

20230525屏東林區管理處NbS教育訓練

自然解方與生態防減災

臺灣大學生態學與演化生物學研究所

李玲玲

基於自然的解決方案(Nature-based Solutions)

簡稱「自然解方 (NbS)」



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

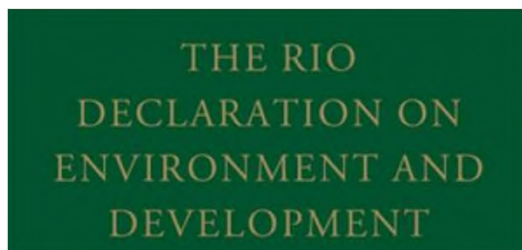


決議5. 支持永續發展的**自然解方**

Resolution on Nature-based Solutions for Supporting Sustainable Development

合作、執行和推廣自然解方，以落實：

里約宣言



聯合國生態系恢復十年



生物多樣性公約



氣候變化綱要公約



抗沙漠化公約



巴黎氣候協定

Paris
Climate
Agreement



仙台防減災框架



United Nations
Framework Convention on
Climate Change

聯合國氣候變化綱要公約

Entire database

HOME

MENU

SEARCH DATABASE

ABOUT

CONTRIBUTE

JOIN

NEWS

FAQ

透過自然解方管理氣候風險

MANAGING CLIMATE RISKS THROUGH NATURE-BASED SOLUTIONS

During the UN Climate Change Conference COP 26 in Glasgow in November last year, experts discussed actions to manage climate change risks, including those related to forests and grasslands as well as ocean and marine ecosystems.

A SCOPING PAPER ON

**Knowledge gaps in
integrating forest and
grassland biodiversity
and ecosystems into
adaptation strategies**

Nairobi work programme
on impacts, vulnerability
and adaptation to climate change



United Nations
Climate Change





United
Nations

聯合國新聞

全球視野 人文故事

家

主題

深入

秘書長

媒體



COP27：保護生物多樣性就是保護《巴黎協定》

Sharm el-Sheikh Implementation Plan

強調保護、養護和修復自然和生態系對於實現《巴黎協定》及氣候變遷調適的重要性，氣候行動與生物多樣性協作的必要性。

聯合國防減災辦公室

SENDAI FRAMEWORK
FOR DISASTER RISK REDUCTION 2015-2030

2015-2030年仙台減災框架

WORDS INTO ACTION

10.

**NATURE BASED SOLUTIONS
FOR DISASTER RISK REDUCTION**





NEW Certificate Course on **Nature-based Solutions** for Disaster and Climate Resilience

防減災與氣候韌性的自然解方

By United Nations Environment Programme

50,000+

enrolled in the course



192+

countries participating



2021



SDGacademy



Funded by the European Union



MOOC Video Presentation

為何保護自然如此重要？

什麼是「自然解方」？

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

- 採取保護、保育、修復、永續利用和管理自然或改變過的陸地、淡水、沿海和海洋生態系等的行動，有效地、調適地因應社會、經濟和環境挑戰，同時增益人類福祉、生態系服務和韌性以及生物多樣性惠益。
- Actions to protect, conserve, restore, sustainably use and manage natural or modified terrestrial, freshwater, coastal and marine ecosystems which address social, economic and environmental challenges effectively and adaptively, while simultaneously providing human well-being, ecosystem services, resilience and biodiversity benefits

自然解方定義

- 採取**保護、保育、修復、永續利用和管理**自然或改變過的陸地、淡水、沿海和海洋**生態系**等的行動，有效地、調適地因應社會、經濟和環境挑戰，同時增益人類福祉、生態系服務和韌性以及生物多樣性惠益。



Climate change mitigation and adaptation

氣候變遷的減緩和調適



Disaster risk reduction

減少災害風險



Economic and social development

經濟與社會發展



Human health

人類健康



Food security

糧食安全



Water security

水安全



Environmental degradation and biodiversity loss

環境劣化與生物多樣性喪失

- 生態系：一特定環境中，所有生物與非生物環境因子和其交互作用。
 - 非生物因子：光、空氣、水、土...
 - 生物因子：植物、動物、微生物...
- 系統：多個因子 + 互動關係
➔ 過程與功能



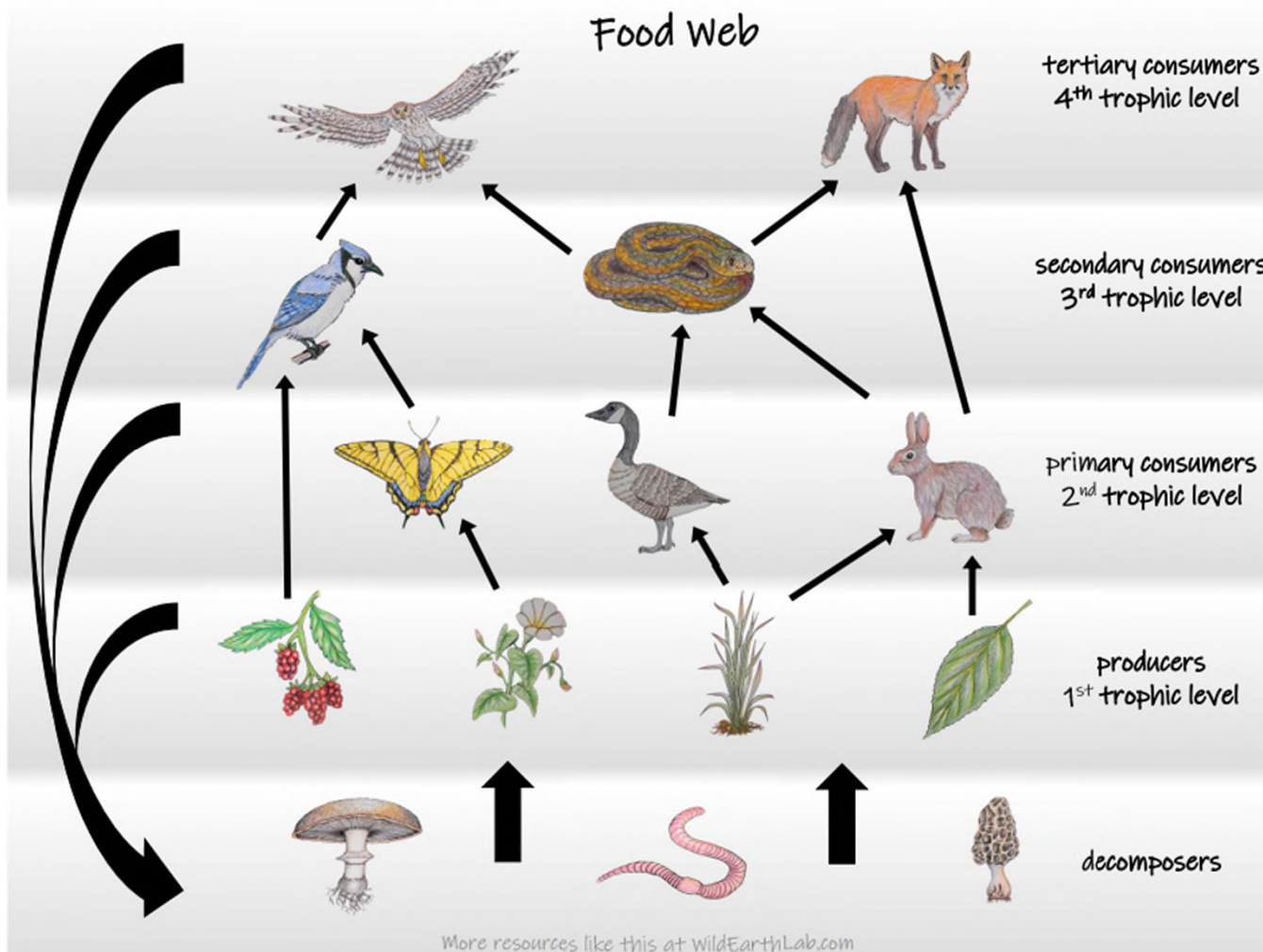
<http://www.thecompetitionworld.com/2014/11/abiotic-and-biotic-factors-of-ecosystem.html>



<http://natural-history-journal.blogspot.com/p/california.html>

多樣物種、角色、交互作用、功能、相互關聯

生長、繁殖、再生、修補、
養分循環再利用、
...、韌性

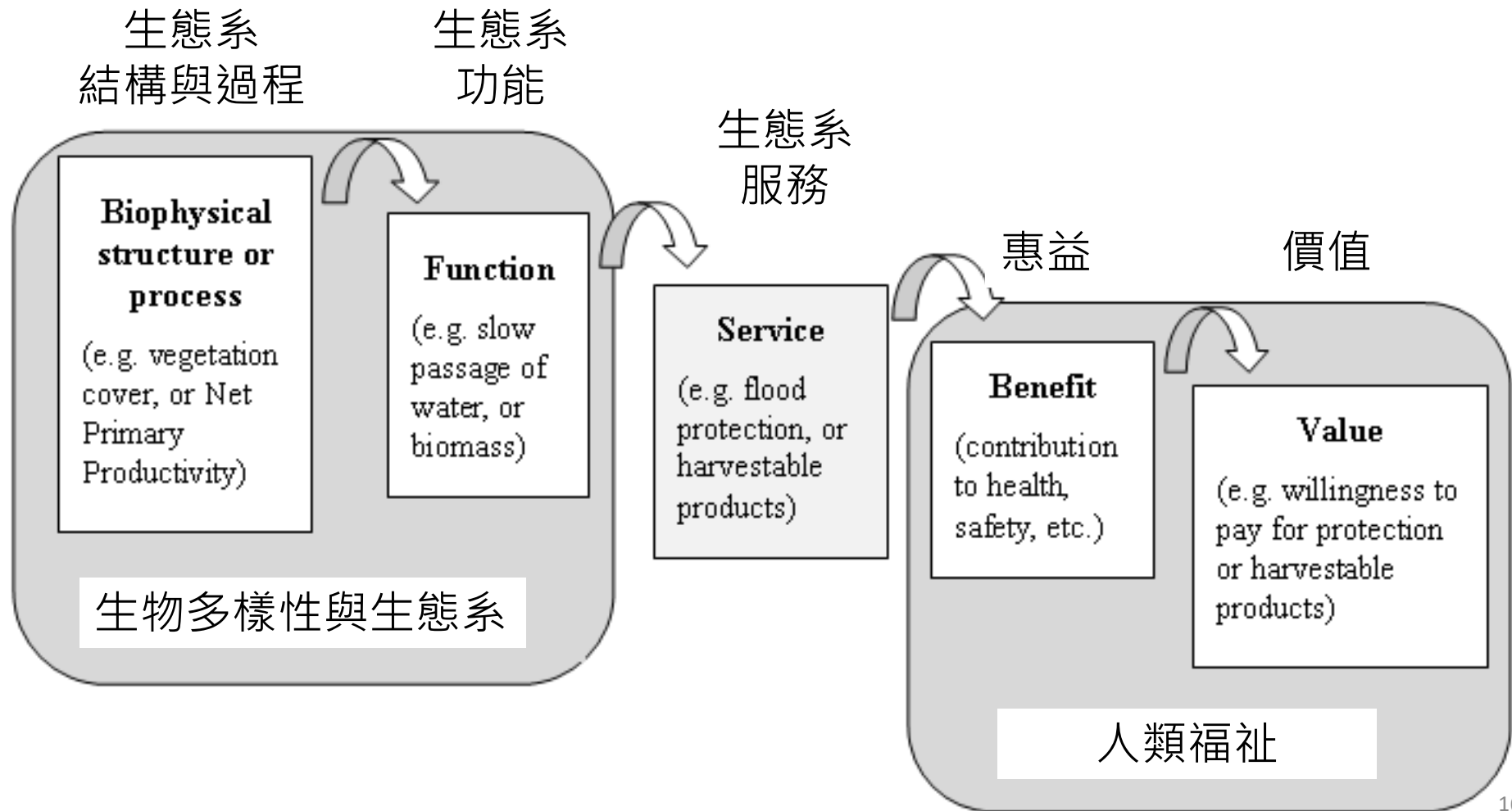


消費者

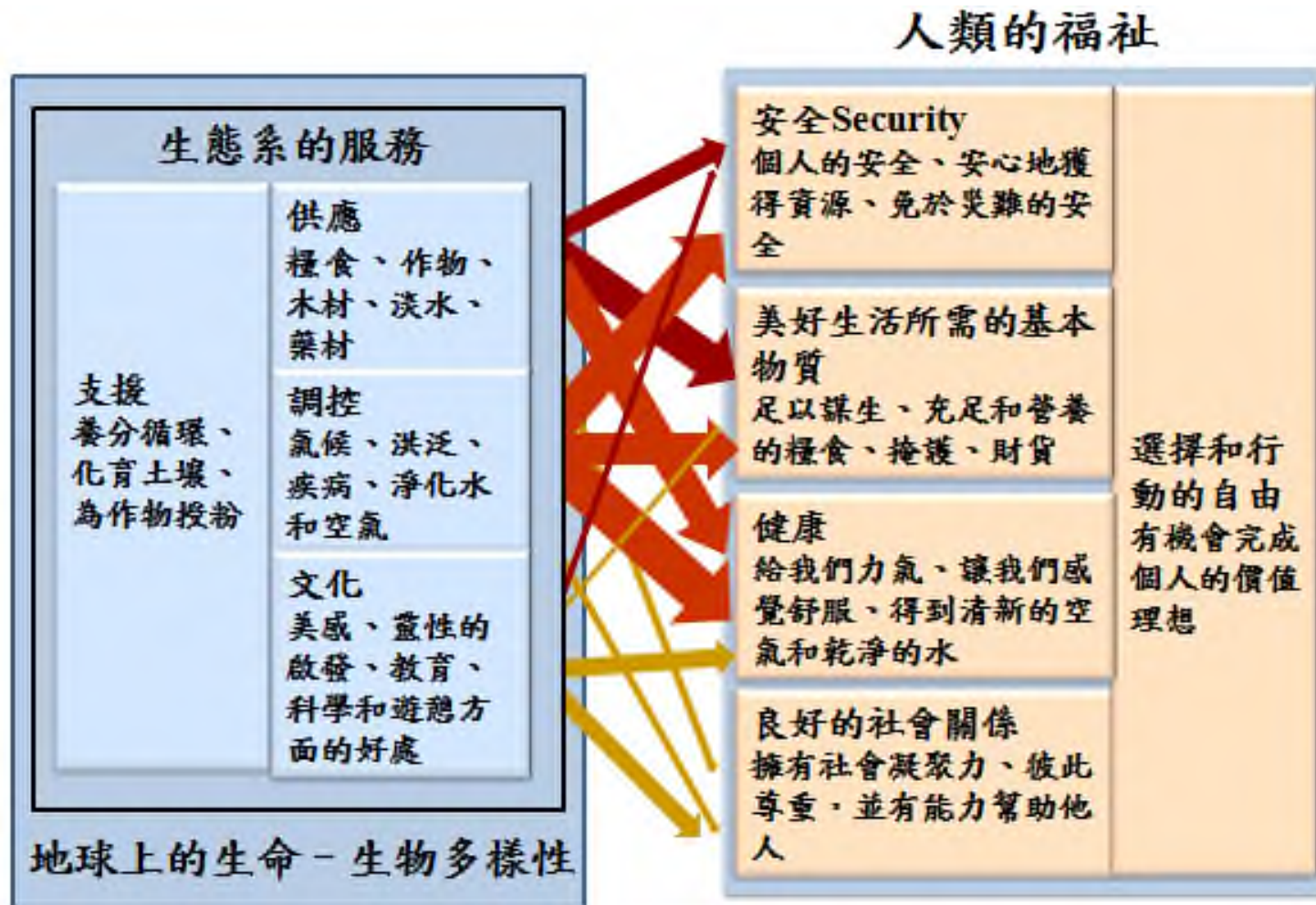
生產者

分解者

生態系的結構、過程、功能、服務



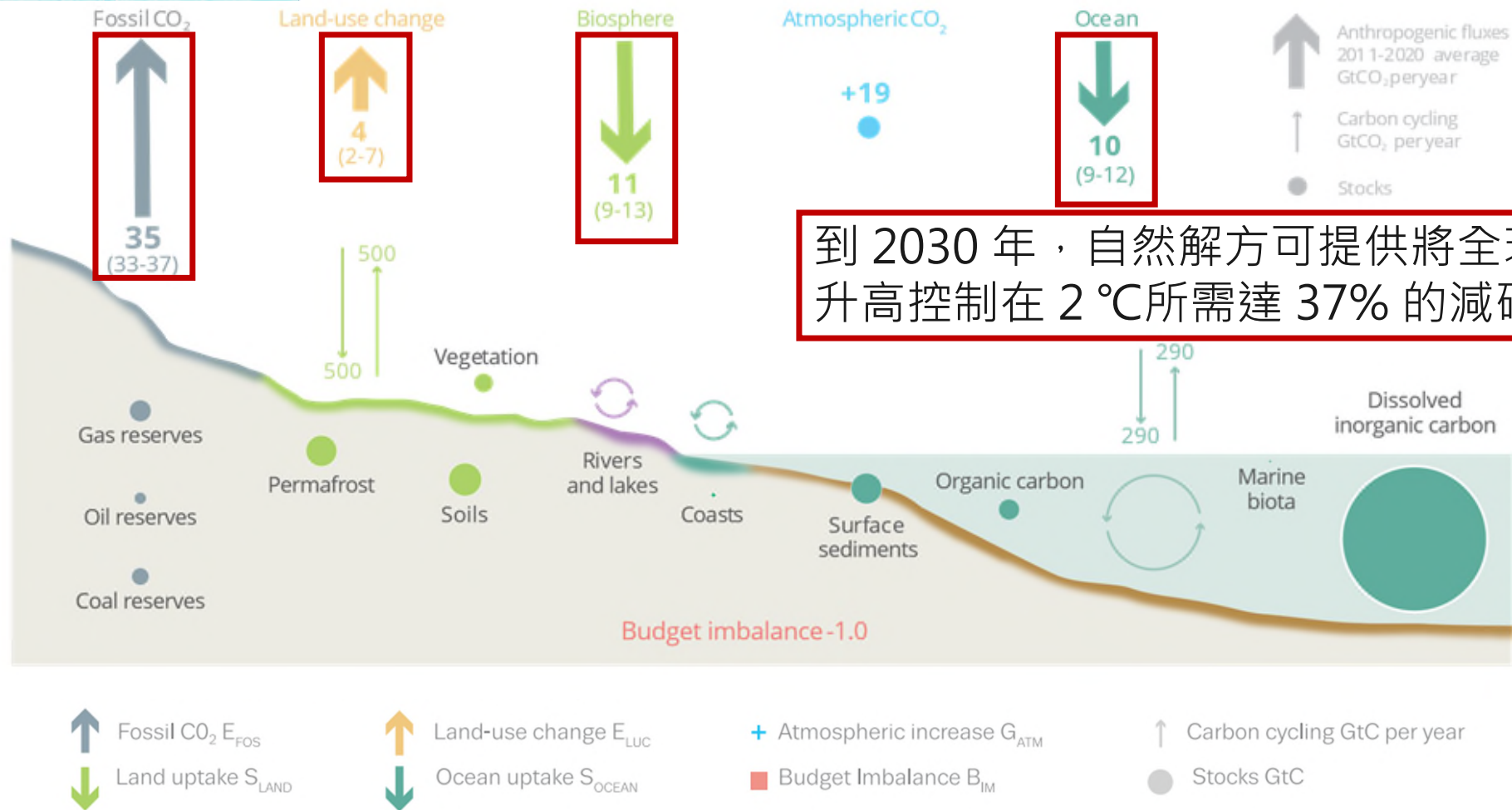
四大類生態系服務





the Global Carbon Budget 2021

整合碳觀察系統



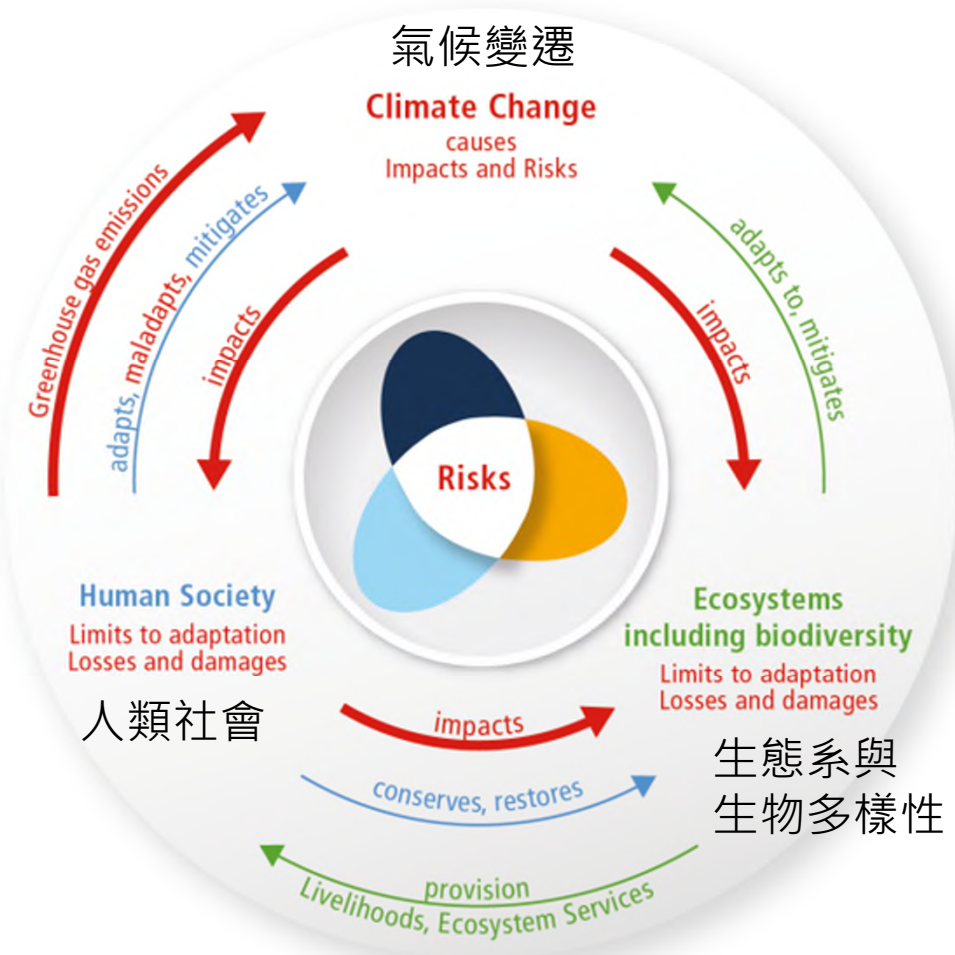
到 2030 年，自然解方可提供將全球氣溫升高控制在 2 °C 所需達 37% 的減碳量

From climate risk to climate resilient development: climate, ecosystems (including biodiversity) and human society as coupled systems

IPCC AR6 第二工作組：衝擊、調適及脆弱度

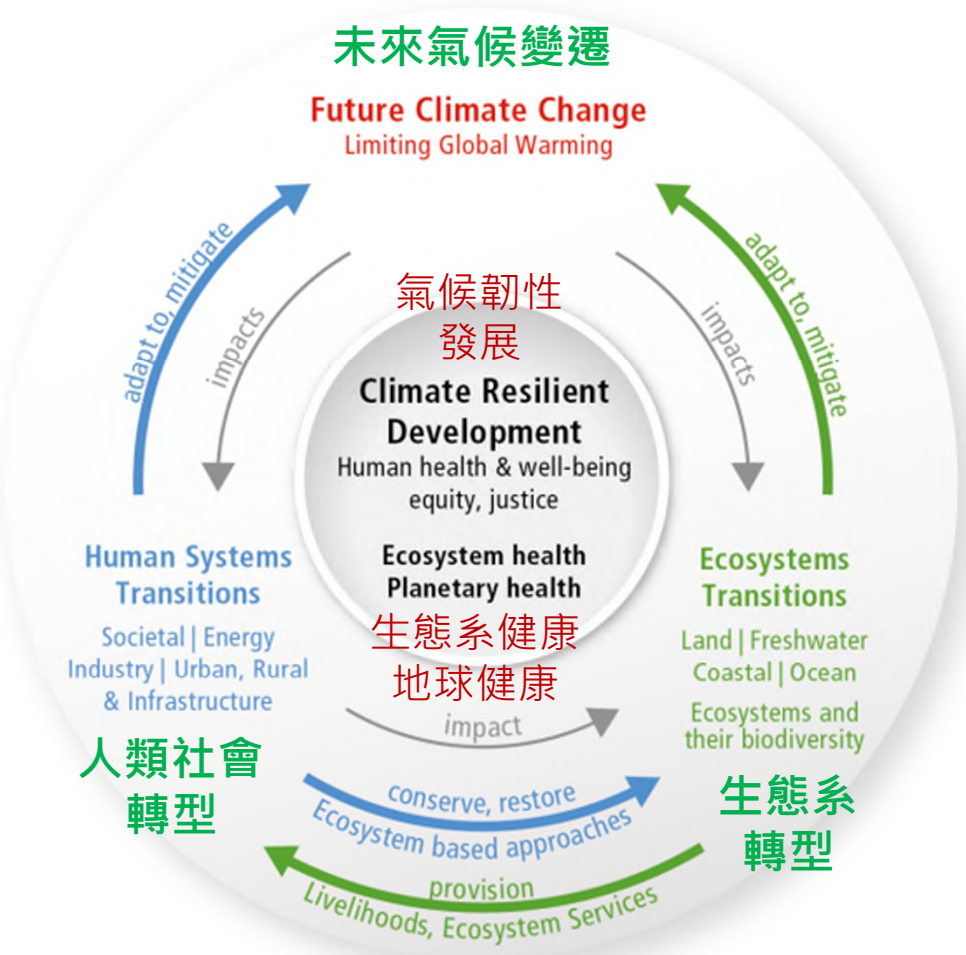
(a) Main interactions and trends
主要交互作用與趨勢

(b) Options to reduce climate risks and establish resilience
降低氣候風險與建立韌性的選項



從緊急到及時行動
From urgent to timely action

Governance
Finance
Knowledge and capacity
Catalysing conditions
Technologies





- 左圖的溪流生態系有哪些生物/非生物因子？
- 這些因子如何互動？
- 這些因子互動產生哪些生態過程與功能？
- 改變這些因子會有何影響？

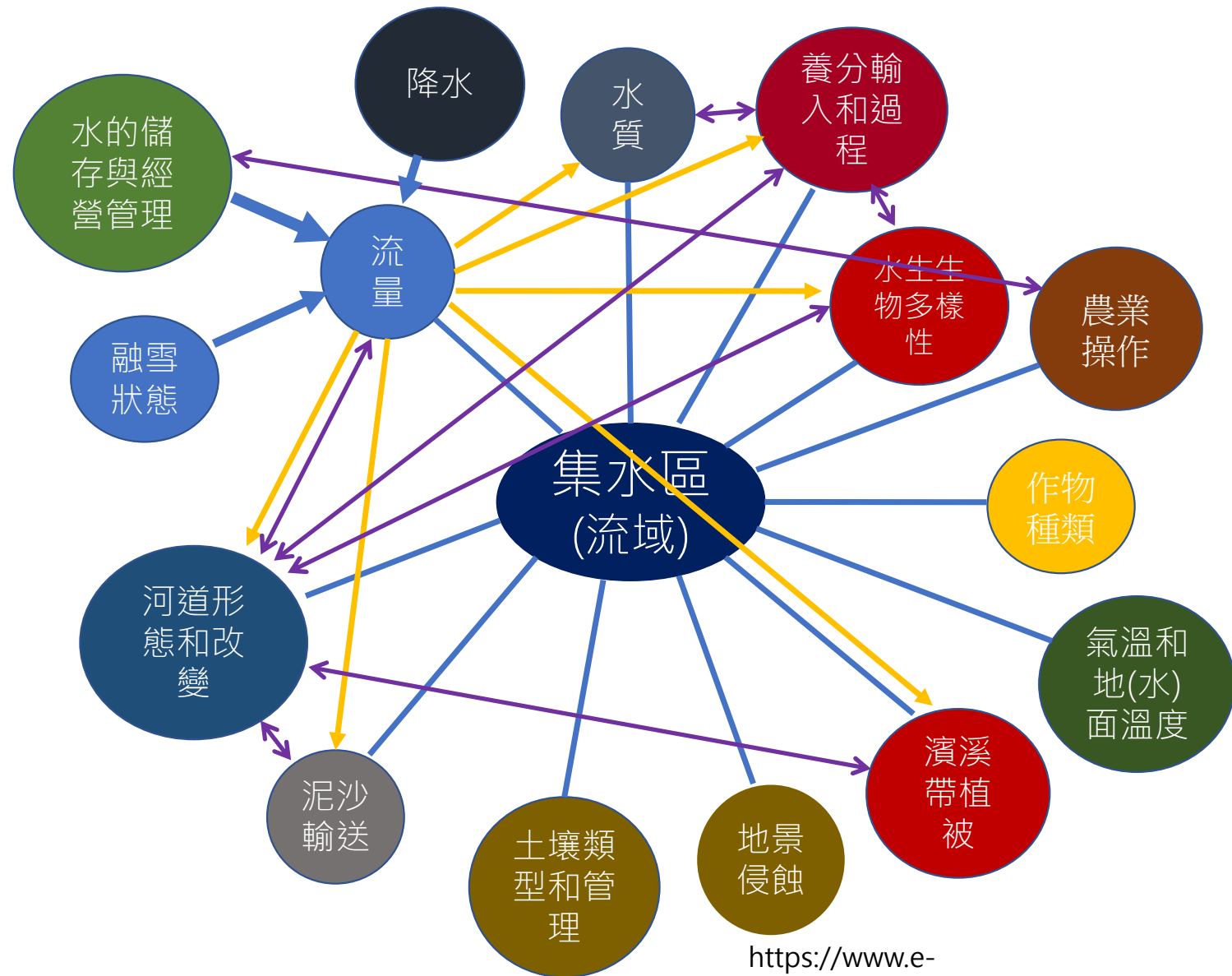
河溪生態系

- 非生物因子

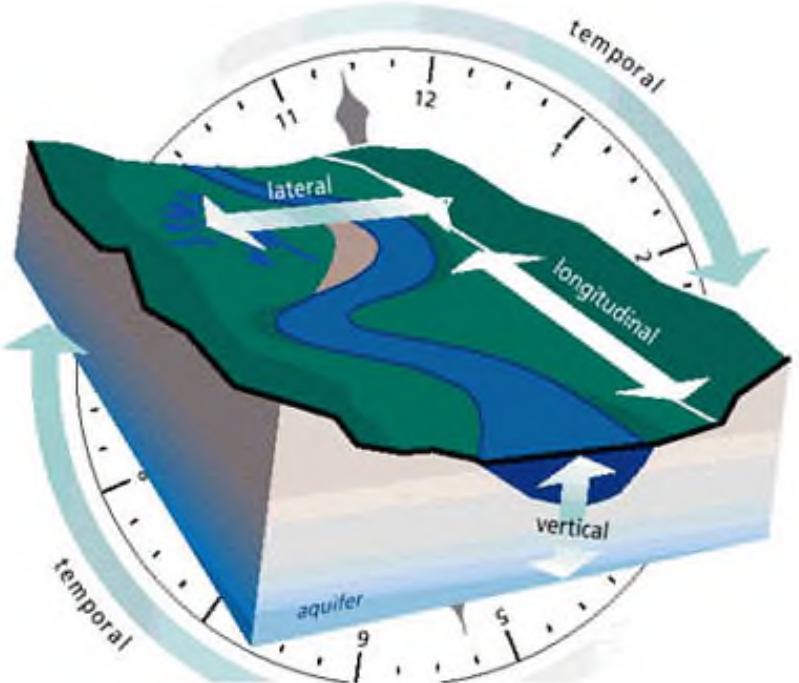
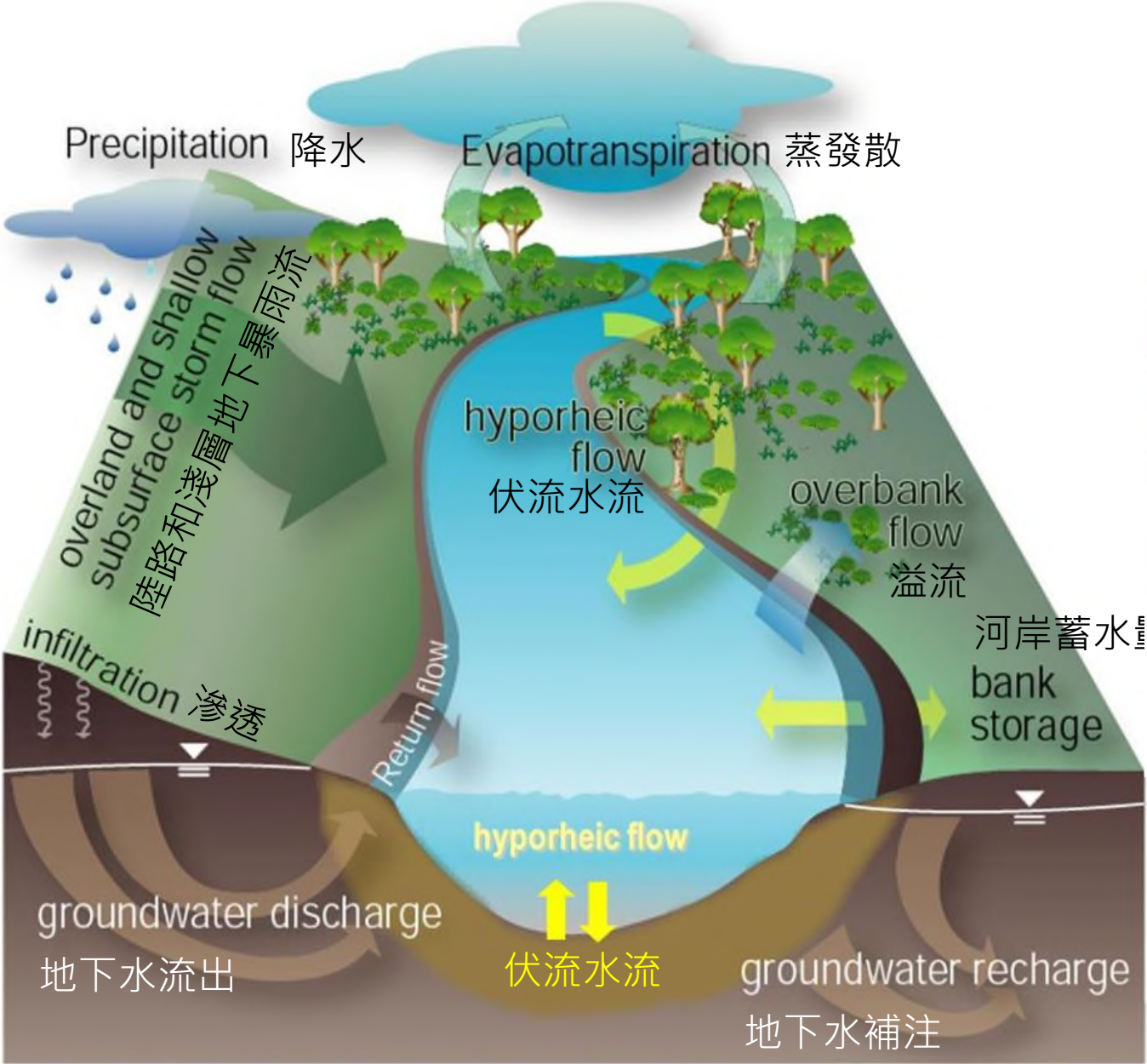
- 陽光
- 空氣
- 水
- 砂石
- 營養鹽
- ...

- 生物因子

- 植物
- 動物
- 藻類
- 微生物
- 細菌
- ...



河溪生態系



河溪的縱向、橫向、垂直連通性與互動關係

<https://cmeilinghamilton.com/2020/04/12/hyporheic-sediment-hotspots-geogenic-arsenic-groundwater-contamination/>



濱溪帶的功能

攔截與儲存沉積物



1. Trap & Store Sediment

- Sediment adds to and builds soil in riparian areas.
- Sediment aids in the ability of soils to hold and store moisture.
- Sediment can carry contaminants and nutrients - trapping it improves water quality.
- Excess sediment can harm aquatic animals like fish and insects.



建構與維護溪岸



2. Build & Maintain Banks & Shorelines

- Erosion is balanced with bank building - the effects of erosion are reduced by adding bank and shore elsewhere.
- Increase stability, resilience and recovery.
- Maintain or restore profile of channel - extends width of riparian area through higher water tables.

3. Store Water & Energy



- Watershed safety valve - storage of high water on the floodplain during floods.
- Reduce flood damage by slowing water and reducing erosion.
- Slow flood water allowing absorption and storage in underground aquifer.



儲存水和能量



4. Recharge Aquifers



- Store, hold and slowly release water.
- Maintain surface flows in rivers and streams and levels in lakes and wetlands through storage and slow release.
- Maintain high water table and extend width of productive riparian area.

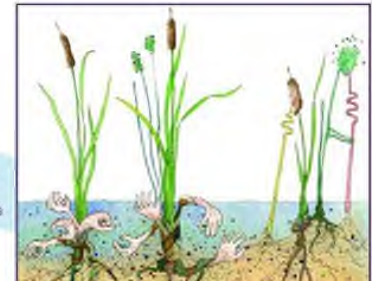
補注地下水

過濾與緩衝水

5. Filter & Buffer Water



- Reduce amount of contaminants, nutrients and pathogens reaching the water.
- Uptake and absorption of nutrients by riparian plants.
- Trap sediment, reduce water quality issues and enhance amount of vegetation to perform filtering and buffering function.



6. Reduce & Dissipate Energy



- Reduce water velocity, which slows erosion and sediment transport.
- Resist erosion and slow channel and shoreline movement.
- Aid in sediment capture.

削減與分散能量

7. Maintain Biodiversity



- Create and maintain habitats for fish, wildlife, invertebrates and plants.
- Connect other habitats to allow corridors for movement and dispersal.
- Maintain a high number of individuals and species.



維護生物多樣性

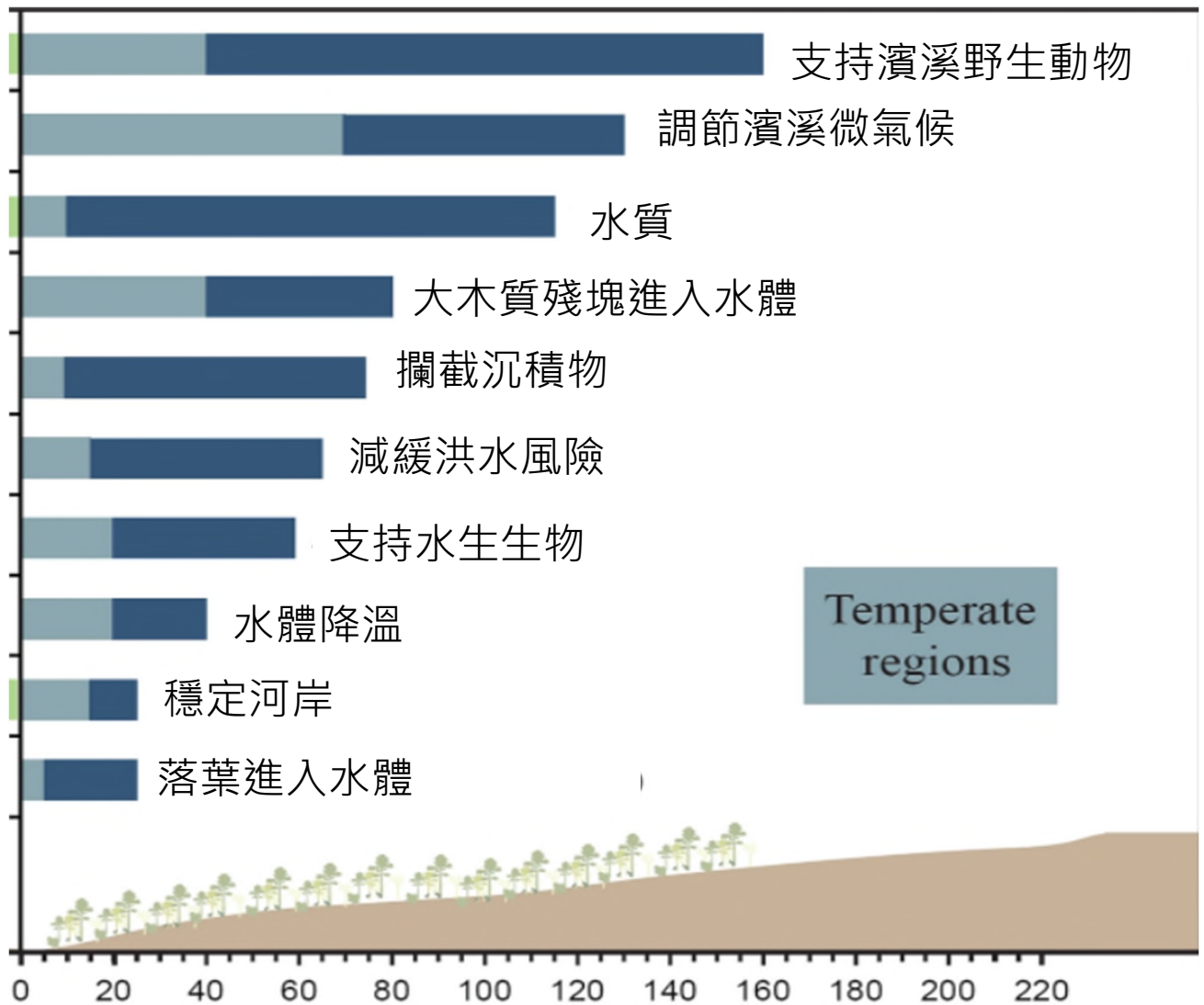
8. Create Primary Productivity



- Vegetation diversity and age-class structure creates links to other riparian functions.
- High shelter and forage values.
- Enhance soil development.
- Capture and recycle nutrients.

These are the basic functions; read on to see how they translate into products, services and benefits.

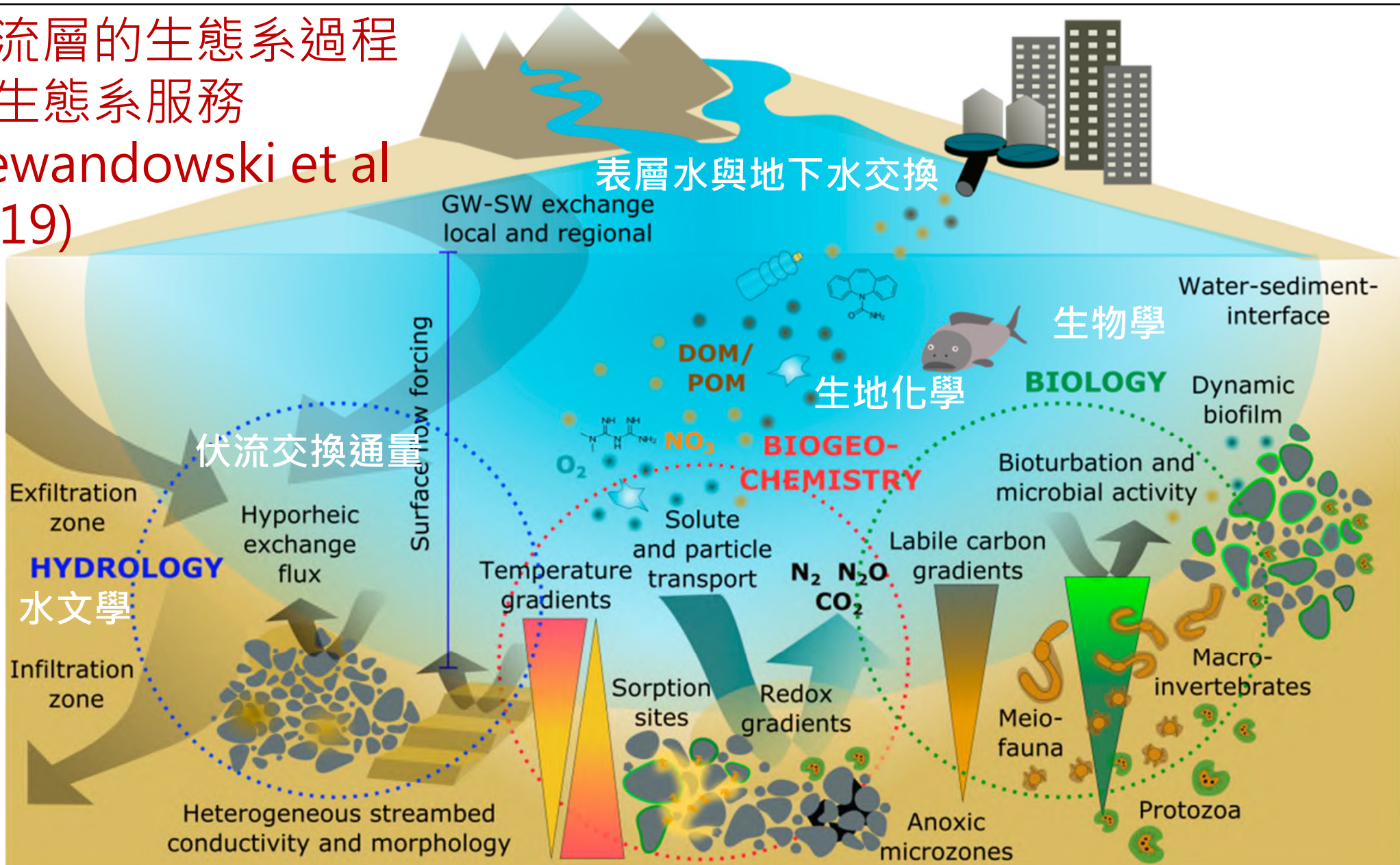
初級生產、 碳吸存

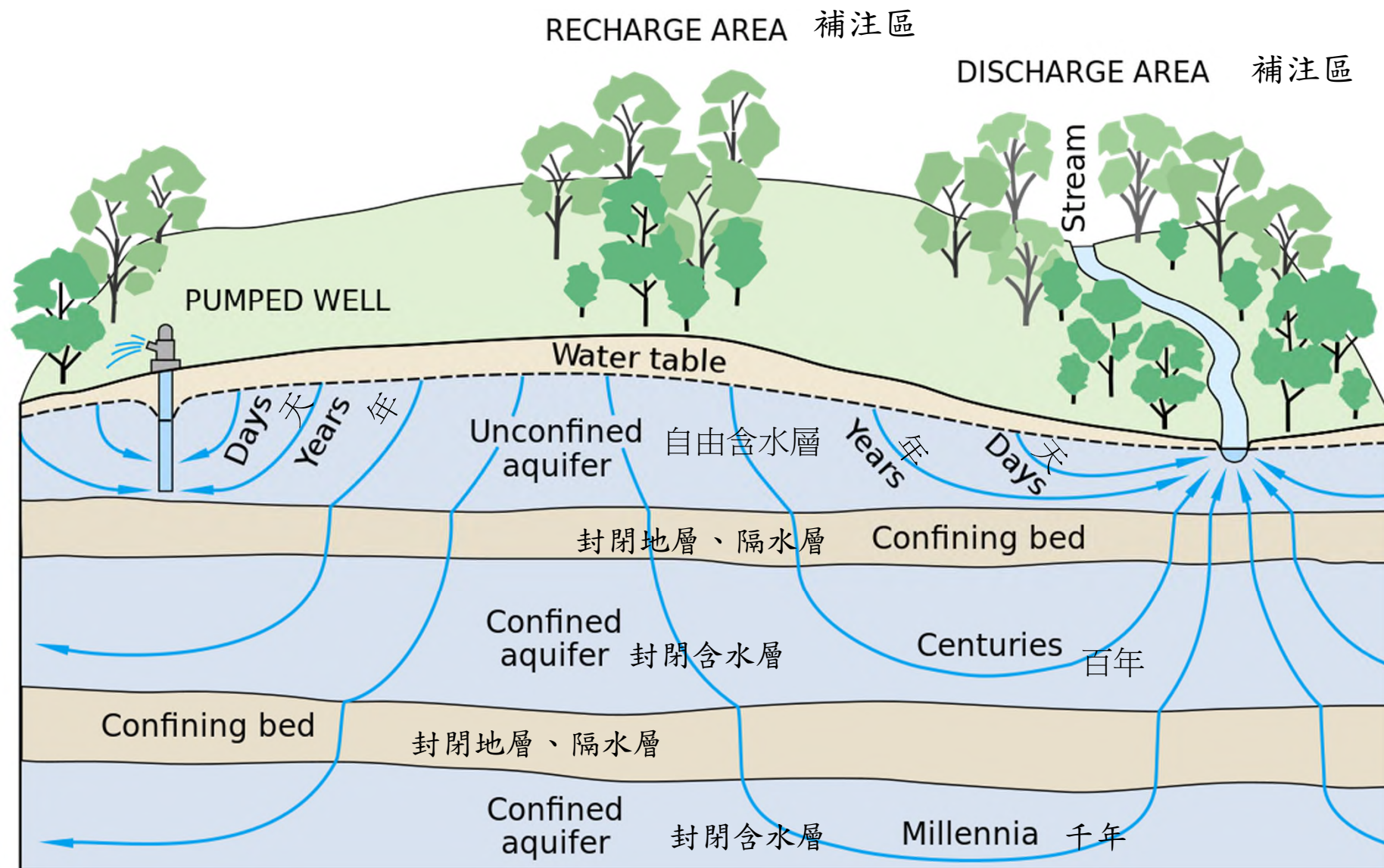


濱溪緩衝帶(公尺)

伏流層的生態系過程 與生態系服務 (Lewandowski et al 2019)

表層水與地下水交換





Winter et al. 1998. *Ground water and surface water. A single resource*. U.S. Geological Survey Circular 1139.

河溪廊道：水、土砂石、營養鹽、微小生物、動植物在四面向的連通、讓系統能夠正常作用、功能能夠發揮。

調節

淨水和空氣
調節氣候
緩解旱澇
養水源
護岸消能
調控病蟲害
授粉種子傳播...

支持

初級生產
土壤生成
養分循環
生物多樣性
...

淡水生態系服務

文化

休閒遊憩
心靈
教育科研
藝術美學
...

供應

食物
飲用水
木材纖維
藥品
能源
原物料
遺傳資源
...

Healthier ecosystems have been less affected by our activities and contain more of the native species that would be present in natural conditions.



自我修補回復的能力



生態防減災：以生態系為基礎的防減災(Ecosystem-based disaster risk reduction, **Eco-DRR**)：永續的管理、保育及修復生態系以降低災害風險，達到永續、韌性的發展的目標 (Estrella and Saalismaa, 2013).

Figure 1. Inter-linkages between environment and disasters, Sandholz and Nehren, 2012

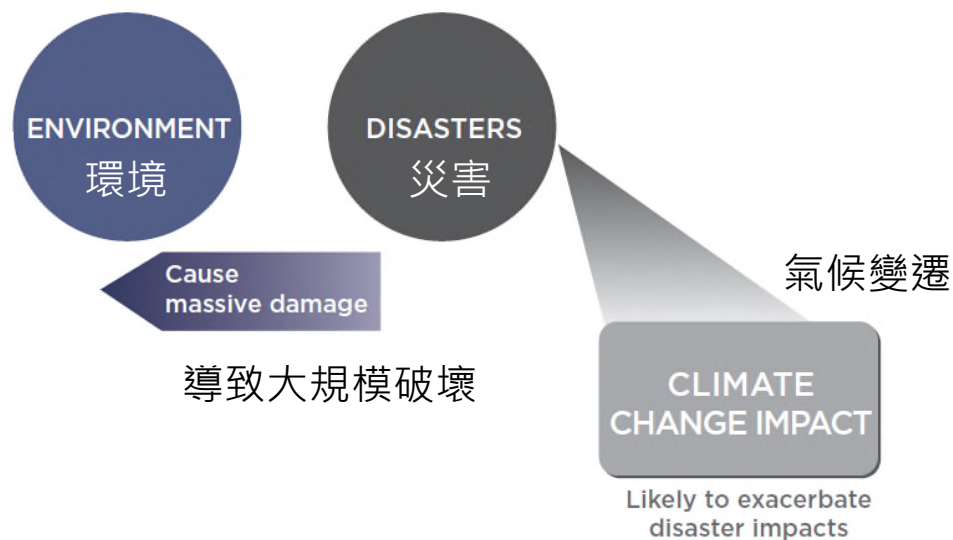


Figure 1. Inter-linkages between environment and disasters, Sandholz and Nehren, 2012

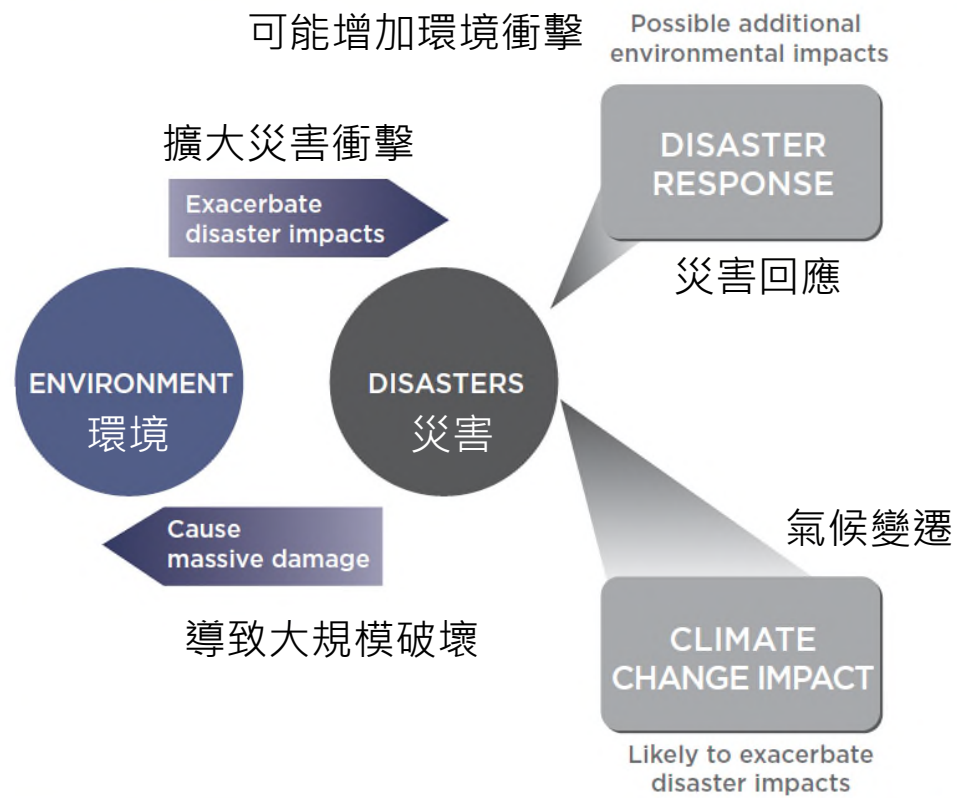
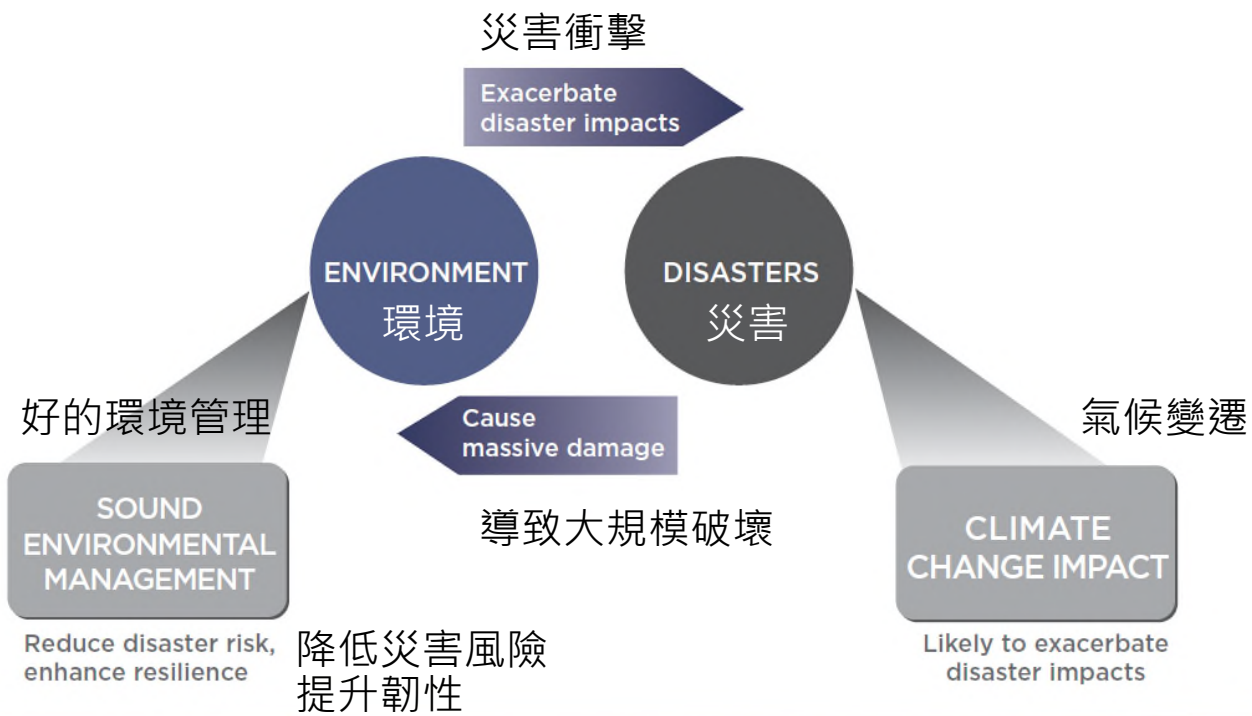
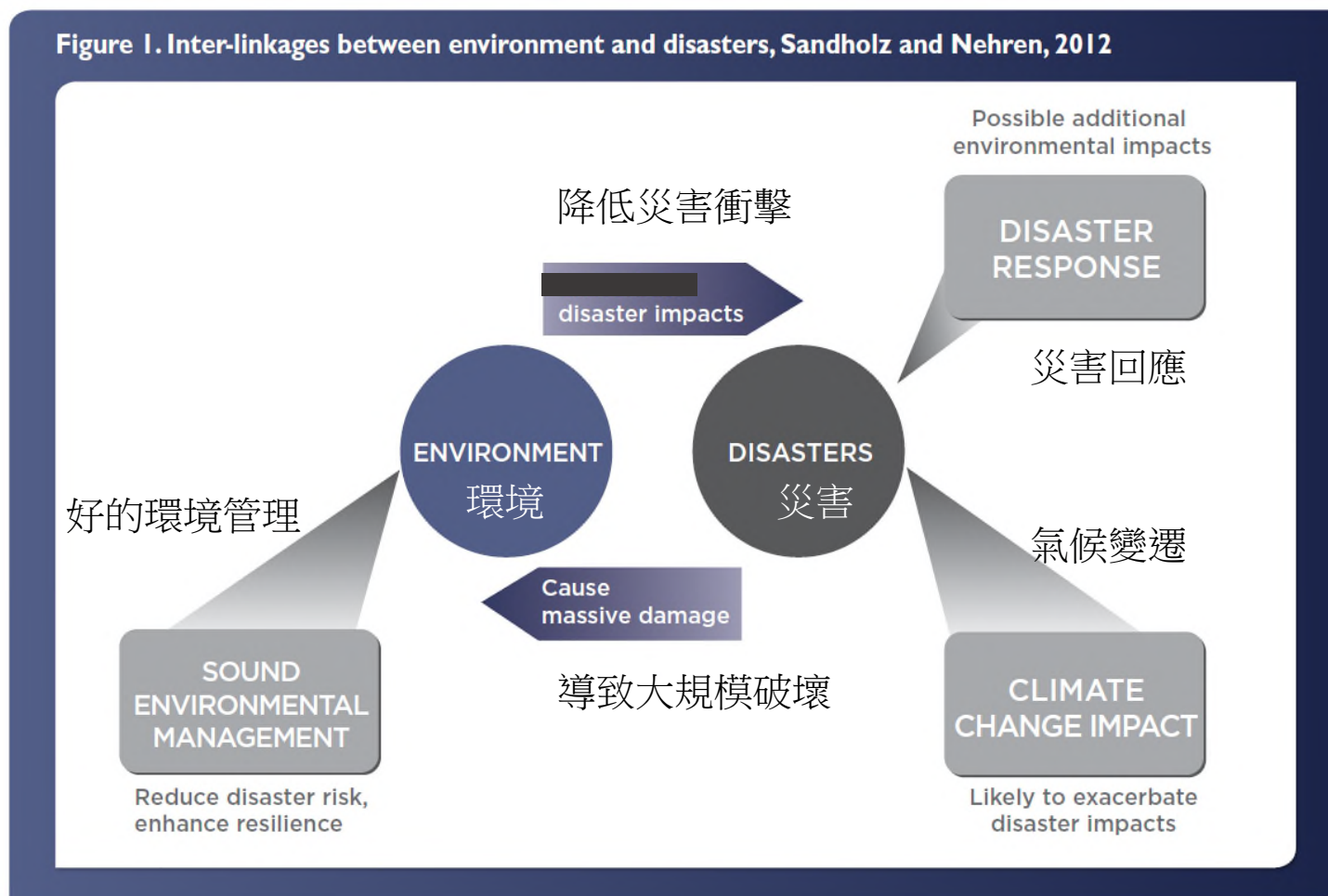


Figure 1. Inter-linkages between environment and disasters, Sandholz and Nehren, 2012



生態防減災：以生態系為基礎的防減災(Ecosystem-based disaster risk reduction, **Eco-DRR**)：永續的管理、保育及修復生態系以降低災害風險，達到永續、韌性的發展的目標 (Estrella and Saalismaa, 2013).





因應洪澇的結構性與非結構性措施

結構性措施

硬體工程

防洪(flood defenses)

疏洪(flood conveyance)

滯洪 (flood storage)

都市排水系統(urban drainage system)

耐淹建築設計 (flood resilient building design)

...

自然解方

修復濕地、洪泛平原

創造環境緩衝帶

都市藍綠空間

...

非結構性措施

預防措施

提高覺知

都市管理

避災

土地利用規劃

移居

緊急救災規劃管理

預警系統與疏散避難

緊急應變機制

加速復原

安全復建

風險保險

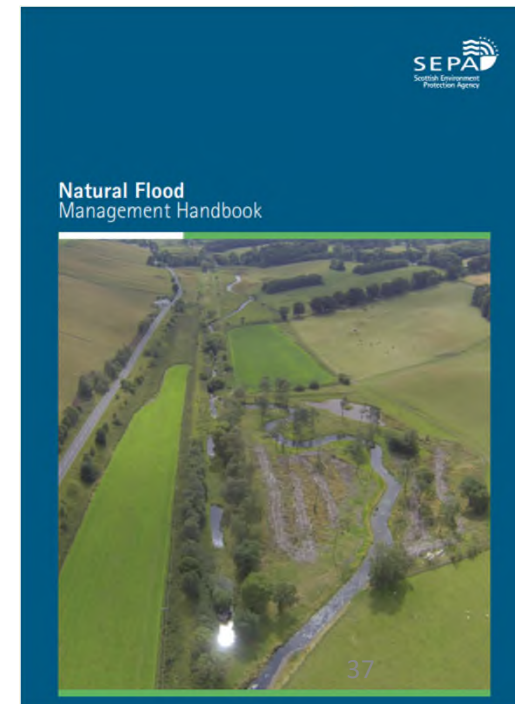
自然解方 (NbS) 傘下的五大類12種做法 (approach)

1990年代以後發展的各种保育的做法	類別
生態修復 (Ecological restoration, ER) 生態工程 (Ecological engineering, EE) 森林地景修復 (Forest landscape restoration, FLR)	修復生態系的做法 (Ecosystem restoration approaches)
基於生態系的調適 (Ecosystem-based adaptation, EbA) 基於生態系的減緩 (Ecosystem-based mitigation, EbM) 氣候調適的服務 (Climate adaptation services, CAS) 生態防減災 (Ecosystem-based disaster risk reduction, Eco-DRR)	與生態系相關的特定議題的做法 (Issue-specific ecosystem-related approaches)
自然基礎設施 (自然基盤) (Natural infrastructure, NI) 綠色基礎設施 (綠色基盤) (Green infrastructure, GI)	與基礎設施相關的做法 (Infrastructure-related approaches)
海岸帶綜合管理 (Integrated coastal zone management) 水資源綜合管理 (Integrated water resources management)	基於生態系經營的做法 (Ecosystem-based management approaches)
基於地區的保育做法，包括保護區管理 (Area-based conservation approaches including protected area management)	保護生態系的做法 (Ecosystem protection approaches)

自然洪水管理 Natural flood management

- 以順應自然水文與河相的方式管理洪水的源頭與流路，包括復育、強化或改造自然特徵與特性，但不包括對抗或破壞這些自然過程的傳統防洪工程
- 減緩流速、蓄存洪水
- 植樹造林、營造湖池溼地、土地利用管理、修復濱溪帶、洪泛平原、河相等

<https://www.sepa.org.uk/media/163560/sepa-natural-flood-management-handbook1.pdf>



水管理的自然基礎設施

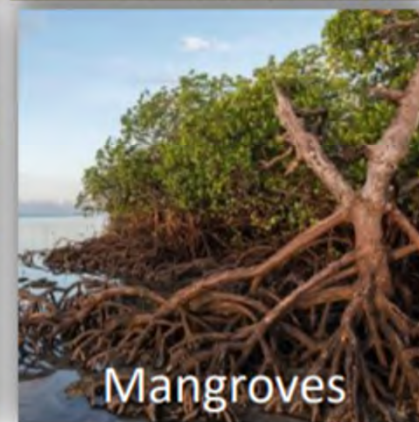
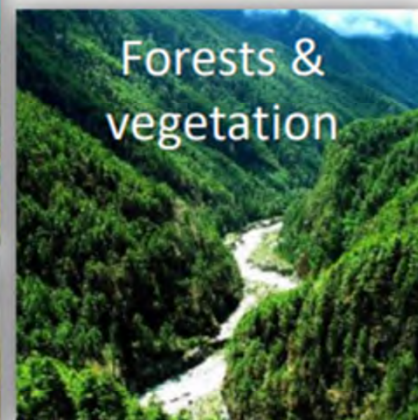
針對多目標
投資大自然

Natural Infrastructure for Water Management

Investing in nature for multiple objectives



- 水源保育和保護(即保護區)
- 修復森林地景以減少洪泛影響、穩定坡地並供應清潔水
- 坡地種植作物，減少侵蝕、增加過濾
- 連結河川和洪泛平原及含水層
- 提供濱岸緩衝帶以維持水質並減少侵蝕
- 保育並修復濕地
- 保護並修復礁石以保護海岸和棲地
- 保護並修復紅樹林、海岸濕地及沙丘
- 擴大綠地、串聯藍帶
- 綠屋頂、草溝等
- 改善過濾利用都市逕流(亦即透水鋪面)...




降低洪泛風險、提升氣候韌性 (回復力)+ 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 + ...

灰色基盤與自然基盤

解方	人造或灰色基盤	設施	人造的(built)	自然的(natural)
目的	(通常)解決特定問題	蓄水	• 水庫	• 旱地土 • 湖泊 • 含水層
空間尺度	局部地區	輸送	• 運河	• 河流
時間尺度	短中期	洪泛調節	• 堤防 • 水壩	• 濕地 • 洪泛平原
韌性	抗性、維護成本	水的過濾	• 濾水廠	• 土壤與含水層 • 濕地
做法	標準化、規格化	海岸保護	• 海堤 • 防波堤	• 紅樹林與礁石 • 離岸沙洲島
碳排	增碳			
生態	物種、仿自然形貌、減輕衝擊			

灰色基盤與自然基盤

解方	人造或灰色基盤	自然解方
目的	(通常)解決特定問題	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、避免動態	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、仿自然形貌、減輕衝擊...	維護、恢復、增益 生態系過程、功能、自然營力



生態防減災的研究與社會實施
可以做為萎縮的社會調適氣候
變遷之用

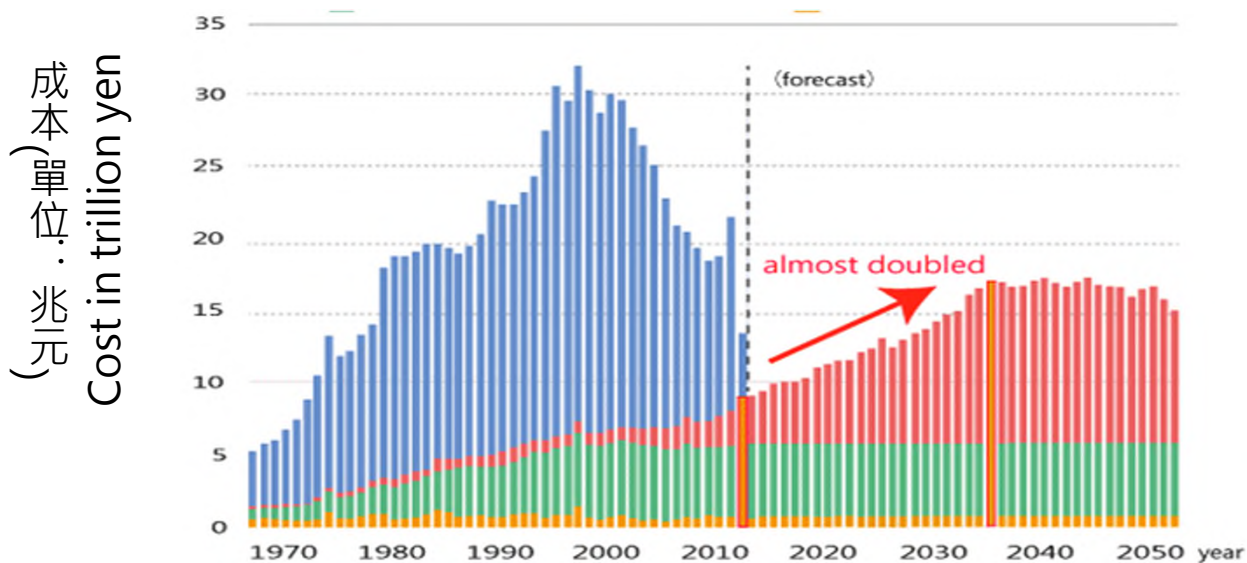
Research and Social Implementation of Ecosystem-based Disaster Risk Reduction as Climate Change Adaptation in Shrinking Societies

Takehito Yoshida (University of Tokyo)

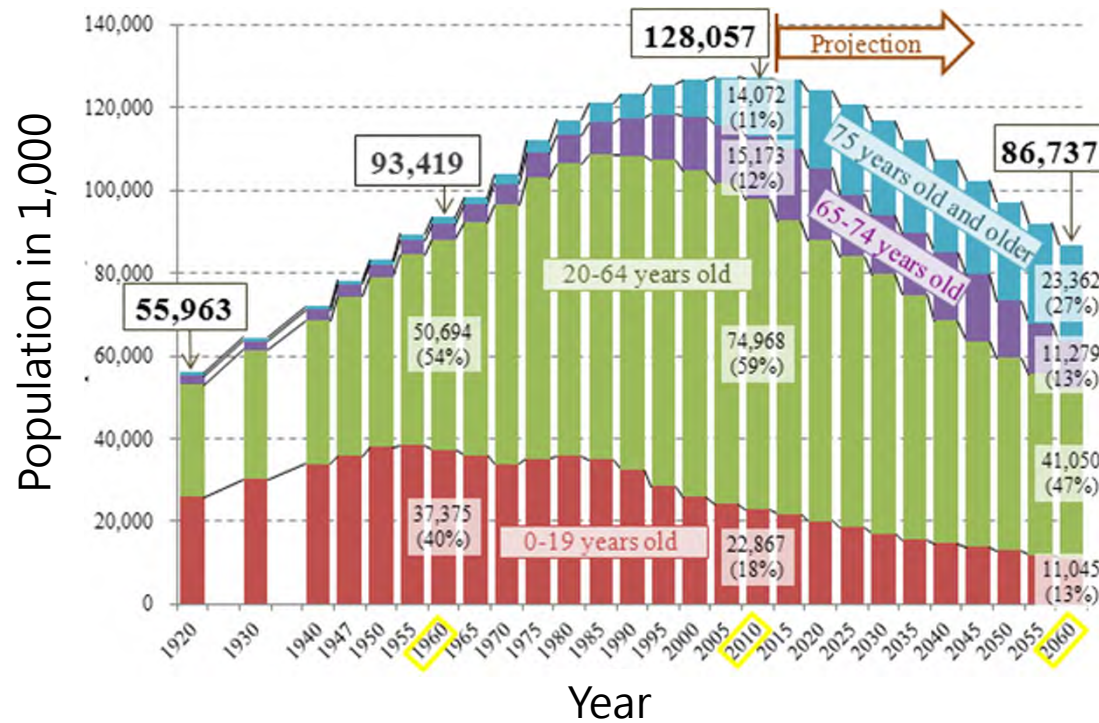
日本的社會經濟改變：老化的基礎設施

付不起費用來取代抵抗自然災害的既有設施

新的建設與翻修 操作與維護
New construction & refurbishment 取代
Operation and maintenance Disaster reconstruction 災害重建



日本的社會經濟變化：人口下降

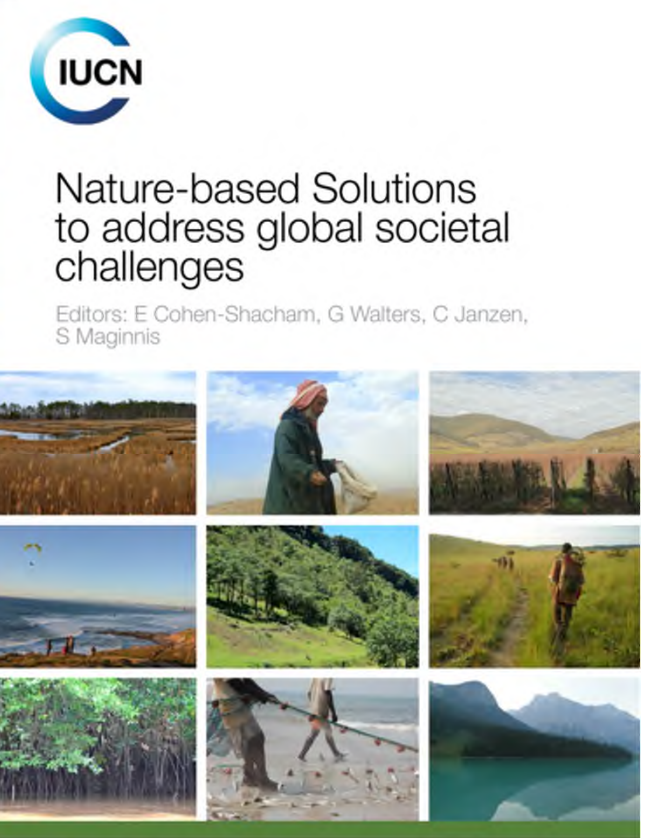


- 人口萎縮、老化
- 棄耕的農田(~10%)
- 空屋(~10%)
- . . .



改善土地使用方式的機會

眾多手冊、案例



IUCN 有關自然解方 (Nature-based Solutions) 的重要的出版物



避免自然解方的誤解與誤用

自然解方的定義

世界保育聯盟 (IUCN)

採取**保護**、**永續管理**、**修復**自然或改變過的**生態系**等行動，**有效地**、**調適地**處理社會面臨的挑戰(如氣候變遷、糧食和水安全、自然災害)，同時增益人類福祉和生物多樣性。

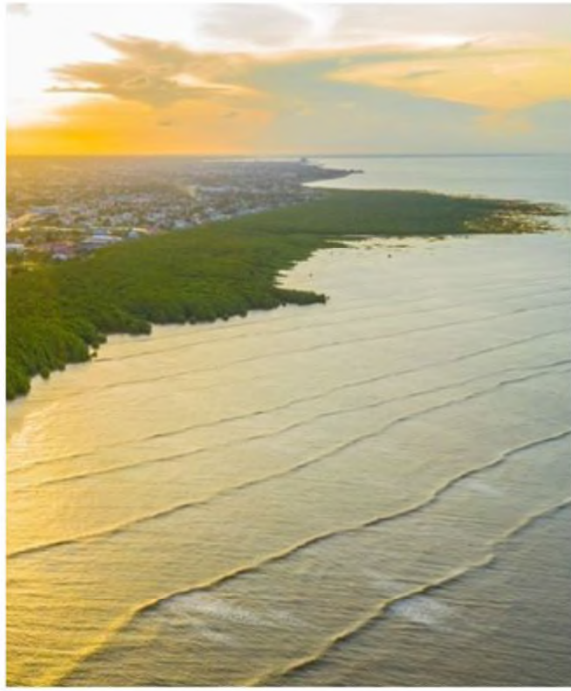
Actions to protect, sustainably manage and restore natural or modified ecosystems that address societal challenges **effectively** and **adaptively**, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits.

歐盟執行委員會 (European Commission)

受**自然的啟發**、持續順應自然、並利用自然所設計的**活解決方案**，以**有效**、**調適**的方式**運用資源**，應對各種社會挑戰，同時提供經濟、社會和環境惠益。

Living solutions inspired by, continuously supported by and using Nature designed to address various societal challenges in a **resource efficient** and adaptable manner and to provide simultaneously economic, social and environmental benefits. (see Maes & Jacobs, 2015)

因此，自然解方必須**有益於生物多樣性**，並**支援各種生態系服務**。Nature-based solutions must therefore benefit biodiversity and support the delivery of a range of ecosystem services.



**Nature-based
solutions**

基於自然的
解決方案



**Nature-derived
solutions**

從自然衍生的
解決方案



**Nature-inspired
solutions**

從自然啟發的
解決方案

公共工程生態檢核注意事項

公發布日：民國 106 年 04 月 25 日

修正日期：民國 110 年 10 月 06 日

一、為減輕公共工程對生態環境造成之負面影響，秉生態保育、公民參與及資訊公開之原則，以積極創造優質之環境，爰訂定本注意事項。

工程生態檢核重點：進行**工程**，**減輕**對生態之**負面影響**

↓ Nature-negative (-)

擴大保育的範疇及與社會的關聯

EXTENDING CONSERVATIONS REACH AND RELEVANCE



保障自然

Safeguarding nature



Safeguarding society

保障社會

Conservation norms and science

保育規範與科學

<https://www.cidse.org/2021/11/30/the-unclear-definition-of-nature-based-solutions-allows-promoting-false-and-dangerous-solutions/>



為什麼要在這裡做這件事？擬處理的社會挑戰？短中長期目標？
影響因子？環境、社會、經濟效益？替選方案？優缺點？



<https://www.foei.org/bogus-nature-based-solutions-wont-solve-the-climate-crisis/>



https://www.flickr.com/photos/tony_rodd/3230480161



<https://www.vox.com/22518592/indigenous-people-protect-nature-icca>

如何避免自然解方的誤解與誤用



2016

解決全球社會挑戰的自然解方

Nature-based Solutions to address global societal challenges

Editors: E. Cochet, S. Chapman, G. Walters, C. Jansen, S. Maginnis



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



INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE



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



INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE



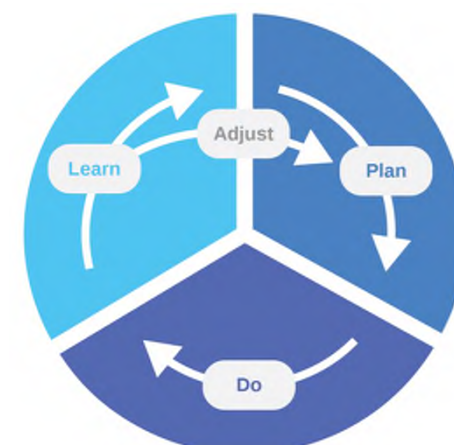
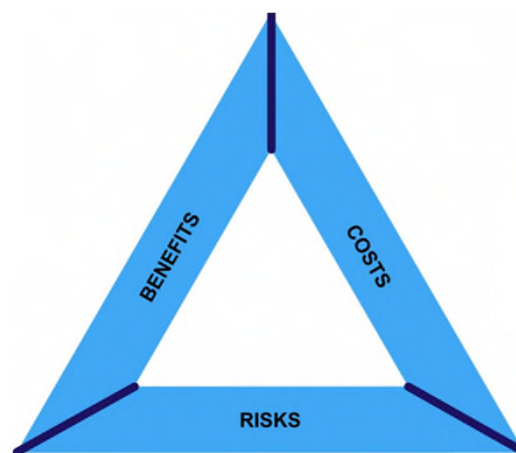
自然解方全球標準

8 項準則28個指標

1. 有效處理社會挑戰 (確認挑戰、預期成效) ；
2. 設計會注意尺度問題 (地景、系統、環經社、跨域、風險) ；
3. 帶來生物多樣性淨增益與生態系的整全 (肇因、結構、功能，基準、量測與評估、預期成效) ；
4. 經濟可行性 (成本效益、政策法規、補貼補助、自願承諾) ；
5. 基於包容、透明及培力賦權的治理過程 (權利義務、反饋和申訴) ；

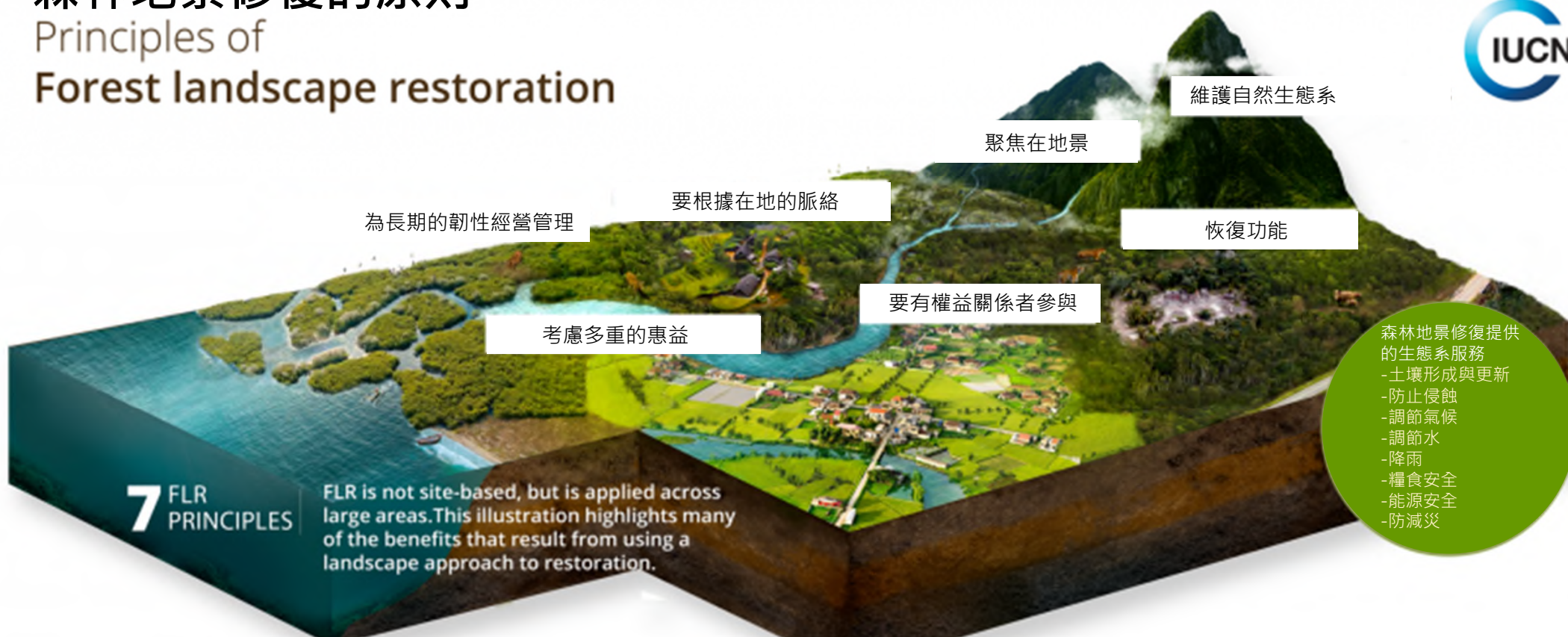
6. 能在主要目標與持續提供其他多重效益的得失間公平地找到平衡點 (替代方案) ；
7. 基於證據進行調適性的管理 (評估監測、反覆學習) ；
8. 具永續性並在適當的管轄情境下主流化 (經驗分享、轉型變革、強化政策法規支持、貢獻全球目標) 。

同時檢視所有準則與指標
個別準則與指標的表現
從構想提案開始



森林地景修復的原則

Principles of Forest landscape restoration



7 FLR PRINCIPLES

FLR is not site-based, but is applied across large areas. This illustration highlights many of the benefits that result from using a landscape approach to restoration.

維護自然生態系

聚焦在地景

恢復功能

要有權益關係者參與

要根據在地的脈絡



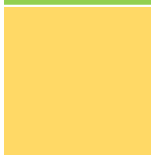

為長期的韌性經營管理

考慮多重的惠益

- 森林地景修復提供的生態系服務
- 土壤形成與更新
 - 防止侵蝕
 - 調節氣候
 - 調節水
 - 降雨
 - 糧食安全
 - 能源安全
 - 防減災

森林地景修復的基礎不是立地，而要跨越廣大的區域。右邊圓圈內強調透過地景的做法進行修復可以獲得多重的惠益。

自我評估產出表

檢索(%)		產出	
	≥75	非常符合	人為介入措施遵循IUCN的自然解方全球標準
	≥ 50 & <75	相當符合	
	≥ 25 & <50	還算符合	
	<25	不符合	人為介入措施未遵循IUCN的自然解方全球標準

全球標準的用途

設計

擴大尺度

驗證

收集資訊、諮詢權益關係人

發現不符標準之處，
就要採取行動，改善人為介入措施

用自我評估工具
回答指標的問題

填寫自我評估工具

每一項準則的紅綠燈評估結果和整體百分比的符合程度可以指出人為介入措施是否遵循世界保育聯盟的自然解方全球標準

檢索(%)		產出
≥75	非常符合	介入措施遵循IUCN的NbS全球標準
≥ 50 & <75	相當符合	
≥ 25 & <50	還算符合	
<25	不符合	

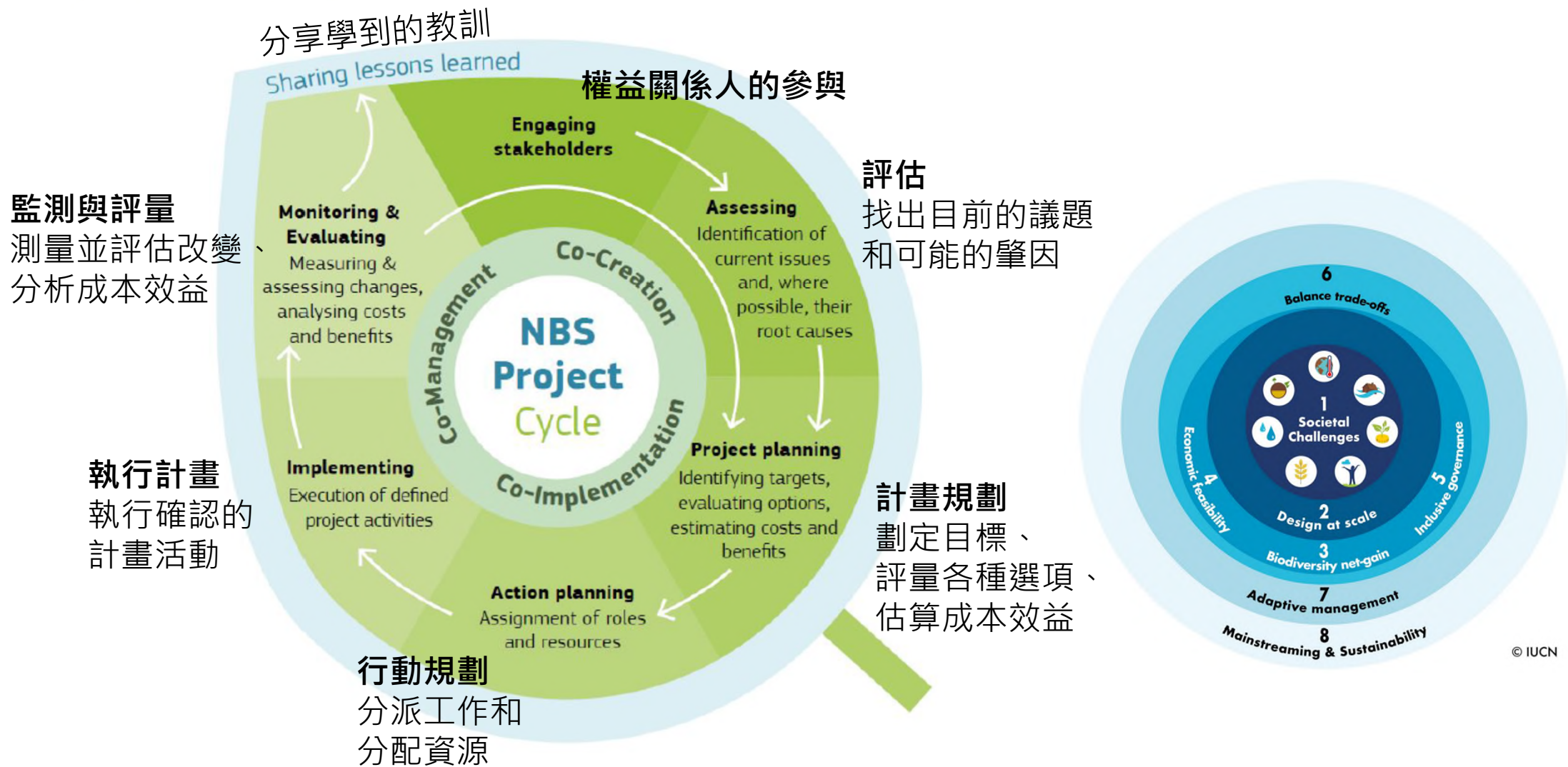


Figure 1-3. A schematic diagram showing the full life cycle of NBS such as monitoring and evaluation, cost-benefit analysis (adapted from Kumar et al., 2020)



紐約市投資卡茲奇 (Catskills) 上游集水區的保護，節省水的處理費用15億美元



中國修復劣化的黃土高原，改善250多萬人的經濟，農民收入翻倍，就業多樣化



塞內加爾紅樹林重新造林產生50萬噸碳補償，耕地修復，增加魚穫18,000噸/年



曼徹斯特市民因為接觸綠色空間和植樹活動，每年節省1.5億英鎊的醫療費用



波恩挑戰要修復3.5億公頃的森林和劣化地景，可能產生的生態系服務價值9兆美元

US EPA 健康的流域 (集水區)

一個健康的流域是自然土地覆蓋支持的流域：

- 在其自然變化範圍內的動態水文和地貌(geomorphological)過程
- 夠大且連通的棲地以支持本地水域物種，
- 能夠支持健康生物群聚的物理和化學水質條件。

地景中的自然植被覆蓋，包括濱溪帶，有助於維持自然流態*和水位波動；有助於維持形成水域棲地基礎的自然地貌過程，例如沉積物儲存和沈積。

水域和濱溪帶棲地在縱向、橫向、垂直和時間維度上的連通性有助於確保化學和物理物質在棲地間的流動與移動。

健康的流域具有支持健康的水域生態系的結構和功能。

健康流域的關鍵組成部分包括：

- 完整且功能正常的源頭溪流、洪氾區、濱溪走廊、河道和生物群聚；
- 地景中的自然植被；
- 在地預期的水文學、沉積物(泥沙)輸運、河流地貌和擾動機制。

*河流的流態是指其流量大小、時間、頻率、持續時間和變化率等特徵。流態對形塑水域生態系和生物群聚的健康至關重要。

自然流態的改變（例如更頻繁的洪水）會降低水域棲地的質量，使水域生物退化，並導致生態系服務的喪失。

A watershed moment for healthy watersheds

- 健康流域的概念聯繫了生態系條件與人類惠益，並幫助決策者評估權衡取捨。實施需要調整(let go)技術官僚取徑，考慮生態系服務，接受流域的複雜性並支持參與式的過程和必要的輔助。

挑戰

觀念、態度、認知及典範轉移；

政策法規、組織行政，設計及操作技術、實證案例、...

能力建設、避免誤解與誤用

後續

- 了解自然解方的定義、原則、準則
- 思考與釐清本身專業、業務與自然解方和其他領域的關聯。
- 依據自然解方全球標準設計與檢視計畫符合自然解方的程度
- 擴大計畫規劃的時空尺度
- 考慮未來風險
 - 風險 = 危害度、暴露度、脆弱度 (機率 x 危害程度)

「自然解方」以人為本 (people-centric) ,
但承認人類的韌性取決於自然的完整性。





Nature-based Solutions

Nature-based Solutions™ leverage nature and the power of healthy ecosystems to protect people, optimise infrastructure and safeguard a stable and biodiverse future.

自然解方

利用自然和健康生態系的力量保護人類、優化基礎建設並捍衛穩定和多樣生命的未來。

自然解方就是利用自然來改善世界的現況
(to improve the state of the world)

麥克斯·薛爾(Max Scher)
清潔能源與碳方案主任
賽福時公司(Salesforce.com, Inc.)

<https://www.iucn.org/our-work/nature-based-solutions>

敬請指教