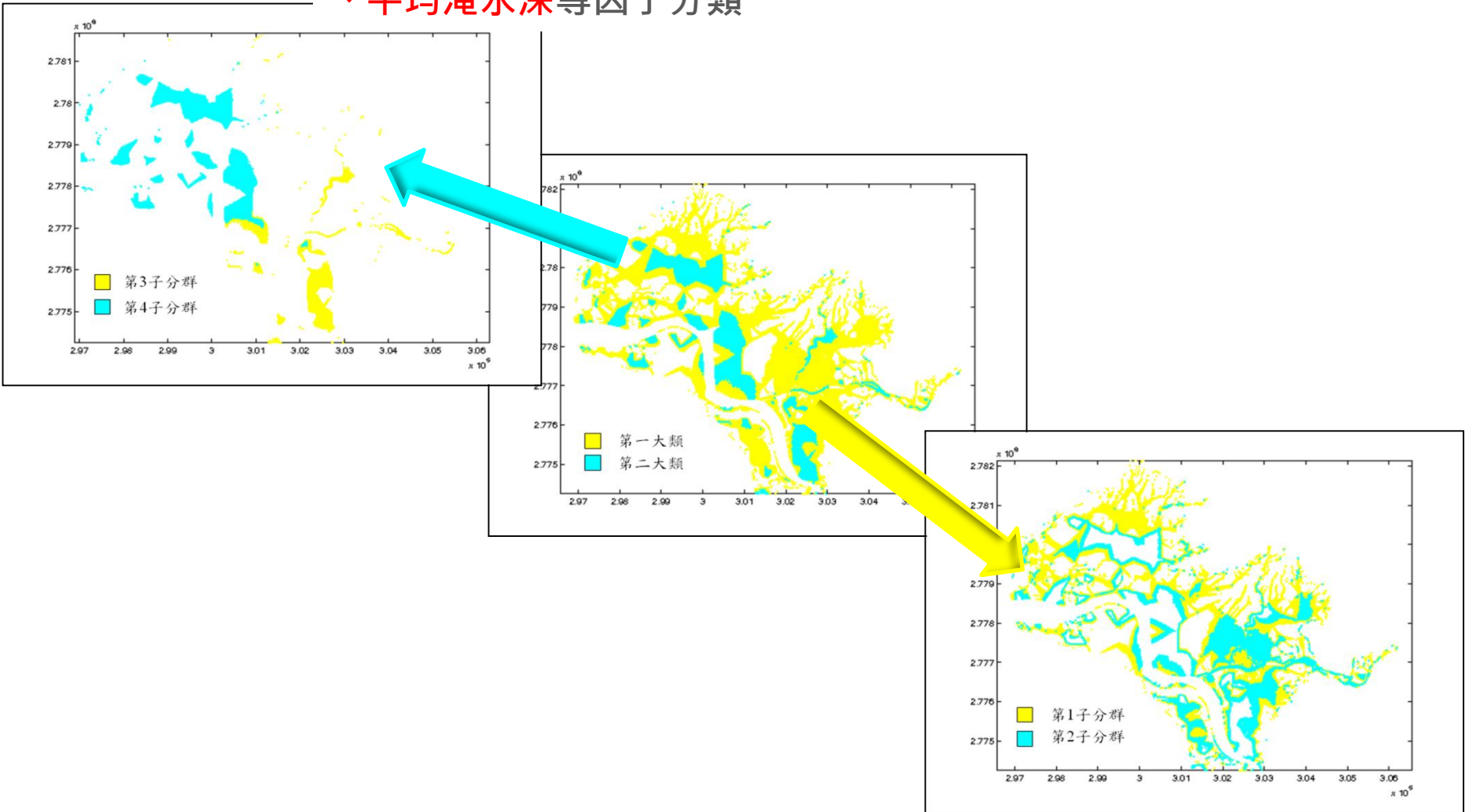


TM二度分帶座標 X

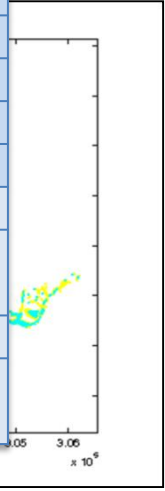
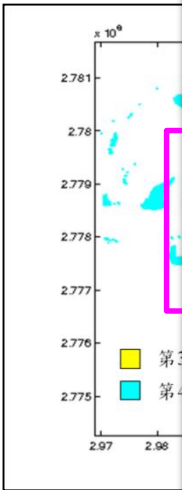
等4項資訊將各區  
以鄰近位置為主、淹水程度為輔分為  
二至五大類



第二階段分類: 坐標x,y、高程(z)、坡度、最大淹水深、平均淹水深等因子分類



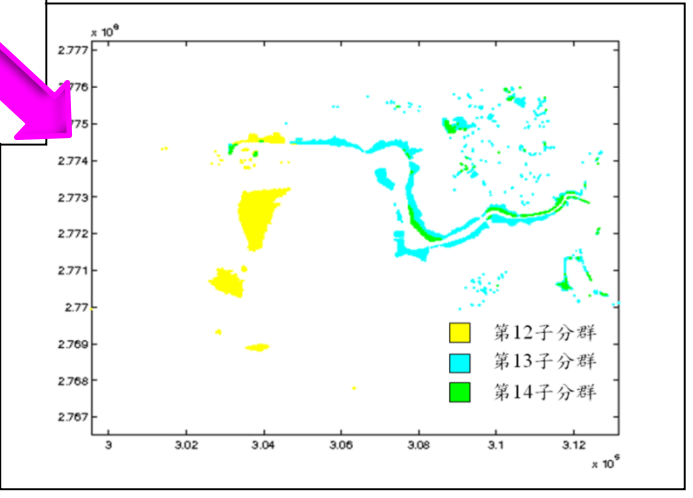
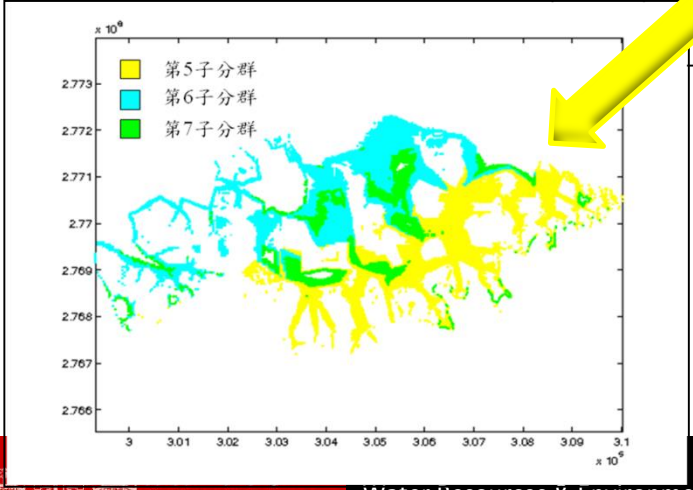
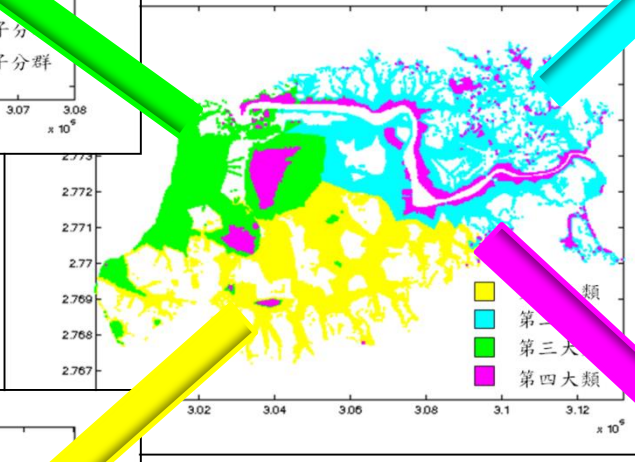
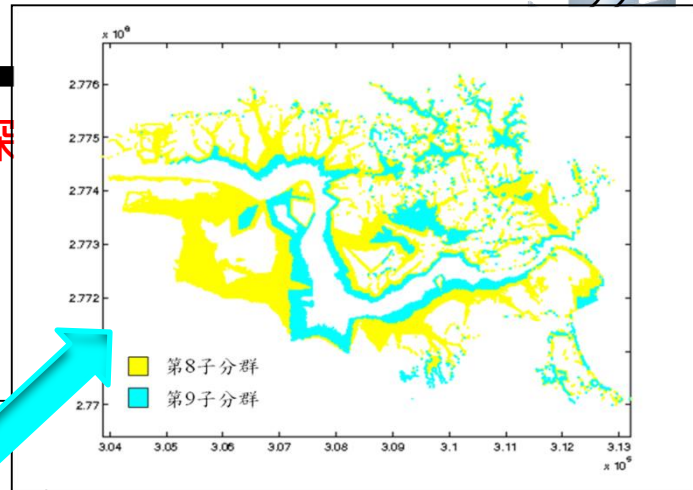
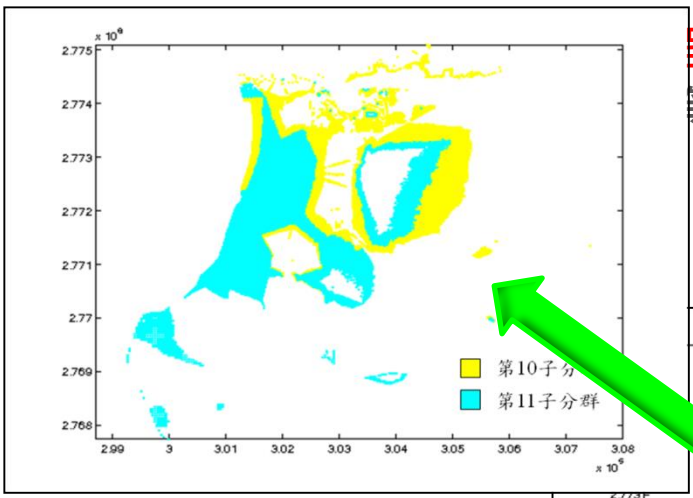
## 第二階段分類. 坐標(x, y)、高程(z)、坡度、最大淹水深



分區	第一階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深(m)	點數	第二階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深(m)	點數
北一區	第一大類	0.13	1.82	27827	第1子分群	0.06	0.90	16625
					第2子分群	0.22	1.82	11202
	第二大類	0.64	4.37	8729	第3子分群	0.04	0.59	2823
					第4子分群	0.07	0.38	5906
北二區	第一大類	0.07	1.69	26617	第5子分群	0.04	0.71	12075
					第6子分群	0.06	0.78	10720
					第7子分群	0.18	1.69	3822
	第二大類	0.13	2.64	27901	第8子分群	0.06	1.11	19772
					第9子分群	0.28	2.64	8129
	第三大類	0.23	2.75	22316	第10子分群	0.14	2.41	9342
					第11子分群	0.29	2.75	12974
					第12子分群	0.73	4.81	3750
第四大類	0.76	10.00	8568	第13子分群	0.68	5.21	4176	
				第14子分群	1.47	10.00	642	
				第15子分群	0.14	1.91	1670	
				第16子分群	0.12	2.04	1856	
北三區	第一大類	0.13	2.04	3526	第17子分群	0.63	5.79	579
					第18子分群	0.74	7.04	413

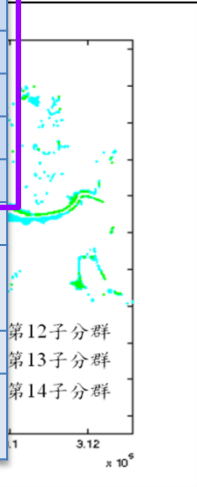
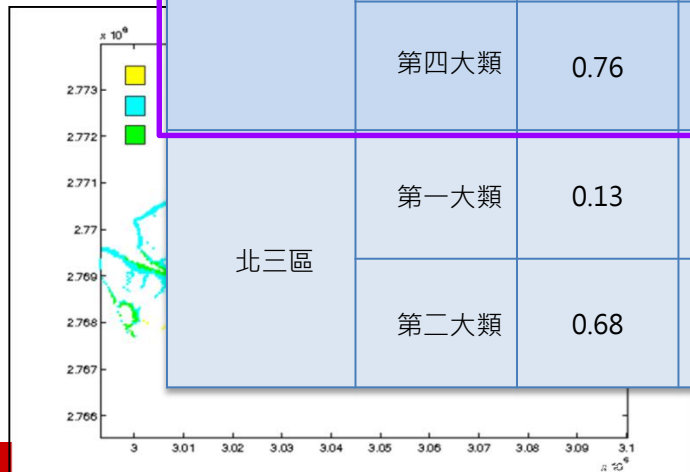
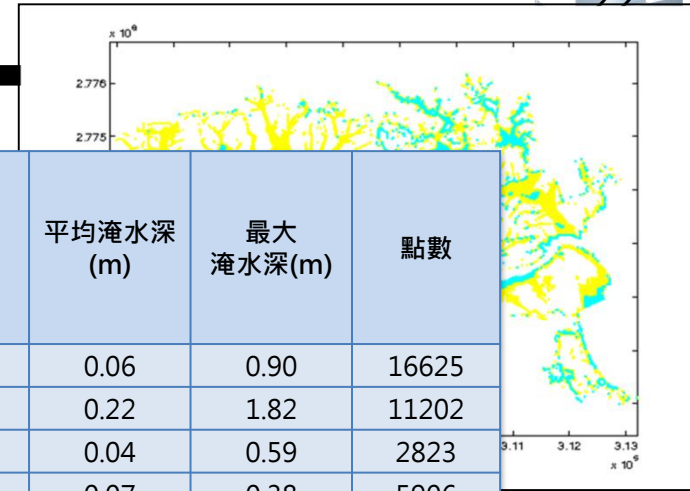
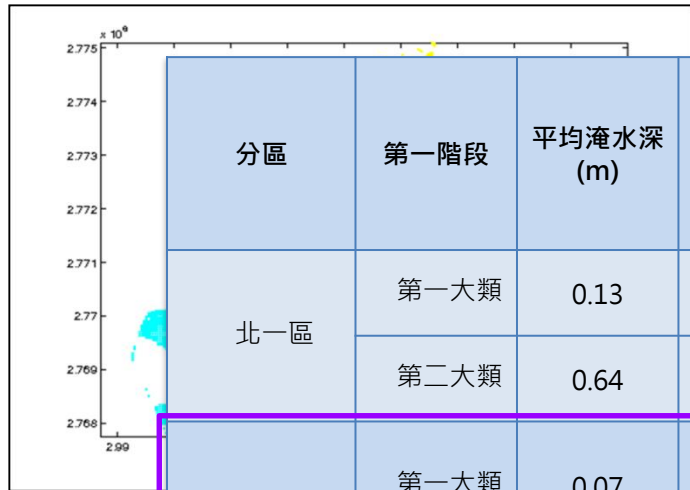
# 聚類分析-台北市

程(z)、坡度、最大淹水深  
等因子分類



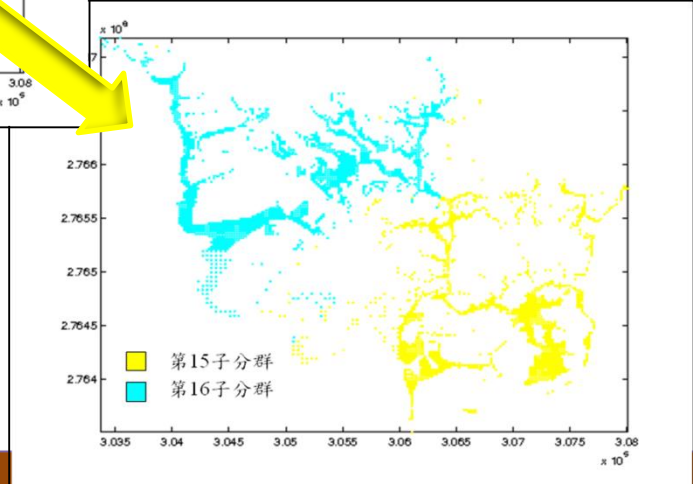
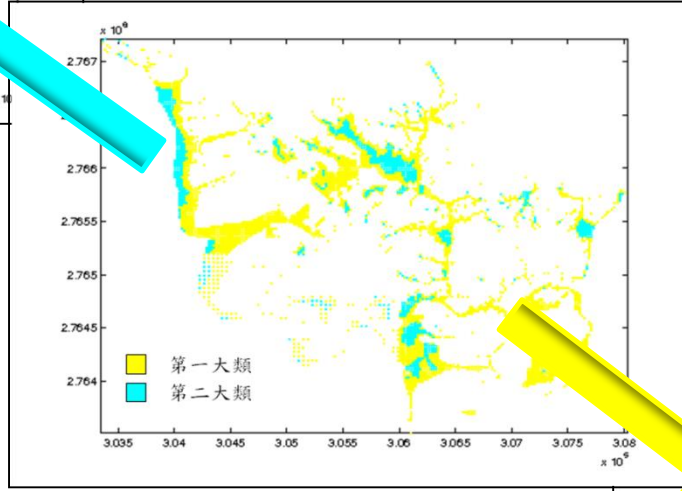
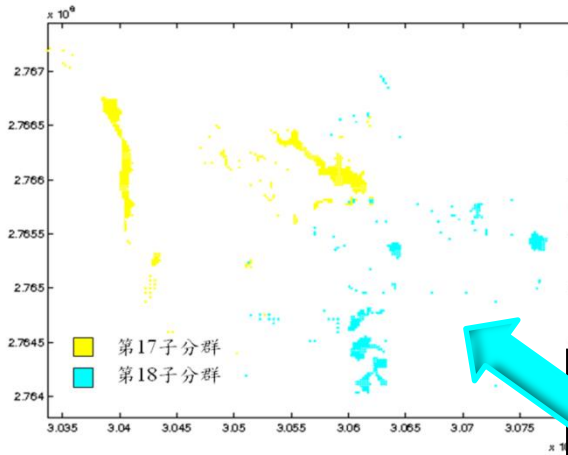
研究成果

# 聚類分析-台北市

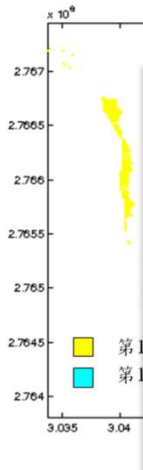


分區	第一階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深(m)	點數	第二階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深(m)	點數
北一區	第一大類	0.13	1.82	27827	第1子分群	0.06	0.90	16625
					第2子分群	0.22	1.82	11202
	第二大類	0.64	4.37	8729	第3子分群	0.04	0.59	2823
					第4子分群	0.07	0.38	5906
北二區	第一大類	0.07	1.69	26617	第5子分群	0.04	0.71	12075
					第6子分群	0.06	0.78	10720
					第7子分群	0.18	1.69	3822
	第二大類	0.13	2.64	27901	第8子分群	0.06	1.11	19772
					第9子分群	0.28	2.64	8129
					第10子分群	0.14	2.41	9342
	第三大類	0.23	2.75	22316	第11子分群	0.29	2.75	12974
					第12子分群	0.73	4.81	3750
					第13子分群	0.68	5.21	4176
					第14子分群	1.47	10.00	642
北三區	第一大類	0.13	2.04	3526	第15子分群	0.14	1.91	1670
					第16子分群	0.12	2.04	1856
	第二大類	0.68	7.04	992	第17子分群	0.63	5.79	579
					第18子分群	0.74	7.04	413

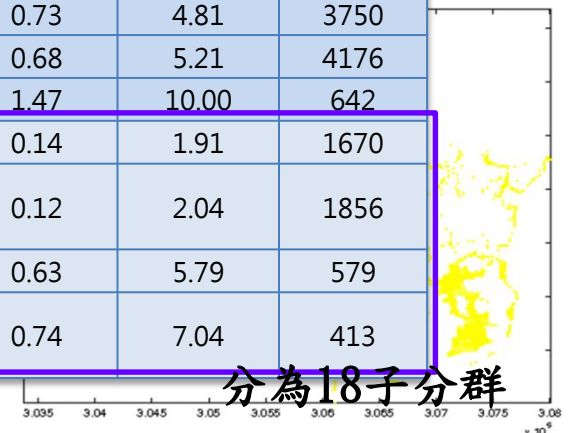
# 聚類分析-台北市



# 聚類分析-台北市



分區	第一階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深 (m)	點數	第二階段	平均淹水深 (m)	最大淹水深 (m)	點數
北一區	第一大類	0.13	1.82	27827	第1子分群	0.06	0.90	16625
					第2子分群	0.22	1.82	11202
	第二大類	0.64	4.37	8729	第3子分群	0.04	0.59	2823
					第4子分群	0.07	0.38	5906
北二區	第一大類	0.07	1.69	26617	第5子分群	0.04	0.71	12075
					第6子分群	0.06	0.78	10720
					第7子分群	0.18	1.69	3822
	第二大類	0.13	2.64	27901	第8子分群	0.06	1.11	19772
					第9子分群	0.28	2.64	8129
	第三大類	0.23	2.75	22316	第10子分群	0.14	2.41	9342
					第11子分群	0.29	2.75	12974
					第12子分群	0.73	4.81	3750
第四大類	0.76	10.00	8568	第13子分群	0.68	5.21	4176	
				第14子分群	1.47	10.00	642	
北三區	第一大類	0.13	2.04	3526	第15子分群	0.14	1.91	1670
					第16子分群	0.12	2.04	1856
	第二大類	0.68	7.04	992	第17子分群	0.63	5.79	579
					第18子分群	0.74	7.04	413



分為18子分群



# 控制點與代表點選取

## □ 控制點選取

### ◆ 經K-Means分群後求得

- 與該子分群中心點之**坐標與淹水特性**最相似的網格點

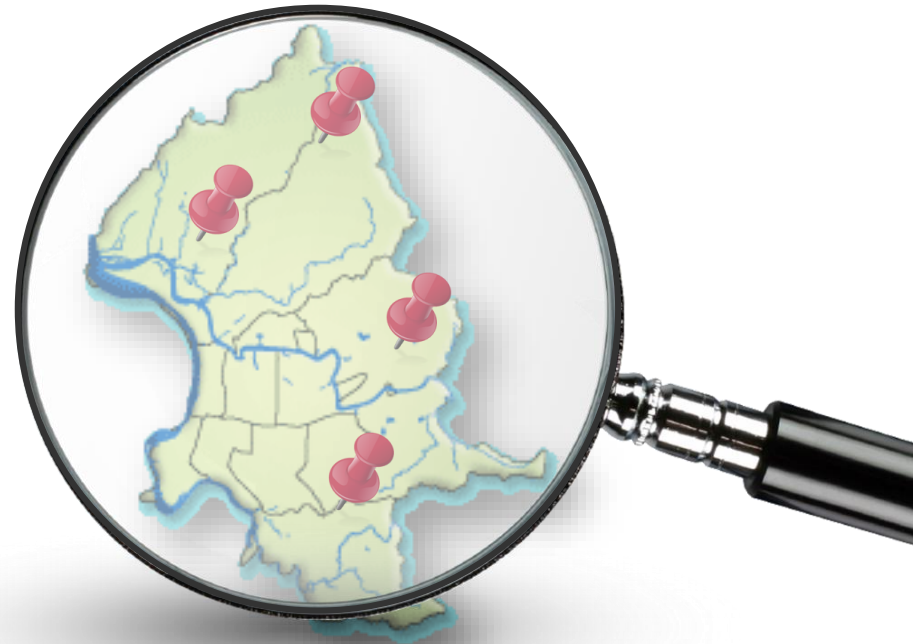
### ◆ 為該子分群平均淹水趨勢

## □ 代表點選取

### ◆ 再次有效減少龐大輸入量

### ◆ 選取規則

- 依各網格點之淹水歷程的 $R^2$ 評估
- 選取 $R^2 \geq 0.9$ 的個數最多為第一個代表點
- 修正其餘的網格點 $R^2 \geq 0.9$ 的個數，重複選取
- 重複選取直到個數等於1為止
- 選取該子分群**平均淹水深**最高的5點



縣市	分群	點數	總點數	代表點比例 %
基隆市	第1子分群	39	337	11.57%
	第2子分群	11	167	6.59%
	第3子分群	6	30	20.00%
	第4子分群	8	105	7.62%
	第5子分群	306	1087	28.15%
	第6子分群	123	402	30.60%
	第7子分群	56	187	29.95%
	第8子分群	23	69	33.33%



縣市	分群	點數	總點數	代表點比例%
台北市	第1子分群	465	11609	4.01%
	第2子分群	160	9913	1.61%
	第3子分群	78	887	8.79%
	第4子分群	43	668	6.44%
	第5子分群	92	3397	2.71%
	第6子分群	285	7637	3.73%
	第7子分群	92	2756	3.34%
	第8子分群	432	17840	2.42%
	第9子分群	205	5645	3.63%
	第10子分群	289	6683	4.32%
	第11子分群	223	3900	5.72%
	第12子分群	66	402	16.42%
	第13子分群	221	3281	6.74%
	第14子分群	38	411	9.25%
	第15子分群	203	1620	12.53%
	第16子分群	233	1608	14.49%
	第17子分群	81	378	21.43%
	第18子分群	56	300	18.67%





縣市	分群	點數	總點數	代表點比例%
新北市	第1子分群	30	156	19.23%
	第2子分群	80	786	10.18%
	第3子分群	86	479	17.95%
	第4子分群	15	170	8.82%
	第5子分群	16	164	9.76%
	第6子分群	9	12	75.00%
	第7子分群	158	2447	6.46%
	第8子分群	69	735	9.39%
	第9子分群	18	224	8.04%
	第10子分群	66	916	7.21%
	第11子分群	44	1735	2.54%
	第12子分群	20	468	4.27%
	第13子分群	136	3300	4.12%
	第14子分群	37	1369	2.70%
	第15子分群	11	99	11.11%
	第16子分群	9	164	5.49%
	第17子分群	10	89	11.24%
	第18子分群	19	260	7.31%
	第19子分群	54	567	9.52%
	第20子分群	42	1692	2.48%
	第21子分群	12	668	1.80%
	第22子分群	9	1412	0.64%
	第23子分群	91	716	12.71%
	第24子分群	9	97	9.28%
	第25子分群	174	1865	9.33%
	第26子分群	22	110	20.00%
	第27子分群	92	1307	7.04%
	第28子分群	21	161	13.04%
	第29子分群	135	1523	8.86%
	第30子分群	11	221	4.98%
	第31子分群	117	621	18.84%
	第32子分群	39	400	9.75%
	第33子分群	20	271	7.38%

縣市	分群	點數	總點數	代表點比例%
桃園縣	第1子分群	140	3084	4.54%
	第2子分群	50	3493	1.43%
	第3子分群	205	5821	3.52%
	第4子分群	37	581	6.37%
	第5子分群	137	3803	3.60%
	第6子分群	118	3220	3.66%
	第7子分群	32	902	3.55%
	第8子分群	159	2856	5.57%
	第9子分群	106	1991	5.32%
	第10子分群	40	528	7.58%
	第11子分群	62	3157	1.96%
	第12子分群	127	3423	3.71%
	第13子分群	49	1176	4.17%
	第14子分群	293	4165	7.03%
	第15子分群	122	2723	4.48%
	第16子分群	90	1924	4.68%
	第17子分群	43	473	9.09%
	第18子分群	24	255	9.41%
	第19子分群	33	582	5.67%
	第20子分群	49	588	8.33%
	第21子分群	7	19	36.84%

減少訓練階段資料量!



## 控制點預測模式:未來1~3小時淹水深

### ◆ 不同預測時距有相異的輸入因子組合

- t+1時刻:6種組合(模式C1-1~6)
- t+2時刻:3種組合(模式C2-1~3)
- t+3時刻:4種組合(模式C3-1~4)

### ◆ 輸入因子

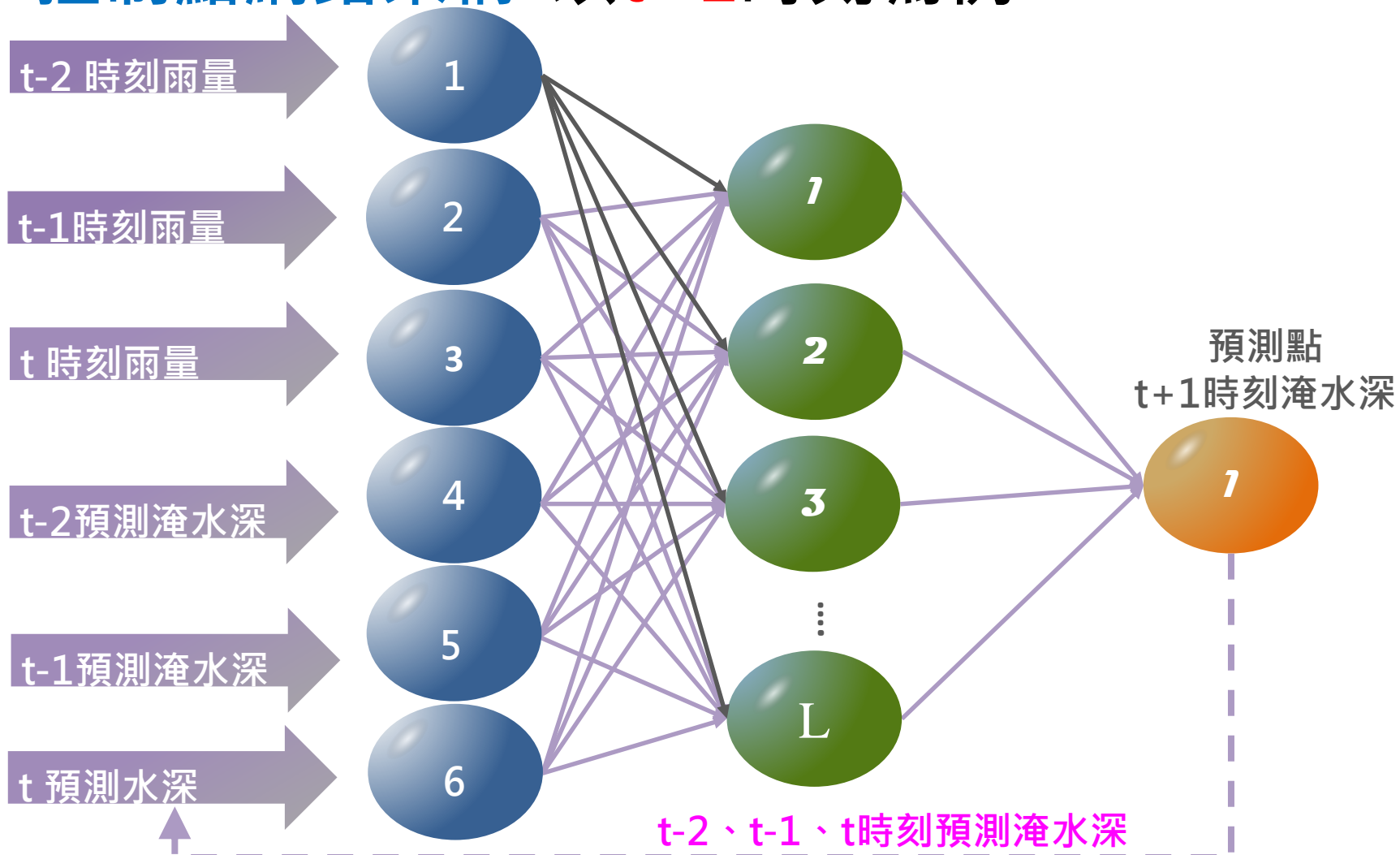
- 雨量資訊、模式回饋預測淹水深、(前一時刻模式預測值)

控制點t+1時刻類神經網路架構表

模式	輸入項	雨量站降雨資訊			模式回饋預測淹水深		
		t時刻	t-1時刻	t-2時刻	t時刻	t-1時刻	t-2時刻
模式C1-1		○			○		
模式C1-2		○	○		○		
模式C1-3		○	○		○	○	
模式C1-4		○	○	○	○		
模式C1-5		○	○		○	○	○
模式C1-6		○	○	○	○	○	○

綜合表現最佳之組合為代表

## 控制點網路架構-以 $t+1$ 時刻為例



## 全域點預測模式:未來1~3小時淹水深

### ◆不同預測時距有相異的輸入因子組合

➤ t+1時刻:6種組合 ; t+2時刻:3種組合 ; t+3時刻:6種組合

### ◆輸入因子

➤ 雨量資訊、模式回饋預測淹水深、(前一時刻模式預測值)、地文資訊、相同時刻控制點預測淹水深

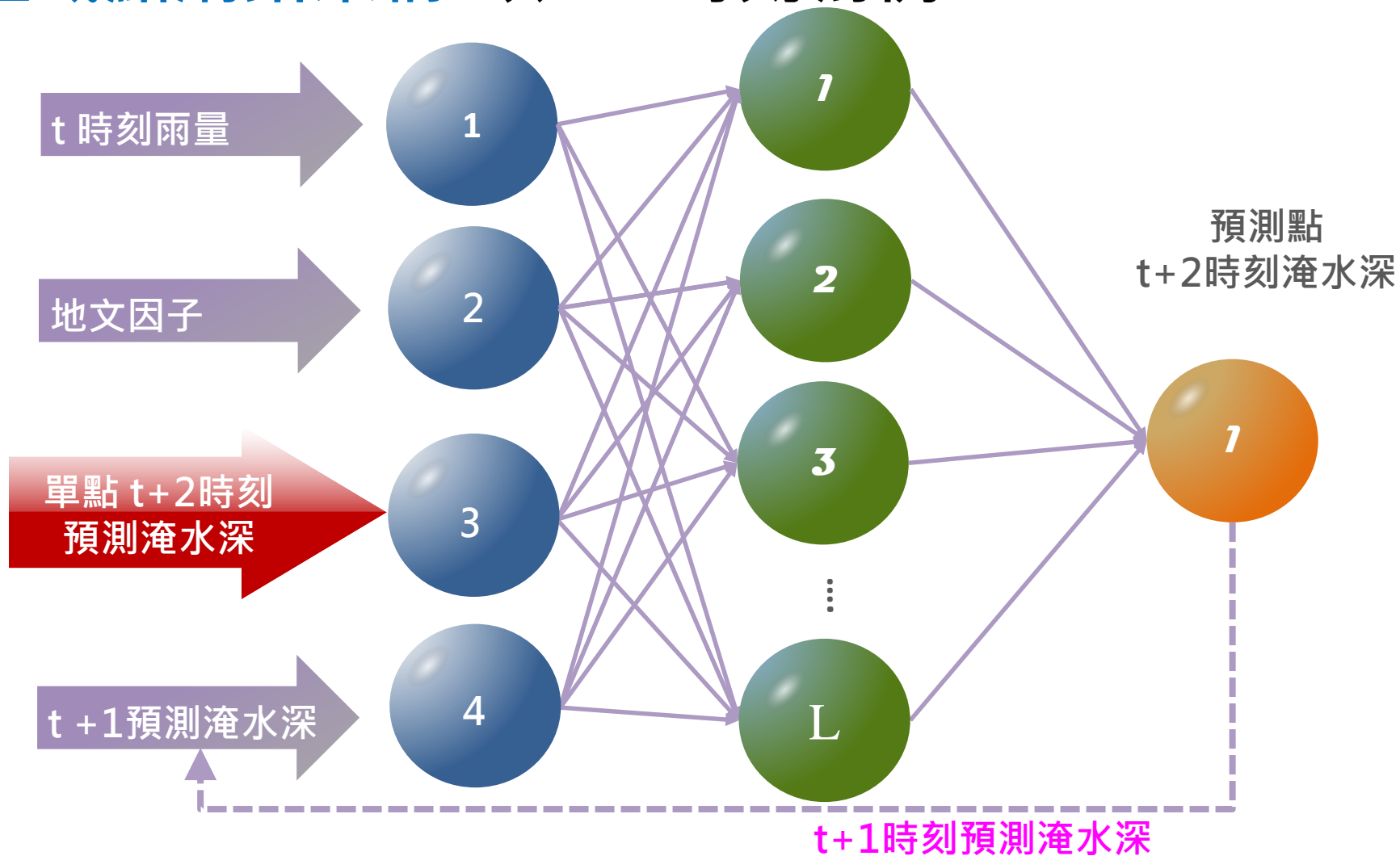
➤ 地文資訊包含:控制點距離倒數、TM二度分帶坐標X及Y、高程(Z)、曼寧係數、平均坡度、代表坡度

代表點t+2時刻類神經網路架構表

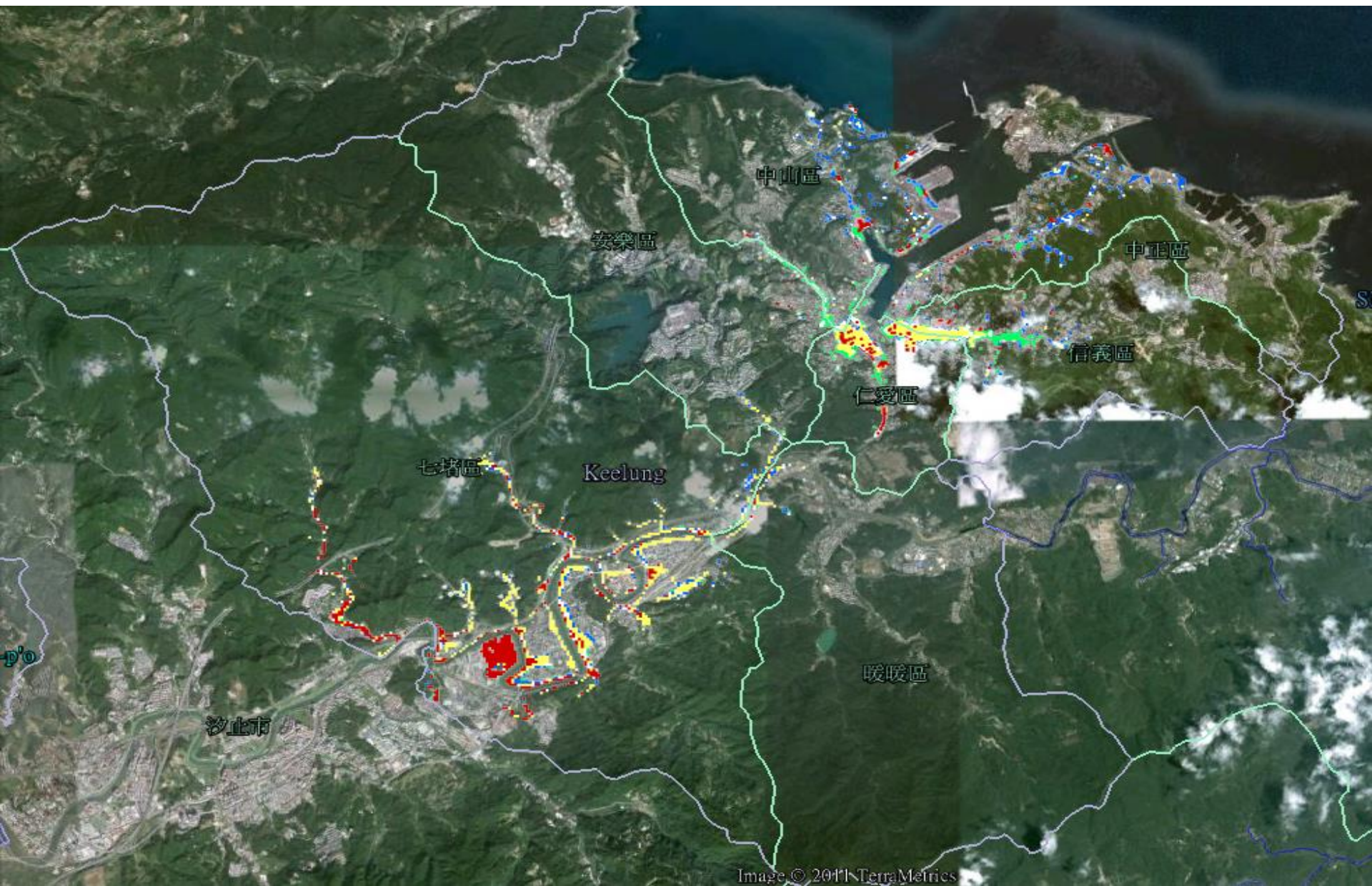
模式 \ 輸入項	雨量站降雨資訊	模式回饋 預測淹水深	t+1模式 預測值	控制點預 測淹水深	4個維度 地文條件 輸入因子
	同前預測 模式架構			同時刻預 測結果	
模式M2-1	○	○		○	○
模式M2-2	○		○	○	○
模式M2-3	○	○	○	○	○



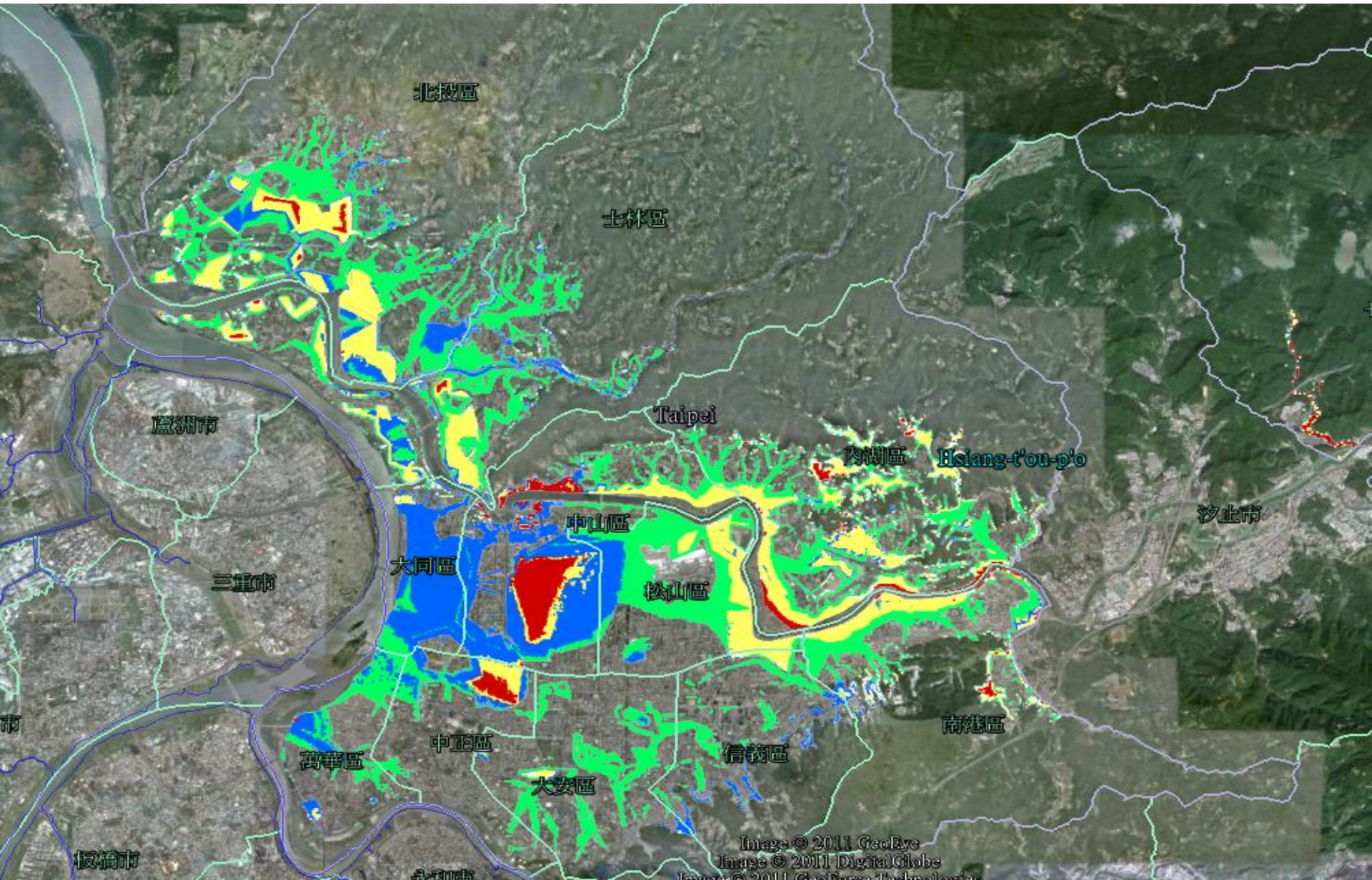
## 全域點網路架構-以 $t+2$ 時刻為例



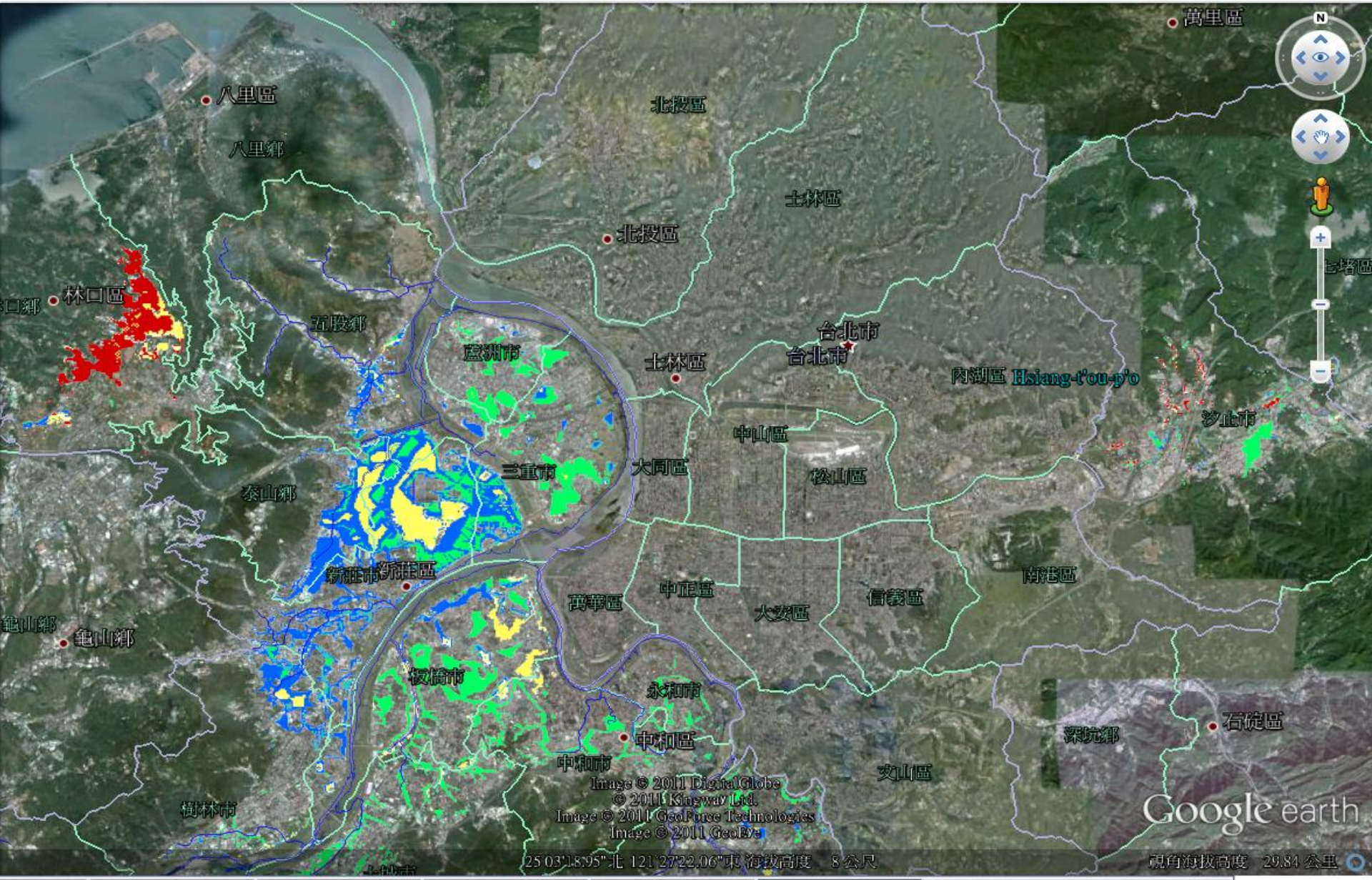
# 區域淹水預測模式-基隆市(2001.9.17)



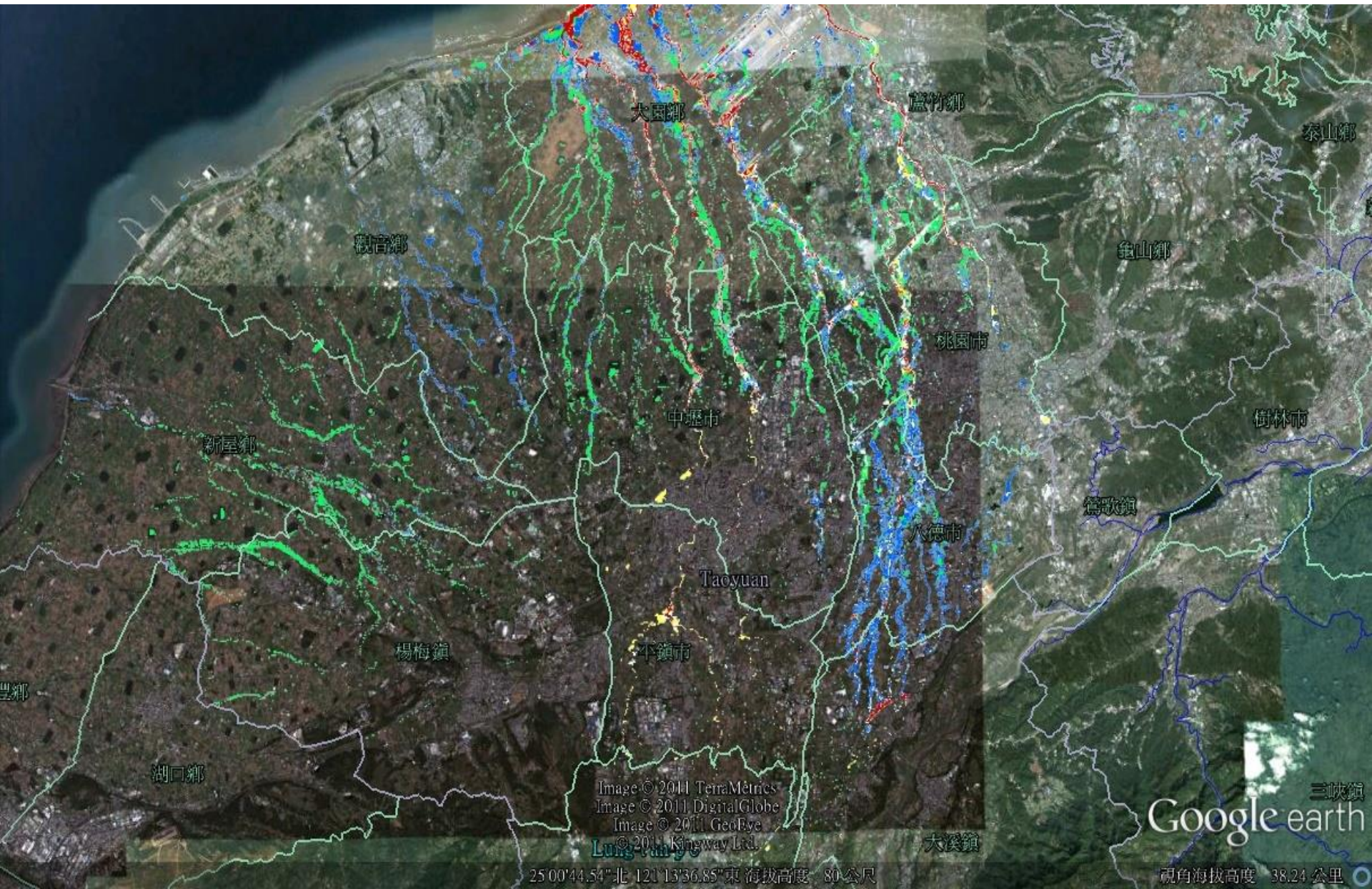
# 區域淹水預測模式-台北市(2001.9.17)



# 區域淹水預測模式-新北市(2001.9.17)



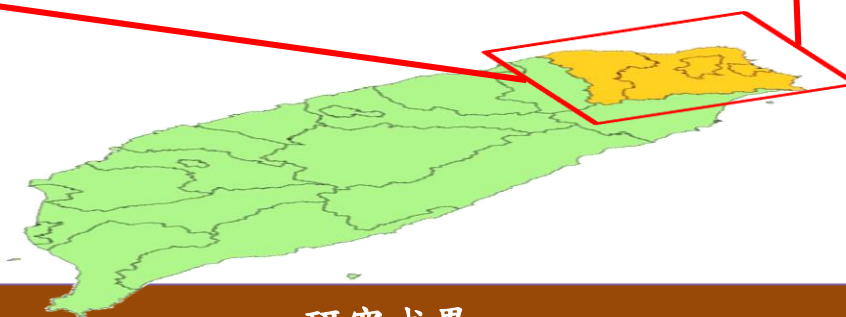
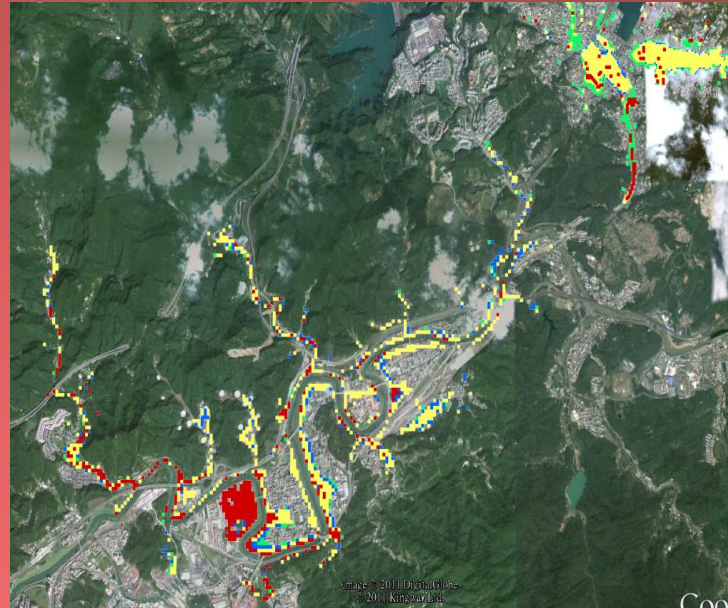
# 區域淹水預測模式-桃園縣(2001.9.17)



實際調查

模式預測

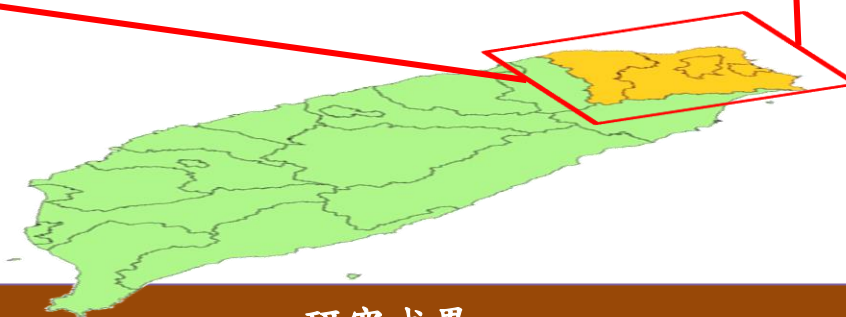
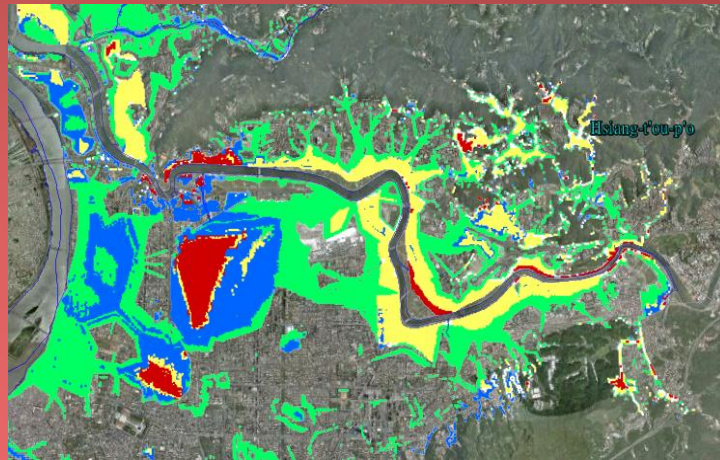
基隆市



實際調查

模式預測

台北市

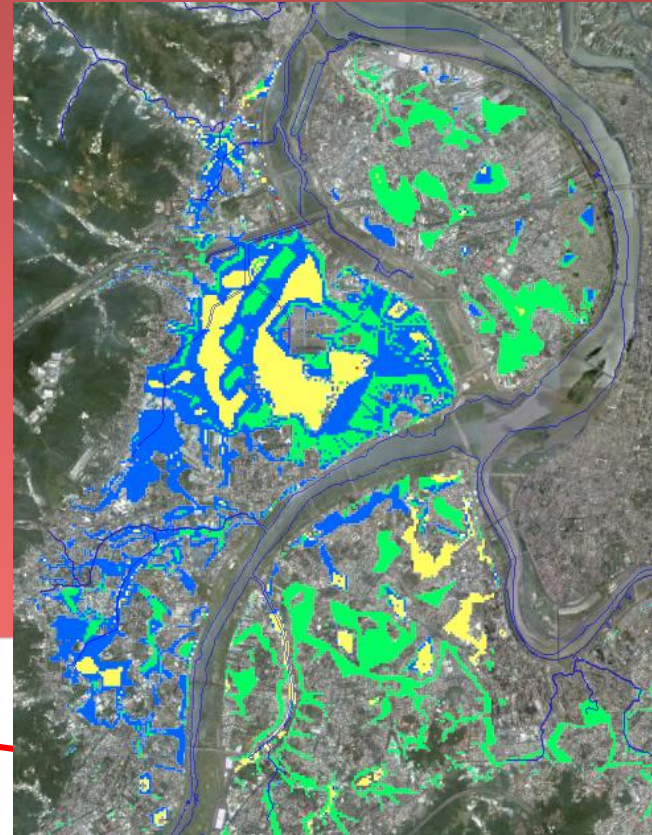


# 預測模式與調查資料比較

實際調查

模式預測

新北市



研究成果



# 區域淹水預測模式-與納莉颱風調查資料比較

經濟部水利署第十河川局納莉調查資料(90年9/13~9/19)					模式預測	
縣市	區域	淹水時間 (hr)	淹水深 (m)	淹水面積 (ha)	淹水深度 (m)	淹水面積 (ha)
基隆市	七堵區	3~8	0.3~7.5	323	0.3~10.6	222
	暖暖區				0.3~6.21	(131)
台北市	內湖區	5~8	0.3~4.6	3770	0.3~10.6	1449 (625)
	南港區				0.3~11.4	
	松山區				0.3~2.4	
	信義區				0.3~2.2	
	大安區				0.3~2.5	
	中山區				0.3~9.3	
	中正區				0.3~3.5	
新北市	汐止區	5~8	0.3~8.5	617	0.3~9.8	227
	瑞芳區	5~8	0.3~7.0	96	-	-
	中和區	3~8	0.3~1.6	516	0.3~4.2	302 (243)
	永和區	3~8	0.3~1.6		0.3~2.5	
	新店區	3~8	0.3~1.6		0.3~3.9	
	板橋區	5~12	0.3~4.8	383	0.3~4.7	302 (207)
	土城區	5~12	0.3~4.8		0.3~5.0	
	三重區	5~8	0.3~1.3	118	0.3~4.0	440 (284)
	蘆洲區	5~8	0.3~1.3		0.3~1.7	
	五股區	5~36	0.3~1.6	817	0.3~4.4	1231 (459)
	新莊區	5~36	0.3~1.6		0.3~4.6	
	樹林區	5~36	0.3~1.6		0.3~4.5	

相當符合  
調查資料

(1)淹水面積些  
微低估  
(2)淹水深相當  
符合

淹水面積低估  
但淹水深相當  
符合

※括號數值為淹水超過3至5小時以上之淹水面積統計

# 區域淹水預測模式-與納莉颱風調查資料比較

經濟部水利署第十河川局納莉調查資料(90年9/13~9/19)					模式預測	
縣市	區域	淹水時間 (hr)	淹水深 (m)	淹水面積 (ha)	淹水深度 (m)	淹水面積 (ha)
基隆市	七堵區	3~8	0.3~7.5	323	0.3~10.6	222
	暖暖區				0.3~6.21	(131)
台北市	內湖區	5~8	0.3~4.6	3770	0.3~10.6	1449 (625)
	南港區				0.3~11.4	
	松山區				0.3~2.4	
	信義區				0.3~2.2	
	大安區				0.3~2.5	
	中山區				0.3~9.3	
	中正區				0.3~3.5	
新北市	汐止區	5~8	0.3~8.5	617	0.3~9.8	227
	瑞芳區	5~8	0.3~7.0	96	-	-
	中和區	3~8	0.3~1.6	516	0.3~4.2	302 (243)
	永和區	3~8	0.3~1.6		0.3~2.5	
	新店區	3~8	0.3~1.6		0.3~3.9	
	板橋區	5~12	0.3~4.8	383	0.3~4.7	302 (207)
	土城區	5~12	0.3~4.8		0.3~5.0	
	三重區	5~8	0.3~1.3	118	0.3~4.0	440 (284)
	蘆洲區	5~8	0.3~1.3		0.3~1.7	
	五股區	5~36	0.3~1.6	817	0.3~4.4	1231 (459)
	新莊區	5~36	0.3~1.6		0.3~4.6	
樹林區	5~36	0.3~1.6	0.3~4.5			

相當符合  
調查資料

(1)淹水面積些微低估  
(2)淹水深相當符合

瑞芳無淹水  
模擬資料

較大高估但  
多屬低淹水  
級距

※括號數值為淹水超過3至5小時以上之淹水面積統計

新聞媒體報章資料(90年9/13~9/19)					模式預測	
縣市	區域	淹水時間 (hr)	淹水深 (m)	淹水面積 (ha)	淹水深度 (m)	淹水面積 (ha)
桃園縣	中壢市	-	0.5~1.0	龍崗地區	0.3~9.3	561
	大溪鎮	-	0.5~0.7	楊梅環南路 236巷積水	0.5~9.8	181
	八德市	-	0.5~1.0	高城二街、龍 潭三坑村、中 興路積水	0.5~7.9	465
	新屋鄉	-	0~0.5	-	0.1~2.0	819
	平鎮市	-	0~0.3	金陵路二段、 中豐路積水	0.1~7.7	500
	桃園市	-	0.7~1.5	龍華街、上海 街、國際路積 水	1.0~5.1	145
	大園鄉	-	一層樓	-	0.3~9.1	262

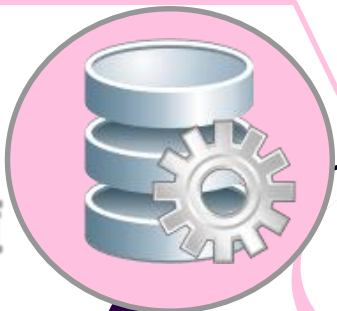
- 1.與新聞媒體等調查資料做比對
- 2.以大園鄉淹水最嚴重
- 3.模式預估淹水深有一定準確性

# 自動化即時預報系統

## 資料庫伺服器

- 水利署降雨量資料
- 水利署流量資料
- 中央氣象局降雨量資料

資料庫



## 模組伺服器

- **Model 模組**  
使用模組資料庫管理不同的水文模式
- **資料管理模組**  
資料提供可透過各種的資料表做查詢

模組伺服器



智慧型水文資訊整合平台  
**Intelligent Hydroinformatics  
Integration Platform**

使用者



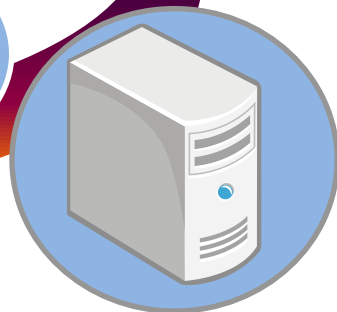
## 使用者介面

- 展示
- 使用者輸入

## 展示模組

- **Google Maps 伺服器模組**  
Google Maps API 整合  
Google Maps 嵌入任何網頁
- **網頁伺服器模組**  
最新的web技術

展示模組

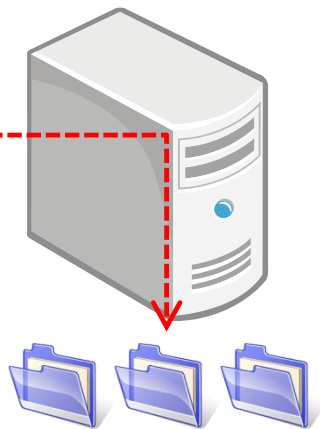


## 系統架構-資料流程圖

預報系統



檔案伺服器



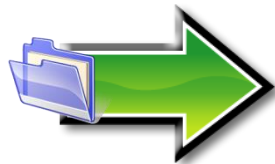
使用者介面



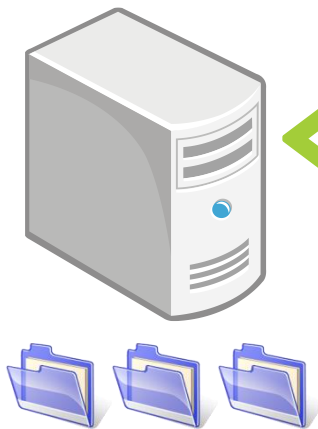
預報結果檔

## 系統架構-資料流程圖

預報系統



檔案伺服器



使用者介面



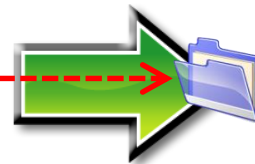
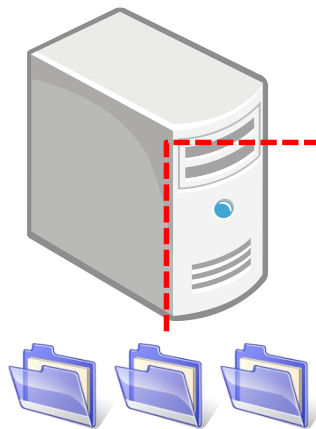
預報結果檔

## 系統架構-資料流程圖

預報系統



檔案伺服器

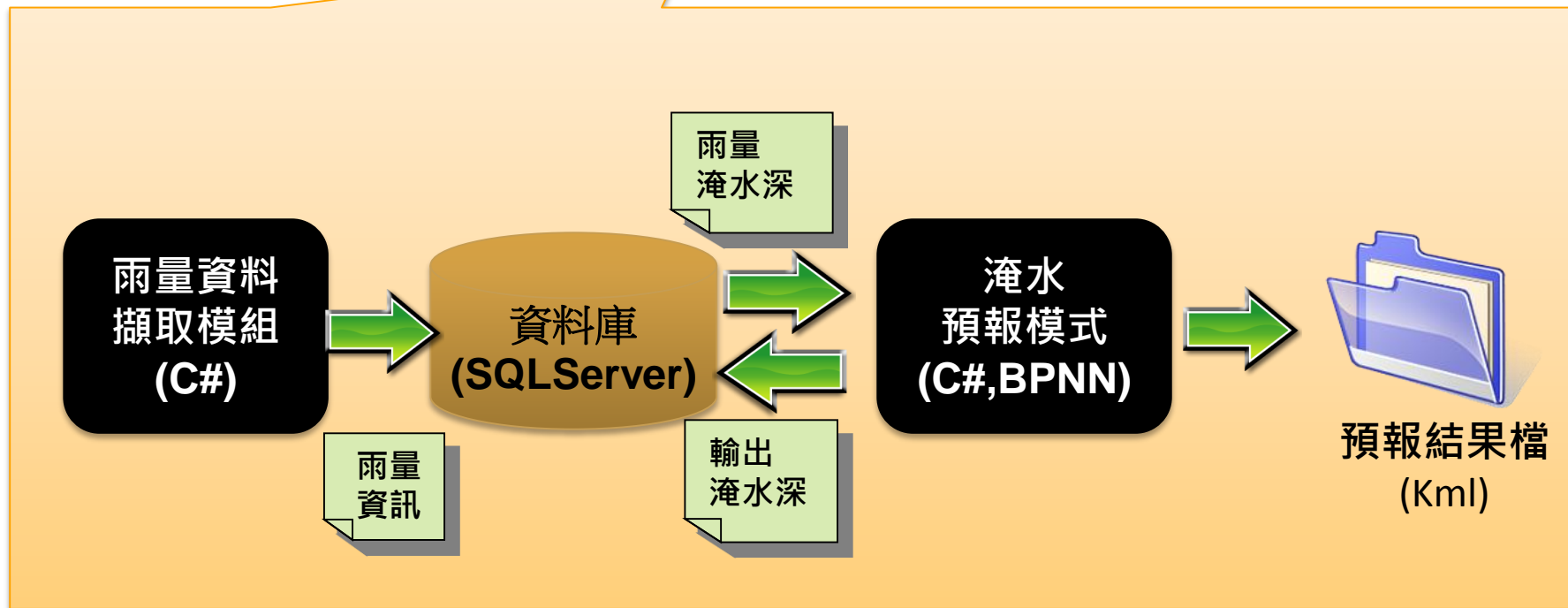


使用者介面



預報結果檔

## 系統架構-預報系統





## 系統架構-資料庫關聯圖





### 經濟部水利署

### 自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時25分

預報時間：

圖示說明



淹水區域

KML下載

※下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域： 預報時刻：

淹水資訊：

鄉鎮市區	村里	淹水深(m)
------	----	--------



地圖資料©2013 AutoNavi, Google, Kingway 使用條款



經濟部水利署

自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時28分

預報時間：2001年09月18日23時



淹水區域

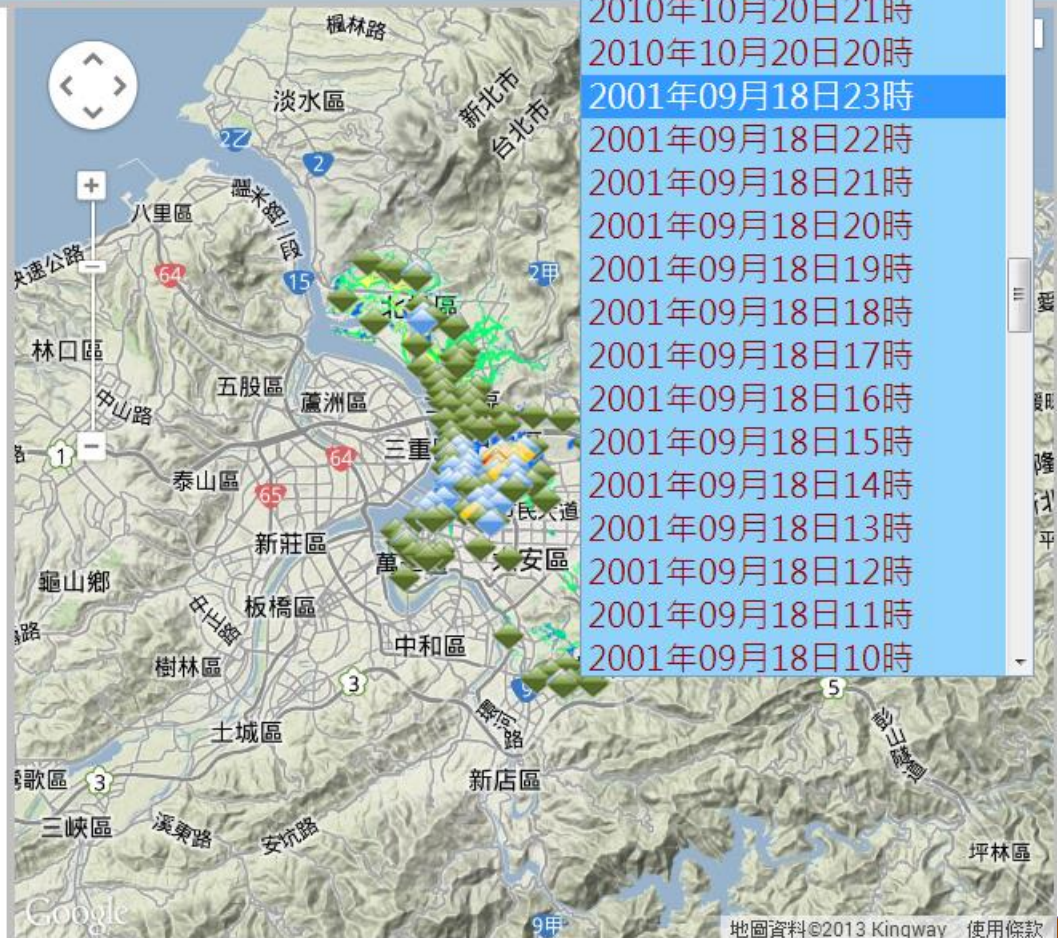
KML下載

※下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域：台北市 預報時刻：未來1小時

淹水資訊：各村里平均

鄉鎮市區	村里	淹水深(m)
士林區	永倫里	0.19
士林區	百齡里	0.23
士林區	承德里	0.30
士林區	明勝里	0.25
士林區	社子里	0.12
士林區	社園里	0.45
士林區	社新里	0.32
士林區	前港里	0.80
士林區	後港里	0.24
士林區	富光里	0.16
士林區	義信里	0.15
士林區	葫東里	0.21
士林區	葫蘆里	0.25
士林區	福中里	0.27
士林區	福安里	0.17
士林區	福佳里	0.26
士林區	福華里	0.27





### 經濟部水利署

### 自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時29分

預報時間：

圖示說明



淹水區域

KML下載

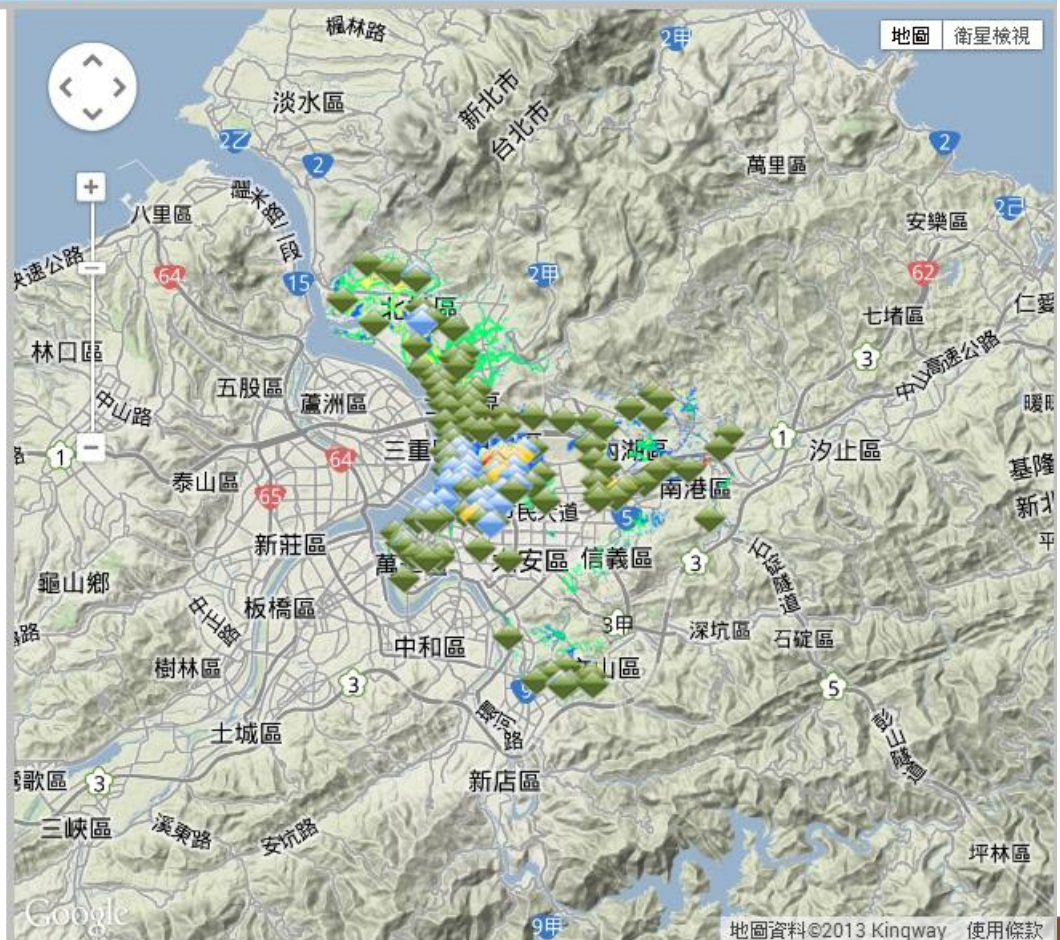
※下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域： 預報時刻：

淹水資

村里平均

鄉鎮	村里	淹水深(m)
士林區	永倫里	0.19
士林區	百齡里	0.23
士林區	承德里	0.30
士林區	明勝里	0.25
士林區	社子里	0.12
士林區	社園里	0.45
士林區	社新里	0.32
士林區	前港里	0.80
士林區	後港里	0.24
士林區	富光里	0.16
士林區	義信里	0.15
士林區	葫東里	0.21
士林區	葫蘆里	0.25
士林區	福中里	0.27
士林區	福安里	0.17
士林區	福佳里	0.26
士林區	福華里	0.27



地圖資料©2013 Kingway 使用條款



## 經濟部水利署

## 自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時30分

預報時間：

圖示說明



淹水區域

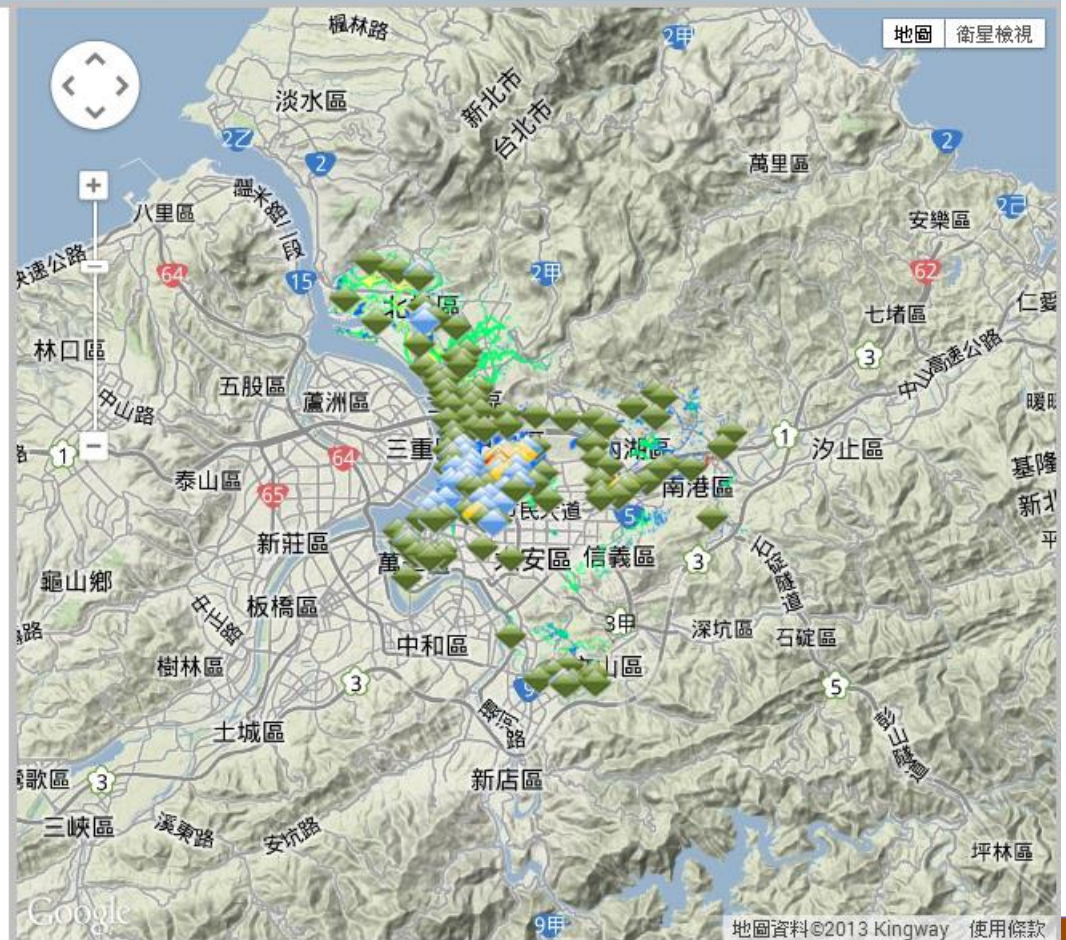
KML下載

\*下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域： 預報時刻：

淹水資訊：

鄉鎮市區	村里	淹水深(m)
士林區	永倫里	0.19
士林區	百齡里	0.23
士林區	承德里	0.30
士林區	明勝里	0.25
士林區	社子里	0.12
士林區	社園里	0.45
士林區	社新里	0.32
士林區	前港里	0.80
士林區	後港里	0.24
士林區	富光里	0.16
士林區	義信里	0.15
士林區	葫東里	0.21
士林區	葫蘆里	0.25
士林區	福中里	0.27
士林區	福安里	0.17
士林區	福佳里	0.26
士林區	福華里	0.27



地圖資料©2013 Kingway 使用條款



## 經濟部水利署

## 自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時39分

預報時間：

圖示說明



淹水區域

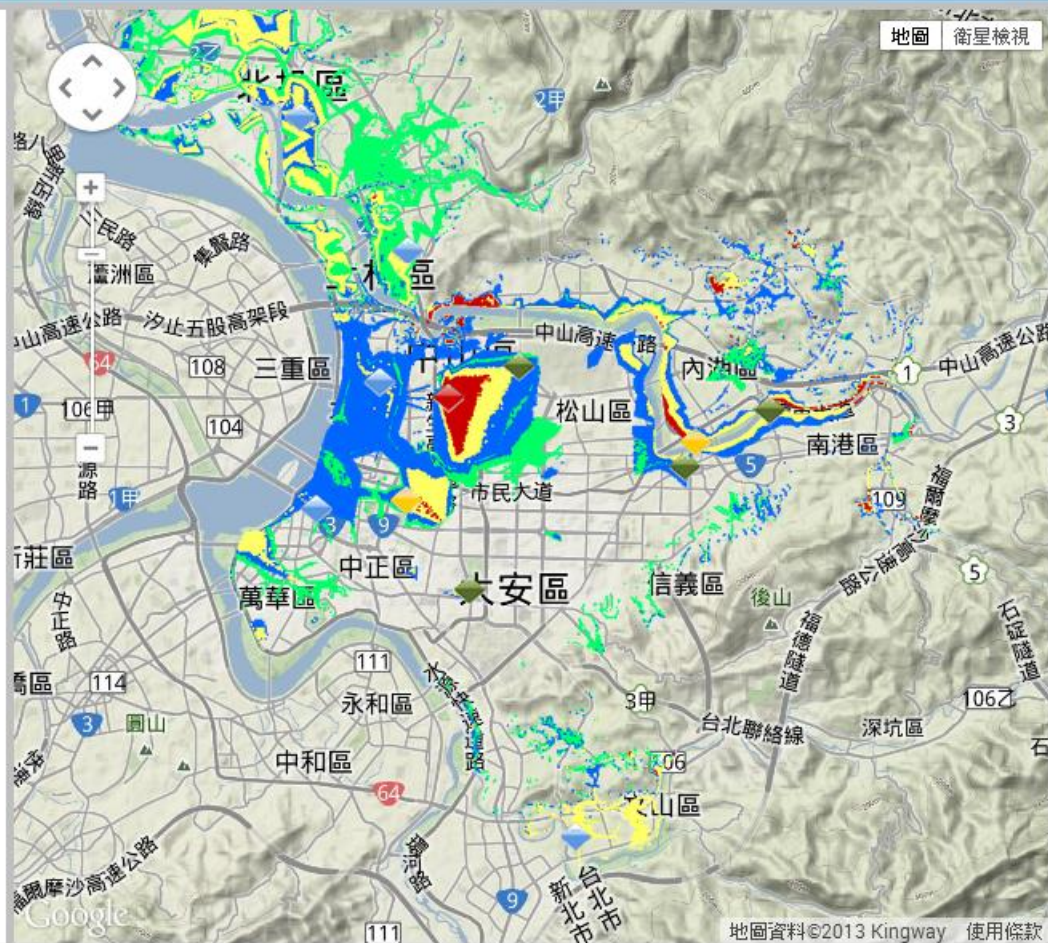
KML下載

※下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域： 預報時刻：

淹水資訊：

縣市	<input type="text" value="鄉鎮市區最大"/>	淹水深(m)
台北市	中正區	1.78
台北市	大同區	0.86
台北市	中山區	2.54
台北市	松山區	0.49
台北市	大安區	0.37
台北市	萬華區	0.77
台北市	信義區	0.42
台北市	士林區	0.80
台北市	北投區	0.61
台北市	內湖區	1.05
台北市	南港區	0.44
台北市	文山區	0.85





## 經濟部水利署

## 自動化即時淹水預報系統

現在時間：2013年12月02日 11時40分

預報時間：

圖示說明



淹水區域

KML下載

※下載之kml(kmz)檔需使用Google Earth開啟

區域： 預報時刻：

淹水資訊：

縣市	鄉鎮市區	淹水深(m)
台北市	中正區	1.78
台北市	大同區	0.86
台北市	中山區	2.54
台北市	松山區	0.49
台北市	大安區	0.37
台北市	萬華區	0.77
台北市	信義區	0.42
台北市	士林區	0.80
台北市	北投區	0.61
台北市	內湖區	1.05
台北市	南港區	0.44
台北市	文山區	0.85

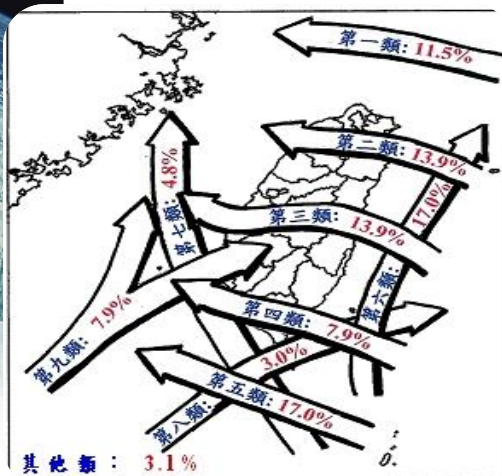


地圖資料©2013 Kingway 使用條款

## 背景說明



⇒ **全球氣候變遷** : 極端水文現象頻繁



⇒ **地形位置特殊** : 平均全年遭受 3~4個颱風侵襲



**狹長型島嶼** :  
河川坡陡流急，  
逕流停滯時間短暫，  
上游洪水在短時間內抵達下游

**水庫洩洪** : 相關決策單位會提前數小時  
告知媒體及警告下游居民

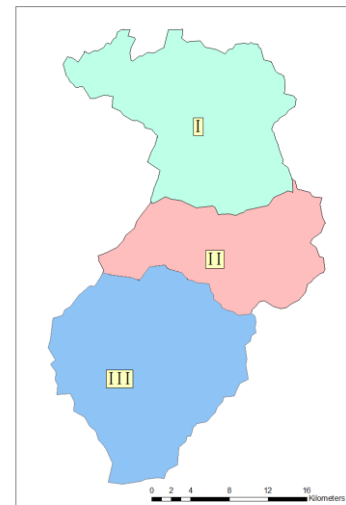


## 研究區域

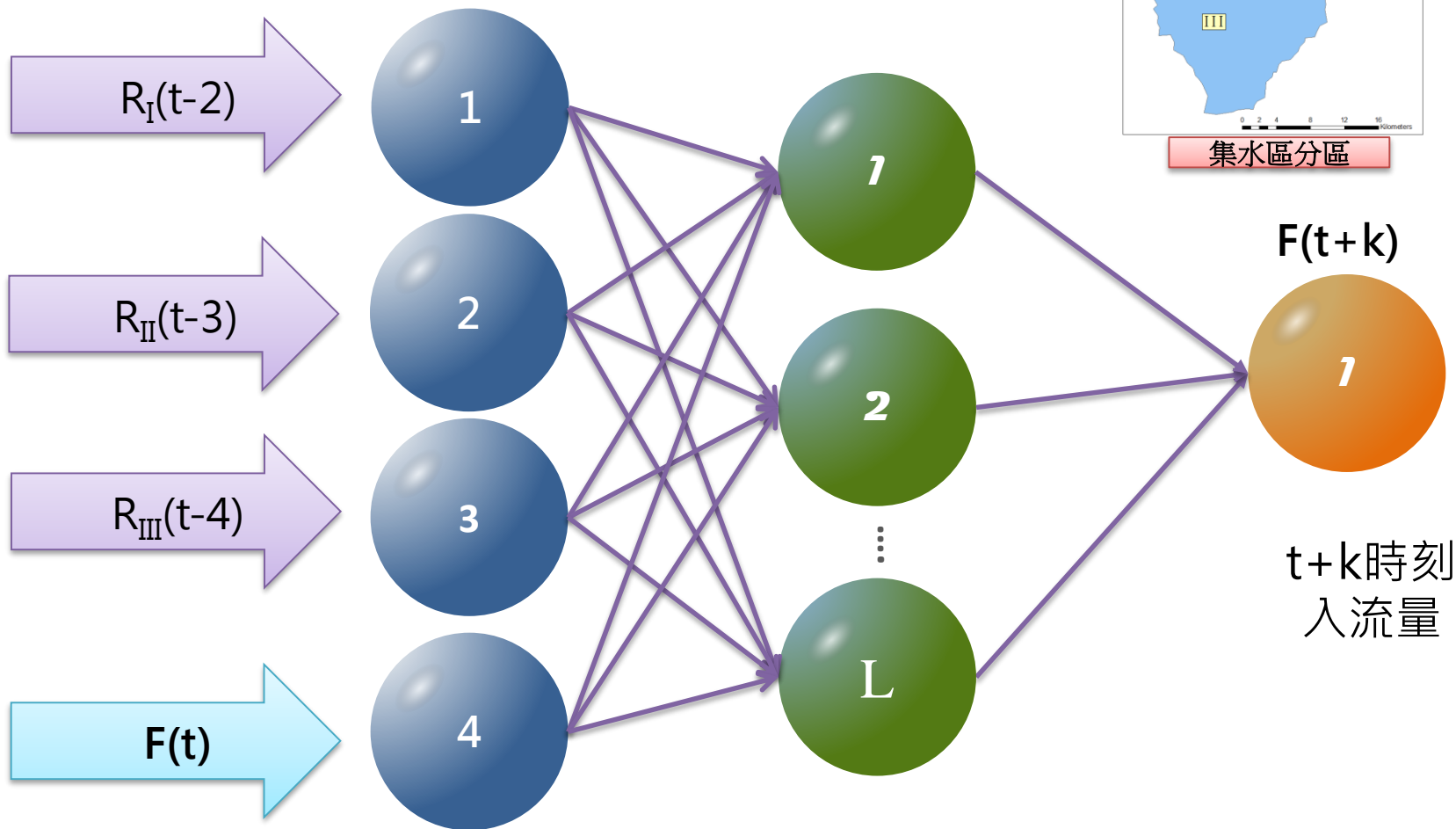


# 集水區入流推估

## 網路架構-以石門水庫為例

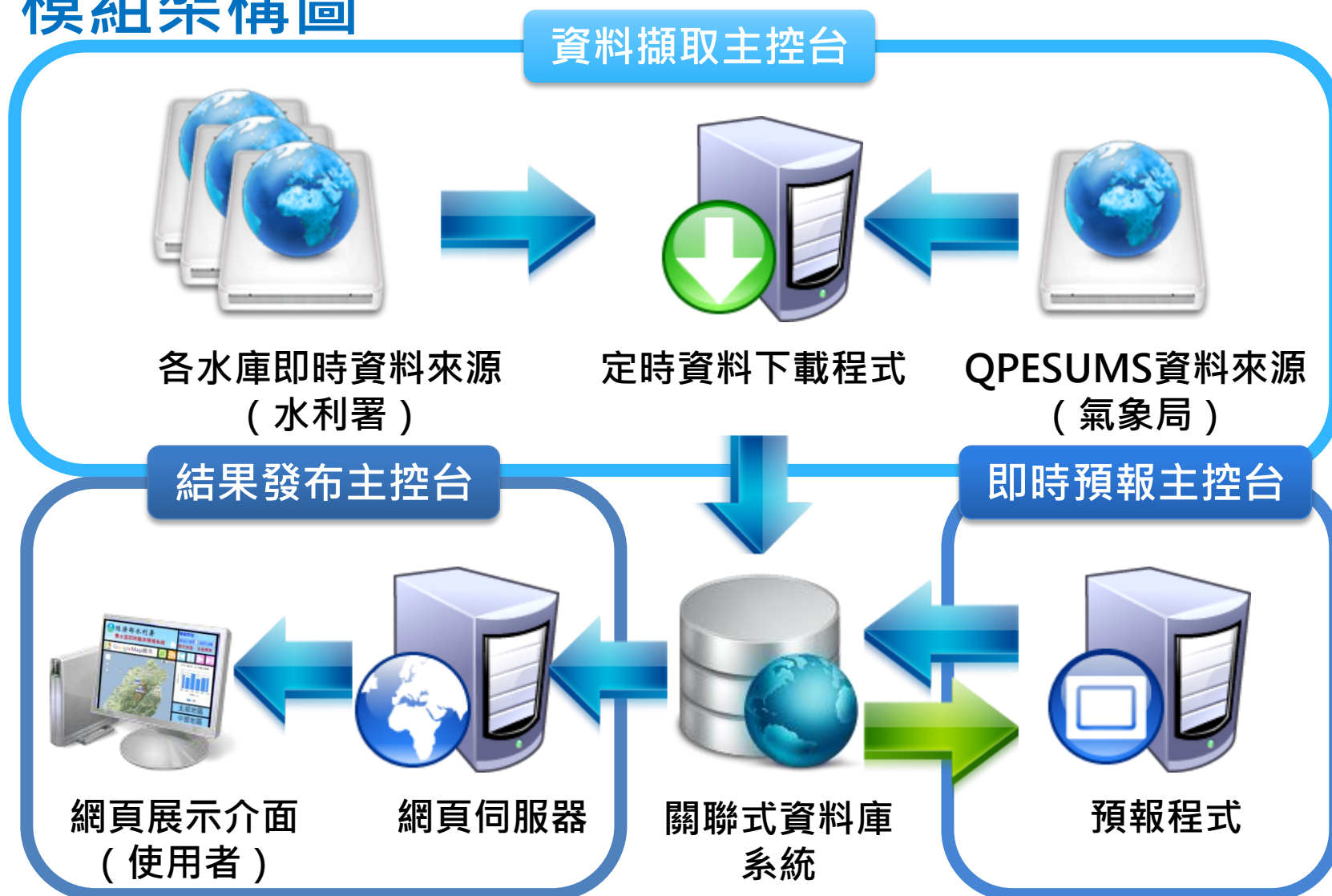


集水區分區



# 集水區入流推估

## 模組架構圖



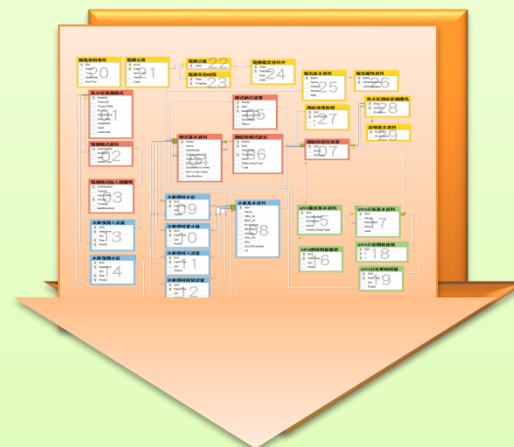
# 集水區入流推估



關聯式資料庫系統

時間	石門	龍潭	高義	巴陵	楓樹坑	玉峰	白石	鎮西橋	石碇山	泉城	十站加權平均	十站實際平均
hr	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2012/8/21 1:00	1	1	4	8	15	5	21	27	15	16	14.2	13.3
2012/8/21 2:00	1	2	5	5	2	4	14	17	12	4	7.5	6.6
2012/8/21 3:00	1	0	1	3	4	0	0	1	13	10	3.2	3.3
2012/8/21 4:00	0	2	3	4	4	3	5	5	19	3	5.7	4.8
2012/8/21 5:00	0	2	0	0	1	0	0	1	11	2	2.2	1.7
2012/8/21 6:00	1	0	3	0	1	0	1	3	14	1	3	2.4
2012/8/21 7:00	1	4	0	1	0	0	0	1	9	0	2.2	1.6
2012/8/21 8:00	0	8	3	7	12	3	3	3	12	27	7.2	7.8
2012/8/21 9:00	7	26	14	21	12	15	11	11	19	20	16.4	15.6
2012/8/21 10:00	3	24	7	7	6	6	7	9	37	13	14.4	11.9
2012/8/21 11:00	14	6	3	3	2	1	3	3	10	6	4.8	5.1
2012/8/21 12:00	3	8	2	2	1	0	0	0	8	3	3.2	2.7
2012/8/21 13:00	2	4	0	1	2	0	0	2	9	4	2.8	2.4
2012/8/21 14:00	1	3	8	2	2	1	1	1	8	3	3.3	3
2012/8/21 15:00	12	0	12	7	2	2	0	1	4	3	3.4	4.3
2012/8/21 16:00		51.44		248.8		443.54		532.24		686.39		
最大值		51.44		248.8		444.25		533.02		688.09		0
最大值時間		2012/8/21 16:00		2012/8/21 14:00		2012/8/21 14:00		2012/8/21 14:00		2012/8/21 14:00		2012/8/21 17:00
最小值		50.52		247.03		441.05		532.23		686.39		0
最小值時間		2012/8/21 1:00		2012/8/21 1:00		2012/8/21 1:00		2012/8/21 1:00		2012/8/21 16:00		2012/8/21 17:00

資料



關聯圖

資料庫

## 展示介面

The screenshot shows the user interface of the 'Economic Water Resources Bureau' (經濟部水利署) 'Basin Inflow Estimation System' (集水區即時颱洪預報系統). The interface is organized into several sections:

- Header:** Features the bureau's logo and name, the system title, and a home icon.
- Forecast Time:** A dropdown menu showing '2013/08月' and '30日02時', with a red warning message: '現時刻預報未完成' (Forecast for current time not completed).
- Navigation:** Includes a 'GoogleMap' icon, a 'Historical Typhoon Events' (歷史颱洪事件) button, and navigation controls (RSS, save, back, forward).
- Regional Selection:** Three buttons for 'Northern Region' (北部地區), 'Central Region' (中部地區), and 'Southern Region' (南部地區).
- Reservoir Data:** A table displaying data for three reservoirs: Shimen (石門水庫),德基 (德基水庫), and Zengwen (曾文水庫).
- Footer:** Includes the National Taiwan University (國立台灣大學) Bioenvironmental Systems Engineering (生物環境系統工程學系) logo and a copyright notice.

Region	Reservoir	Current Water Level	Current Flow	24h Accumulated Rainfall	Forecast
North	石門水庫	242.5m	113cms	19mm	Available
Central	德基水庫	-m	-cms	-mm	暫無預報資料
South	曾文水庫	226.54m	602cms	304mm	Available

國立台灣大學  
生物環境系統工程學系  
Bioenvironmental Systems Engineering

本網站著作權屬於經濟部水利署、台灣大學及淡江大學所有，未經同意請勿任意轉載、盜用、商業用途、印刷及其他侵權行為。

Water Resources & Environmental Engineering  
T K U

# 集水區入流推估

## Google Map展示介面

**經濟部水利署**  
集水區即時飈洪預報系統

預報時刻：  
2013/08月 30日02時  
現時刻預報未完成

GoogleMap 歷史飈洪事件

測站資訊縮圖  
(點選後將展示於右方圖表)

石門水庫

時間(hour)	雨量(mm)
10時	0.00
11時	0.04
12時	0.01
01時	0.00
02時	0.12

北部地區  
中部地區  
南部地區

國立台灣大學 生物環境系統工程學系  
Bioenvironmental Systems Engineering

本網站著作權屬於經濟部水利署、台灣大學及淡江大學所有，未經同意請勿任意轉載、盜用、商業用途、印刷及其他侵權行為。

Water Resources & Environmental Engineering  
T K U

## 背景說明

防洪  
安全

減淤  
延壽

穩定  
供水



## 背景說明

防洪  
安全

減淤  
延壽

穩定  
供水

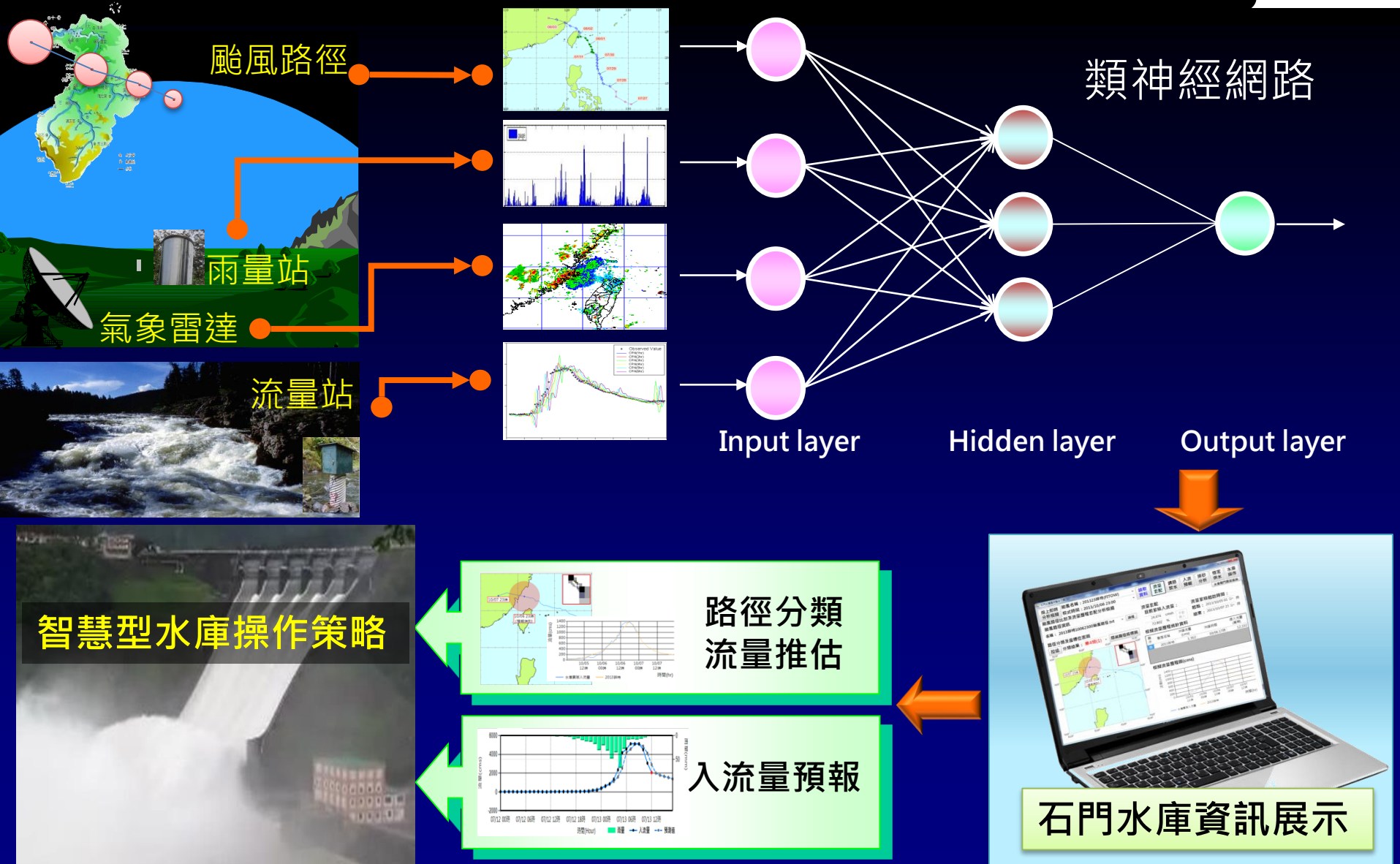


建立決策支援系統

智慧型水庫操作模式

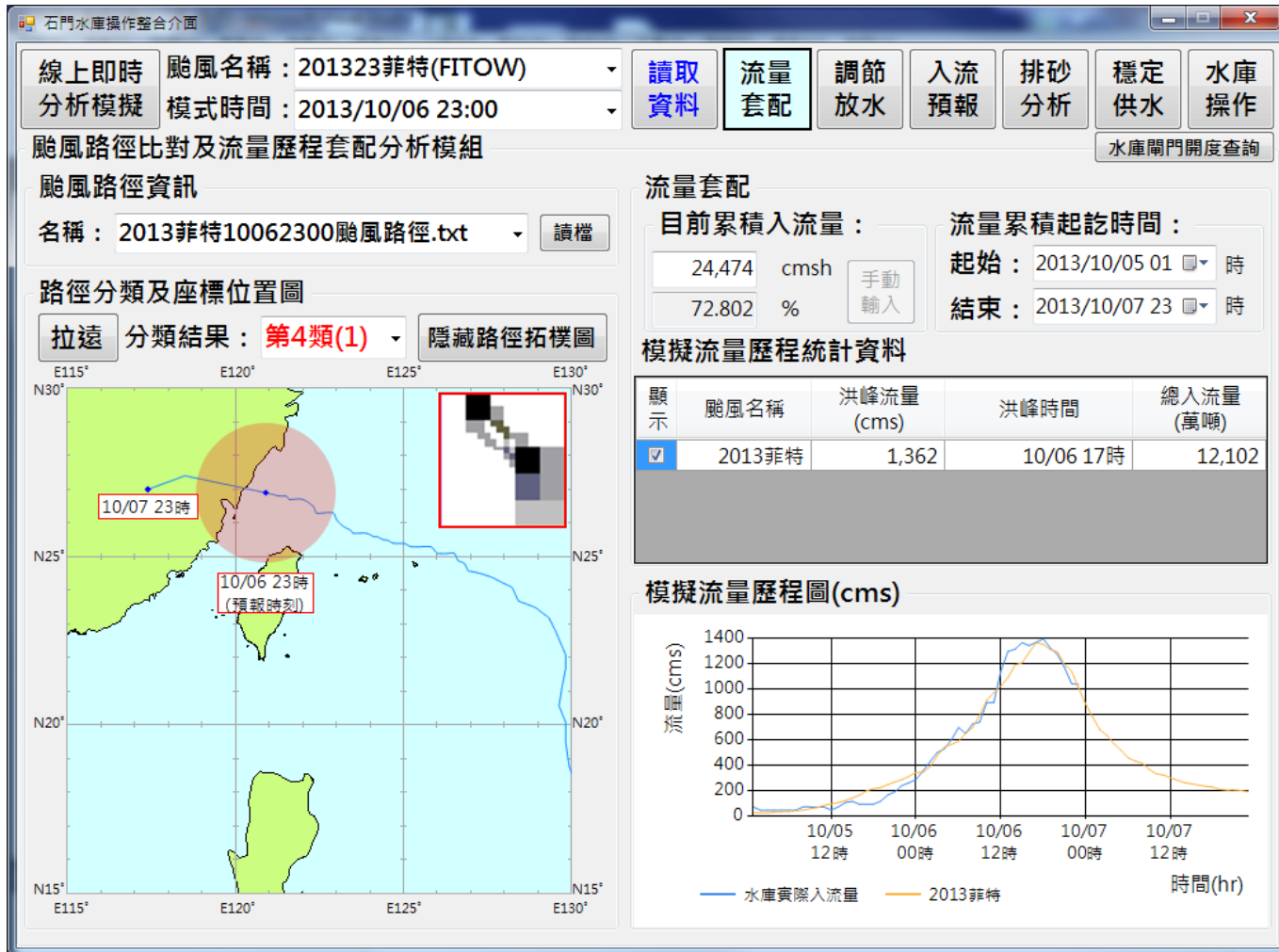


# 水庫防洪支援決策系統



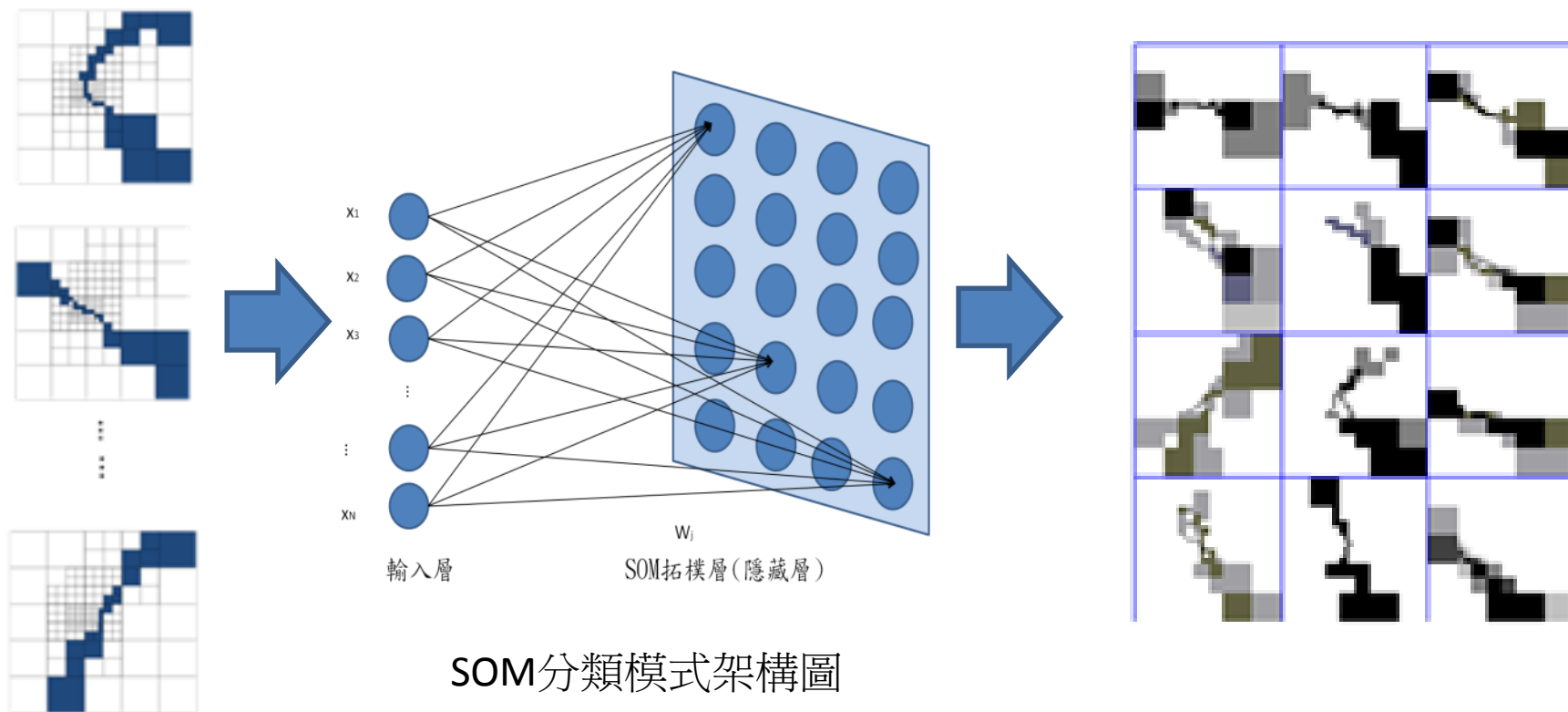
# 水庫防洪支援決策系統

## 展示介面



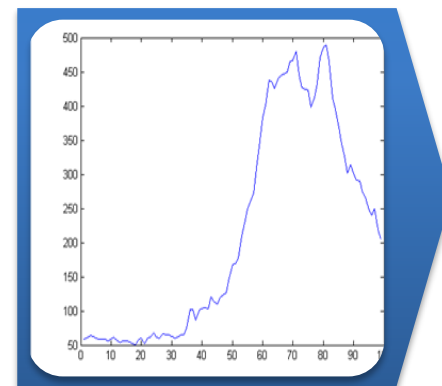
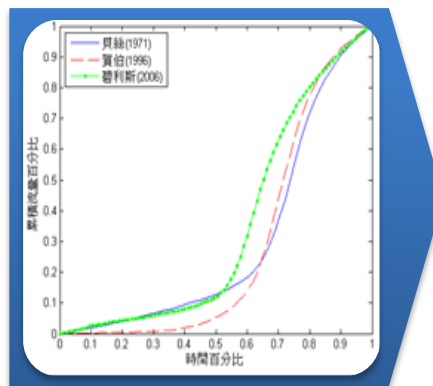
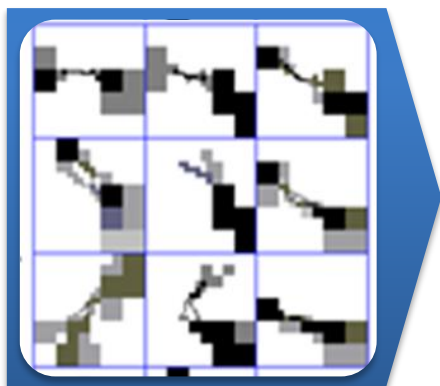
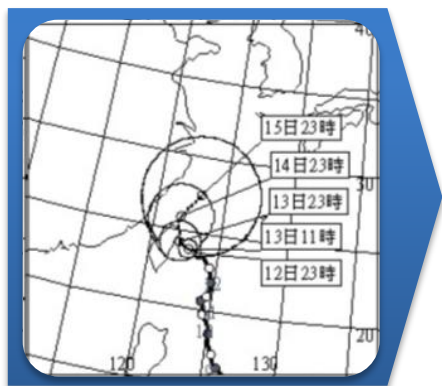
## 颱風路徑分類

為石門水庫客製化之網格



## 流量歷程套配

1. 輸入氣象局颱風警報單預報路徑
2. 使用訓練完成之SOM分類模式進行路徑分類
3. 從該類別累積流量百分比曲線分析目前流量所占比例
4. 以颱風離開時間(事件時間)推估總流量及流量歷程



## 系統介面

石門水庫操作整合介面

線上即時分析模擬 颱風名稱：201323菲特(FITOW) 模式時間：2013/10/06 23:00

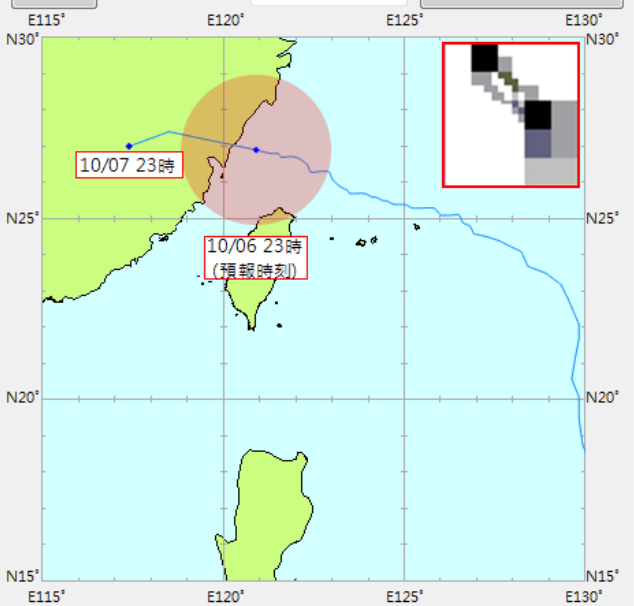
讀取資料 流量套配 調節放水 入流預報 排砂分析 穩定供水 水庫操作

水庫閘門開度查詢

颱風路徑比對及流量歷程套配分析模組

颱風路徑資訊  
名稱：2013菲特10062300颱風路徑.txt 讀檔

路徑分類及座標位置圖  
拉遠 分類結果：第4類(1) 隱藏路徑拓樸圖

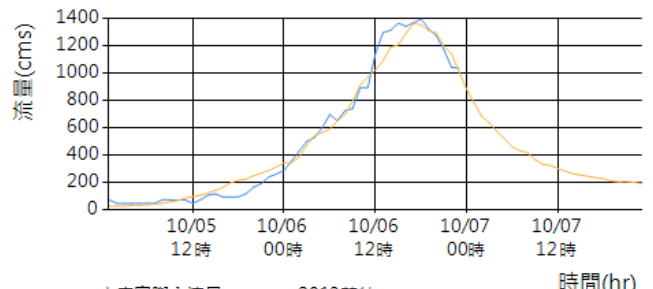


流量套配  
目前累積入流量：24,474 cms 72.802 % 手動輸入  
流量累積起訖時間：起始：2013/10/05 01 時 結束：2013/10/07 23 時

模擬流量歷程統計資料

顯示	颱風名稱	洪峰流量 (cms)	洪峰時間	總入流量 (萬噸)
<input checked="" type="checkbox"/>	2013菲特	1,362	10/06 17時	12,102

模擬流量歷程圖(cms)

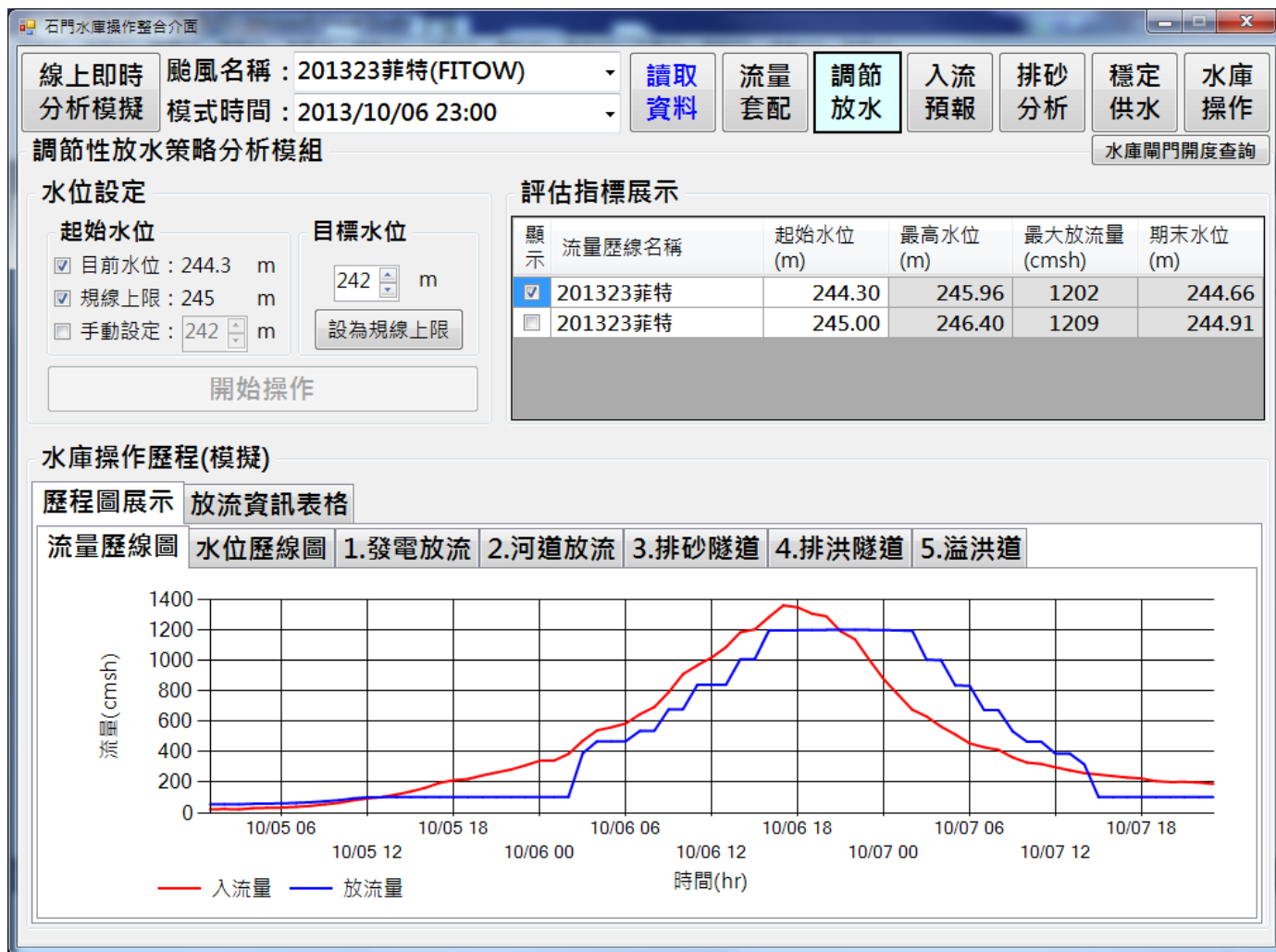


流量(cms)

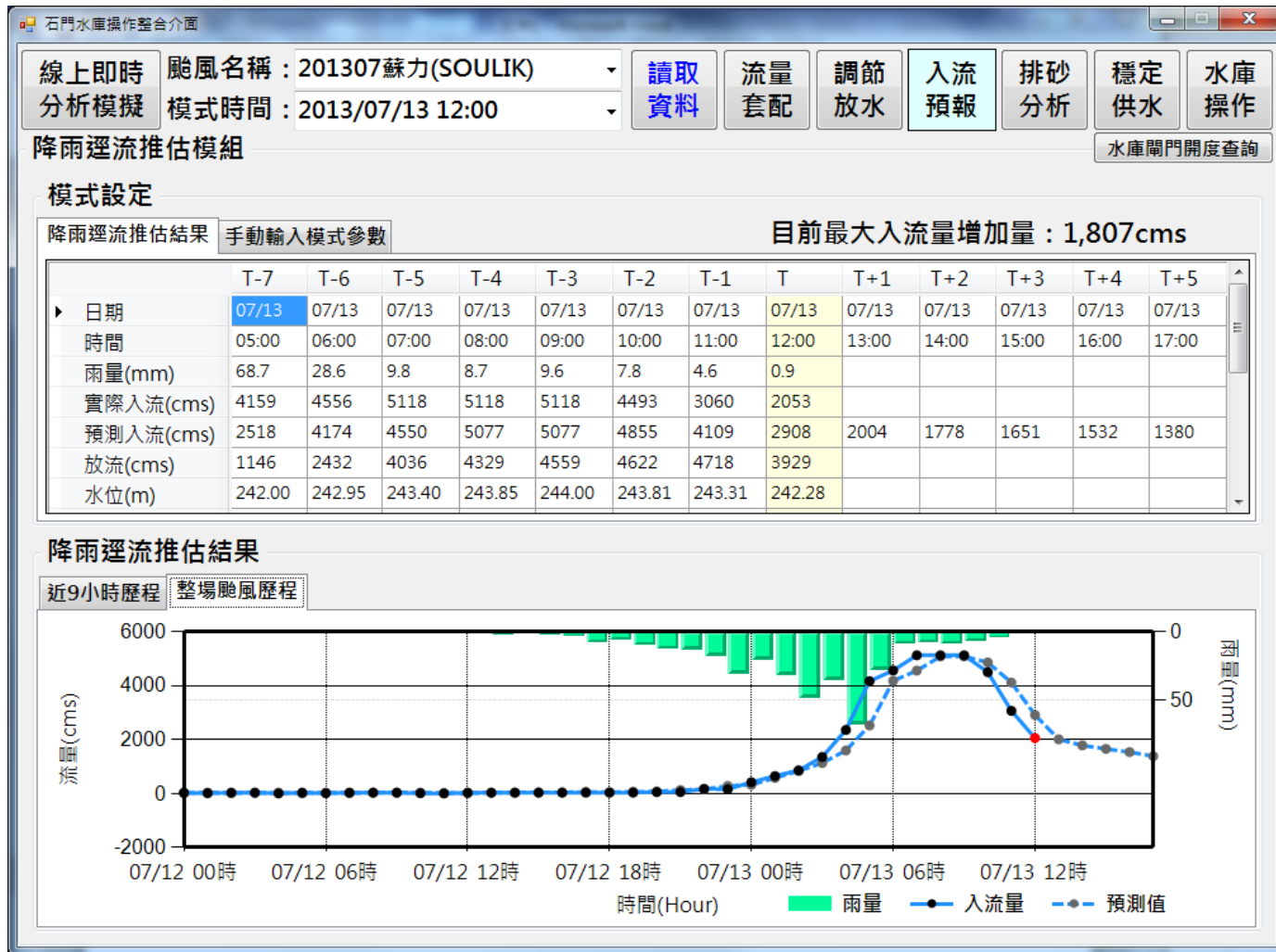
時間(hr)

— 水庫實際入流量 — 2013菲特

## 系統介面



## 系統介面



# 水庫防洪支援決策系統

## 系統介面

石門水庫操作整合介面

線上即時分析模擬 颱風名稱：201307蘇力(SOULIK) 模式時間：2013/07/13 12:00

讀取資料 流量套配 調節放水 入流預報 排砂分析 穩定供水 水庫操作

水庫排砂分析模組 水庫閘門開度查詢

異重流到達時間分析 濁度資料來源：人工羅浮EL242.5 最快到達時間：07/13 15:35 到達厚度：31.31

泥砂濃度觀測資料 異重流模式資料表 隱藏未發生異重流資料

資料時間	泥砂濃度 (ppm)	水位 (m)	入流量 (cms)	潛入斷面	移動速度 (m/s)	異重流到達時間	排砂分析
07/13 01:00	7,839	238.67	645	29	0.26	07/13 15:35	→
07/13 18:00	14,341	242.41	988	31	0.27	07/14 09:42	→
07/13 19:00	12,360	242.31	869	31	0.25	07/14 12:10	→
07/13 20:00	15,687	242.30	779	30	0.33	07/14 08:12	→
07/13 21:00	22,326	242.45	854	31	0.34	07/14 09:32	→
07/13 22:00	6,514	242.52	670	32	0.15	07/15 04:39	→
07/13 23:00	22,496	242.61	719	32	0.28	07/14 15:12	→
07/14 00:00	17,730	242.69	680	32	0.25	07/14 17:55	→
07/14 01:00	17,229	242.74	596	32	0.25	07/14 18:59	→
07/14 02:00	9,016	242.78	572	32	0.18	07/15 02:37	→
07/14 03:00	11,834	242.81	549	32	0.21	07/15 00:22	→
07/14 04:00	11,834	242.83	526	32	0.21	07/15 01:17	→
07/14 05:00	10,587	242.83	480	32	0.20	07/15 03:30	→

濁水潭排出分析 重新計算

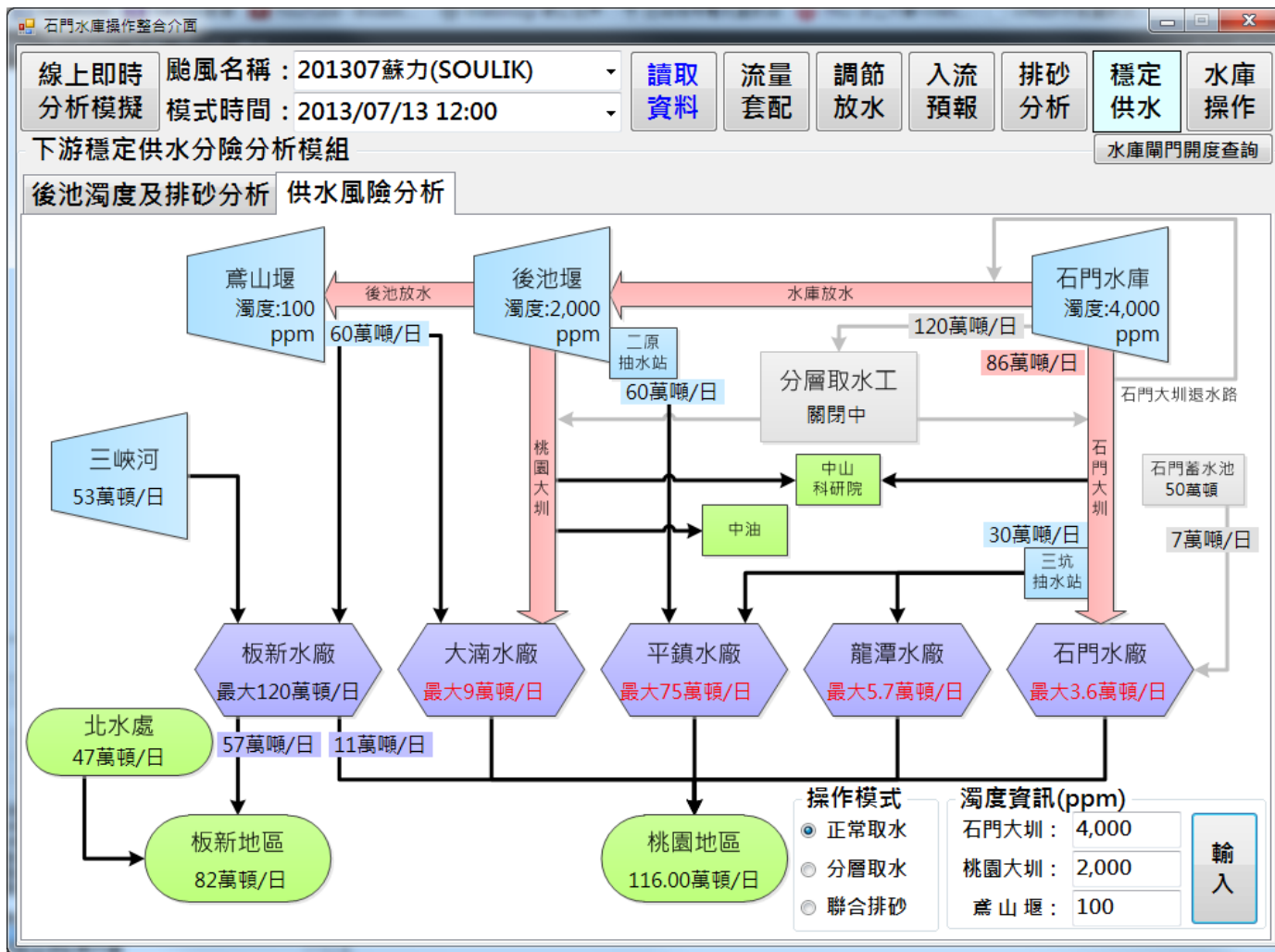
濁水潭資料 濁水潭高程：201.31 (m) 庫底高程：170.00 (m) 濁水潭水深：31.31 (m) 濁水潭濃度：7839 (ppm)

排砂設施  石門大圳 (13.5cms)  石門電廠 (47.5cms)  河道放水道(34cms)  排砂隧道 (300cms)

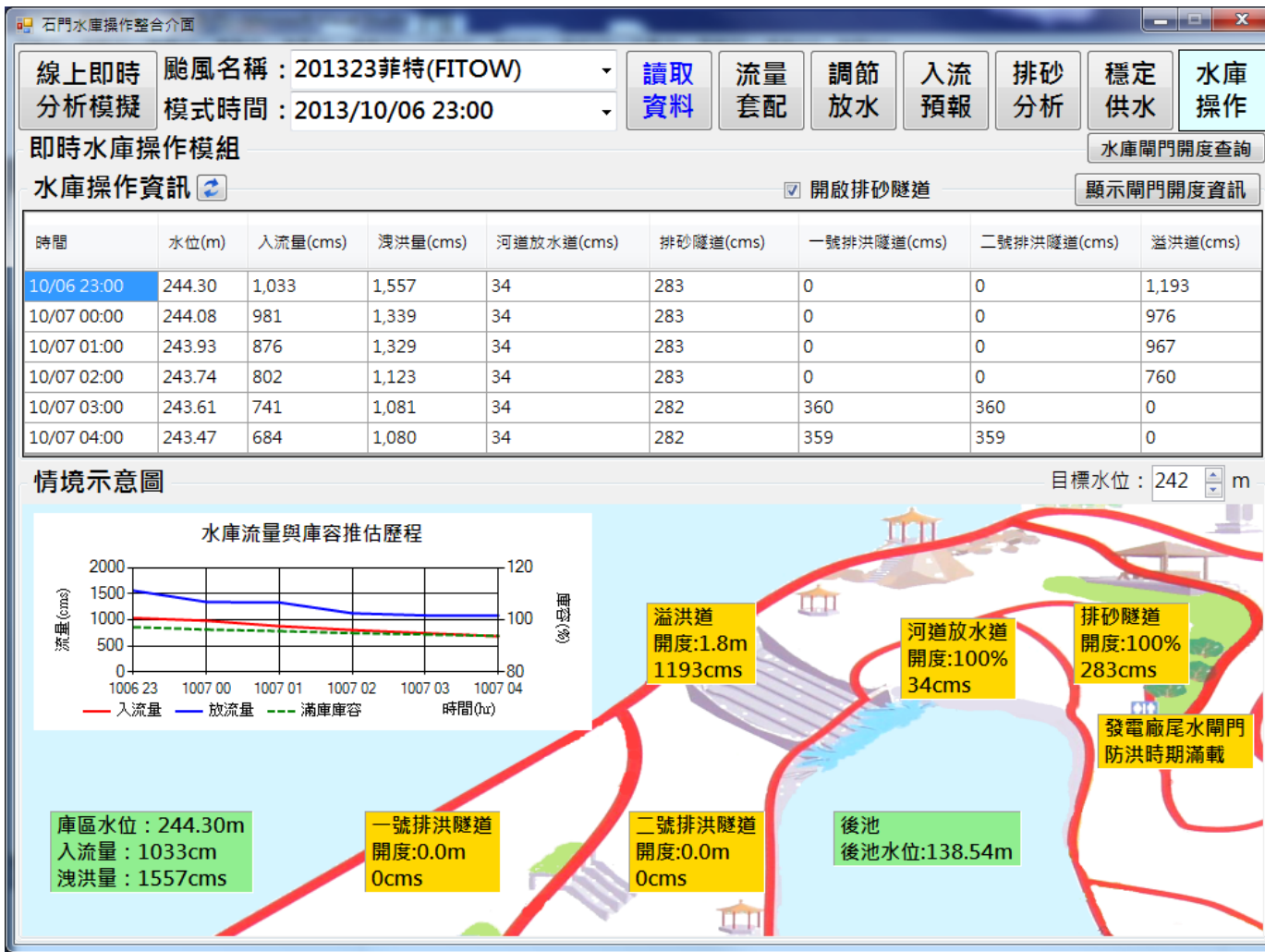
推估結果 濁水潭水量：1364 萬噸 排砂放流量：0.0 cms 排出時間：0.0 小時 總排砂量：0.0 萬噸




## 系統介面

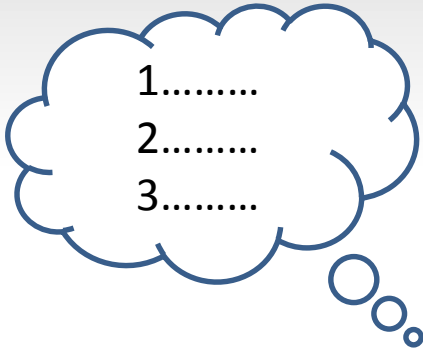


## 系統介面





# 結 論

- 
- 1.....
  - 2.....
  - 3.....



淡江大學水資源及環境工程學系



淡江大學水資源及環境工程學系

1

自動化即時淹水預報系統在執行上的穩定性與效能皆有良好的表現，透過**資料庫維護**，可**提高作業效率**；透過數位化地理資訊與淹水預報結果的搭配呈現，可**輔助使用者對於淹水範圍、災害程度的掌控**。

2

類神經網路解決**傳統水文預測**之複雜關係式，且提高入流量的預測精準度；入流量預報模式結合**資料庫**於線上即時預報系統，可輔助決策者**快速掌握水庫之動向**。

3

水庫防洪支援決策系統具備**視窗化互動式介面**，可快速提供水庫操作人員於**防洪、排砂防淤及穩定供水**等多目標之參考資訊。




4

本預測模式在4個縣市進行24小時降雨歷程之未來1~3小時各網格點之淹水深歷程所需時間約24~122秒，大幅提升淹水預測的時效性及可行性。

# Thank you

for your attention!



科技始於人性