

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

都市熱島：IPCC WGII 導讀

子計畫主持人 林子平 成大建築系特聘教授

參與研究人員 尤思喻、王柳臻、陳秉鈞
歐星妤、蔡沛淇、趙立衡



IPCC WGII 導讀

Ch.6

Cities, Settlements and Key Infrastructure





都市熱島領域

國立成功大學建築學系 團隊



一. 主要架構與重點項目

IPCC WGII Ch.6 架構

Task 1、2：人口成長 + 全球變遷

台灣案例：2個

Task 3、4：都市調適的規劃與問題

台灣案例：6個

二. 都市的主要風險

三. 都市的調適作為

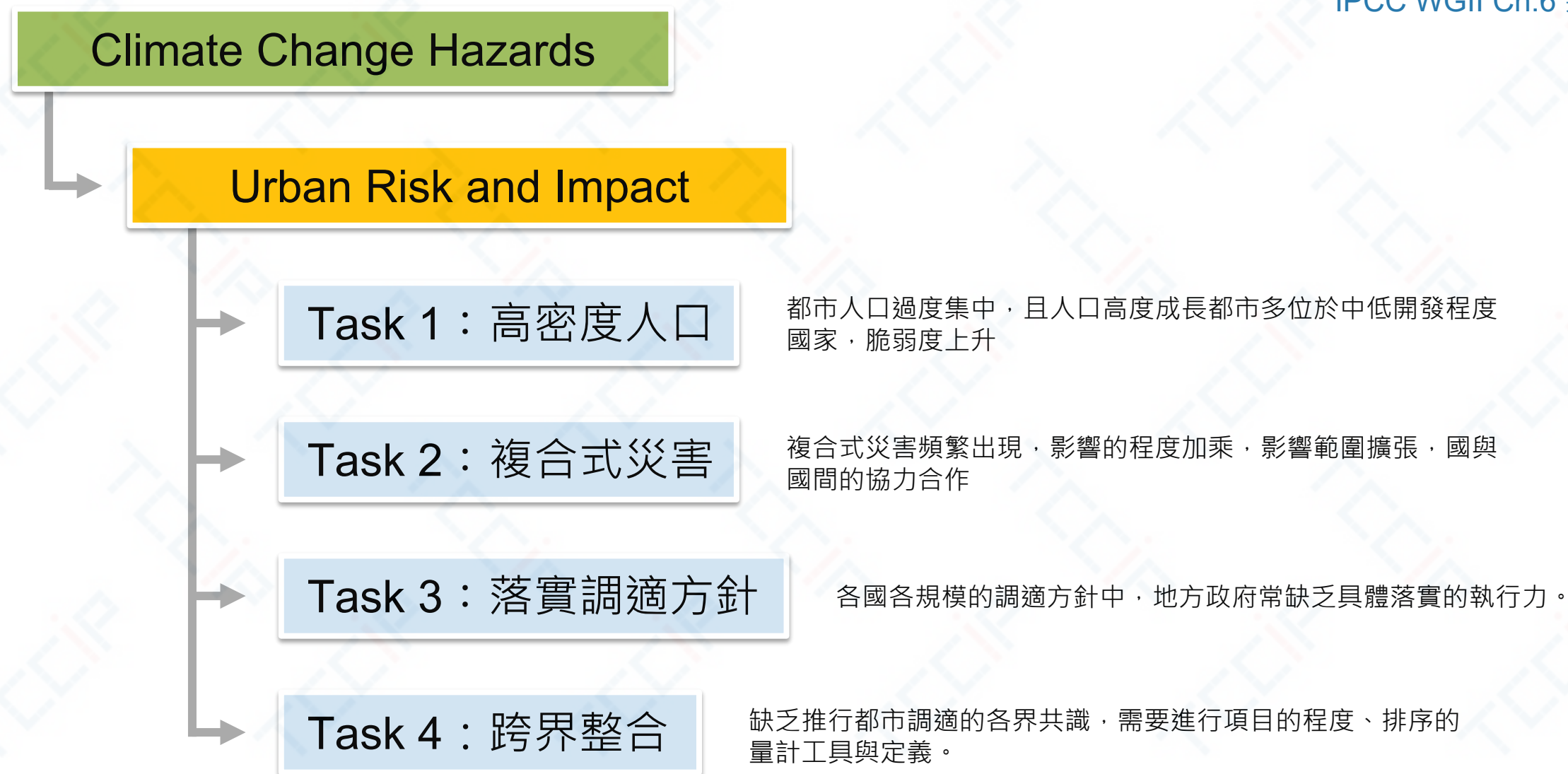
以**自然**為基礎的解決方案

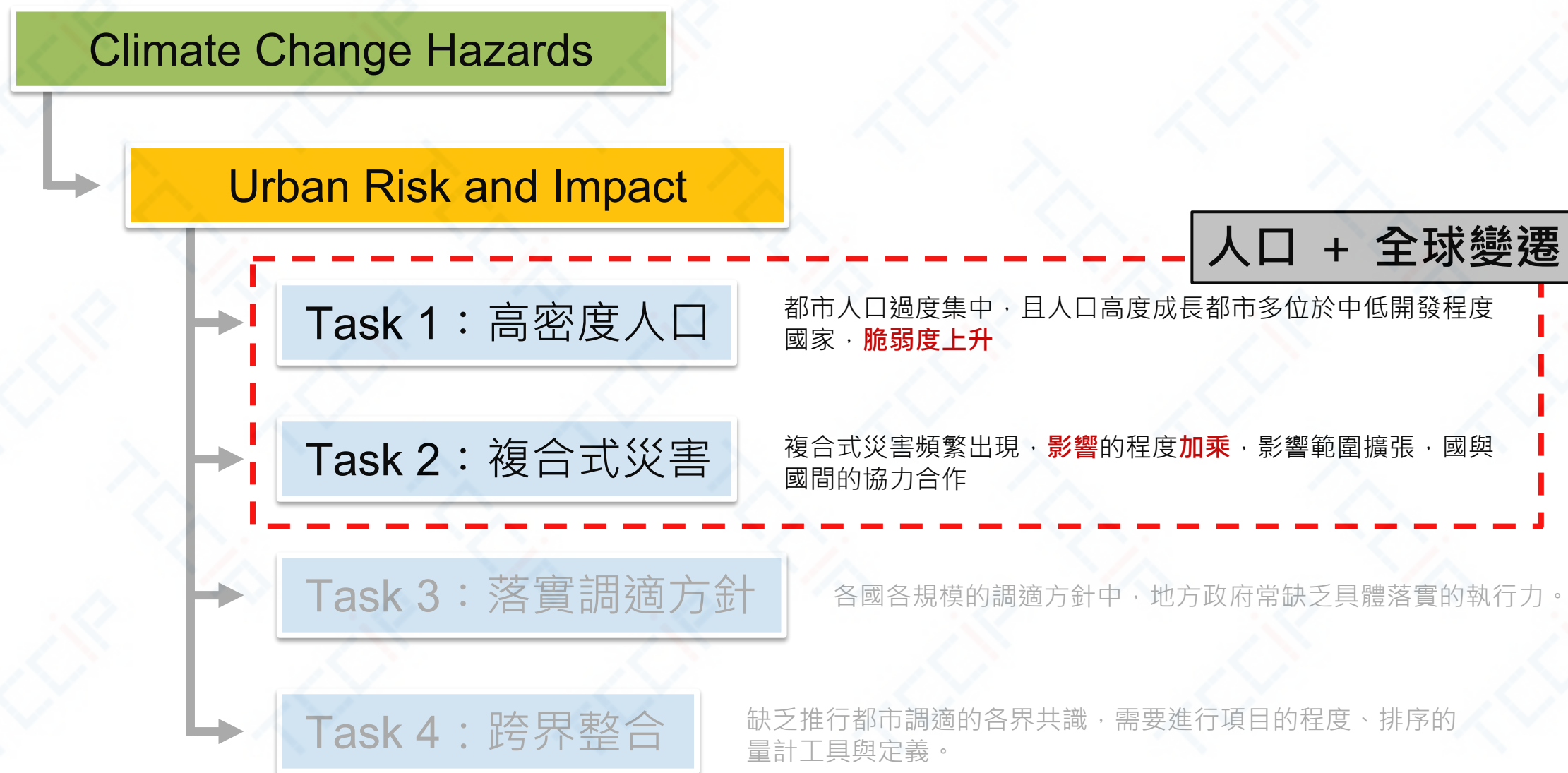
通過**人工**基礎設施的設置

一. 主要架構與重點項目



IPCC WGII Ch.6 架構





Task 1、2：人口 + 全球變遷



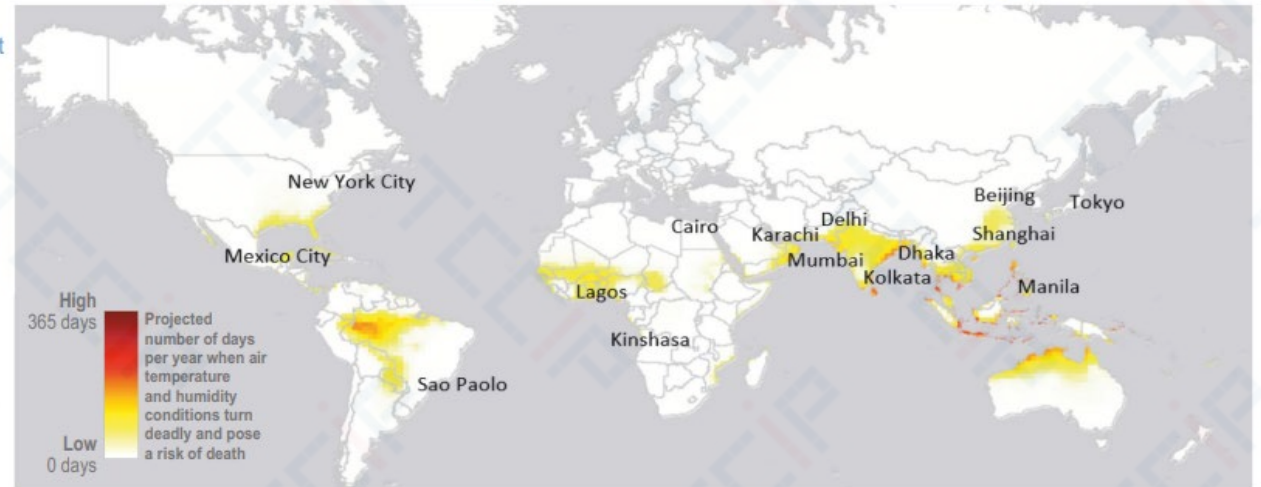
將有更多人口集中於都市，暴露在高溫以及極端天氣的風險。

都市發展與擴張帶來的環境風險，將造成更高級別的貧窮、失業率、住房等各項社會脆弱度風險。

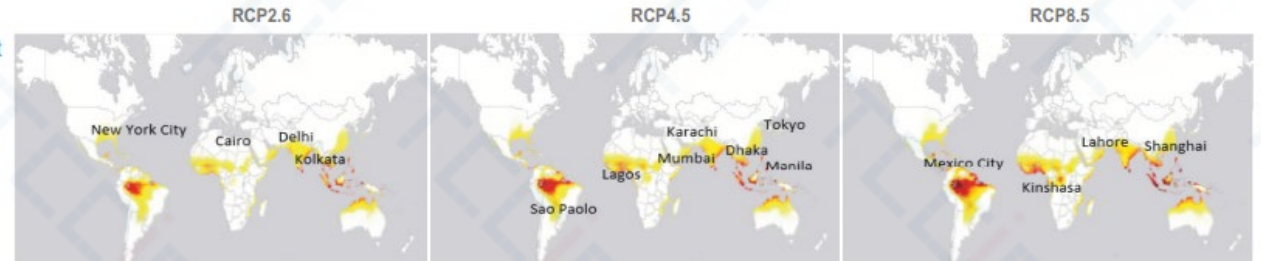
對原本就相對高溫且高濕度的氣候區域來說，將較其他地區的人更快面臨超過“危險”等級門檻的生活環境極限。

Global distribution of population exposed to hyperthermia from extreme heat and humidity

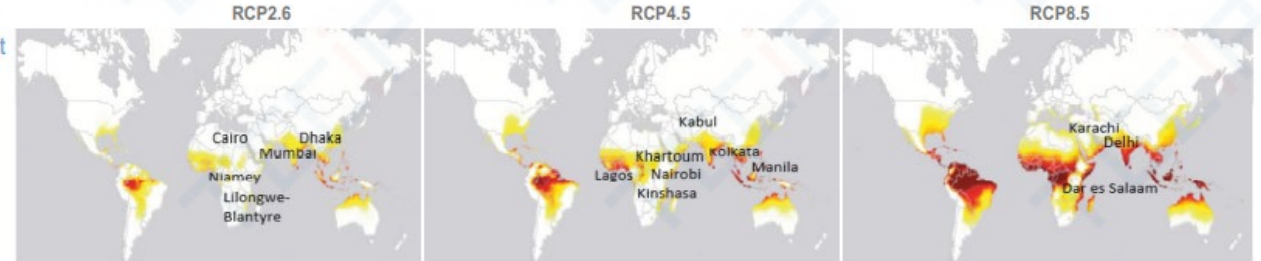
(a)
Present
2020



(b)
Mid-21st
Century
2050



(c)
End-21st
Century
2100



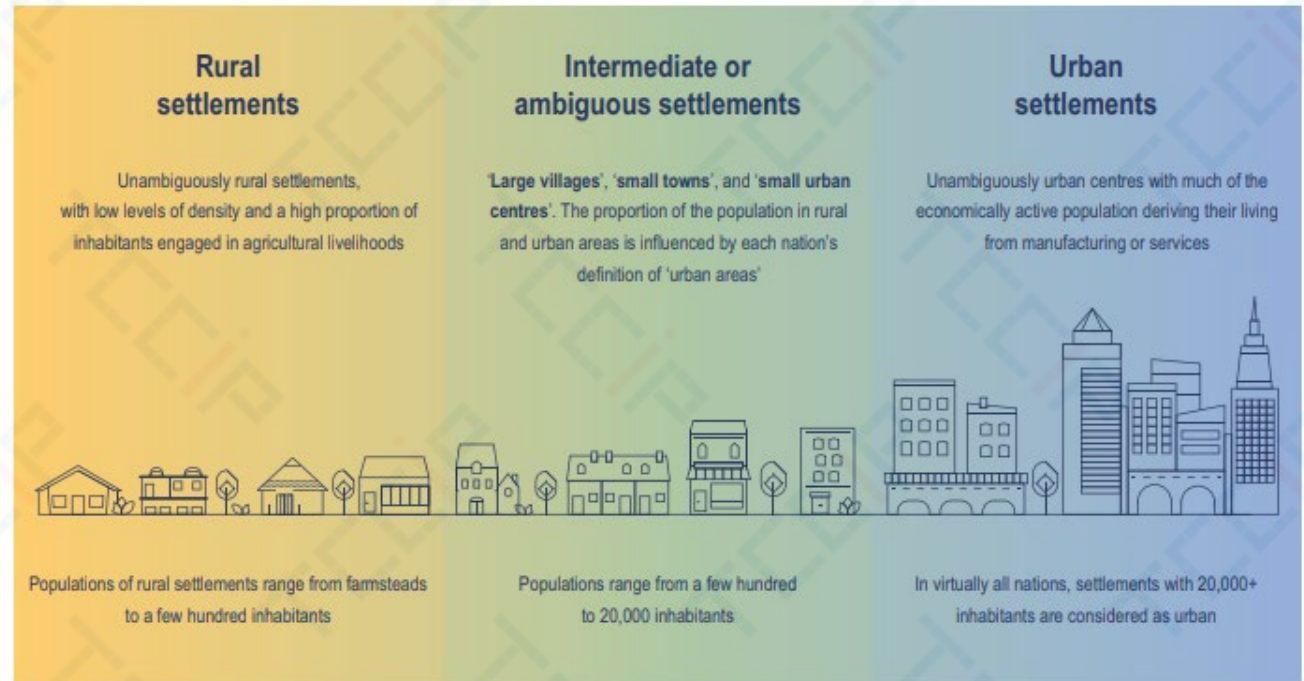
Task 1、2：人口 + 全球變遷



都市核心區域遭受到的影響，透過周邊生活圈交流脈絡，同樣會造成近郊更大範圍的風險增加(脆弱度上升)。

都市與周邊近郊區域實地現況以及在地知識的傳遞與保留。

重視大型都市之外，中小型規模城市的個別問題以及規劃調適方針。



Proportion (by region) of urban population living in cities with population size	Africa	Asia	Latin America and the Caribbean	Europe	Northern America	Oceania	World
10 million +	8	15	17	4	10	0	13
5–10 million	6	9	3	5	17	0	8
1–5 million	22	22	25	16	30	60	22
500,000–1 million	9	10	8	11	13	2	10
300,000–500,000	6	6	6	8	7	11	6
Under 300,000	48	38	40	57	24	27	41

圖表來源(上)：IPCC WGII CH.6 Figure. 6.1、(下)：IPCC WGII CH.6 Table. 6.1。

Task 1、2：人口 + 全球變遷



都市調適的規劃與問題：

國際上已有共識，參與的國家也多，也制定了相關的指導規劃指南。

各個國家個別的調適方針，執行進展落差大。

缺乏在地資訊以及知識的保留以及應用機制。

Agreement (date of agreement)	Scope of agreement	Relevance for cities, settlements and infrastructure	Relevance for addressing climate change risk
Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (March 2015)	Global agreement for reducing disaster risks in all countries and at all levels. Highlights urbanisation as a key driver of risk and resilience.	Identifies rapid urbanisation as a key underlying risk factor for disasters and driver of resilience. Promotes shift from disaster response to disaster risk management and reduction through cooperation between national and local governments. Limited focus on the role of civil society.	Highlights the need to respond to systemic risk, including compound and cascading risks and impacts from natural, technological and biological hazards. Includes focus on chronic stressors and sudden shocks through governance, planning, disaster response, post-event recovery.
Addis Ababa Action Agenda (July 2015)	Global agreement arising from the International Conference on Financing for Development (United Nations, 2015a) emphasized the need for adequate financing at all levels of government, especially sub-national and local, to support sustainable development, infrastructure and climate mitigation (UN-Habitat, 2016b).	Includes general comments on the importance of local actors and recognises the need for strengthening capacities of municipal and local governments. Commits to 'support' local governments to 'mobilise revenues as appropriate'. Offers little on how to get finance to support local governments addressing these commitments.	Financing a critical element of risk reduction in cities and settlements (see Section 6.4). Underlying variability of institutional arrangements inhibits development of universal framework.
Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (September 2015)	Global agreement adopted by 193 governments that includes the 17 Sustainable Development Goals (SDGs).	SDG11 speaks explicitly to making cities 'inclusive, safe, resilient and sustainable'. Extensive reference to universal provision of basic services in other SDGs which will require substantial efforts in cities; equality and governance are also stressed. Focuses on national goals and national monitoring with insufficient recognition of key roles of local and regional governments and urban civil society in addressing most of the SDGs.	SDG13 on climate action requires action in cities and settlements. Integrated approach can address underlying drivers of risk.
The Paris Agreement (December 2015)	Global agreement under UN Framework Convention on Climate Change: signed by 194 and ratified by 189 member states (05/01/21).	References the role of the local or sub-national levels of government and cities as non-state actors.	Encourages cities to develop specific agendas for climate action (mitigation and adaptation).
The World Humanitarian Summit (May 2016)	Not an agreement, but a summit of 180 member states generating over 3500 commitments to action and addressing the role of non-state actors in reducing risk of climate change related forced displacement of people.	Includes five agreed 'core responsibilities' with relevance for urban areas, and commitments were made by professional associations, non-governmental organisations and networks of local authorities to address these in towns and cities.	Climate change likely to shape flows of refugees and migrants who are likely to live in highly exposed areas, particularly in low-income cities. However 'meagre funding for collaboration, poor data collection and sharing' (Acuto, 2016) limits commitment effectiveness (Speckhard, 2016).
The New Urban Agenda (October 2016)	Global agenda adopted at UN Conference on Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III) envisioned national urban policies and adaptation plans as a central device to inform sub-national governments addressing sustainable development.	Intended as the global guideline for sustainable urban development for 20 years, seeking to provide coherence with other agreements. Focus on national policy and action. Limited recognition of urban governments or civil society as initiators and drivers of change.	Clearly frames roles for cities within national and international systems in contributing to sustainability (including low-carbon development) and resilience (including adaptation). Frames the role for cities within national and international systems, including an ongoing assessment of their contribution to sustainability and resilience (Kaika, 2017; Valencia et al., 2019).

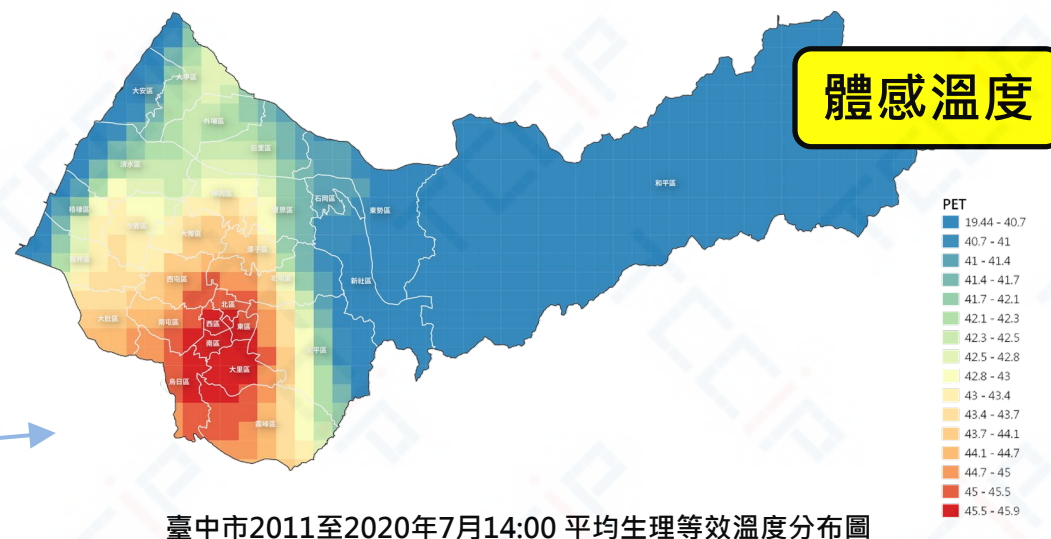
圖表來源：IPCC WGII CH.6 Table. 6.2

Task 1：台灣都市調適案例分享



案例：臺中都市熱島效應空間策略計畫

- 本計畫採用TReAD氣候歷史重建資料，並參考陳秉鈞(2022)所建立之生理等效溫度、平均輻射溫度預測式，以2公里之網格建立**台中市2011~2020年7月14:00 平均生理等效溫度(PET)分布圖**。
 - 疊合臺中市最小統計區人口密度分布圖，可發現：
熱區範圍與人口密集區高度重疊。
-
- 隨著氣候變遷災害危害度提升，加上未來**人口過度集中於都市**所造成的**脆弱度**，將導致災害風險大幅提升。

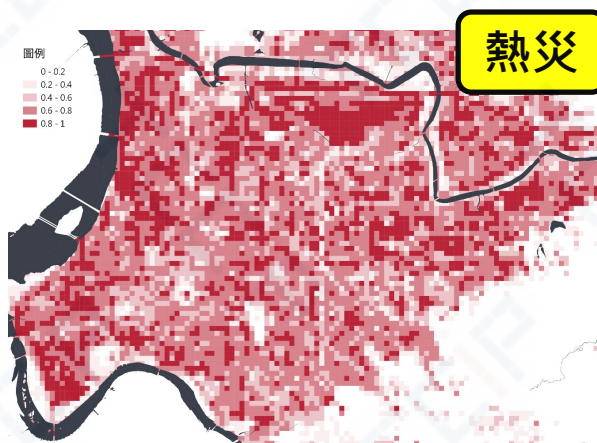


Task 2：台灣都市調適案例分享

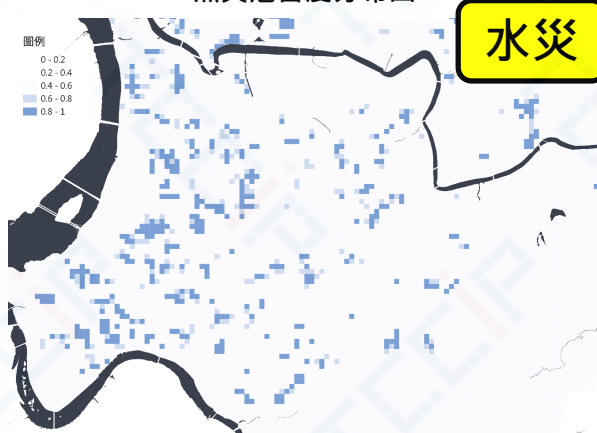


案例：高溫易淹水區域指認及人行舒適度調適策略

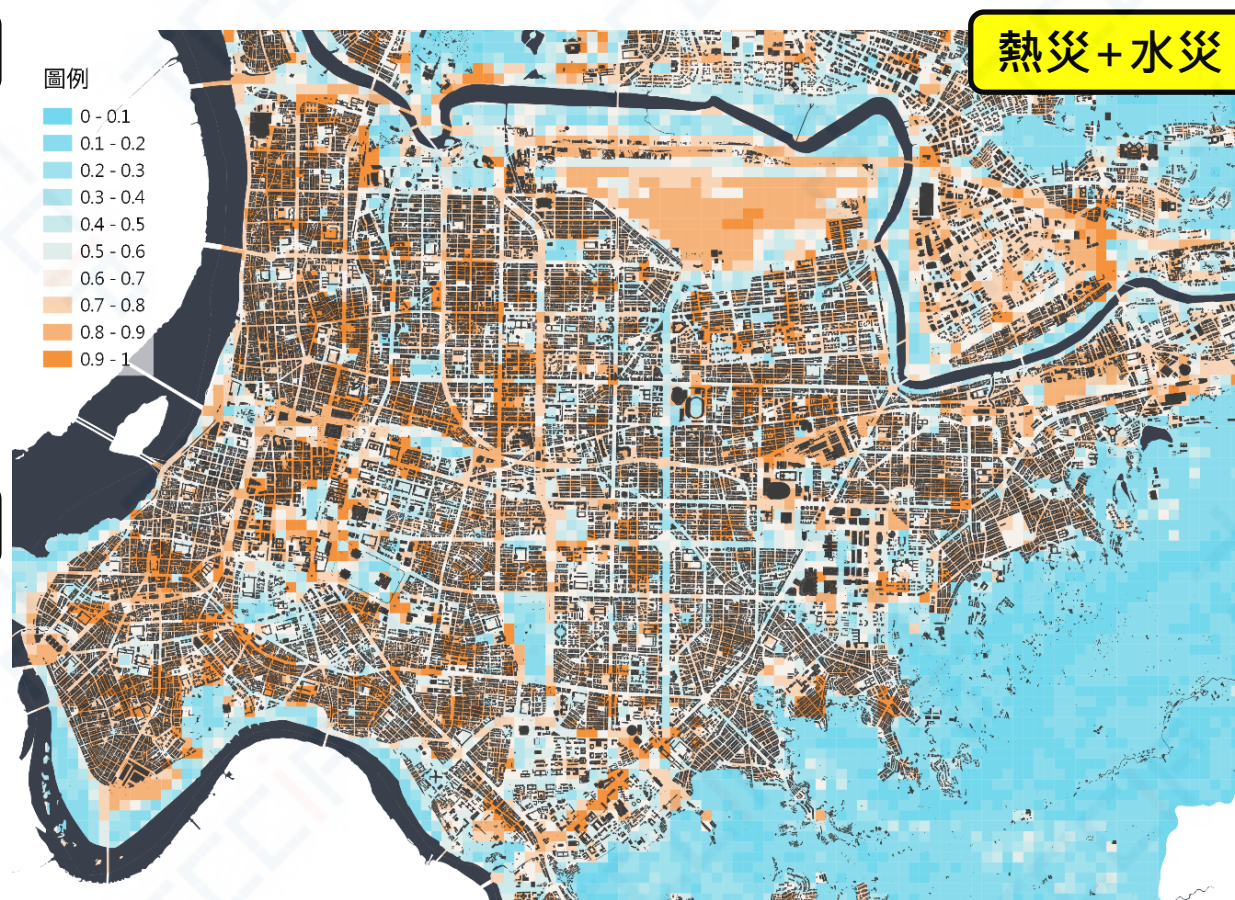
- 複合式災害對都市之影響越趨於嚴重。
- 指認**熱災與水災**共同好發之區域，透過**環境調適策略**達到一併減緩的效益。
- 不同災害領域共同合作，**精準指認**災害提升環境調適策略減緩複合式災害之能力。



熱災危害度分布圖



水災危害度分布圖



熱、水災危害度分布圖



Task 3：落實調適方針

各國各規模的調適方針中，**地方政府**常缺乏具體落實的**執行力**。

Focus 1：以自然為基礎的解決方案

Nature-Based Solutions

引進以自然為基礎的解決方案，以達到為**人類福祉**、**社會正義**、**生物多樣性**、**環境永續**的共利。

Focus 2：永續發展目標

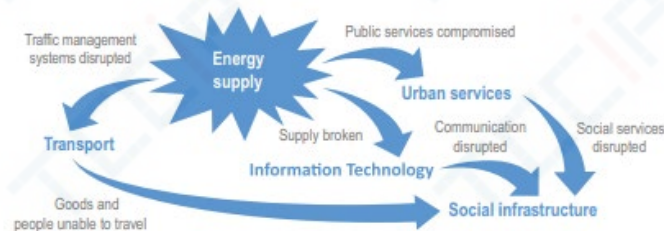
SDGs

結合永續發展目標(SDGs)項目，整合**社區**與其他團體**參與**。

Focus 3：考量議題時效與順序

部份議題具時效性與壓力，如：用電強度、碳排升溫等，須**避免挖東牆、補西牆**式的調適。

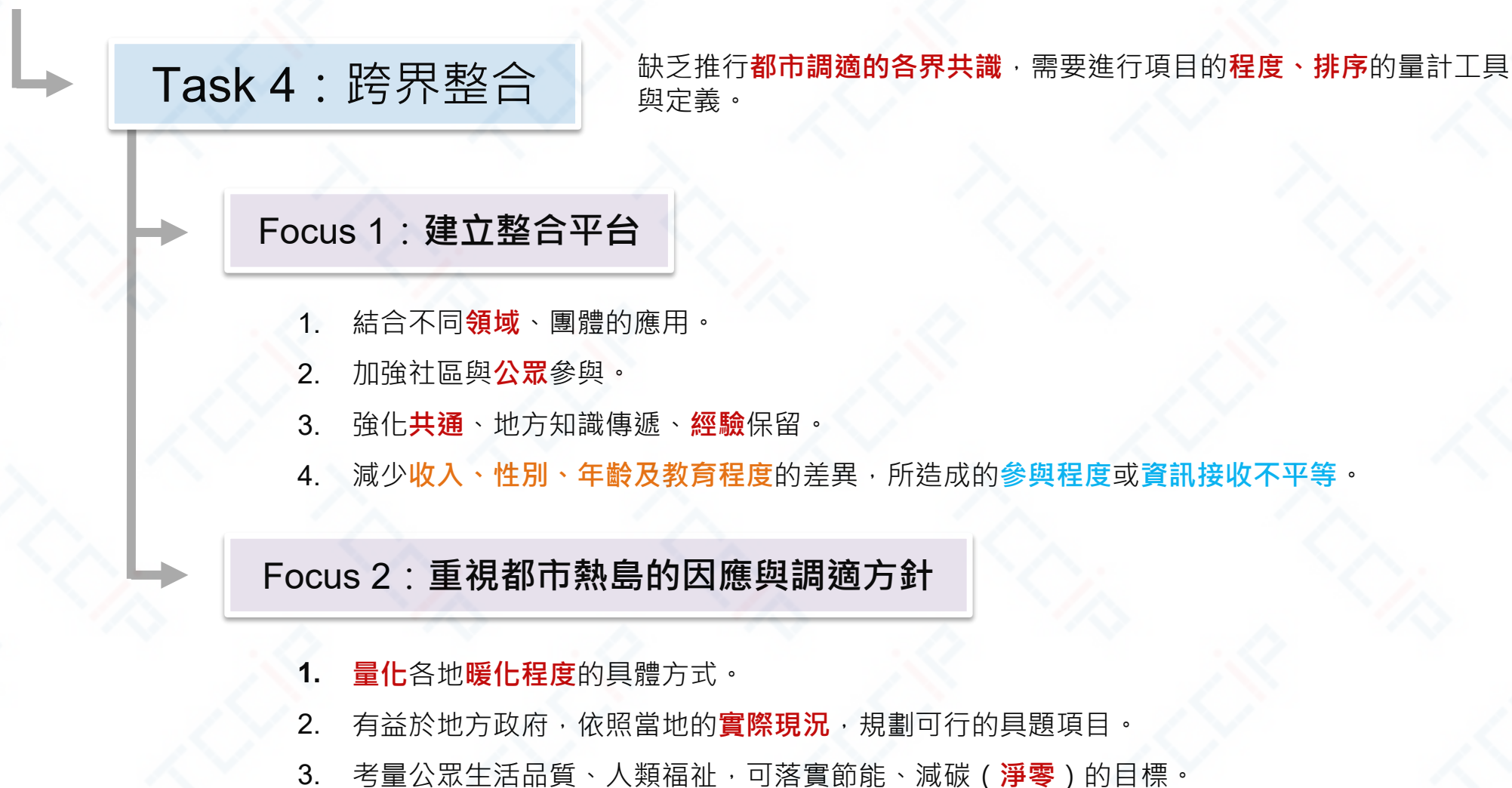
1 Rapid onset event, e.g. flood or storm surge



2 Slow-onset or chronic impacts, e.g. recurrent food price shocks or everyday flooding



資料來源(上)：成大建築BCLab團隊彙整編輯、(下)：IPCC WGII Ch.6 Figure. 6.2。

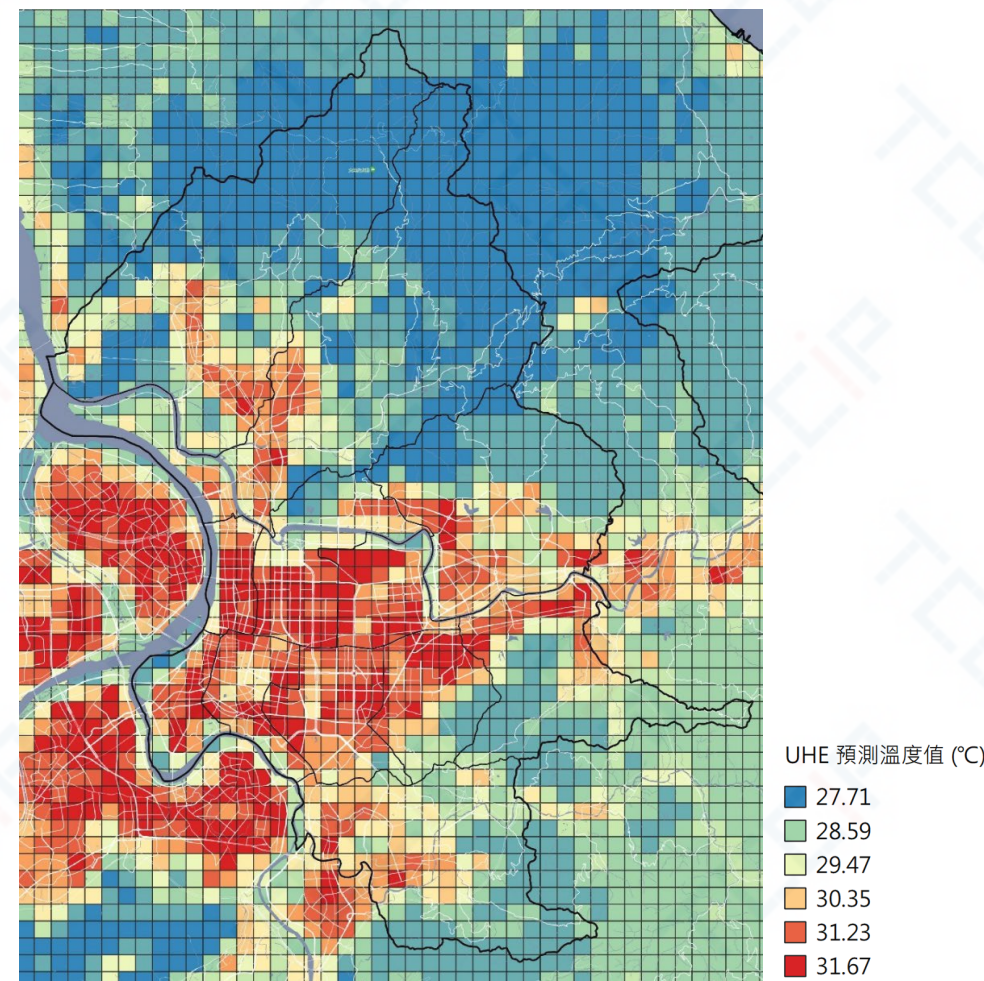
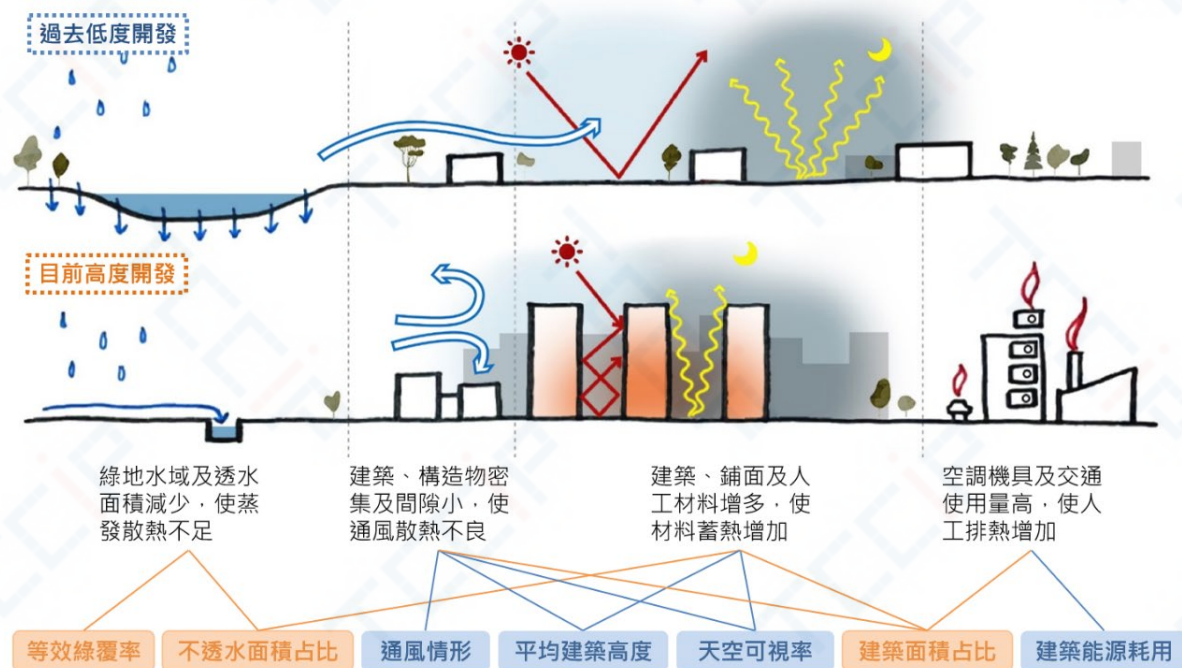


Task 4：台灣都市調適案例分享



案例：臺北市戶外熱環境特徵調查及熱舒適提昇計畫

- 藉由建立**都市高溫化指標 (Urban Heat Enhancement Index, UHE)**，量化都市中造成環境升溫之影響因子對增溫、降溫效果，指標之得分值將直接等於標準夏季氣候條件下，依**地表特徵換算之預測溫度**。
- 建立**熱災量化標準**，建立各界共識作為環境調適之基礎。

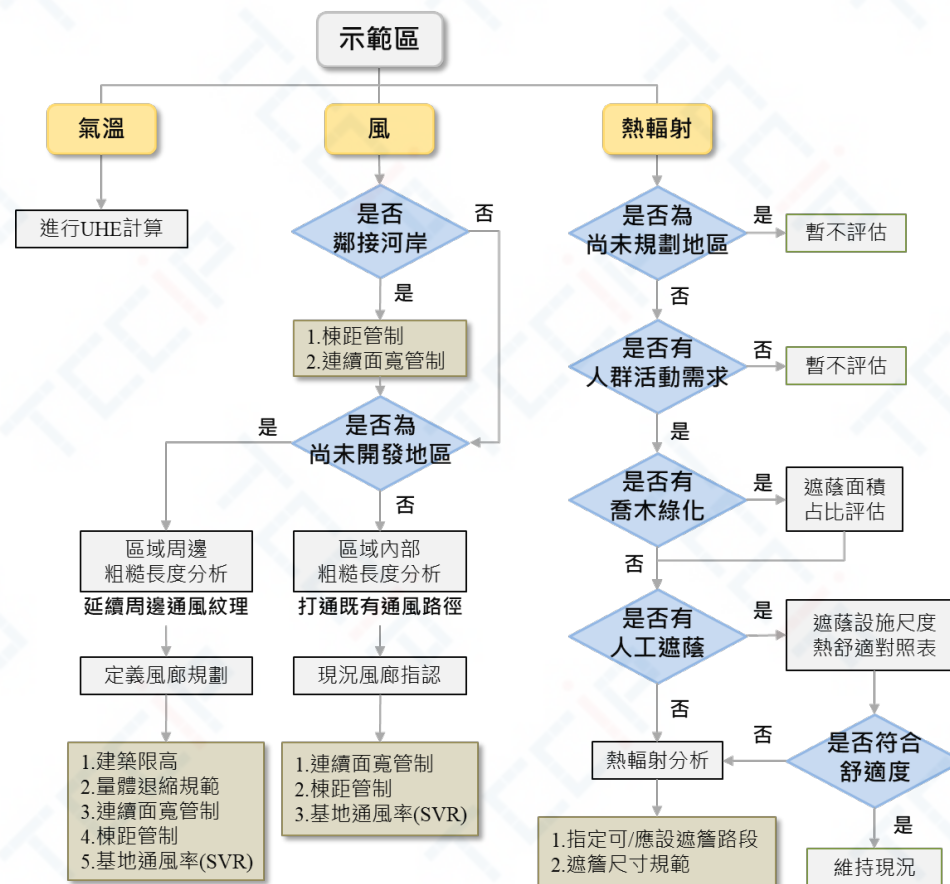
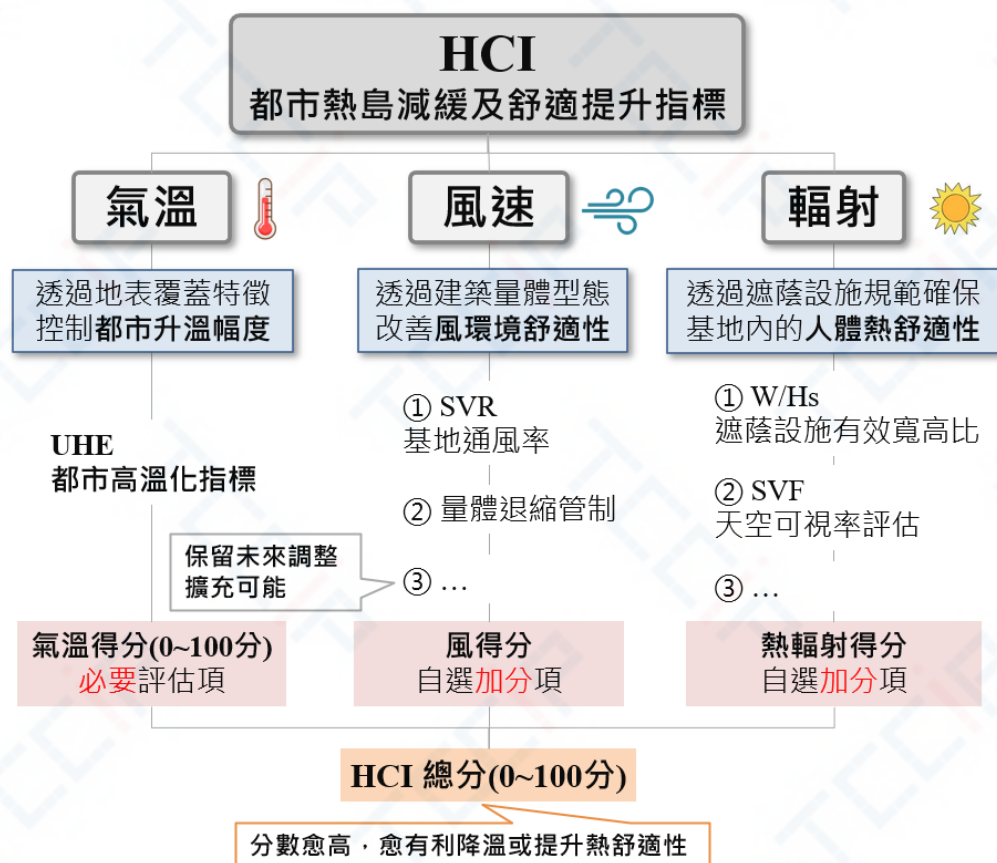


Task 4：台灣都市調適案例分享



案例：臺北市戶外熱環境特徵調查及熱舒適提昇計畫

- 訂定都市熱島減緩及舒適提升指標(HCI)，管制開發行為對環境所造成的熱災衝擊，建立起完整評估準則及流程。

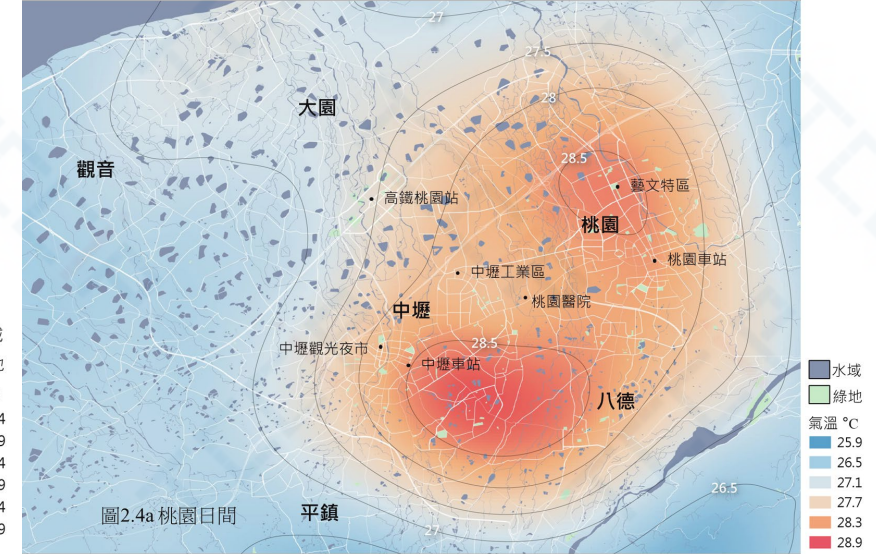
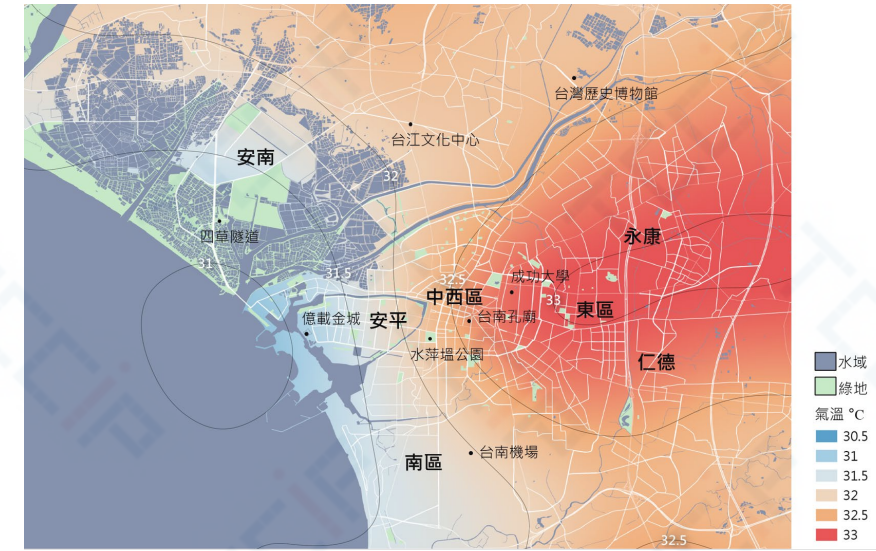


Task 4：台灣都市調適案例分享



成大建築與氣候研究室 HiSAN 都會區高密度溫溼度即時量測網 High density Street-level Air temperature observations Network (HiSAN)

- 藉由空氣溫度即時監測資料作為都市熱島評估之重要依據，並透過實測數據與熱災評估模式、空氣預測式進行比較，**持續優化評估模式的準確度**。
- 建立具公信力的評估基準，提升災害調適之效益。



二. 都市主要風險



主要風險	影響區域	最有可能降低風險的適應方案
都市高溫風險	全球性、溫帶和熱帶都市的風險較高	基於自然的解決方案(Nature-based solutions) 例如: 都市綠化有益都市降溫、都市永續發展、城市排水、和廢水處理, 和增加遮陽降溫、降低能耗
極端災害破壞都市基礎設施風險	全球性、沿海都市的風險較高	早期預警系統、推動社會適應保護以減少弱勢人口、基於自然的解決方案(Nature-based solutions), 例如海綿城市以加強防洪和調節暴雨和洪水、都市綠化增加防災調適能力
都市乾旱風險	乾旱風險較高地區的都市 (例如: 歐洲/南非/澳洲)	應用當地知識的水資源策略、跨區域間的水資源管理
都市空氣污染的健康風險	全球性、非洲/南亞/中東/東亞都市的風險較高	重視快速發展都市空氣品質的監測、加強都市空氣污染管制、增加都市綠化改善空氣品質
都市水污染的健康風險	乾旱風險較高地區的都市、水資源匱乏易導致水污染	降低水災後廢水問題、提高污水處理效率、加強都市水污染管制

三. 都市調適作為：以自然為基礎的解決方案



Nature-Based Solutions

■ 溫度調節：

1. **綠化與植被**：以行道樹（抗旱樹木、原生種等）、綠色屋頂、綠牆和其他都市植被等，進行降溫。
2. **減少對傳統能源的需求**：達到減少碳排放量，也降低冷卻所需的能源成本（如空調）。
3. **保留風廊**：冷空氣來自周邊的城郊和農村地區，維護或延長通風路徑，將有助於都市高溫的調適。

三. 都市調適作為：以自然為基礎的解決方案



Nature-Based Solutions

■ 空氣品質：

1. **綠帶淨化**：都市行道樹、植被等，可吸附都市中的空氣污染物。

■ 防洪、水調節管理：

1. **海綿城市**：涵水與透水之能力，公園、開放空間、森林、濕地、綠色屋頂等，有助於管理雨水和廢水，可減少水災和地表污染物對徑流的影響。
2. **濕地生態**：紅樹林、鹽沼等濕地調節，可減少沿海洪水和颱風的影響。

三. 都市調適作為：通過人工基礎設施的設置



Grey / Physical Infrastructure

■ 城市與建築規劃：

1. **空間規劃**：開放空間設置、街道分布、規劃公共冷卻區域（**綠帶** / **藍帶**）、路面澆水、增加都市整體表面反照率。

■ 建築設計與施工：

1. **建築物的適應性**：考量在極熱、極冷時的舒適度、增加絕緣、遮陽、自然通風，通過控制建築皮層與設計，達到被動冷卻的效果。

■ 能源：

1. **提升效能、減少需求**：改善低碳能源基礎設施，並透過改變運輸模式來增加本地存儲容量，減少家庭和工業對能源供應的升級需求。

三. 都市調適作為：通過人工基礎設施的設置



Grey / Physical Infrastructure

■ 交通：

1. **低碳交通友善設施**：創造腳踏車、步行的舒適空間，如：高反射率鋪面、遮陽/避雨棚、散熱裝置等。
2. **公共交通工具**：提高在極端氣候下的運輸效能，改善不同系統的銜接與流通性，目標為減少車輛通行。
多雨、高溫... 三鐵共構 / 公車...

■ 防洪、水調節管理：

1. **節水與循環使用**：蓄水、雨水收集、海水淡化、減少水污染源，以及減少洩漏、降低消耗、使用節水設備等。
2. **排水設施**：改善路基和排水效率，土地利用規劃時將水資源納入考慮。

三. 都市調適作為：通過人工基礎設施的設置



Grey / Physical Infrastructure

■ 資訊與串聯科技： Information and Communication Technology

1. **智慧城市**：與都市和基礎設施系統的功能密切連結，並確保極端環境下，都市各項功能正常運作。
2. **跨層級的調適資訊交流**：促進不同群體間的溝通，也讓相對**脆弱、弱勢者**能夠學習環境調適所需的知識及技能。
3. **即時監測與預警**：廣泛且快速地提供即時環境監測、提前預警、各項因應建議等，可降低緊急情況下的傷害。
4. **整合型資訊平台**：增加更多社區組織以及公民參與，交流、保存當地的經驗與知識。

謝謝聆聽 敬請指教

