

城市因應氣候變遷的自然解方



臺大生態學與演化生物學研究所 李玲玲

## 請思考以下問題

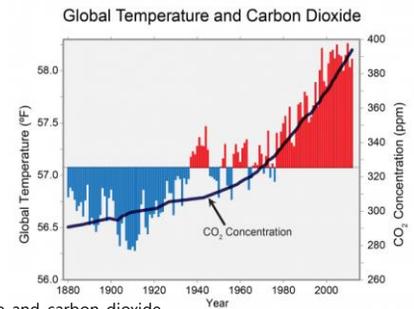
- 什麼是氣候變遷？
- 氣候變遷對城市的衝擊
- 城市對氣候變遷的影響
- 什麼是氣候變遷減緩與調適？
- 如何減緩與調適氣候變遷對城市的衝擊？
- 自然可以扮演什麼角色？
- 執行自然解方的挑戰

## 什麼是氣候變遷？

氣候：在長達數十年期間，大氣-海洋-陸地系統狀態的統計系集

氣候變遷：氣候在一段時間(幾十年到幾百萬年)內(區域性或全球性)平均氣象指數或變異度的波動變化，成因包括自然變異或人類活動。

氣溫、雨量、極端天氣事件等

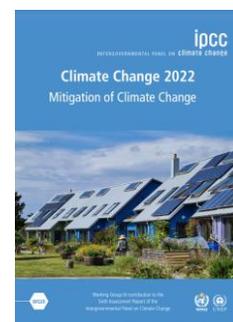
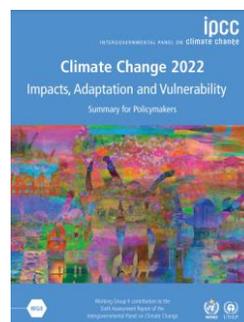
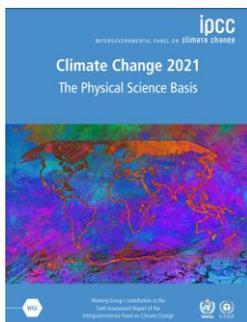


<https://www.globalchange.gov/browse/multimedia/global-temperature-and-carbon-dioxide>

## 全球氣候變遷趨勢與預測

IPCC 第六次氣候變遷評估報告(6<sup>th</sup> Assessment Report, AR6)

第一工作組報告 物理科學基礎 The physical science basis  
(<http://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>)



# IPCC AR6報告之氣候科學重點發現 - 臺灣版

科技部臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台(TCCIP)

中研院環變中心人為氣候變遷專題中心

交通部中央氣象局

國立臺灣師範大學地球科學系

國家災害防救科技中心



TCCIP 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台  
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

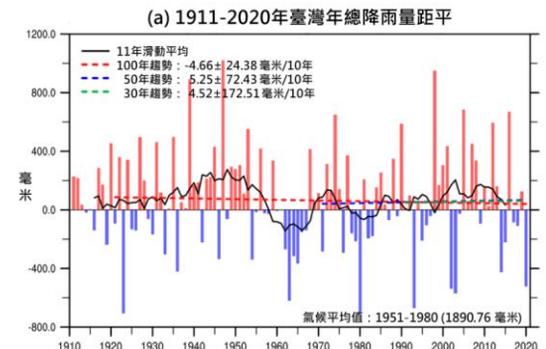
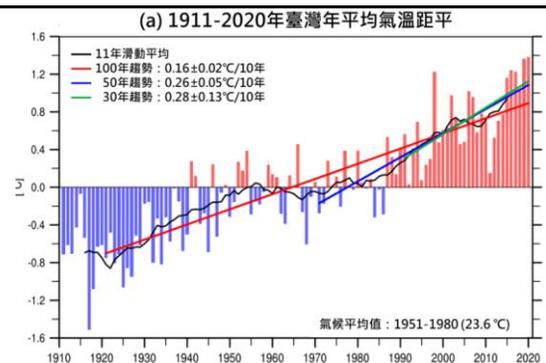
[https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/data\\_document/20210810154957.pdf](https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/data_document/20210810154957.pdf)

5

- 暖化：過去 110 年(1911- 2020 年)，年平均氣溫上升約 **1.6°C**，夏季長度增加到約 120-150 天，冬季縮短為約 70 天，近年來，冬季更縮短至約 20-40 天。

- 降雨：總降雨量變化不明顯，但 1961 -2020 年，**少雨年發生次數**明顯比 1960 年前增加。

1990-2015 年間，年最大 1 日暴雨強度明顯增加；年最大連續不降雨日數，百年增加約 5.3 日，近 30 年則是下降趨勢。



## 氣候變遷對城市的衝擊

- 暖化：氣溫上升、極端高溫
- 降雨：旱澇和風暴等極端天氣事件，洪泛、水資源
- 海平面上升：暴潮、海岸侵蝕
- 汙染：空氣、水汙染
- 健康：高溫、汙染、疾病傳播、精神壓力等
- 能源、交通、基礎設施、糧食與原物料供應等



<https://www.cw.com.tw/feature/topic/global-warming>



台灣減碳全球倒數第5！氣候變遷之戰到底怎麼打？



淹水、熱浪、乾旱將成為常態 台灣有哪些城市真的做好準備？



氣溫愈高，登革熱傳染得愈快



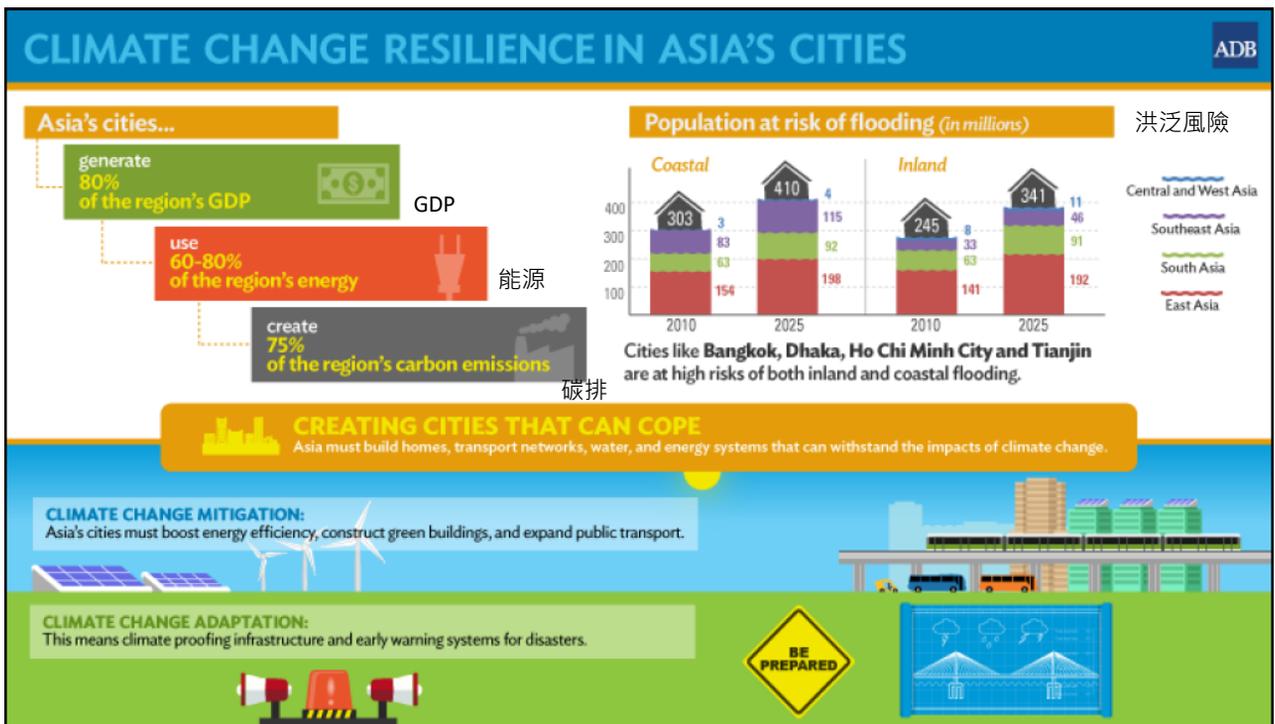
未來，荔枝、龍眼可能有錢也買不到



一熱，花就爛 蘭花如何抗熱

## 城市對氣候變遷的影響

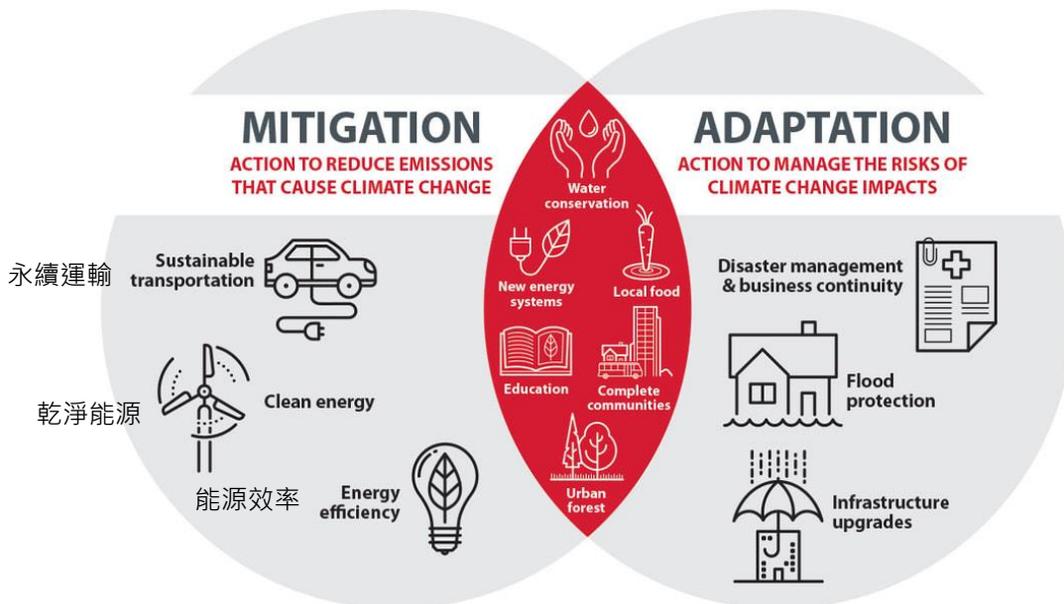
- 溫室氣體排放：城市是氣候變遷的主要貢獻者，因為城市活動是溫室氣體排放的主要來源。城市佔全球CO<sub>2</sub>排放量的 75%，其中交通和建築是最大的貢獻者
- 污染物排放
- 熱島效應
- 水循環
- 自然棲地縮減、生態系功能與服務劣化
- ...



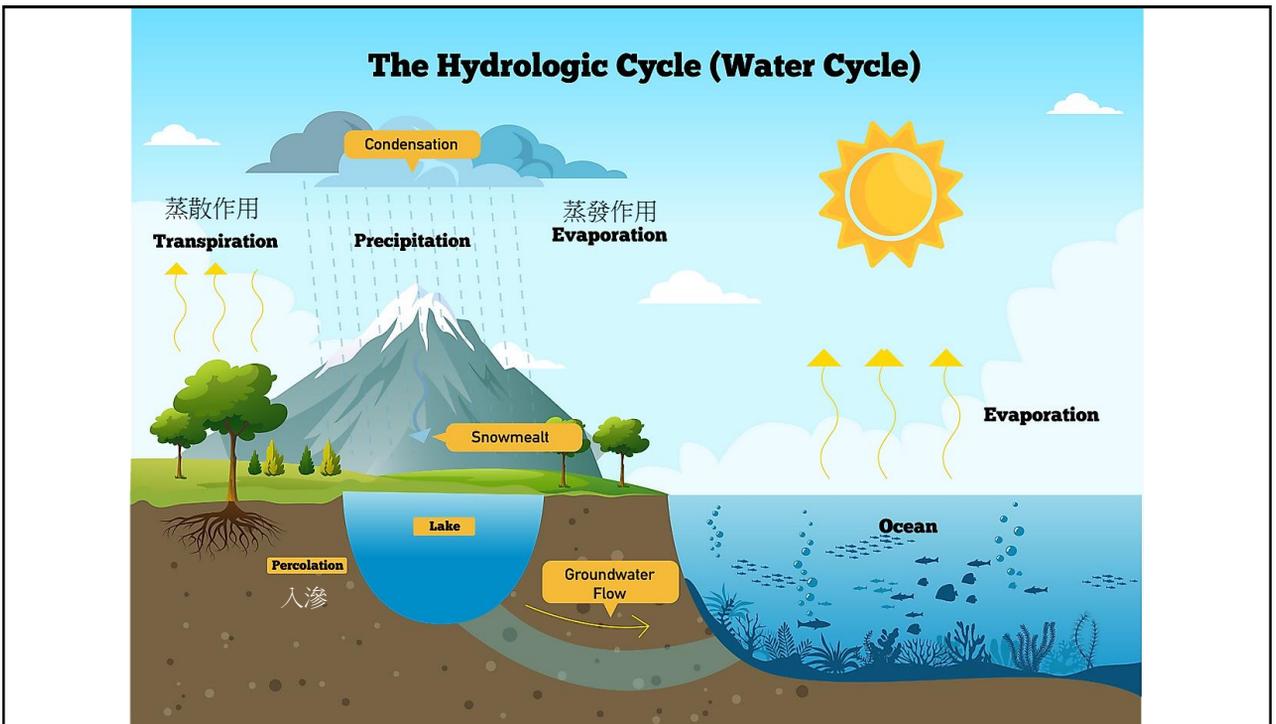
## 氣候變遷減緩與調適

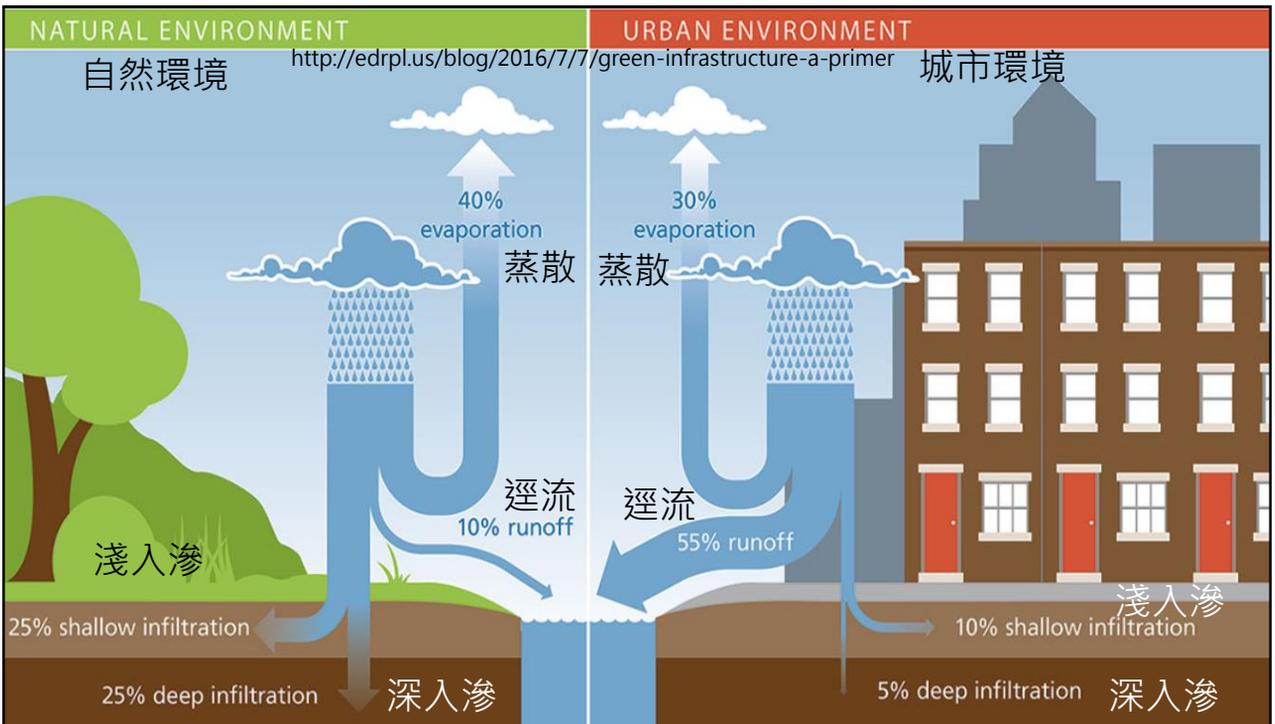
- **減緩(mitigation)** – 由減少溫室氣體的排放或將溫室氣體吸收貯存的方式，來降低大氣中溫室氣體的含量。
- **調適(adaptation)** – 預期氣候變遷的負面影響而採取適當的措施以避免或降低其所導致的危害，或善用其所可能產生的機會。
- 高溫、旱澇、水資源、汙染、海岸、健康、農業與糧食
- 減碳排、增加碳匯、降溫、入滲(漸少逕流、補注地下水)、淨化(水、空氣)、保護邊坡水岸、降低健康與農業風險...

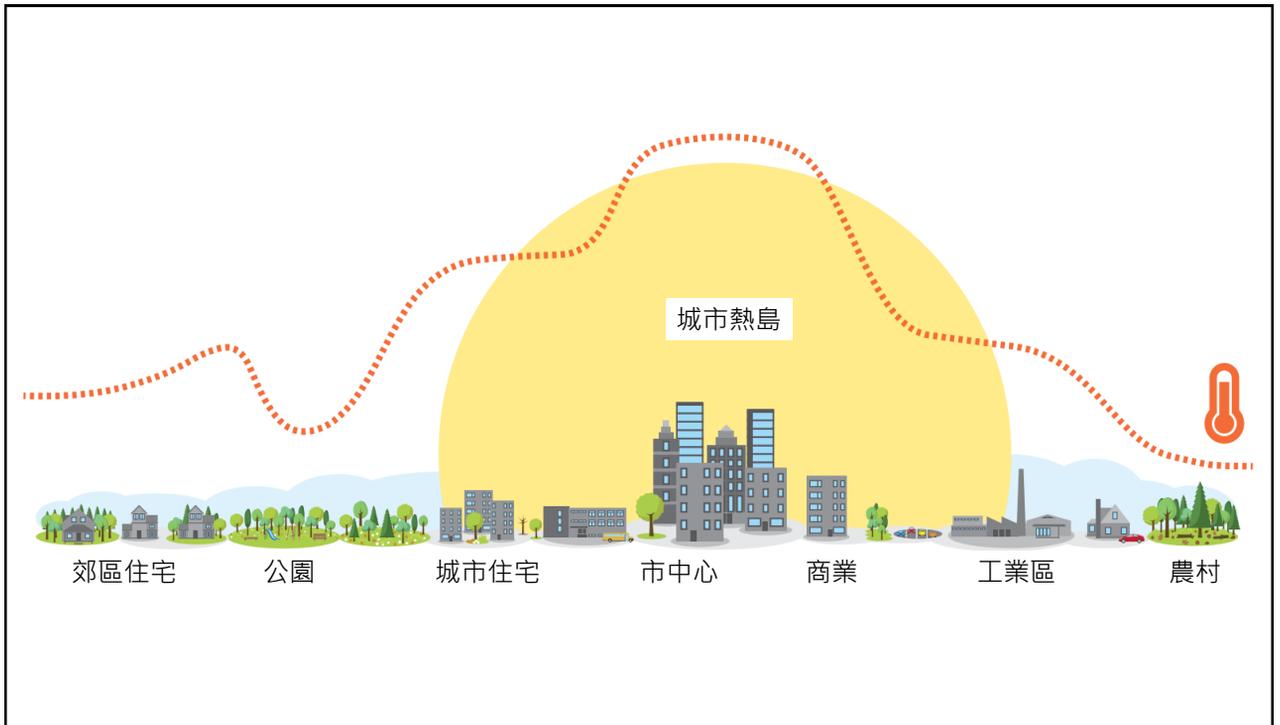
## 如何減緩與調適氣候變遷對城市的衝擊？



# 自然可以扮演什麼角色？



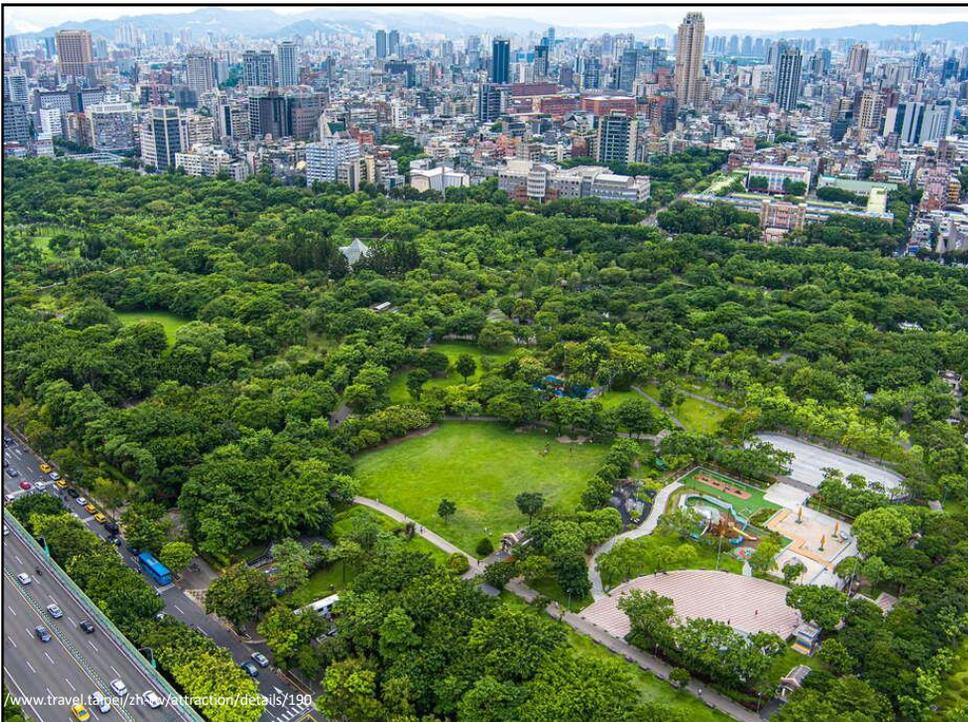




## 城市綠地對空氣汙染與熱島效應的影響

- 城市綠地可以提供現地、社區和城市尺度更涼爽、更清潔的空氣。
- 城市森林的密度和空間結構——城市中所有樹木、灌叢、草地和透水面的總和——會影響城市的地表溫度，對改善空氣品質至關重要。
- 在綠色空間密度低的地區提供綠地，將大幅改善當地和全市的空氣品質。
- 多個緊密相連的小綠地較開放、獨立的大型草地公園提供更大的冷卻效果。

- 各種植物都具減輕高溫 and 污染的能力，而緻密、多層次、多樣的植物有助於提高對乾旱，高溫及污染的整體韌性。
- 各類植物中，樹木最具捕捉和過濾多種空氣污染物的能力，包括地面臭氧，二氧化硫，氮氧化物和懸浮物。
- 樹木也可改善溫度舒適度和緩解街道和鄰里尺度的高溫，特別是在最熱的時間與季節。



光合作用**碳吸存**

蒸散作用、水循環  
調節氣候、緩和熱  
島效應

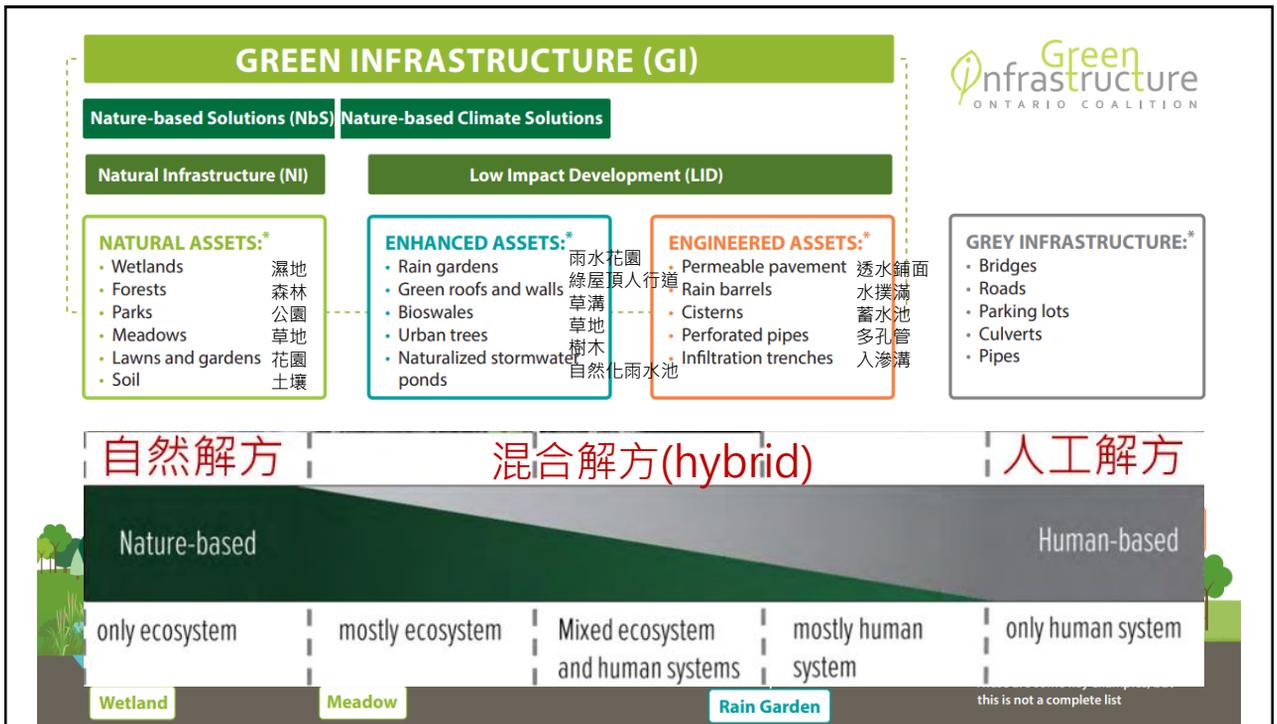
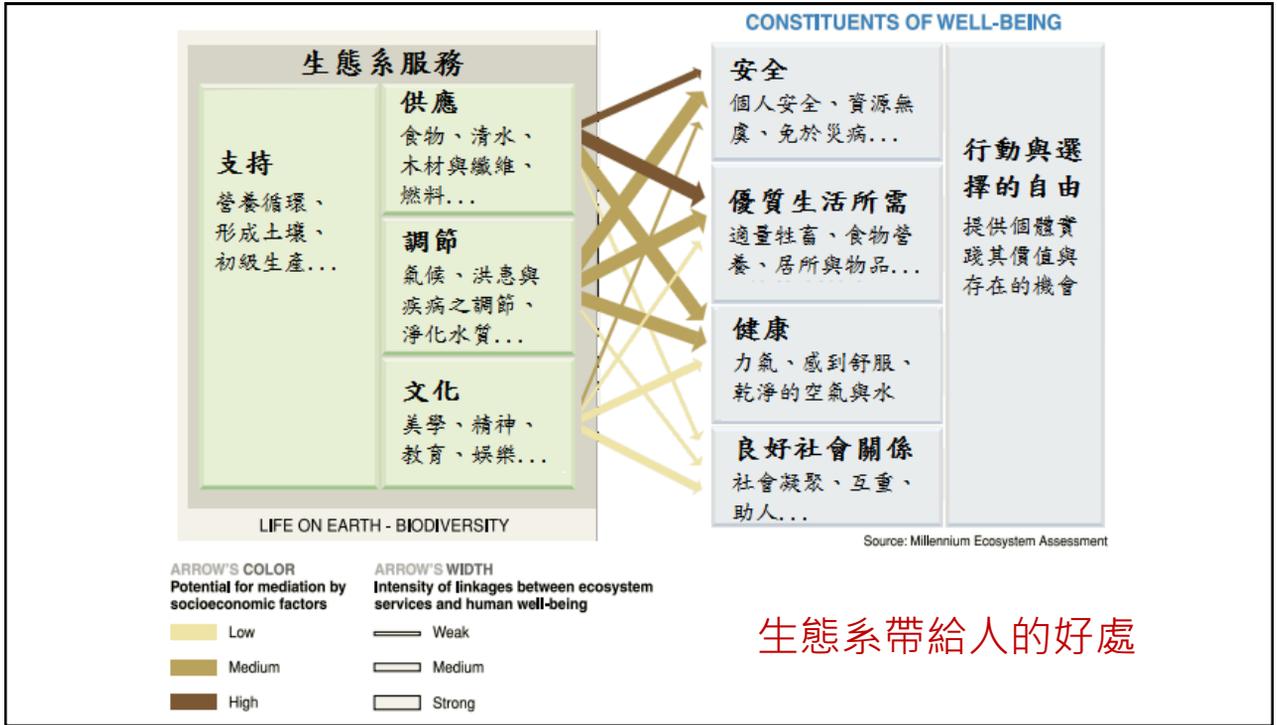
滲透作用、減少逕  
流、水循環、調節  
旱澇

隔絕、吸附、分解  
汙染物，淨化空氣  
淨化水

休閒、娛樂、教育、  
體驗、增進身心健康  
等機會

提供野生物棲地

...



## 低影響開發

- 基於模擬自然水文條件原理，採用源頭管制理念實現暴雨逕流管控的一種雨水管理方法。
- 強調透過保護與利用當地自然地景特色來確保逕流雨水水質。透過實施小範圍的水文控制，採用滲透、過濾、儲存、蒸發、滯留等措施來控制逕流流域區的水文情況

主題：加強保護**自然**行動以達成永續發展目標  
Strengthening Actions for Nature to Achieve the SDGs



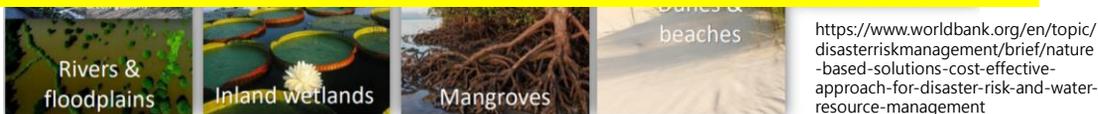
決議5. 支持永續發展的**自然解方**

Resolution on Nature-based Solutions for Supporting Sustainable Development

自然解方定義：採取行動**保護、養護、恢復、可持續利用和管理**自然或經改造的陸地、淡水、沿海和海洋**生態系統**，以有效和適應性地應對社會、經濟和環境挑戰，同時對人類福祉、生態系服務、復原力(韌性)和生物多樣性產生惠益



降低洪泛風險 + 提升氣候韌性 + 維護水資源 + 淨化水質 + 增加碳吸存與碳匯 + 調節微氣候 + 增進人類健康 + 魚蝦貝類棲息 + 改善農漁民生計 + 休閒遊憩、觀光 + ...



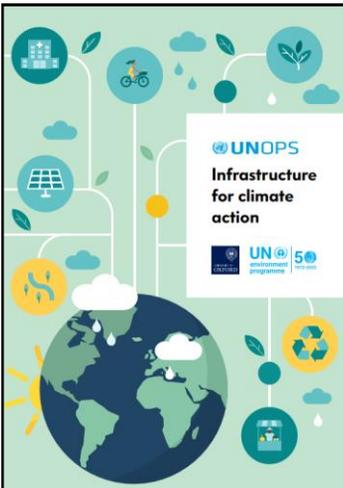
## 灰色基礎設施

解方	灰色基礎設施
目的	解決單一問題
空間尺度	局部地區
時間尺度	短中期、穩定不變
韌性	抗性、維護成本
做法	標準化、規格化
碳排	增碳
生態	物種、近自然、減輕衝擊...



## 灰色基礎設施與自然解方

解方	灰色基礎設施	自然解方
目的	解決單一問題	處理多元社會挑戰
空間尺度	局部地區	系統、河相、地景、海景
時間尺度	短中期、穩定不變	中長期、動態
韌性	抗性、維護成本	回復力、自我修復、再生
做法	標準化、規格化	異質性、各地特性
碳排	增碳	減碳+碳匯
生態	物種、近自然、減輕衝擊...	維護、恢復、增益 生態系過程、功能、自然營力



氣候行動下的基礎設施

[https://content.unops.org/publications/Infrastructure-for-climate-action\\_EN.pdf?mtime=20211008124956&focal=none](https://content.unops.org/publications/Infrastructure-for-climate-action_EN.pdf?mtime=20211008124956&focal=none)

- 能源、交通、水、廢棄物處理、數位通訊和建築部門等基礎設施佔所有溫室氣體排放量的 79%，以及所有調適成本的 88%。
- 核心問題不是我們是否需要基礎設施，而是如何以可持續、具(氣候)韌性和與淨零未來兼容的方式提供基礎設施。

需要重新思考基礎設施的規劃、執行及管理方式，以使其適合低碳排和具韌性的未來；包括如何同時幫助減碳經濟、保護生物多樣性並減少污染，以確保人、自然和環境共同繁榮。

## 工程師回應COP26氣候行動的五種作為 (英國土木工程師學會)

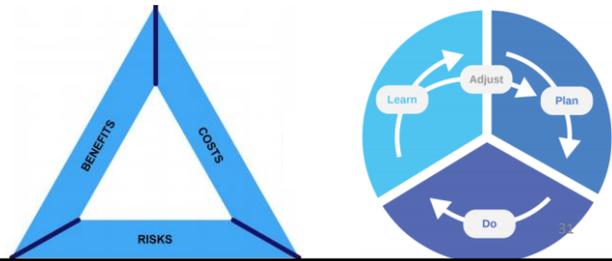
1. 致力減碳
2. 考慮全生命週期的碳核算和管理
3. 注意基礎設施融資正在發生變化：金融部門對準淨零排放
4. 在自然中尋找解方 – 更加了解、使用自然解方來替代或補充灰色基礎設施
5. 為新的極端做準備與調適：納入氣候變化的影響

## 自然解方全球標準

### 8 條件28項指標

1. 有效應對社會挑戰(確認挑戰、指認成效)；
2. 根據尺度設計NbS (尺度、多面向、風險、跨域)；
3. 生物多樣性淨增長與生態系的整全增益(評估監測)；
4. 方案經濟上可行的(成本效益)；

5. 基於包容、透明及賦權的治理；
6. 在達成首要目標與持續提供其他多重惠益之間的平衡 (替代方案)；
7. 根據實際情況調適性的管理；
8. 為主流治理策略且具持續 (引發改變、政策支持、貢獻全球目標)



**IUCN** 2016

解決全球社會挑戰的自然解方

Nature-based Solutions  
to address global societal  
challenges

Editors: E Cohen-Shacham, G Walters, C Janzen,  
S Maginnis

**IUCN** 2020

自然解方全球標準使用指南

Guidance for using the  
IUCN Global Standard for  
Nature-based Solutions

A user-friendly framework for the verification,  
design and scaling up of Nature-based Solutions

First edition

**IUCN** 2020

自然解方全球標準

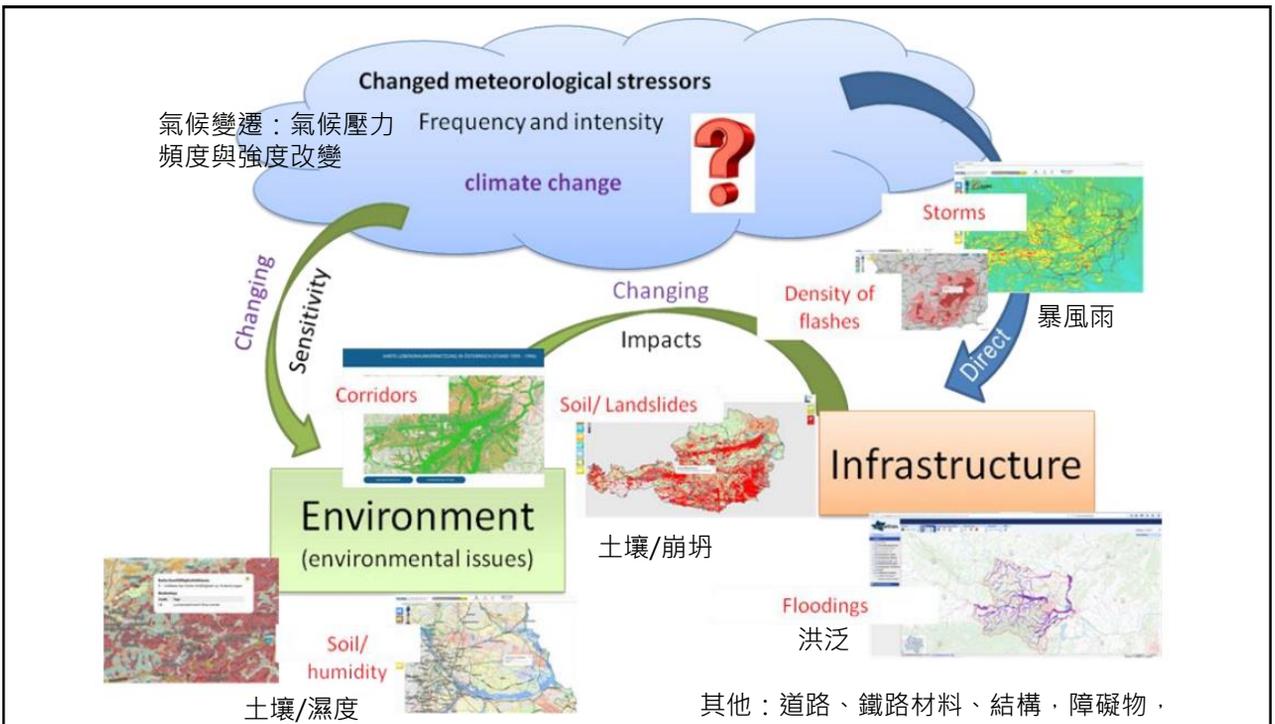
IUCN Global Standard for  
Nature-based Solutions

A user-friendly framework for the verification,  
design and scaling up of NbS

First edition

The diagram shows a central circle labeled 'Societal Challenges' with icons for climate, air quality, water, and land. This circle is surrounded by a ring of 'Ecosystem-based approaches' (Terrestrial, Aquatic, Urban, Infrastructure, Management, Restoration). Below the circle are two green arcs labeled 'Human well-being' and 'Biodiversity benefits'.

The diagram shows a central circle labeled 'Societal Challenges' with icons for climate, air quality, water, and land. This circle is surrounded by a ring of 'Ecosystem-based approaches' (Terrestrial, Aquatic, Urban, Infrastructure, Management, Restoration). Below the circle are two green arcs labeled 'Human well-being' and 'Biodiversity benefits'.



**CEDR Transnational Road Research Programme  
Call 2012: Road owners adapting to climate change**

Funded by:  
• Germany  
• Denmark  
• Norway  
• The Netherlands



**ROADAPT  
Roads for today, adapted for tomorrow  
Guidelines**

May 2015

ROADAPT consortium:

Deltares (coordinator)



SGI



Egis



KNMI



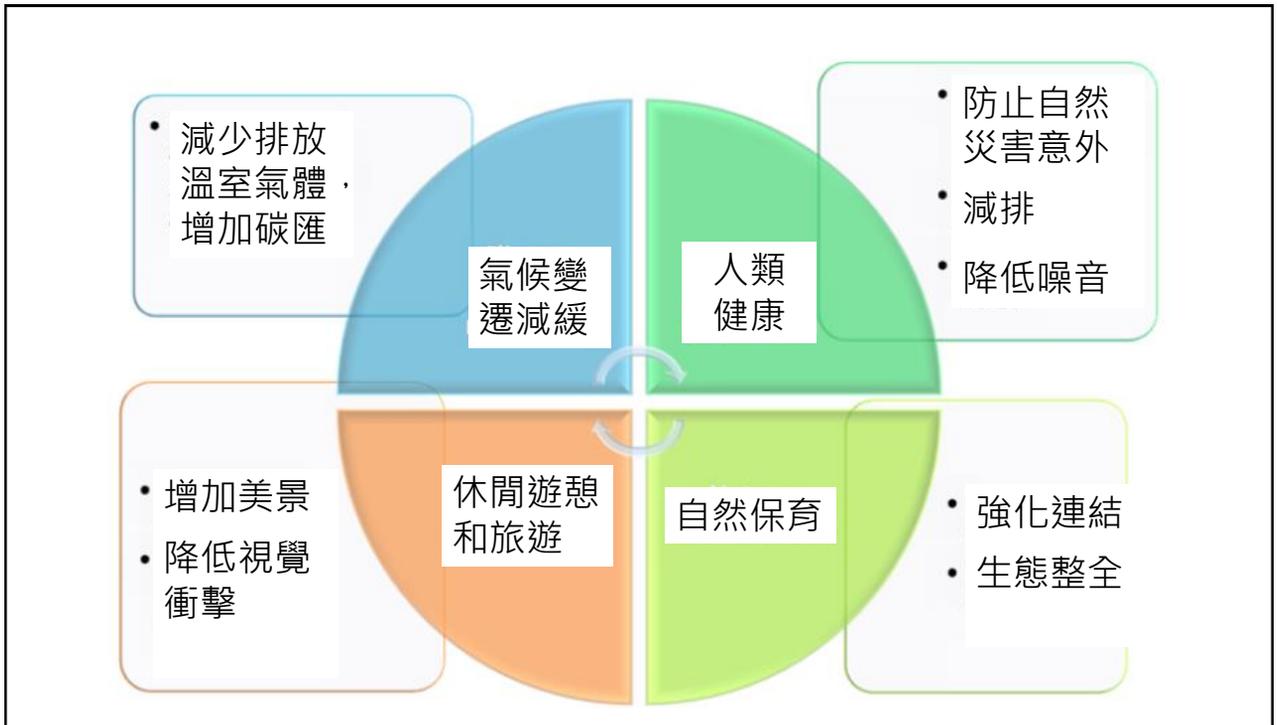
**Table of contents**

Executive summary.....	1
1 Introduction .....	2
1.1 Purpose of the ROADAPT guidelines.....	2
1.2 Structure of the ROADAPT guidelines.....	2
1.3 How to use the ROADAPT guidelines .....	3
2 Climate change effects on roads .....	4
2.1 Extreme weather effects on roads.....	4
2.2 The world's climate is changing.....	6
2.3 Effects of climate change for roads .....	9
3 Risk management for roads in a changing climate .....	10
3.1 Road owners demands.....	10
3.2 The RIMAROCC framework .....	11
3.3 The ROADAPT structure.....	12
4 The ROADAPT guidelines.....	16
4.1 Part A – Guidelines on the use of data for the current and future climate for road infrastructure.....	16
4.2 Part B – Performing a quickscan on risk due to climate change .....	17
4.3 Part C – Performing a GIS-aided vulnerability assessment for roads.....	19
4.4 Part D – Performing a socio economic impacts analysis.....	20
4.5 Part E – Selection of adaptation measures and strategies for mitigation .....	21
5 Conclusions.....	23
6 Acknowledgement .....	25
7 References.....	26

Annex I: Table of threats

[https://www.cedr.eu/download/other\\_public\\_files/research\\_programme/call\\_2012/climate\\_change/roadapt/ROADAPT\\_integrating\\_main\\_guidelines.pdf](https://www.cedr.eu/download/other_public_files/research_programme/call_2012/climate_change/roadapt/ROADAPT_integrating_main_guidelines.pdf)

- 收集數據、確認關鍵目標與規劃替代方案
- 平衡氣候變遷減緩與調適關鍵目標與環境目標
- 檢視各種類型的替代方案 - 概念，位置，維度，技術
- 將氣候防護納入緩解措施
- 發掘潛在不確定性，並進行更詳細的檢查
- 適應性監測 – 觀察氣候防護措施的不確定性和適用性，並進行滾動式調整

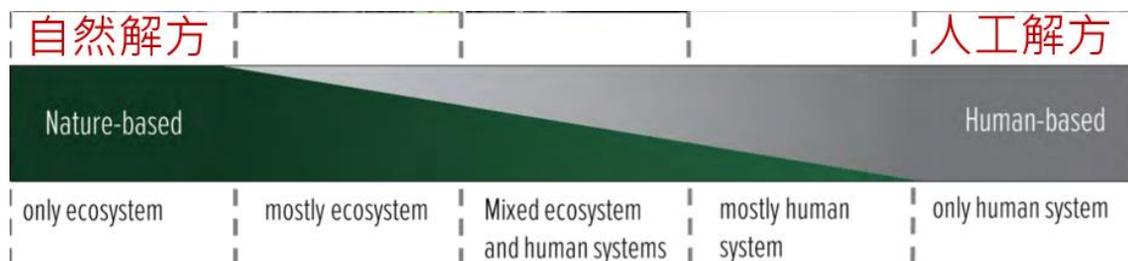


## 挑戰

觀念、態度、認知及典範轉移；

政策法規、組織行政，土地取得，設計及操作技術、實證案例、...

能力建設、避免誤解與誤用



## 結語

- 氣候變遷為城市發展帶來眾多挑戰，且這些挑戰越來越嚴苛緊迫。
- 自然解方可以幫助城市同時因應眾多氣候變遷的挑戰，從而提高城市因應氣候風險的韌性，改善居民的生活品質，並來增加城市的生物多樣性。
- 但請特別注意，誤解和誤用自然解方，非以生態系為基礎的仿自然作為，不但無法解決上述問題，反而會造成反效果

敬請指教

