

因應氣候變遷之水資源管理

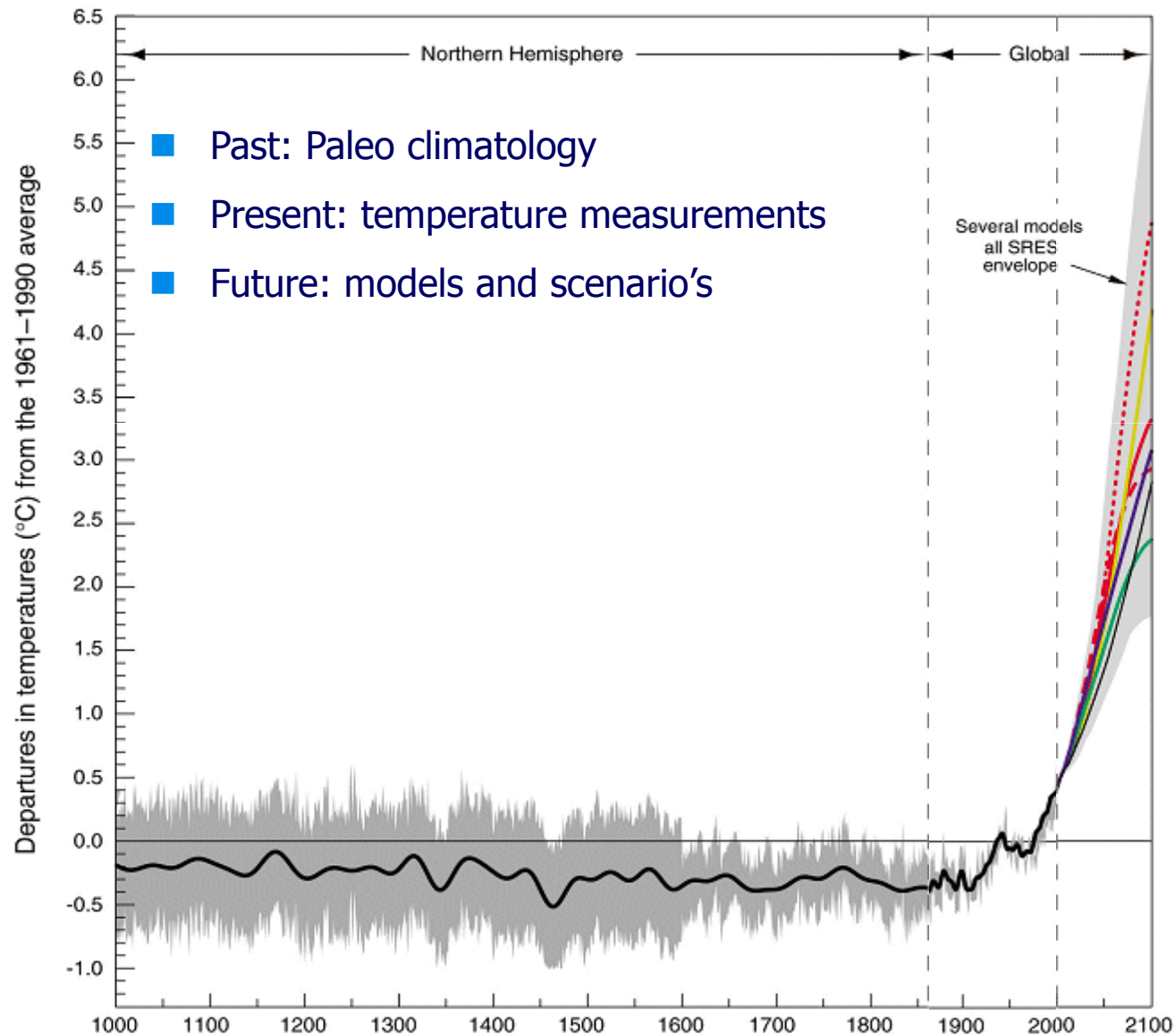
Impacts of Climate Change on Water Resources Management

李鴻源

國立台灣大學土木系教授



Temperature: Past, present and future



Top 10 Hottest Years

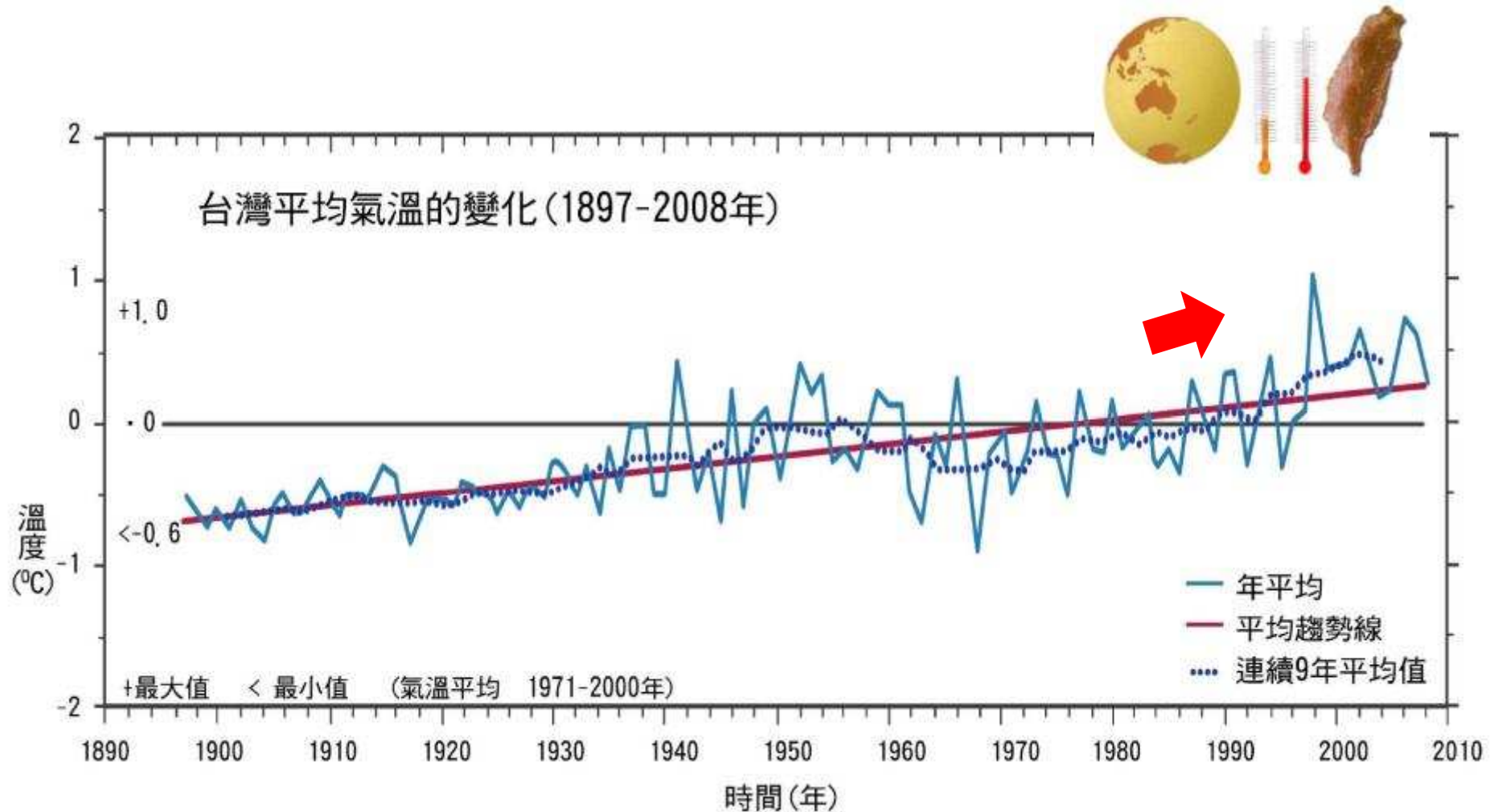
有紀錄以來溫度最高的10年，1880–2008年

追溯至19世紀的直接溫度讀數顯示，10個溫度最高的年份中，就有8個出現於過去10年。

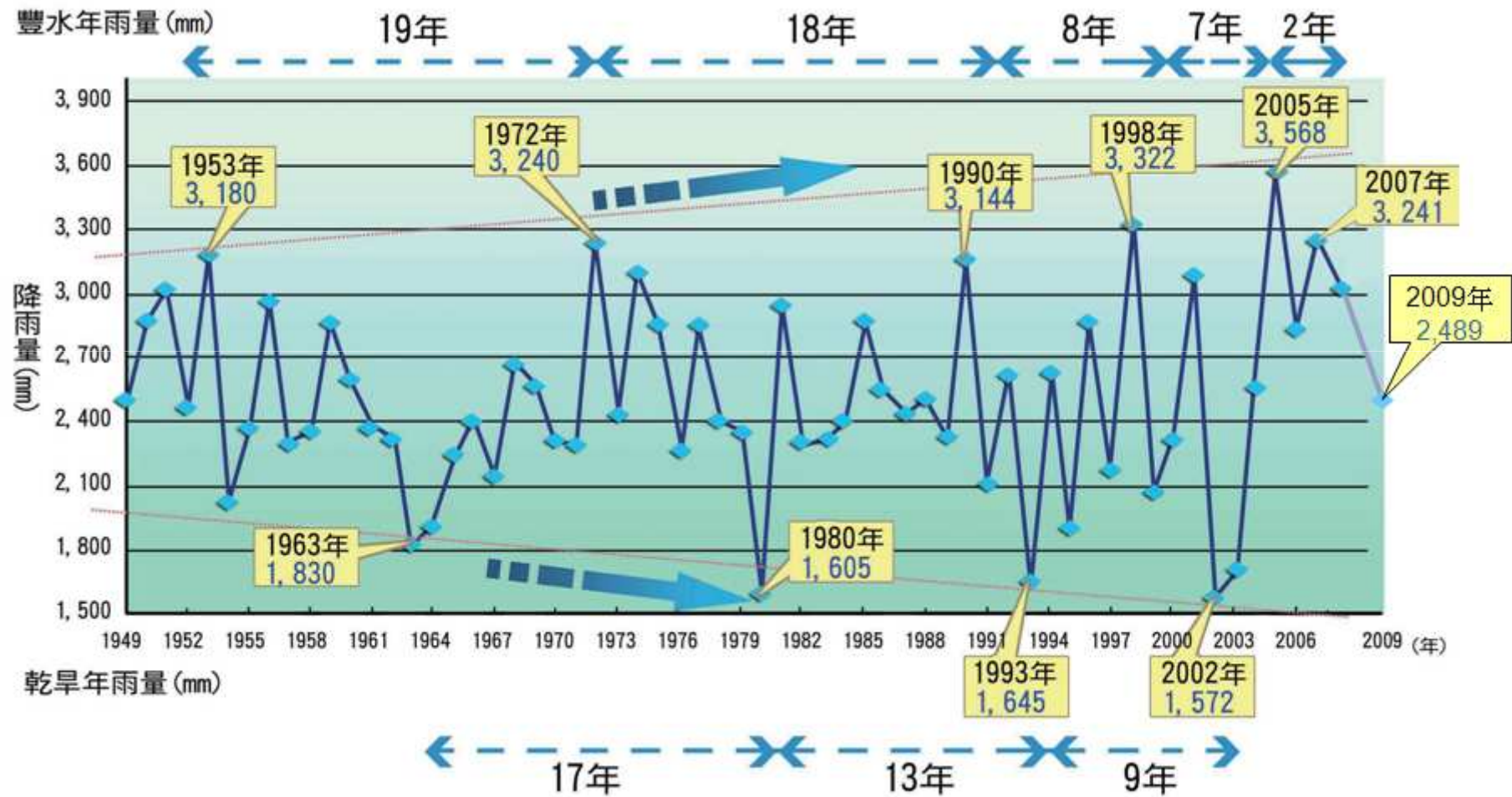
排名	年份	排名	年份
1	2005	6	2007
2	1998	7	2004
3	2002	8	2001
4	2003	9	2008
5	2006	10	1997

未來30年內，人類將會更了解實際的改變，
但那將會是個非常不同的世界了。

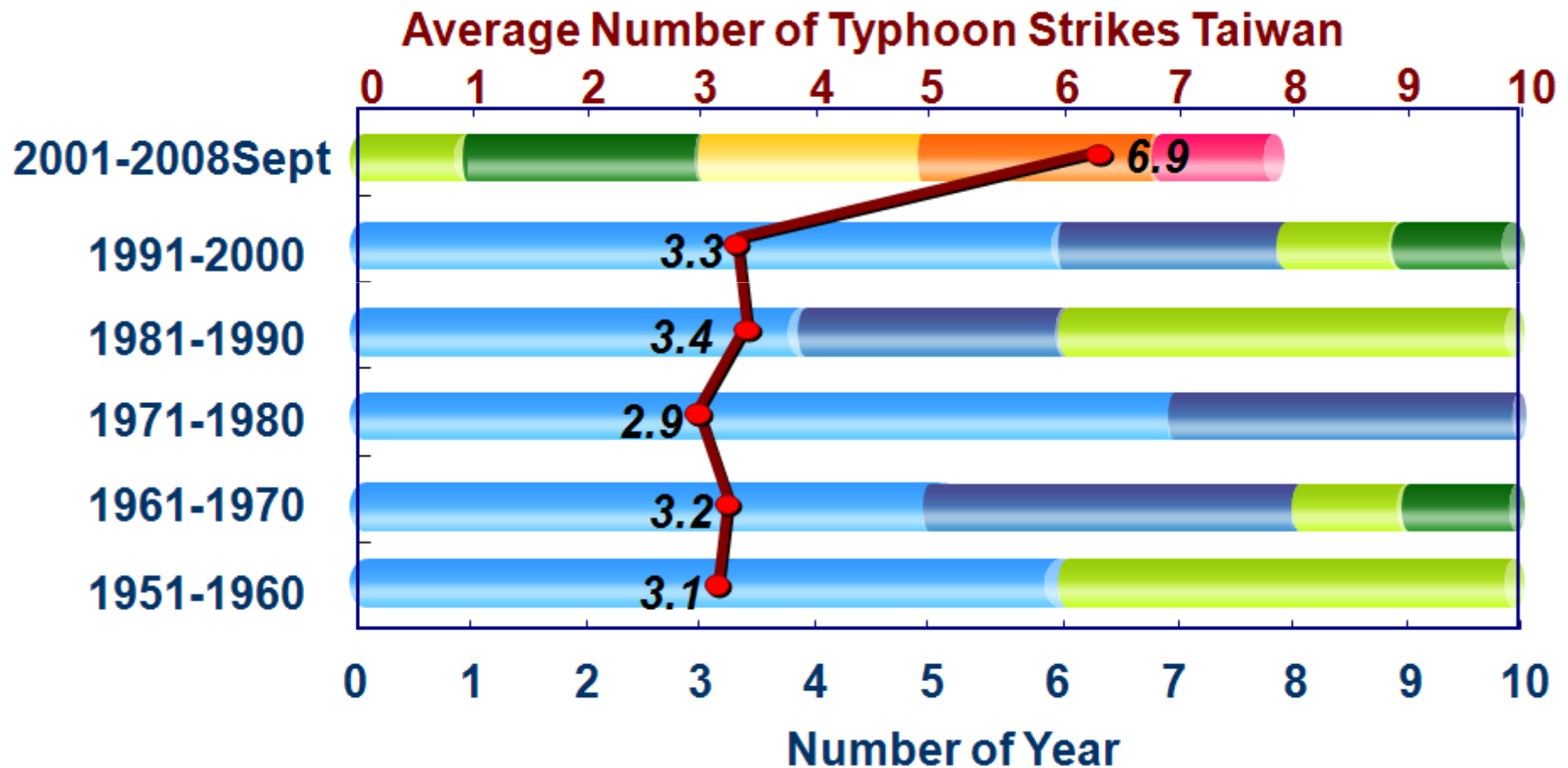
Average Temperature



Droughts and Floods



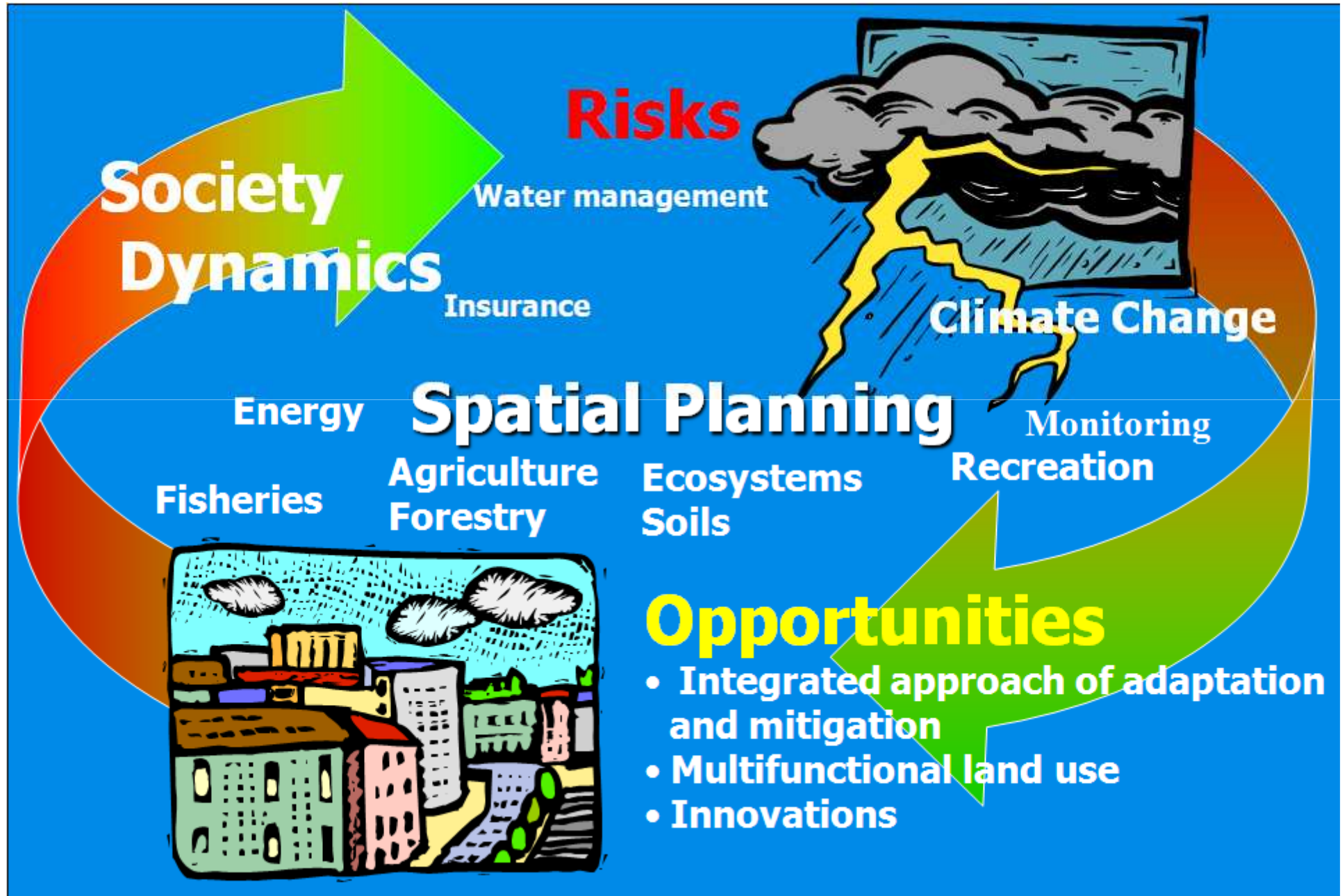
No. of Typhoons Hits Taiwan

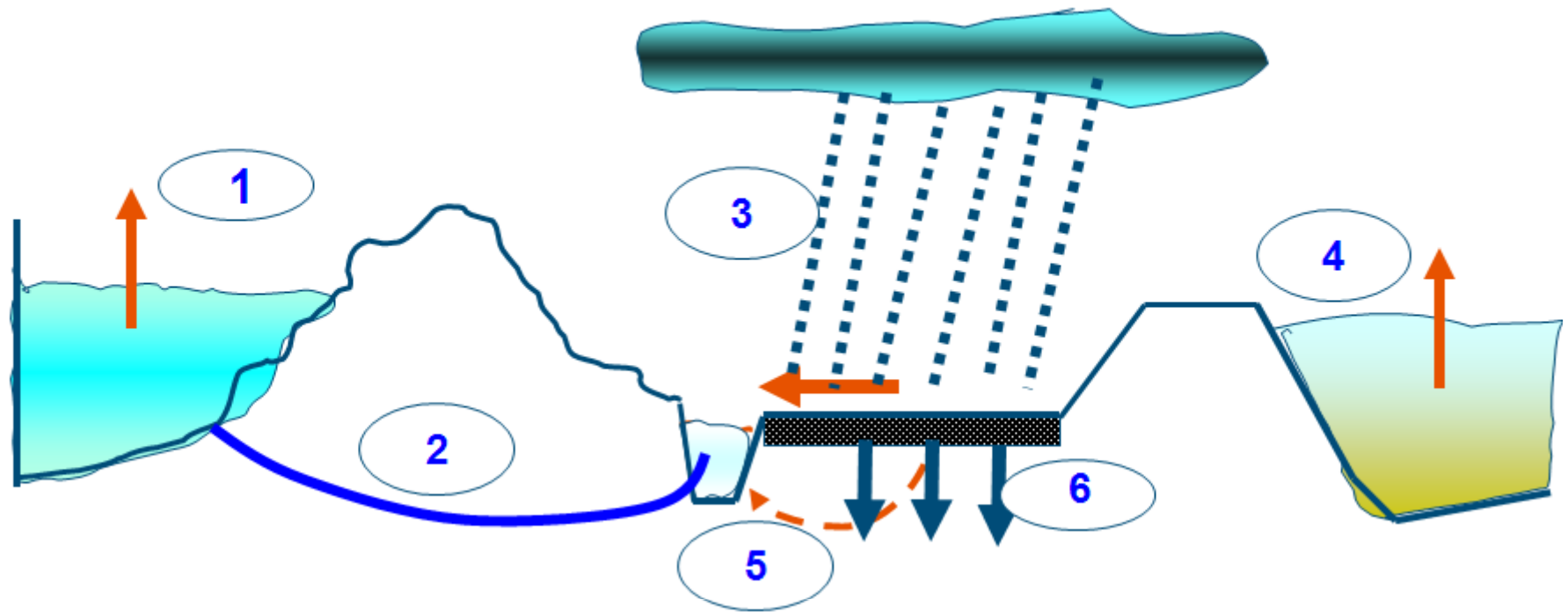


Rainfall Records

- 2009年莫拉克颱風，總雨量最大發生在阿里山站(3,060mm)，總計有15站破2,000mm。本次降雨為台灣歷年之冠，24及48小時降雨量甚至逼近世界降雨量極值。
- 2008年卡玫基颱風，降雨頻率已近100年降雨頻率，澎湖出現429mm日雨量，破當地史上最高單日降雨紀錄。
- 2004年艾利颱風在新竹、苗栗以及台中山區單日降雨量都累積近1,000mm。
- 2003年杜鵑颱風打破台灣本島最高單日降雨紀錄1,223mm (1997年在花蓮縣秀林鄉布洛灣的紀錄)。
- 2001年桃芝颱風，花蓮地區3小時下了將近500mm雨量。
- 2001年潭美颱風，高雄在九小時內雨量超過500mm，破當地單日最高降雨紀錄，釀成高雄有史以來最嚴重水患。
- 2001年納莉颱風超過400年的降雨頻率，臺北市單日最高降雨量高達425mm，打破1930年359 mm的歷史紀錄，成為臺北氣象站設站105年來的單日最高降雨紀錄。
- 2000年象神颱風為北部山區帶來超過800mm累積雨量，被稱為北台灣二百年來最大水災。
- 1996年賀伯颱風全臺降雨量已超過200年降雨頻率，阿里山測站單日降水累計雨量達1,095mm，打破創設站六十年紀錄。

Impacts of climate change





Impacts on Water management

1. Sealevel rise
2. Salinisation
3. Increase heavy precipitation; longer droughts
4. Higher river discharge in winter, lower in summer (drought)
5. Reduced water retention in soils and infiltration
6. Soil subsidence

Socio-economic consequences of impacts on nature

Ecology

- * Length of the growing season
 - Carbon sequestration
 - Ecosystem productivity
- * Species interactions
 - Pests and diseases
 - Pollination
 - Competition

Agriculture

- * Length of the growing season
- * Food quality
- * Frost damage
- * Pests and diseases
- * Biomass production

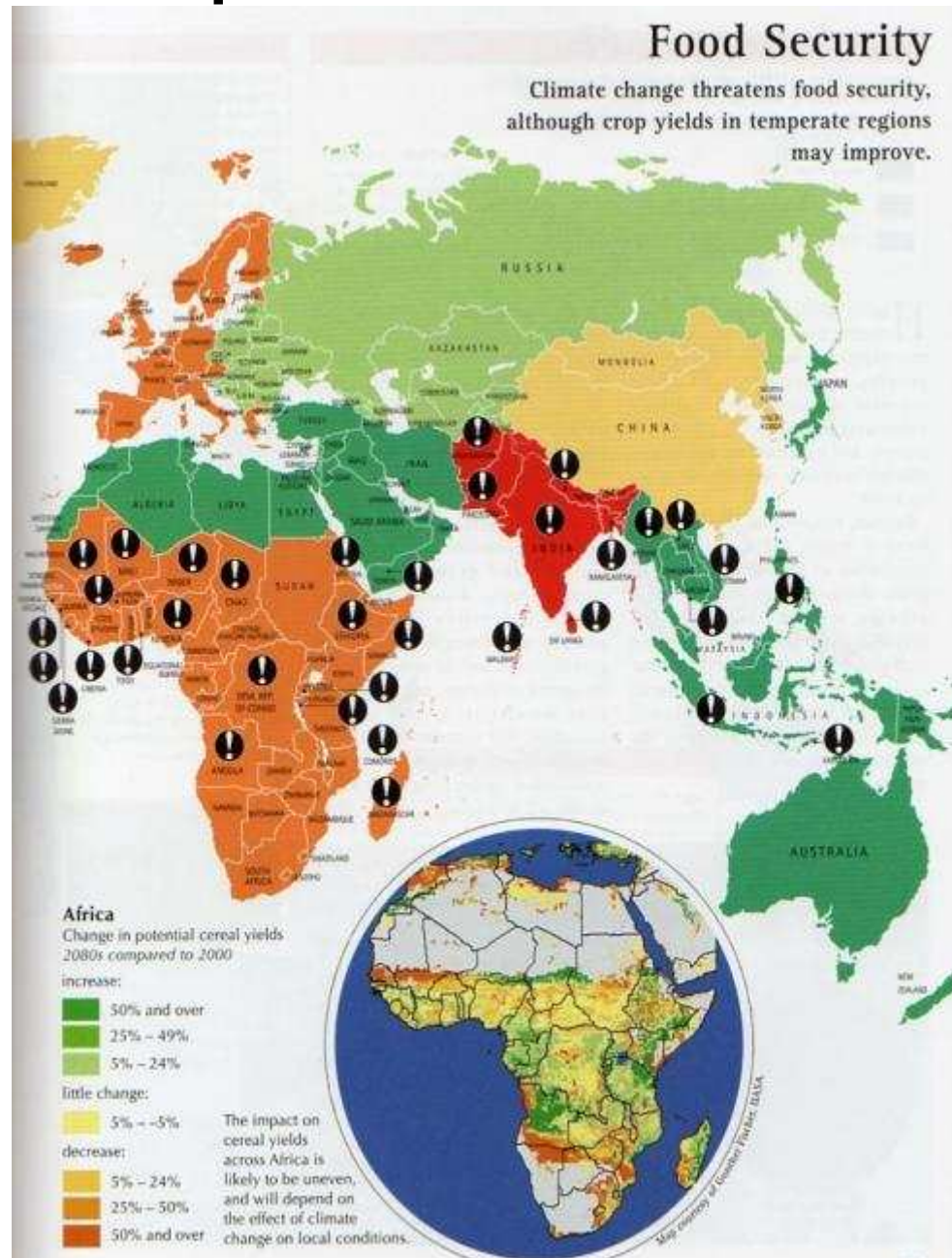
Health

- * Hay fever
- * Distribution of vector-borne diseases

Transport

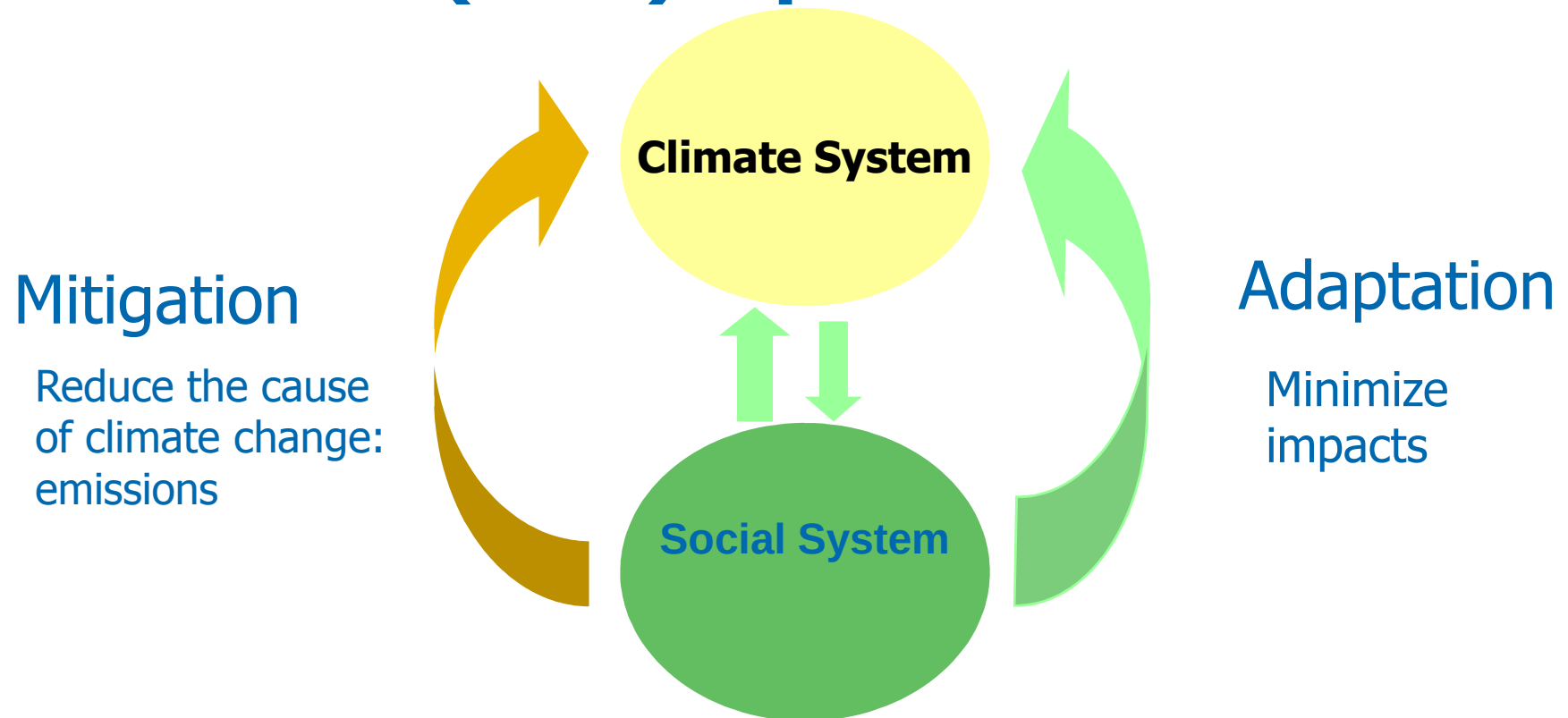
- * Bird migration, collision with airplanes
- * Leaf fall (railways)
- * Toad migration (road blocks)

Impacts on Food Security and Health

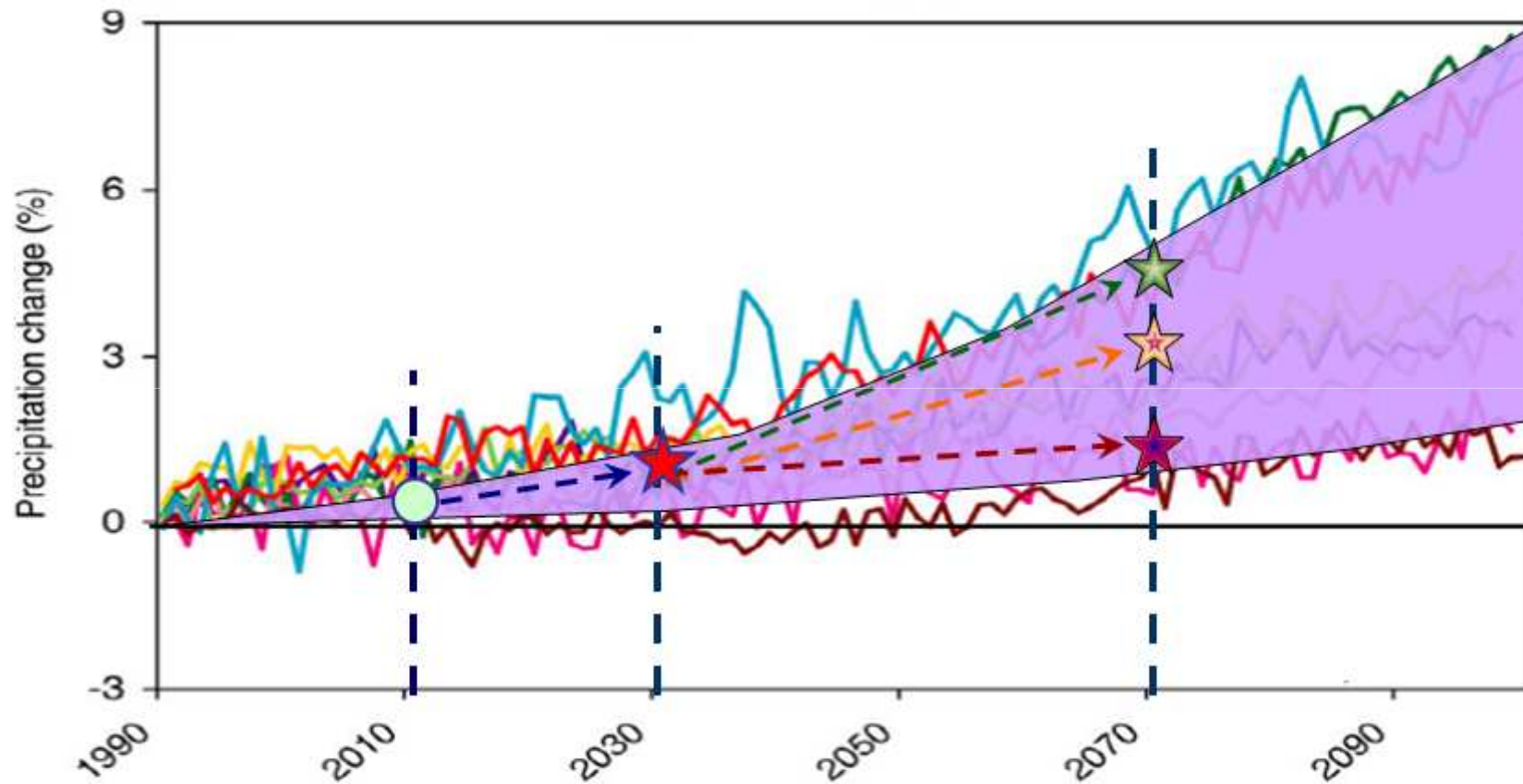


Action en reaction: the era of recovery

(New) Equilibrium?



Decision Making in Uncertain World



Source: Hadley Centre

Dutch Experience: Climate policy debates

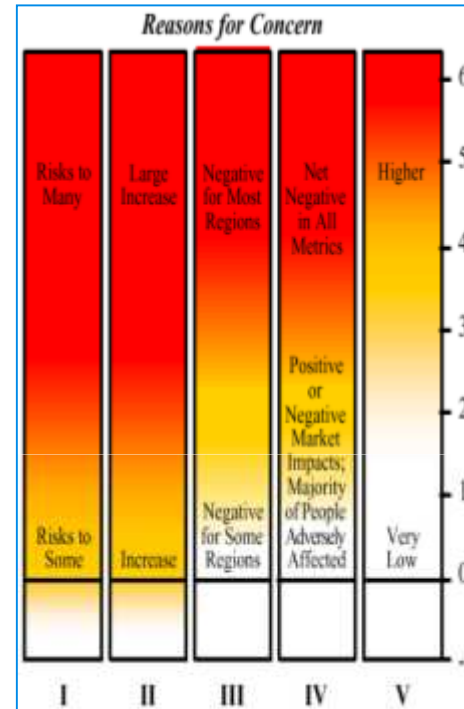


- **What constitutes dangerous climate change?**
- **How large is the risk acceptance in society?**
- **How much does climate change mitigation and adaptation really cost?**
- **Are there limits to how much we can adapt?**
- **Who should be taking action on climate change?**



Danger as defined by **science/IPCC**

(=acceptable risk)



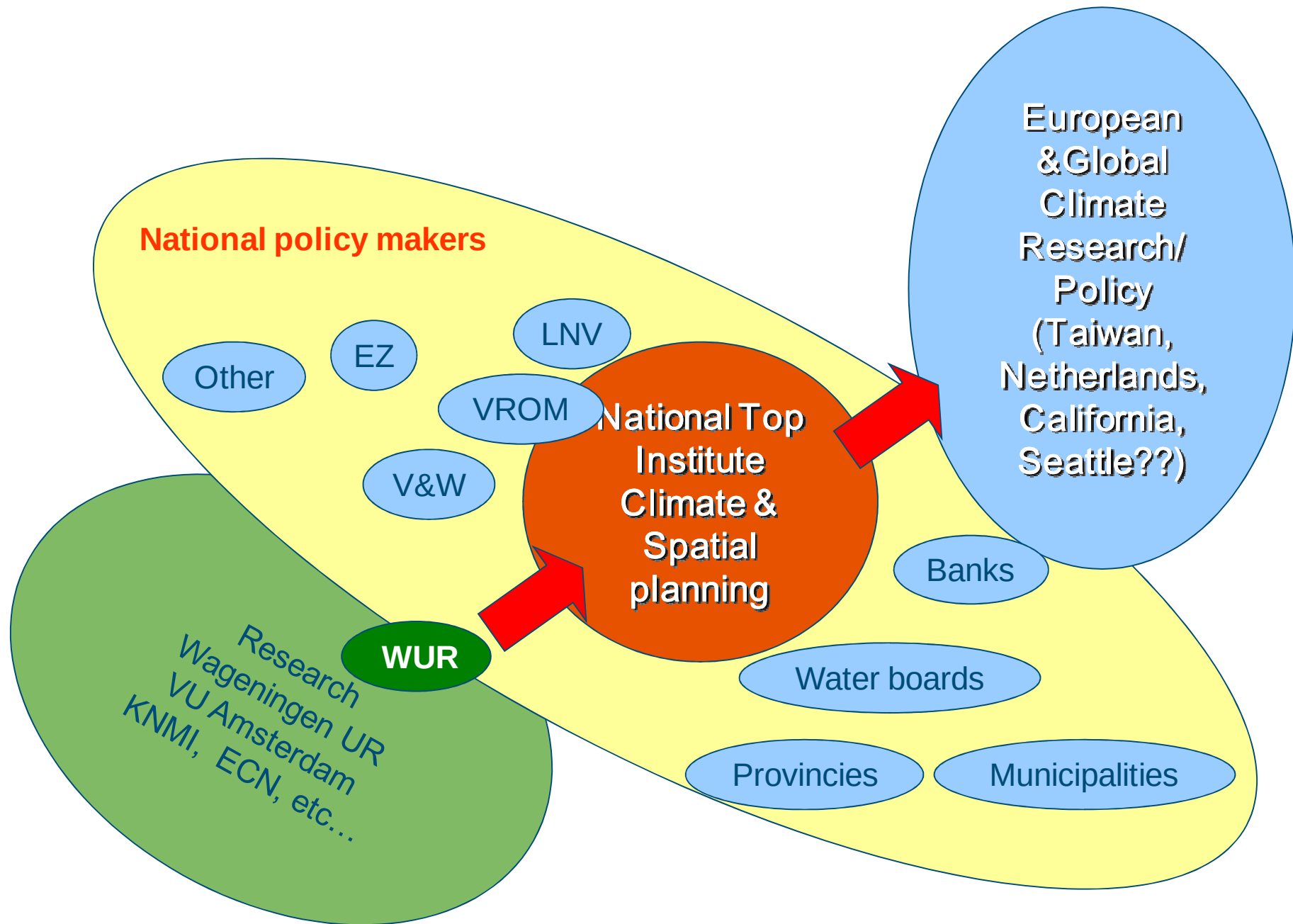
- I Loss species
- II Damage Extreme Weather
- III Vulnerable regions
- IV Average global impacts
- V Risk on un-returnable damage

but ...

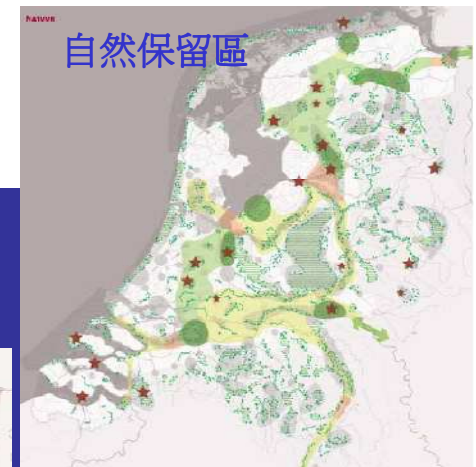


- **Physical or social outcomes?**
- **Danger for all or danger for some?**
- **Who defines danger?**





- 如何確保荷蘭能長期安全又適合人們生活與工作？
- 成果建議
 - a) 防洪
Flood protection
 - b) 供水
Water supply
 - c) 總合解決方案
Integral (multifunctional) solutions
 - d) 組織與金融
Organization and finance



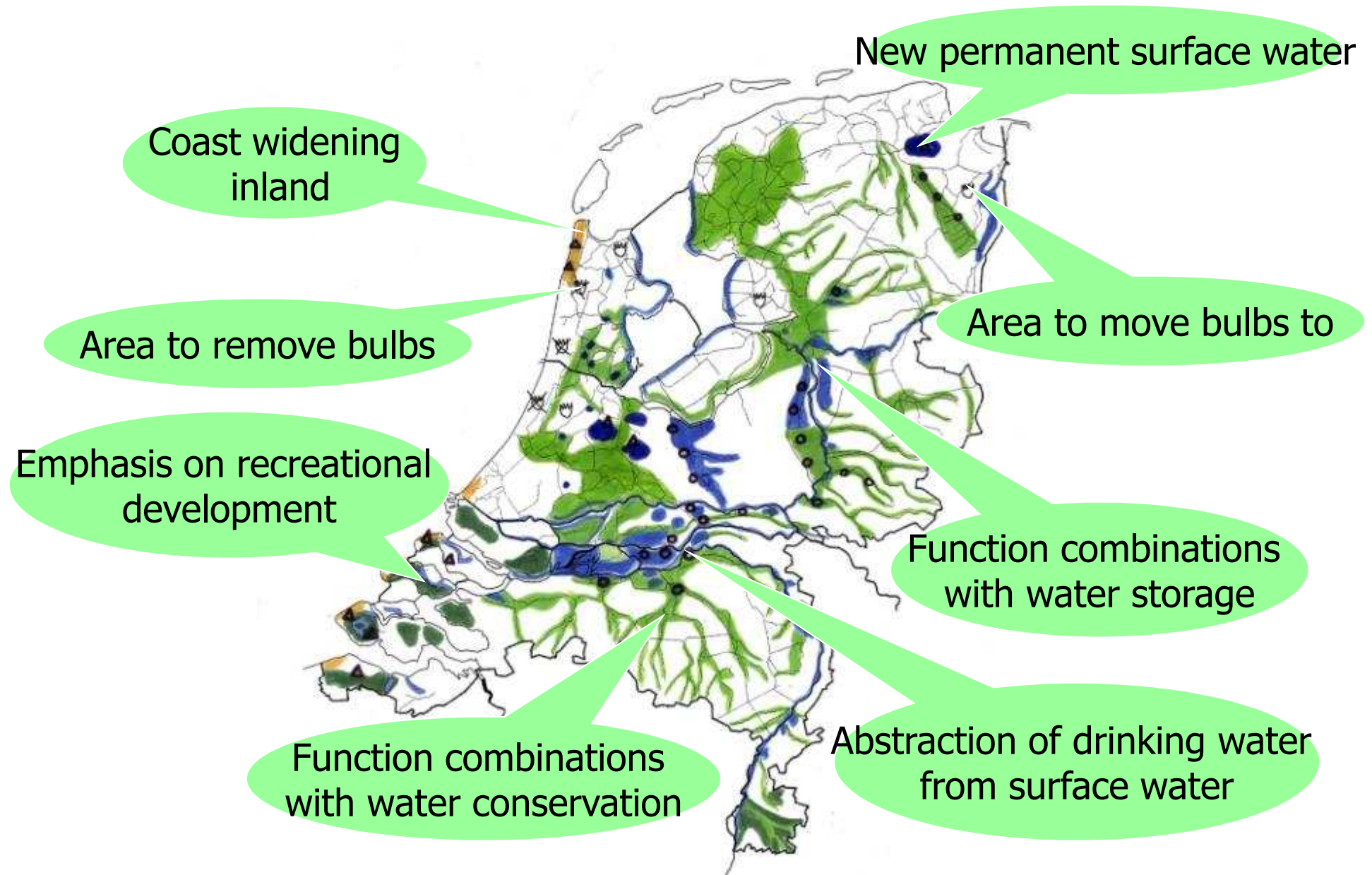
Advice Delta Committee:

There is no immediate threat, but the challenges for flood protection and water supply are urgent!

- 主要建議
 - 三角洲計畫
 - 三角洲法案
 - 三角洲基金
- a) 每年15億 歐元
(自2010年至2100年)

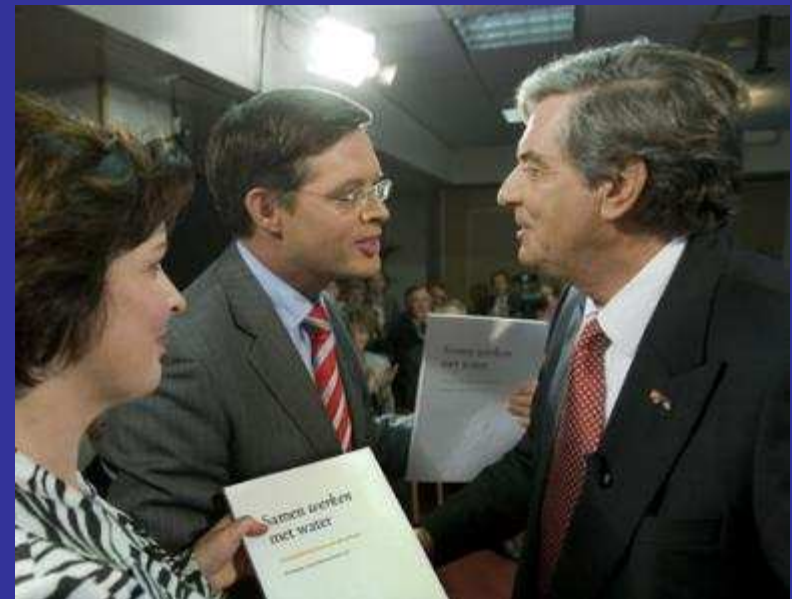


Spatial consequences NL room for water



荷蘭政府推動方式

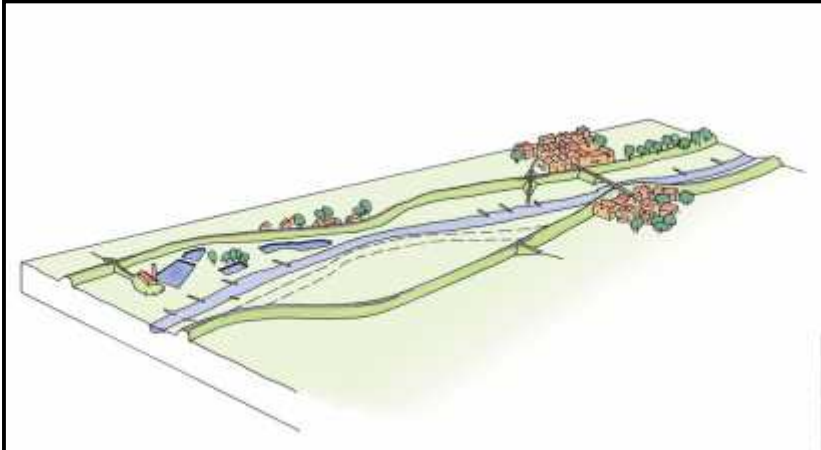
- 3 Sept 2008: 提交Delta Committee's 成果建議
- 12 Sept 2008: 召開國會審議
- 22 Dec 2008: 啟動國家水綱領計畫
- End 2009:
 - a) Delta Act
 - b) Delta Fund
 - c) Delta Director
 - d) Draft Delta Programme
- **2010 Delta Alliance**



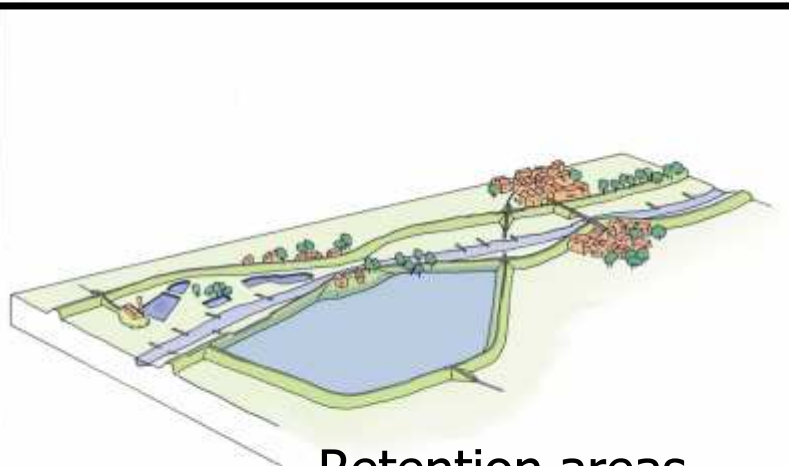
Adaptation water management



Adaptations to floodplains



Laying back levees

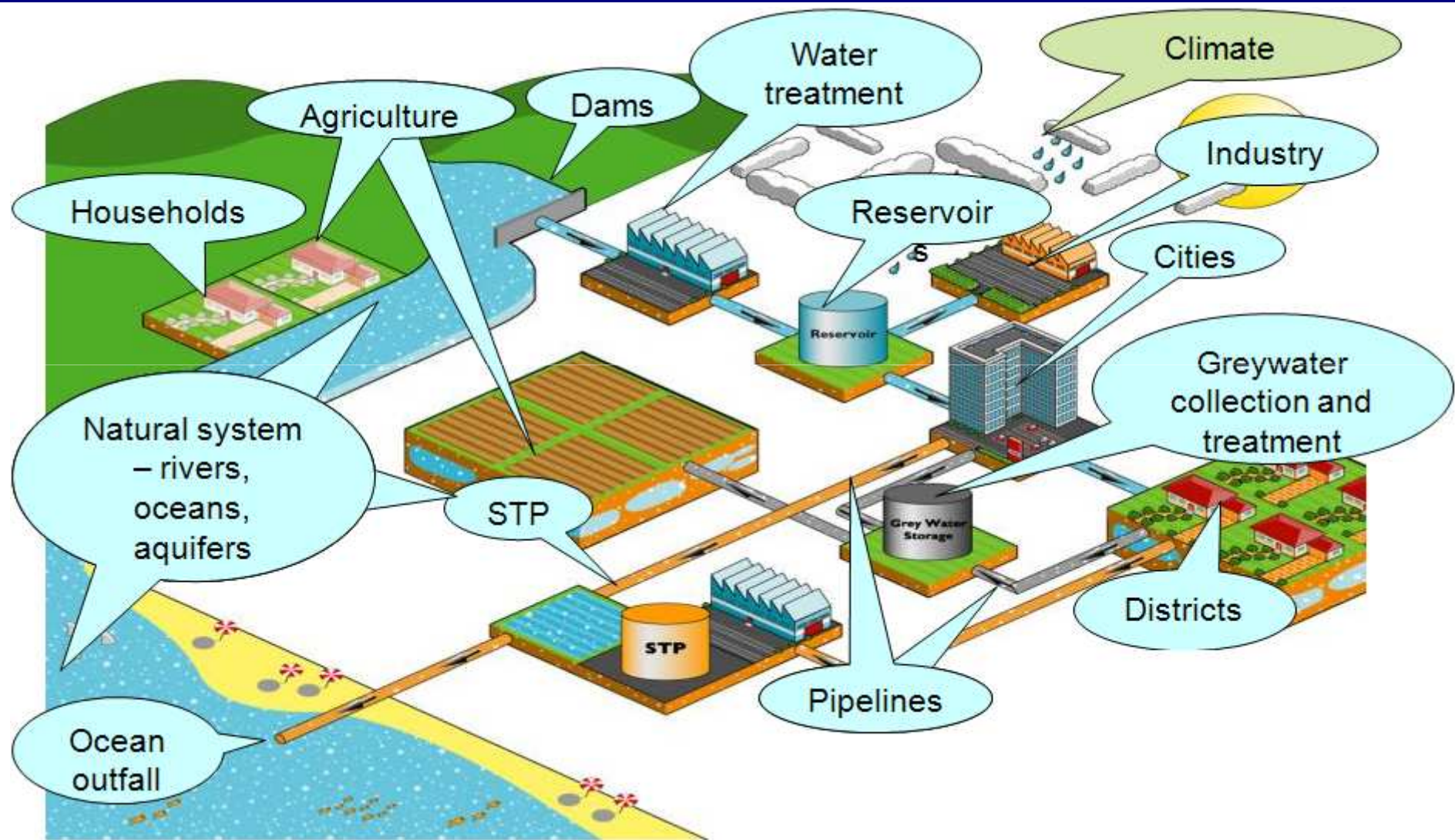


Retention areas



Natural green rivers

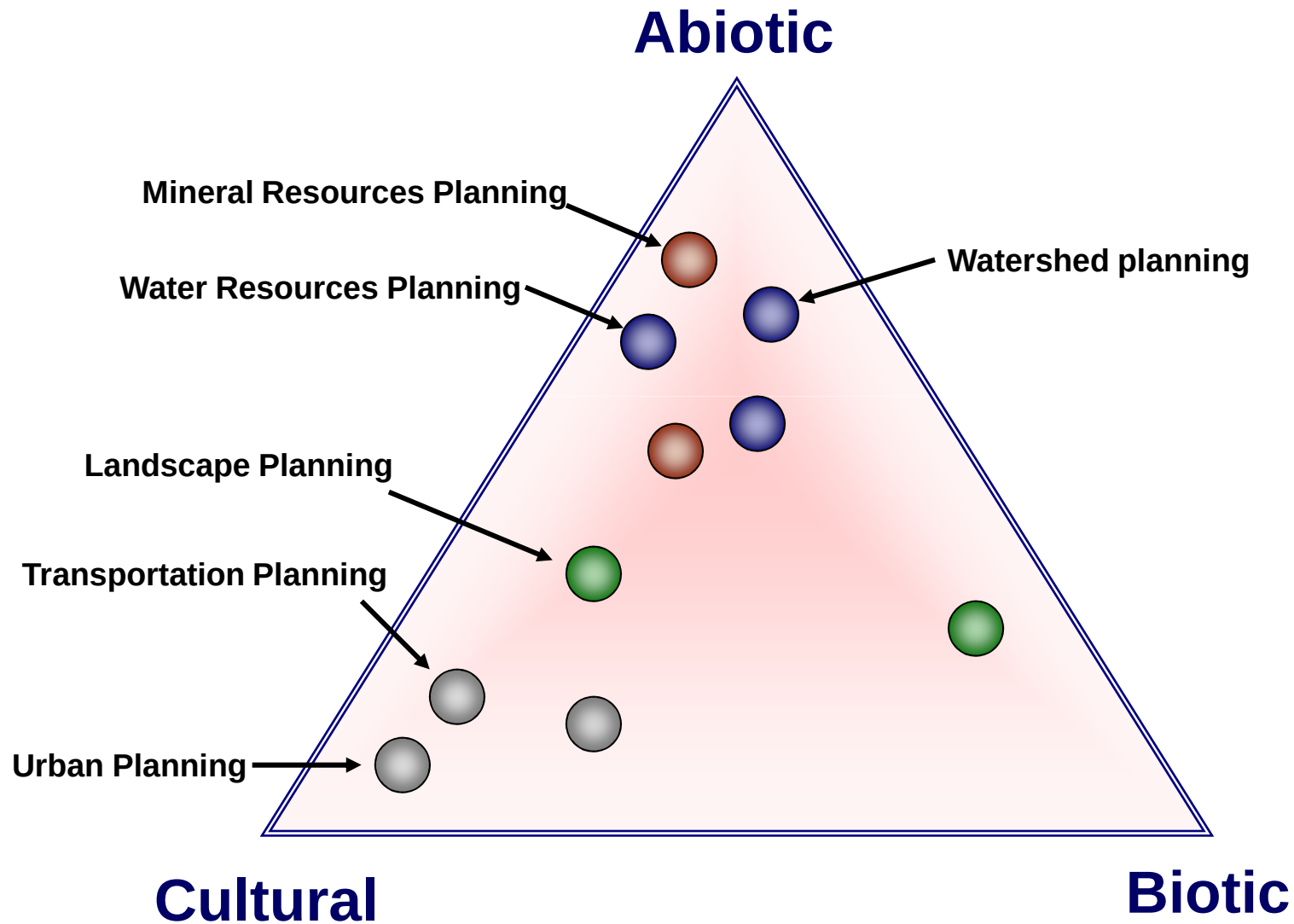
Research covers the entire water cycle



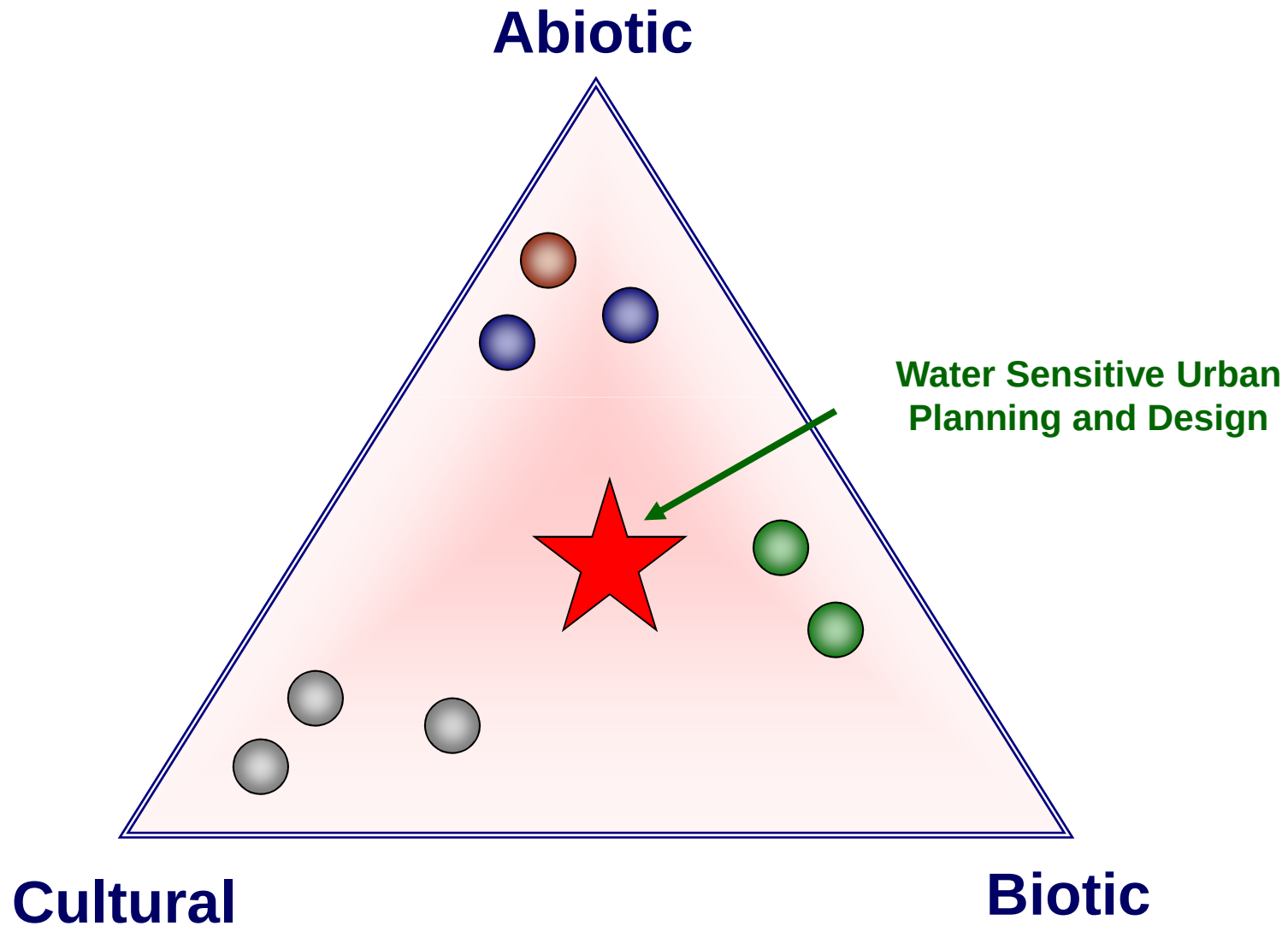
Integration across science

- Science areas being delivered by subject groups that work across and within work packages
 - Water Supply and Demand
 - Sustainable Urban Drainage & Water Sensitive Urban Design
 - Natural Systems for Treatment
 - Decentralized Wastewater Systems
 - Governance, Institutions & Financial Instruments
- **All science within SWITCH is embedded within the IUWM planning and learning alliance processes**

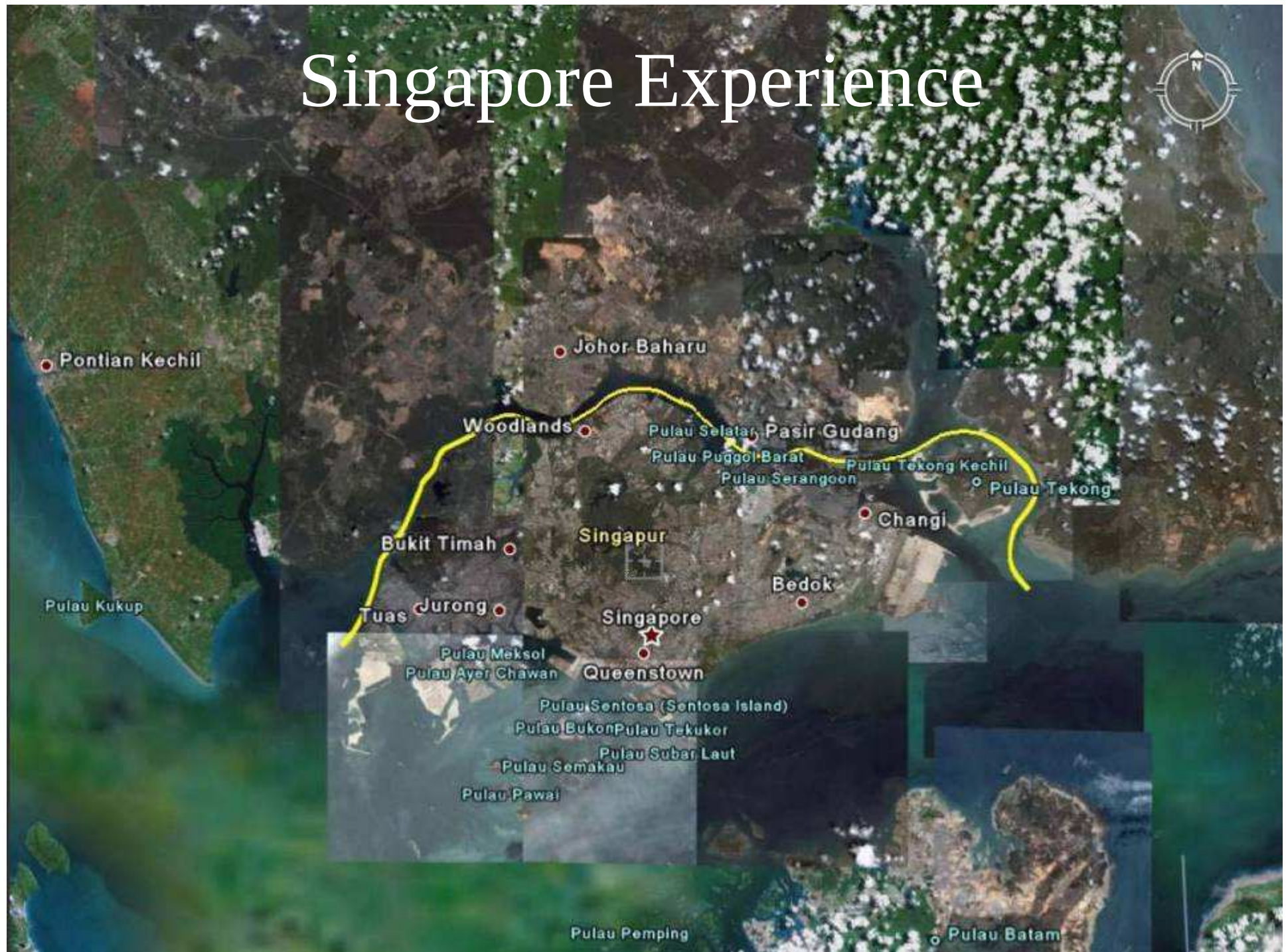
With Urban Planning



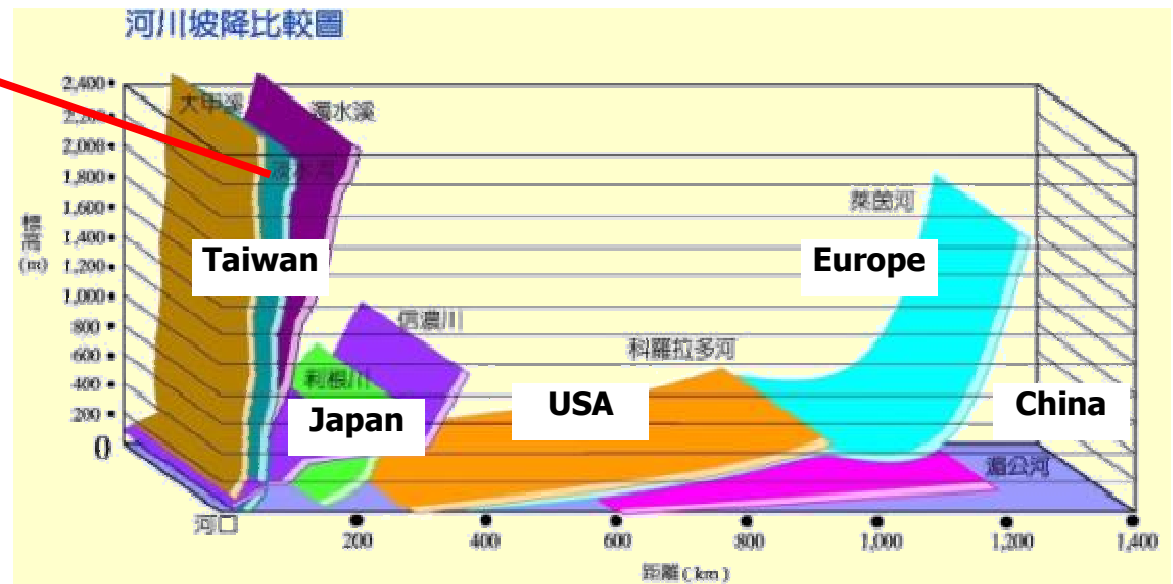
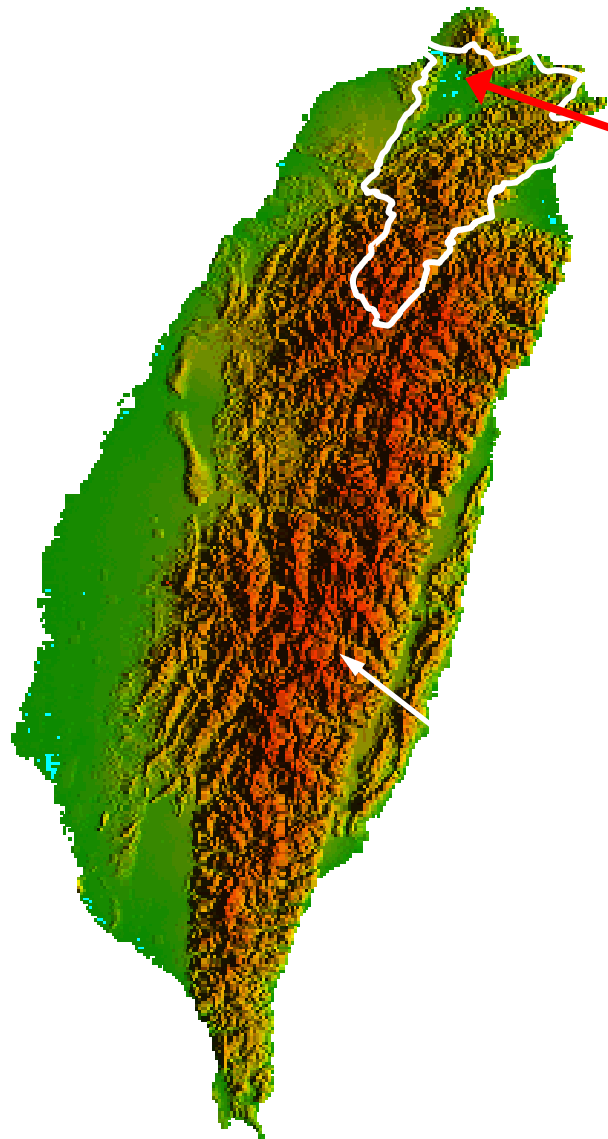
Greater Integration



Singapore Experience



台灣必須面對的真相

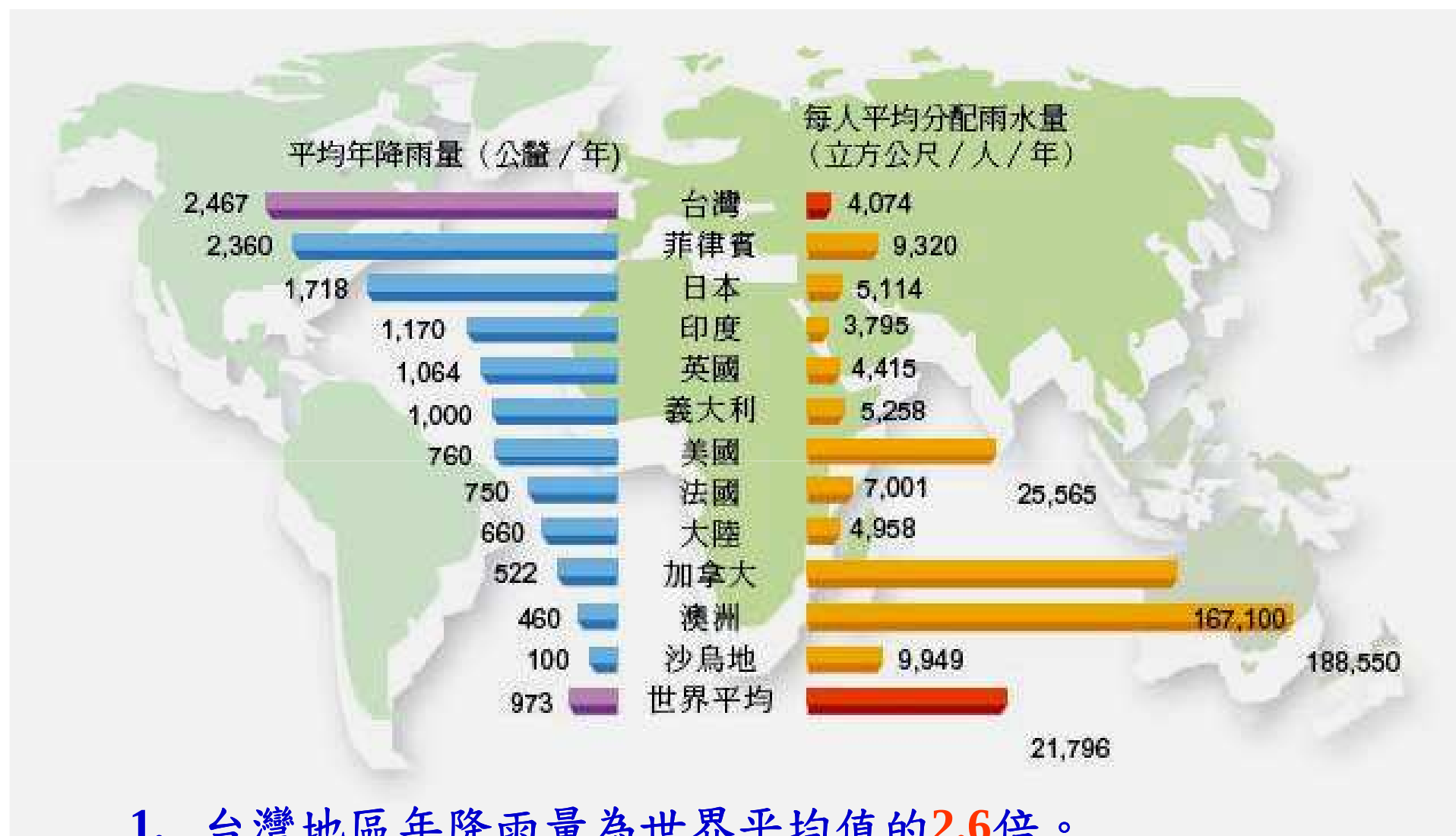


南北縱長：~ 400 公里

東西寬度：< 150 公里

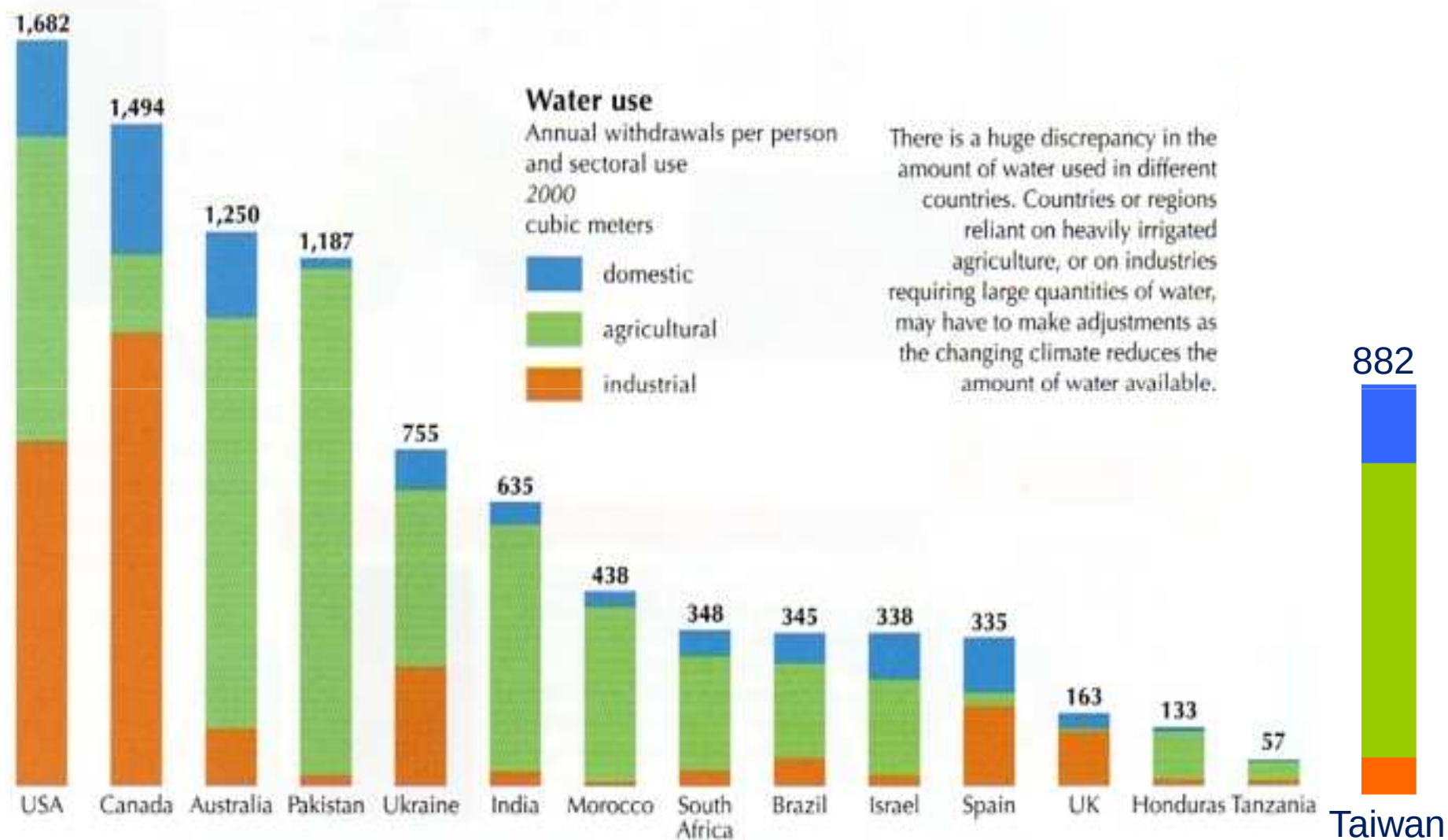
最高峰海拔：3,950 公尺

台灣地區與世界各地降雨量比較圖



1. 台灣地區年降雨量為世界平均值的**2.6**倍。
2. 惟由於人口密度高，每人每年可分配降雨量僅約為世界平均值的**1/5**。

water used in different countries

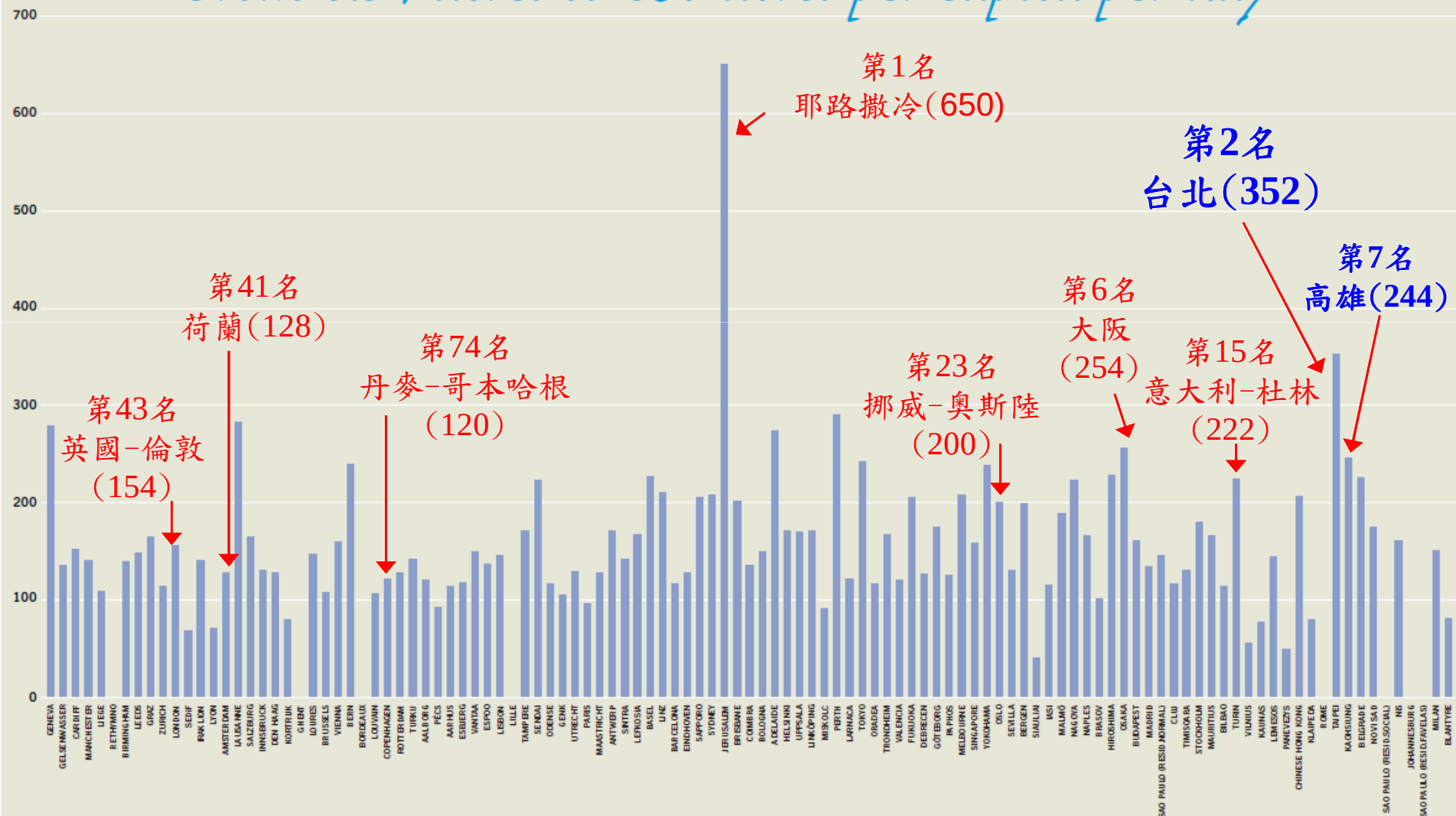


台灣資料來源：經濟部水利署各項用水統計資料庫(2006)

國際水協會(IWA)2008年統計100個城市 每人每日耗水量

SPECIFIC WATER CONSUMPTION
IN LITRES / CAPITA / DAY

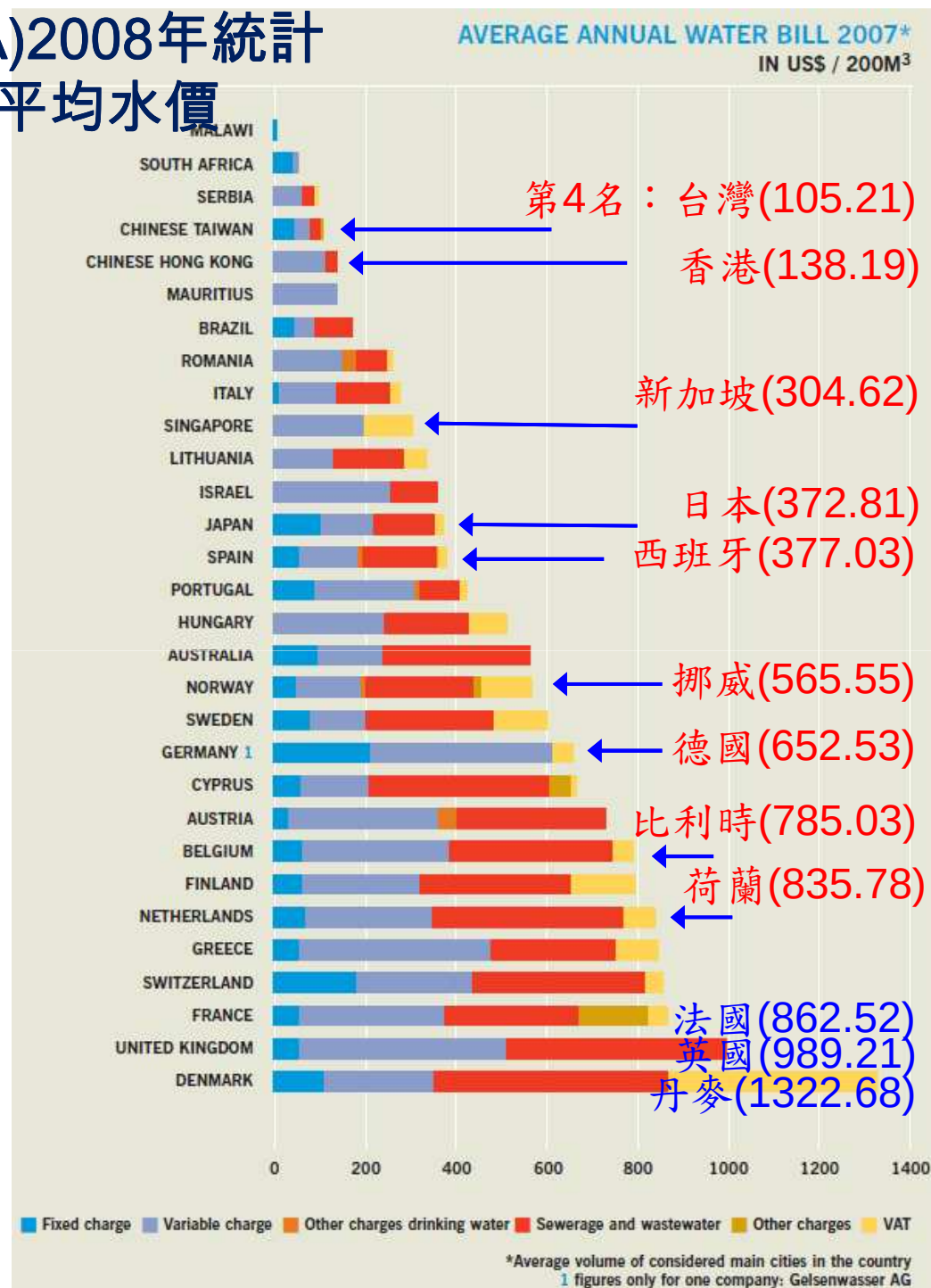
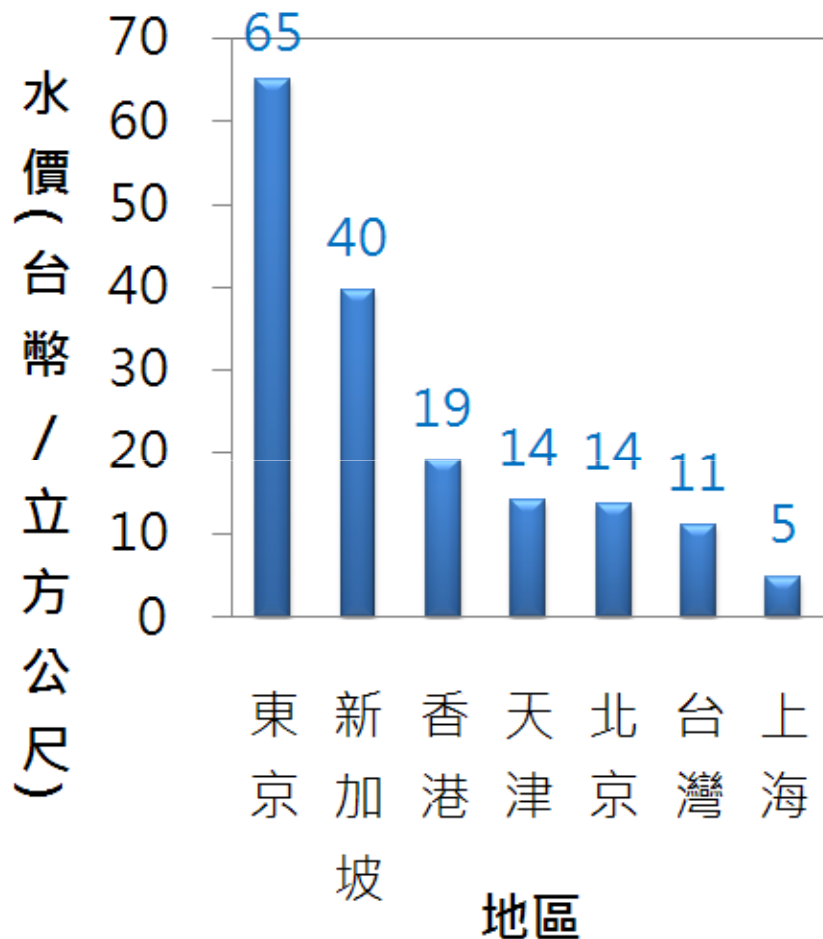
'From 0.34 litres to 650 litres per capita per day'



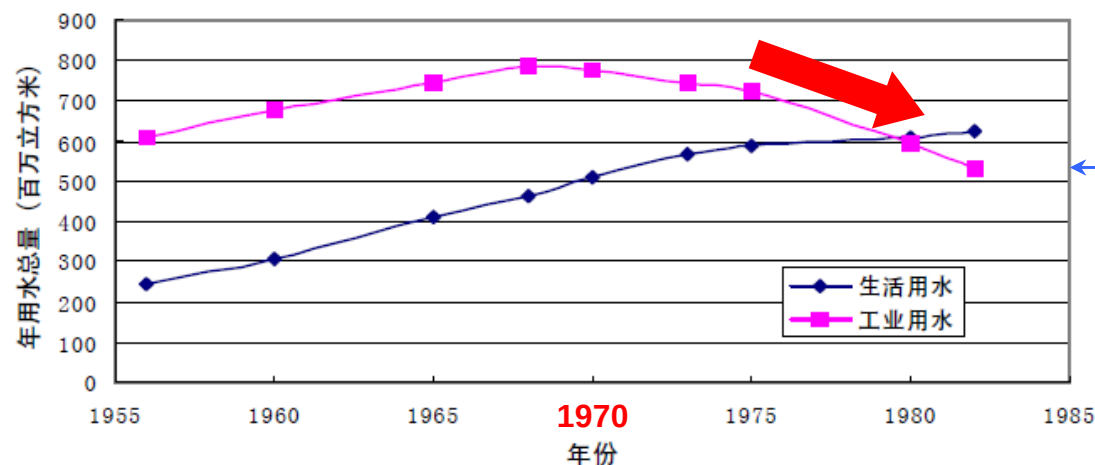
國際水協會(IWA)2008年統計100個城市的耗水量

Household and small business 2006

國際水協會(IWA)2008年統計 30個國家的平均水價

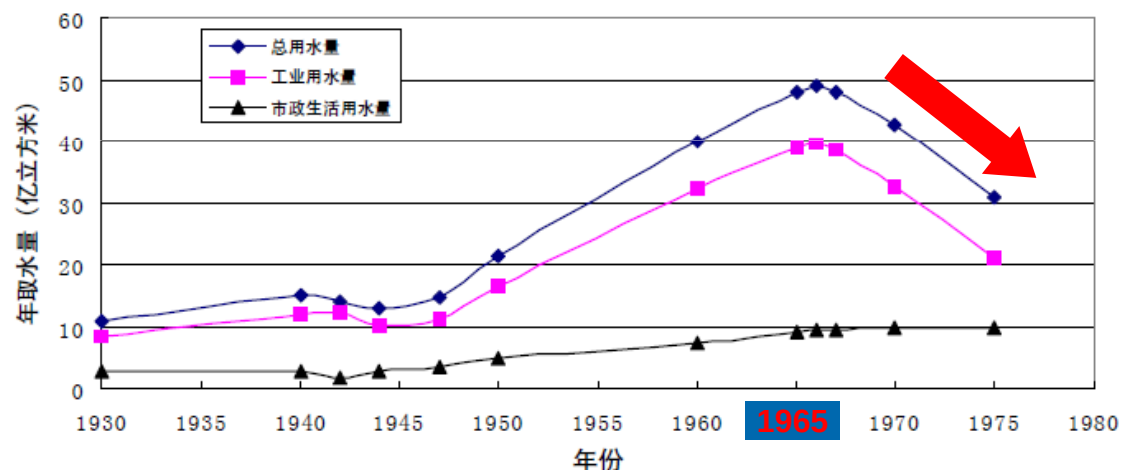


荷蘭與瑞典工業用水自1970年明顯下降

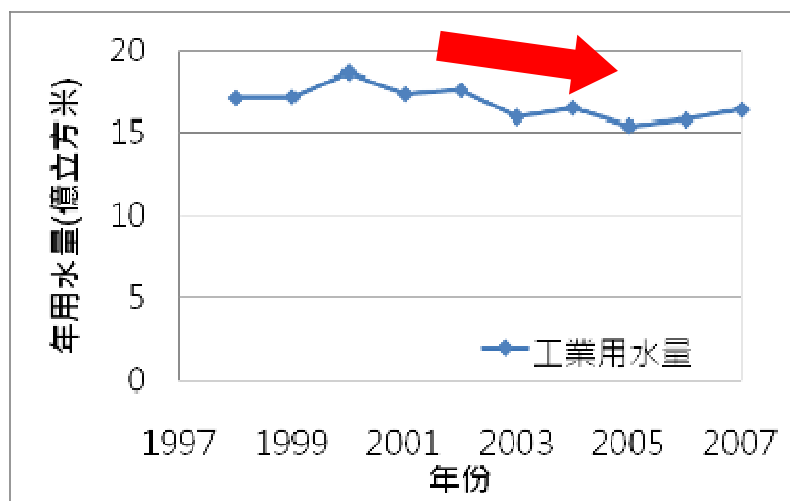


荷蘭：1957-1982年間，
工業產值增加3倍

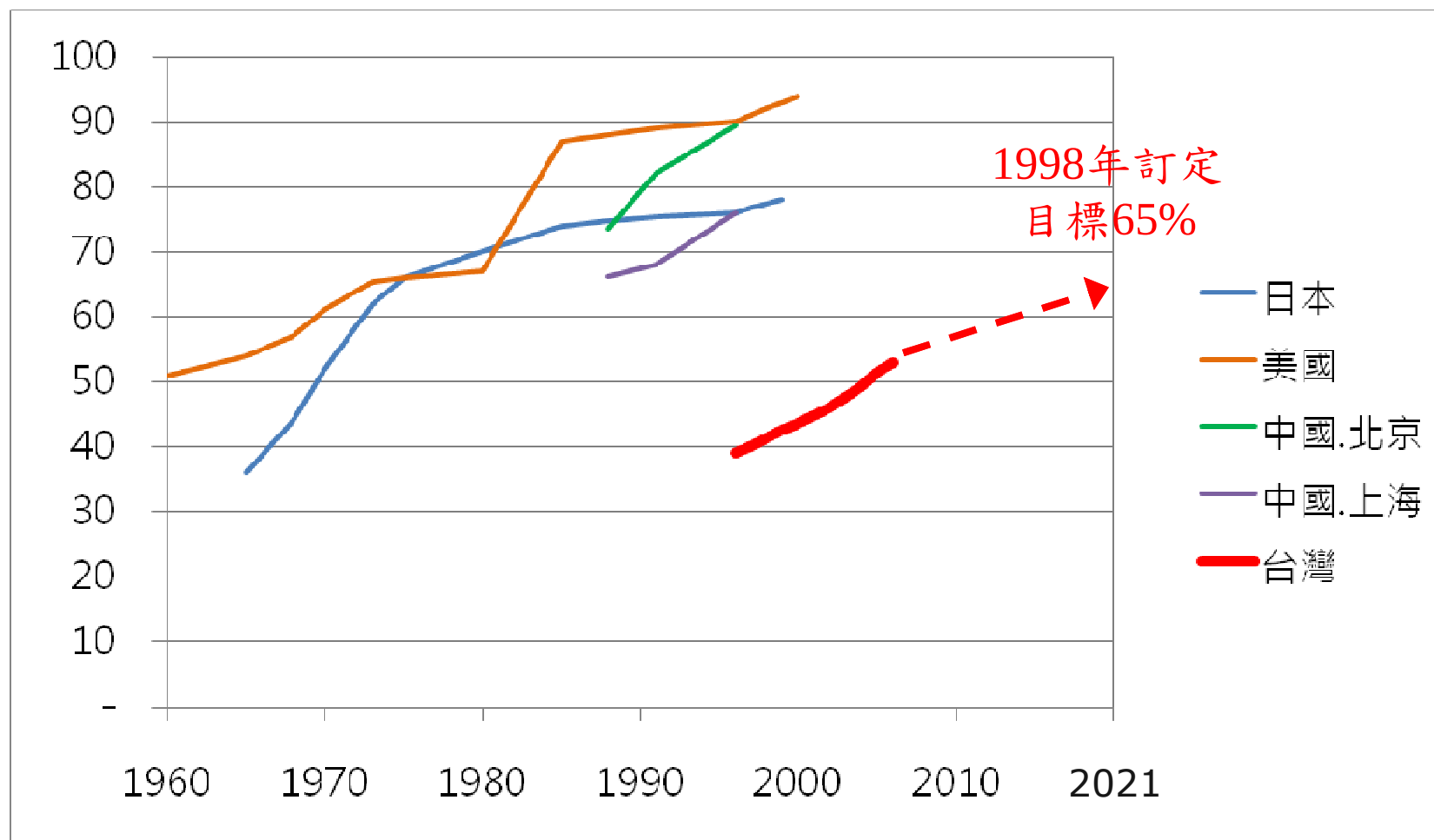
瑞典：水質法令強制工業
生產用水再循環利用



台灣：經濟部依1998年12月「全國國
土及水資源會議」結論研擬
「節約用水行動方案」



世界各國工業用水回收率比較



- 高科技業屬於高耗水產業，節水可以降低成本，如新竹科學園區半導體產業廢水回收率60-95%。其他產業則因用水結構不同，節水成效差別極大，如染整業因為製程及廠商投資意願低，回收率不到20%，造紙業回收率則約60%。
- 經濟部將要求工業部門加強廢水回收率自60%提高至75% (2009年12月經濟部業務會報)

政府組織與運作方式

無法面對全球氣候變遷的挑戰

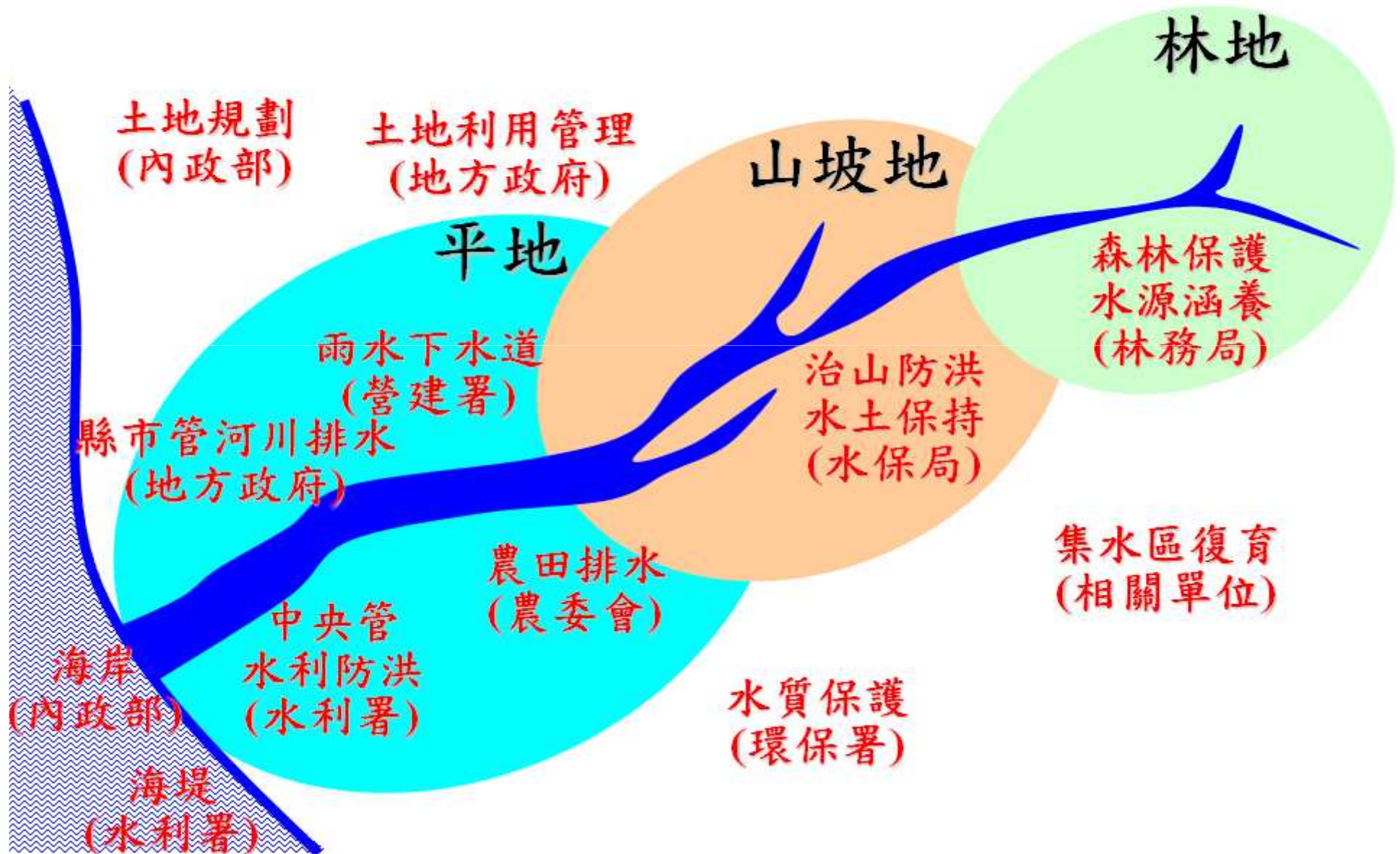
- 要解決水患的問題，要從**國土規劃**著手

跨部會的整合：當前水患問題，必須跳脫落伍的「治水」及防洪工程技術思維，以**土地管理和都市空間利用**以及變更政府政策的方式來減輕水患，宜提高層級，由行政院整合眾多不同專業部會一起共同參與

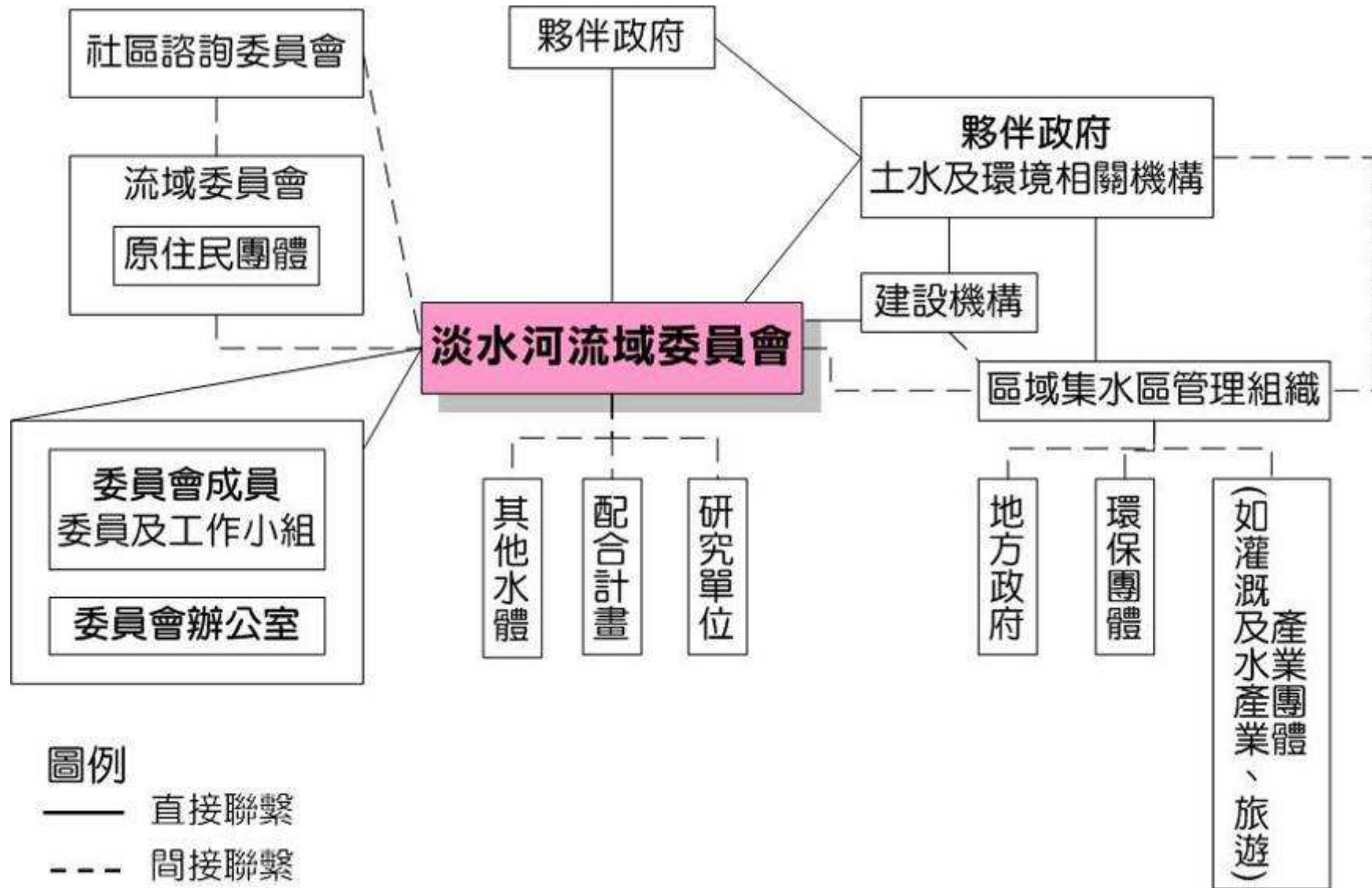
- 法令不應疊床架屋，**管理事權應該統一**：凍省後政府相關組織調整太慢，加上政府忽視治水業務，目前水資源機構權責劃分不清，協調連繫不足，分縣市及分段治理，缺乏整體及生態觀念

尊重專業：依據淹水潛勢高低、降雨強度與地面逕流資料為準，並考慮人口密度、成本效益及經濟產業活動加以檢討，釐定水患治理優先順位，而非依據媒體報導或考量選舉因素的頭痛醫頭、腳痛醫腳，反而使情況更加惡化

流域整體治理之重要問題



建議之淡水河流域管理組織



Key Message for science - policy co-op:

Climate change is not “a” problem waiting for “a” solution

An effective **strategy** to ensure sustainability in the context of climate change requires more than just good science and good communication ... it requires ...

- **Trusted** science
- **Informed** policy
- **Motivated** business
- **Engaged** public

WHAT NEED TO BE DONE?

Quick and without losing time

- Change the mind and consumptive habits
- Help to solve problems of today
- Create good intentions through inspiring projects
- Creating new rules for our business and institutions
- Change our system for our planning, design and decision making → creativity
- Creating partnerships : public—private—citizens
- Create new leadership styles



Thank you