

教師手冊

土地使用



- 作者： 新社國小/許傳方校長、新社國小/李柏樟教師
- 文字編輯： 葉奕辰、李采茵、葉宜佳
- 美術編輯： 陳立瑜
- 審定： 東華大學/陳紫娥教授、東華大學/林祥偉副教授、
國家防災中心/李欣輯副研究員
- 計畫名稱： 國民小學氣候變遷補充教材及教師手冊開發暨編撰計畫
- 計畫主持人： 東華大學/楊懿如副教授
- 計畫執行單位： 國立東華大學自然資源與環境學系
- 計畫補助單位： 教育部資訊及科技教育司環境及防災教育科
- 計畫時程： 101年12月至102年09月

壹、導論

台灣的地理位置特殊，位於亞熱帶地區受到中緯度與熱帶天氣系統的雙重影響，又因位處歐亞大陸板塊和菲律賓海板塊的交界處，長期的板塊推擠運動，使得台灣的地形陡峭，且地震發生的頻率很高。此外，台灣屬於四面環海的亞熱帶海島型氣候，每年的降雨豐沛且集中，讓河川的流量豐枯懸殊，日照充足氣候炎熱，讓風化作用十分興盛。如此，台灣蘊育著多樣的地形環境，同時也潛藏著不同型態的潛勢災害，如地震、洪水、洪氾、崩塌與地滑等各種環境致災因子。

近年來，社會經濟的高度發展及國人旅遊意識的提昇，讓人類活動範圍從平地擴展到山地及坡地，若從台灣的各種地形分布比例來看，山地、丘陵、平原的比例是3:4:3。換言之，台灣屬於多山、少平原的地形結構(石再添, 1987; 楊建夫, 2000b、2002)，若丘陵也算是山的話，台灣山岳區的面積可占全台的70%。而台灣人口密度約為每平方公里644.44人(2013年1月底)，位居全球第二位；由於居住在台灣島上的人民為了生存與發展，不得不往山區、河川地或海埔新生地開發，相對的也造成土地呈現過度開發或使用的現象。

科技日新月異，其主要目的在謀人類之福祉，然而在科技及經濟的發展下，加速了土地的開發與使用，卻忽略了兼顧環境保護，導致在科技創新與人類開發環境的過程中，使得溫室效應更為顯著，並逐漸影響到氣候環境與自然生態的規律性，同時也對地球的生態環境產生了污染情形，如此造成所謂極端氣候的現象發生，進而直接或間接影響與危及到人們生活的安全；換言之，氣候變遷的過程中加速了自然界的風化作用，影響了地表上的地形與地物，除了前述的影響與污染外，也人們的生活環境中蘊藏著不同類型的災害潛勢；因此，我們應深思該如何在研發創新科技之中，亦能顧及自然生態環境。簡而言之，我們必須要面對這個影響地球永續發展的重要問題，提出適宜的調適作為，讓科技創新與永續發展之間能達到一個平衡點，而最有效的調整策略，則是從最基層之教育著手，並落實於生活教育之中。

綜上所述，我們應藉由教育的歷程，讓學生能瞭解在全球氣候變遷的環境下，人們該如何妥善規畫與善用土地；即指導學生認識臺灣土地的敏感性，進而瞭解自己居家環境的地形環境屬性，並培養學生對於環境敏感地管理之觀念與態度，以及能面對居住的環境中災害潛勢，培養避開風險或降低風險的調適作為與素養，讓人們身命財產安全得以保障，進而藉由調適的過程，使得土地使用與開發得朝向趨吉避凶的永續發展目標邁進。

貳、導讀

為瞭解人們使用與開發土地對氣候變遷的影響，以及人們如何面對氣候變遷對土地使用所帶來的衝擊；本手冊略述目前人們在不同地形上的土地使用現況，以及近年在氣候變遷下發生的災害案例。以下從「名詞釋義」、「認識台灣地形」、「土地使用與管理」、「土地使用現況」、「過度的溫室效應對土地使用的衝擊」、「環境敏感地」與「案例」等小節概述之。

一、名詞釋義

(一) 地形

係指地形係指陸地各式表地起伏、形狀與輪廓等特徵的總稱，並會受到地球內力與外力的影響而不斷的改變。

(二) 土地使用

依據「土地法（以下簡稱本法）第 80 條」，係指「施以勞力資本為土地之利用」；本法第 81 條，揭示「直轄市或縣（市）地政機關得就管轄區內之土地，依國家經濟政策、地方需要情形及土地所能供使用之性質，分別商同有關機關，編為各種使用地」。

(三) 氣候變遷

教育部「環境變遷與永續發展」網站揭示「氣候平均狀態或其變異性在統計上的顯著變動，通常持續一段數十年或更長（世界氣象組織（WMO）定義為 30 年）的時間。氣候變遷可因自然的內在過程或外部作用，亦或大氣組成、土地利用的人為持續變化而造成」。

(四) 地質災害敏感屬性

地質災害泛指因受到地質因素控制而影響到人類生存環境的安全與衛生之災害，其種類包括崩塌、活動斷層、地層下陷、河流侵蝕等。山坡地較易發生崩塌及土石流，而平原地區則以地層下陷或活動斷層的威脅較為嚴重（資料來源：內政部營建署）。地質災害敏感區分成山崩（淺層崩塌、落石、弧形崩塌、順向坡滑動）、土石流（土石流危險溪流、土石流敏感溪流）、侵蝕（河岸侵蝕、向源侵蝕、侵蝕溝）、軟弱地盤（斷層破碎帶、土石堆積、煤渣堆積、人為棄填土）、地盤下陷（地下煤坑區）及活動斷層等。

二、認識台灣地形

從地形的高度、坡度與開放性觀之，台灣地形可以分為山地（1000 公尺以上）、丘陵（1000 公尺以下）、台地（介於丘陵與平原之間）、平原（200 公尺以下）與盆地等五種主要類型。一般而言，地形大都受到氣候及地質兩因素的影響，其中氣候因素和當地的地理位置又有密切的關係，即氣候不但決定了侵蝕營力的種類，也影響侵蝕營力的強度，而地質因素是地形發育基礎。因此從台灣地理位置的經緯度觀之，台灣處於副熱帶與熱帶交界，平地年平均溫度約高達 22°C，年降雨量約 2,500 毫米。由於地球表面氣溫的變化對地表風化作用有相當的影響力，即在高溫的環境下有助於風化作用，容易讓岩石變得鬆散破碎，甚至於緩緩的流失。此外，台灣地區季節性降雨量變化大，對於山高坡陡與河流短促的地形，往往使得河床易受侵蝕，以及洪水常攜帶大量的土石流入下游低地以與海域。

從台灣的地理環境位置與地質受氣候形態的影響因素觀之，其地形亦得細分成山地地形、火山地形、丘陵及台地地形、盆地地形、平原地形、海岸地形、沿海沙洲、火山島嶼、海底地形與溪流河川等 10 種類型。

三、土地使用與管理

我國國土利用調查結果將國土分為九大類，包括農業使用土地、森林使用土地、交通使用土地、水利使用土地、建築使用土地、公共使用土地、遊憩使用土地、礦鹽使用土地與其他使用土地等，各類形的土地皆有規劃其特定的使用目的，如此讓政府與人民在使用土地與開發土地得有依循的準則；此外，我國現階段亦針對山坡地使用與山坡地保育訂定相關條例，讓山坡地在有規範下進行開發與使用。

四、土地使用現況

俗話說：「靠山吃山，靠海吃海」係指人們利用生活週遭環境，所能取得之自然資源來過活。換言之，人們為了生存，評估其所生活的地形環境進行不同類型的開發與土地使用；由於人們經年累月的開發已造成土地資源過度使用，或呈現土地資源的貧乏的現象，進而造成對環境的影響，請參閱手冊延伸閱讀「土地使用與環境的關係」。

五、過度的溫室效應對土地使用的衝擊

依據經濟部水利署統計台灣平均氣溫的變化自 1897 年至 2008 年有不斷上升的趨勢。如圖 1，由於地球表面溫度的上升，使得地表溫室效應更為彰顯，如此讓地球產生了所謂的暖化現象。國內外學者認為地球暖化現象是全面性的，而在地球暖化的過程中對人們生活帶來不少衝擊，如海平面上升、旱澇災害、危及都市生存機能，或是影響糧食、水源、漁獲量等的供應不平衡，進而引發經濟與社會等層面的問題。

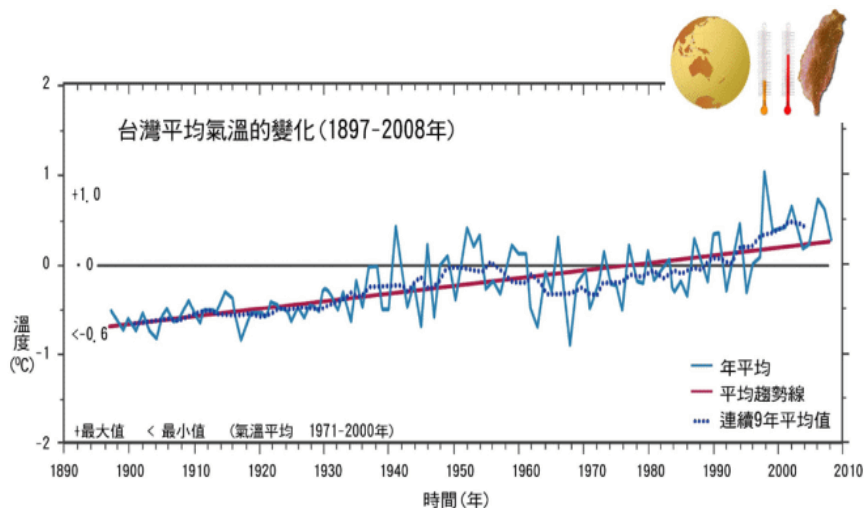


圖 1：台灣平均氣溫的變化(1987-2008 年)。

六、環境敏感地區

環境敏感地區通稱敏感地區、危急地區、重要地區與脆弱地區等(經建會, 1985), 即其係指一集合名詞, 泛指對人類具有特殊價值或潛在天然災害之地區, 極易因人類不當之開發活動而導致環境負效果(或謂凡具潛在危險性, 或具資源生態保育價值之地區皆屬之)。其並依土地功能劃分為生態敏感地區、文化景觀敏感地區、資源生產敏感地區與天然災害地區等四大類。

七、案例

(一) 案例一：林肯大郡為一棟複合功能住宅社區，於民國 86 年 8 月溫妮颱風侵襲台灣北部，颱風所帶來的雨水大量滲入鄰近山坡地層中，使得順向坡地層滑動，擋土牆崩落，造成 28 人死亡，房屋損壞或全毀的災害(資料來源：維基百科)。



圖 2：民國 86 年 8 月溫妮颱風侵襲台灣，林肯大郡損壞情形。

(二) 案例二：民國 90 年 7 月 30 日桃芝颱風為花蓮及南投兩縣帶來重大災情，花蓮縣光復鄉大興村遭嚴重土石流之侵襲，造成 20 人死亡、25 人失蹤、8 人受傷之慘劇（資料來源：桃芝颱風花蓮縣土石流勘災報告）。



圖 3：桃芝颱風後，花蓮縣光復鄉清水溪漂流木堆積情形。

(三) 案例三：民國 98 年 8 月 8 日莫拉克颱風侵襲台灣，造成八八水災重創南台灣，造成小林部落被五層樓高的土石掩埋，將近 500 村民慘遭活埋死亡（資料來源：維基百科）。

(四) 案例四：雲林縣台西與麥寮地區近年來，養殖漁業在此蓬勃發展，大量抽取地下水做養殖之用的結果，導致地下水位急劇下降 20 至 25 公尺，地層的累積下陷量估計已超過 2 公尺。而地層下陷引發了海水倒灌、土壤及地下水鹽化、建築物沈陷或棄置，以及排水設施與海堤喪失功能等問題（資料來源：地球科學文教基金會）。

(五) 案例五：河川的沙漠化。台灣年平均雨量介於 1600 到 3200 毫米之間，是世界平均值的 2.6 倍，但降雨時空分布不平均，集中在五到十月，短時間降下超大毫雨、或枯水期增長，造成水資源利用困難。受氣候變遷影響，未來豐枯水期情況會更明顯，乾季時河川揚塵也會更加鉅，對大氣中懸浮微粒影響、人體健康衝擊都是急需面對的問題（資料來源：環境報導部落格）。



圖 4：河岸揚塵情形。

參、教學目標

一、教學目標

1. 認識臺灣地形及其概述目前已使用或開發之土地資源。
2. 認識不同地形之環境敏感特質，進而懂得如何有效地使用與管理土地。
3. 對於氣候變遷對土地使用所帶來的衝擊，培養避開風險與降低風險的調適素養與作為。

二、學科及氣候素養能力指標暨政策綱領連結

土地使用與氣候變遷調適補充教材之主要教學對象是國民小學五至六年級，其相關學科連結及能力指標如下表：

表1：學科連結及能力指標彙整。

學習領域	能力指標
自然與生活	1-3-4-1 能由一些不同來源的資料，整理出一個整體性的看法。
科技領域	1-3-1-2 察覺一個問題或事件，常可由不同的角度來觀察而看出不同的特徵。 1-3-3-3 由系列的相關活動，綜合說出活動的主要特徵。 7-3-0-1 察覺運用實驗或科學的知識，可推測「可能發生的事」。
社會領域	1-3-10 列舉地方或區域環境變遷所引發的環境破壞，並提出可能的解決方法。
綜合活動	4-3-2 探討環境的改變與破壞可能帶來的危險，討論如何保護或改善環境。
健康與體育	5-3-2 規劃並參與改善環境危機所需的預防策略和行動。
防災教育	1-2-4 能預先察覺生活環境中潛在的危機。 2-2-1 能說出各項災害發生的原因。 2-2-2 能當人類不當的開發環境時，說出對自然可能產生的災害。 2-2-3 在個人生活環境中，能指出生活周遭既有及潛存的災害。 2-2-5 能知道災害發生時，個人應具有的應變知識。

土地使用調適補充教材，其相關政策綱領連結如下表（詳細內容請見附錄一）：

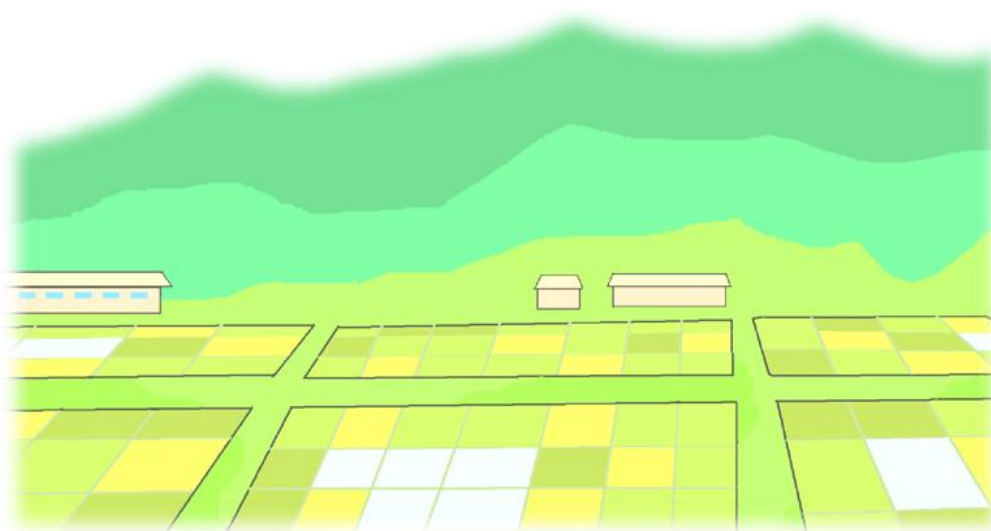
表 2：政策綱領連結彙整。

政策綱領	
衝擊與挑戰	1.土地使用的衝擊
調適策略	3.建立以調適為目的之土地使用管理相關配套機制。

土地使用調適補充教材，其相關氣候素養能力指標如下表（詳細內容請見附錄二）：

表 3：氣候素養能力指標彙整。

氣候素養能力指標	
5.透過觀測，理論研究和模擬，可增加對氣候系統的了解。	B.環境的觀測是了解氣候系統的重要基礎。從海洋底部到太陽表面，透過觀測的儀器如氣象觀測站、浮標、衛星和其他平台來收集氣候資料。科學家們利用自然界的記錄，如樹木年輪、冰芯和沉積層來了解過去的氣候。歷史上的觀察，如原住民的知識、個人日記等，也記錄了過去的氣候變遷。
6.人類活動無時不刻影響著氣候系統。	E.科學家和經濟學家預測，全球氣候變遷將有正面和負面的影響。下個世紀如果升溫超過2~3°C (3.6~5.4°F)，氣候變遷帶來的負面影響將遠遠超過其所產生的正面效益。



肆、教學活動

一、活動名稱：土地開發面面觀

二、課程規劃：本教學單元共分為 2 節，共 80 分鐘。

三、教學建議：

- (一) 本課程內容主要以補充教材形式進行設計，建議教學實施時間可以在週會、期末考後、彈性課程時間進行本課程內容之教學，或者，將本課程融入在自然、社會、綜合及健體等學習領域進行教學。
- (二) 本課程採取調適教育取向，所謂的調適即調整使適應，因此調適教育就是藉由教育的方式與過程，使得學習者能調整既有的認知、情意與技能，來適應其所面臨之生活環境中的種種問題。
- (三) 教師可視學校環境條件及新聞事件，調整本課程之內容，以提昇學童的學習成效。

四、教學內容設計

教學活動流程與說明	教學時間	教學策略	領域連結與能力指標
<p style="text-align: center;">第一節</p> <p>【教學準備】</p> <p>電腦、單槍投影機、網路影片、簡報檔、台灣島立體模型</p> <p>◆ 引導活動</p> <p>◇ 藉由操作地球儀，請學生指出台灣在哪裡，向學生介紹台灣有美麗之島---福爾摩沙之稱。</p> <p>◇ 藉由台灣立體模型，請學生觀察模型與地圖有什麼不同的地方，說說看這些不同之處代表什麼意義？</p> <p>◆ 發展活動</p> <p>活動一：認識我們的生活環境</p> <p>◇ 影片欣賞：盧貝松—搶救地球（5分鐘試看版）。</p> <p>◇ 認識台灣地理環境與氣候</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 概述台灣目前地質、地形、水文、氣候與人口密度。 ● 針對台灣氣候環境、雨量與溫度做說明。 <p>◇ 認識台灣五大地形</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 說明台灣以山地、丘陵、台地、盆地與平原等五大地形為主。 ● 以地形等高線圖做說明。 <p>◇ 認識地形環境的敏感地區</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 簡單說明什麼是地形環境敏感地區。 ● 說明目前地形環境敏感地區分為「生態環境敏感地區」、「文化景觀敏感地區」、「資源生產敏感地區」、「天然災害敏感地區」等四類，以及概述與舉例說明各類形環境包括哪些地質地形環境。 <p>★ 引導學生瞭解地理環境與氣候型態之間的關係。</p>	<p>共 40 分鐘</p> <p>5 分鐘</p> <p>5 分鐘</p> <p>10 分鐘</p>	<p>講述法</p> <p>討論法</p> <p>教師講述</p> <p>師生討論</p>	<p>自 1-3-4-1</p> <p>自 1-3-1-2 環 2-2-2 環 4-2-4</p>

教學活動流程與說明	教學時間	教學策略	領域連結與能力指標
<p style="text-align: center;">第二節</p> <p>【教學準備】</p> <p>電腦、單槍投影機、簡報檔</p> <p>◆ 引導活動</p> <p>◇ 目前人們在土地利用與開發的過程中，面臨到哪些問題呢？</p> <p>◇ 這些問題該如何妥善處理呢？才能讓人們與其後代子孫得以善用土地資源。</p> <p>◆ 發展活動</p> <p>活動二：土地使用與環境的關係</p> <p style="text-align: center;">*接續前一節課</p> <p>◇ 土地使用的衝擊</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 連結 YouTube 八八水災影片。 ● 連結 YouTube 大愛全記錄 - 八八風災啟示錄 1/6 <p>3. 海平面上升</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 藉由地球表面氣溫上升所帶來的影響來說明海平面上升對於人們在土地使用上所帶來的衝擊。 ● 簡述海平面上升與國土退縮之間的關係。 <p>4. 影響都市地區生存機能</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 想一想，旱澇災害、氣溫上升與海平面上升對都市地區可能帶來哪些連帶的影響呢？ <p>◎舉例說明</p> <p>★歸納：氣候變遷對土地使用所帶來的衝擊大致包括「旱澇災害」、「氣溫上升」、「海平面上升」與「影響都市地區生存機能」等。</p>	<p>共 40 分鐘</p> <p>5 分鐘</p> <p>15 分鐘</p>	<p>講述法</p> <p>討論法</p> <p>教師講述 師生討論</p>	<p>自 1-3-3-3 自 7-3-0-1</p>

教學活動流程與說明	教學時間	教學策略	領域連結與能力指標
<p>活動三：土地使用的調適作為</p> <p>◇ 影片欣賞：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● TEDxTaipeiChange 2012 - Po-lin Chi (齊柏林) - 從空中看見台灣令人疼惜的一面。 ● 換個角度守護美麗台灣。 ● 照片故事影片創作比賽。 <p>◇ 落實土地使用規劃與管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 說明土地使用規劃的重要性，以及在土地使用規劃前應對於土地屬性進行分析與調查。 ● 說明若能妥善的規劃土地使用的方式，人們在使用或開發土地時，能避開不必要的土地使用風險，如坡地災害。 <p>◇ 土地使用風險分攤管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 舉例說明人們在使用與開發土地時，如何去善用土地資源，以降低使用土地後對氣候變遷所帶來的衝擊；而如何善用土地資源就是一種降低土地使用風險的策略，即達到土地使用風險分攤的目的。 	15 分鐘	教師講述 師生討論	社 1-3-10 健 5-3-2 綜 4-3-2 防 1-2-4 防 2-2-1 防 2-2-2 防 2-2-3 防 2-2-5
<p>◆ 綜合活動</p> <p>總結</p> <p>◇ 氣候變遷對土地使用所帶來的衝擊大致包括「旱澇災害」、「氣溫上升」、「海平面上升」與「影響都市地區生存機能」等。</p> <p>◇ 因應氣候變遷對土地使用所帶來之衝擊其的調適作為大致可分為兩種策略來進行：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 避開風險策略——落實土地使用規劃與管理。 ● 降低風險策略——土地使用風險分攤管理。 	5 分鐘	歸納	

土地利用與環境的關係

一、俗話說：「靠山吃山，靠海吃海」。以台灣為例，對於不同地形，人們是如何使用土地資源或開發土地呢？每種地形至少舉 1 例，至多舉 3 例。

答：1. 山地地形：挖掘礦產、林木開採、採取土石、築路
2. 盆地地形：油田開發、都會區
3. 丘陵地形：種植各種經濟植物、礦產開發、開發成畜牧業、村舍、部落
4. 台地地形：種植各種經濟植物、礦產開發、開發成畜牧業、村舍、部落
5. 平原地形：都會區、農牧業、工業區（設置工廠）

二、當人們過度開發土地或使用土地資源時，對地形與環境可以造成哪些情形呢？請舉出 3 種不同的例子，並說明之。

答：1. 抽取地下水造成地層下陷
2. 植被減少，造成土壤流失。
3. 土壤鹽化，農作物栽種受到影響。
4. 增加大氣中的溫室氣體，使得溫室效應提升，進而造成地球暖化現象。

三、您知道在氣候變遷對土地使用帶來哪些衝擊呢？

答：旱澇災害、氣溫上升、海平面上升、影響都市地區生存機能

四、在氣候變遷下，當要進行土地開發或利用時，我們應該要做好哪些準備，才能降低與減緩對大自然環境的影響，請舉例。

答：1. 應立法訂定國土保育與規畫等相關法律
2. 定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並建置國土地理資訊系統。
3. 在進行土地使用或開發前，應先瞭解該土地之屬性（如水文、土壤、地質、地形、植被、生物及活動斷層地質敏感區等），依土地屬性進行適宜的使用與開發。

校園周邊環境踏查

說明：

1. 本次校園周邊環境踏查項目包括「地區水文、土壤、地質、地形、植被、生物及活動斷層地質敏感區」等七項資源調查。
2. 踏查方式除了現地勘察外，亦可上網查詢相關資料，或使用相機拍攝現況。

踏查項目	踏查結果 (概述說明環境現況)
地區水文	踏查／查詢結果：請勾選之 附近溪流名稱：_____ 流速觀察 <input type="checkbox"/> 湍急 <input type="checkbox"/> 普通 <input type="checkbox"/> 緩慢 <input type="checkbox"/> 乾枯 水質觀察 <input type="checkbox"/> 清澈見底 <input type="checkbox"/> 混濁 <input type="checkbox"/> 有異味 <input type="checkbox"/> 無異味 當地降雨量說明：_____ _____ _____
土壤	台灣土壤資源與農地土地覆蓋圖資瀏覽查詢系統網址： http://soilsurvey.tari.gov.tw/soilgis/default.aspx 查詢結果：
地質	地質資料綜合查詢網址： http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm 地質年代（範例：全新世）： 地層名稱（範例：沖積層）： 地層組成（範例：礫石、砂與黏土）：

踏查項目	踏查結果 (概述說明環境現況)
地形	請依環境現況勾選之 <input type="checkbox"/> 山地地形 <input type="checkbox"/> 火山地形 <input type="checkbox"/> 丘陵及台地地形 <input type="checkbox"/> 盆地地形 <input type="checkbox"/> 平原地形 <input type="checkbox"/> 沿海沙洲 <input type="checkbox"/> 火山島嶼 <input type="checkbox"/> 海底地形 <input type="checkbox"/> 海岸地形 <input type="checkbox"/> 河流
植被	請依環境現況勾選之 (發現臺灣植物網址： http://taiwanplants.ndap.org.tw/index.htm) <input type="checkbox"/> 森林是指樹木冠蓋相連接，而且具有明顯的樹幹、高度在五公尺以上的喬木所組成的樹林。林相包括：針葉林、闊葉林、針闊葉混生林和竹林。 <input type="checkbox"/> 灌叢主要是指以灌木為優勢種的植物群，大多數的植物物種高度不超過五公尺。灌叢包括：針葉灌叢、闊葉灌叢、刺灌叢及肉植灌叢和竹灌叢四種類型。 <input type="checkbox"/> 草本植被又稱為陸生草本群落，主要是以草本植物物種為優勢種的草地。包括：山地草地和暖熱性草地。 <input type="checkbox"/> 岩原植被，顧名思義即可知道是指長在布滿破碎岩石或是石壁、縫隙的植物群。包括：碎石坡植被和崖岩壁石隙植被。 <input type="checkbox"/> 沼澤和水生植物，都是指植物的生長環境含有較多的水量或是長時間生長在水裏的植物。 <input type="checkbox"/> 包括：沼澤和水生植被。
生物	請概述您觀察到哪些物種。
活動斷層	可至經濟部中央地質調查所查詢 (http://fault.moeacgs.gov.tw/MGFault/Default.aspx) 請勾選查詢結果： <input type="checkbox"/> 在斷層帶附近，斷層帶名稱為：_____。 <input type="checkbox"/> 未在斷層帶附近

一、認識台灣地形

另從台灣的形成因素與地理位置觀之，台灣地形除山地（高山）、丘陵、台地、平原與盆地等五大地形外，亦得細分成山地地形、火山地形、丘陵及台地地形、盆地地形、平原地形、海岸地形、沿海沙洲、火山島嶼、海底地形與溪流河川等 10 種類型（資料來源：社團法人台灣宏泰婚姻媒合協會），詳閱手冊延伸閱讀「認識台灣地形」。

（一）山地地形

在板塊運動過程中，因板塊受到擠壓使得地殼抬升而產生的山脈地形。台灣山地南北縱貫全台，其中以中央山脈為主體，地勢高峻陡峭。

（二）火山地形

台灣位於環太平洋地震（火山）帶上，以基隆、大屯和澎湖群島為主要的火山群。火山地形區域以地熱與溫泉為最主要的使用資源。

（三）丘陵及台地地形

所謂丘陵為一種高度差介於平原和山地之間，並由眾多小丘連綿而成的地形。而所謂的台地係指「一種凸起的面積較大且海拔較低的桌狀地形。台地中央的坡度平緩，四周較陡，海拔在一百至幾百公尺之間，亦有人稱台地為被推平的丘陵（資料來源：維基百科）。台灣的丘陵區分佈在高山帶的周邊，呈不連續的分佈現象。台地則分佈在丘陵和山地的兩側，而且都集中在台灣西部地區。

（四）盆地地形

中間低平而四周環山的地形稱為盆地。

（五）平原地形

平原都分佈在海岸和河流兩側的地區，高度在 100 公尺以下。平原地形除部分屬隆起性的海岸平原外，大部分都是屬於河流沖積而成的平原。此外，亦有所謂的縱谷平原（如台灣花東縱谷平原，此地形是沿著斷層發育的沖積扇平原），以及地殼下陷後的堆積性平原（如蘭陽平原和屏東平原）。

（六）海岸地形

因台灣屬於海島，則海岸地形可分為四區：

1. 北部海岸屬於岩岸地形。
2. 西部海岸，海岸線單調平直，砂灘綿長，海埔地寬廣，沙洲、沙丘與潟湖等羅列。
3. 南部海岸屬於珊瑚礁海岸地形。
4. 東部海岸屬於斷層海岸，並有顯著的海蝕地形。

(七) 沿海沙洲

西部海岸線由於河流攜帶入海的土沙再受到波浪和海流的搬運、堆積，形成了許多沿海沙洲，而沙洲與本島海岸所包圍的海域，成為潟湖，以容納大小溪流不斷沖刷下來的泥沙。而在大自然的營力運作之下，潟湖很快地被填滿了，稱為海埔。在潟湖周邊的居民得以在其內捉蝦捕魚、安置定置魚網、養青蚵、飼花跳等。

(八) 火山島嶼

因台灣地理位置位於火山帶上，則台灣本島的周邊有許多因火山作用而形成的島嶼，以澎湖群島最著。此外，東北部及北部外海的基隆嶼、彭佳嶼、龜山島，東部外海的綠島及蘭嶼等火山島。

(九) 海底地形

台灣四周的海底地形非常複雜，大致可分為台灣海峽和東部外海兩部分。台灣海峽水深大多淺於 80 公尺，而花東沿海的大陸棚甚為狹小，離岸水深常急降到 20-30 公尺，在大陸棚外，則急降到數千公尺深。

(十) 溪流河川

台灣的河系是以中央山脈為主要的分水嶺，河流多以東西流向為主。台灣島西坡河川較東坡流路長，且台灣河流大多屬於流路短坡陡與水流湍急的急流性河川。此外，台灣地區的降雨形態在季節上、空間上及能量上的分配相當不均勻，雨季時水量豐沛，使得河流流水量及輸砂量驚人；旱季時則流量枯小，甚至呈荒溪形態。另因台灣位於地殼活動帶，造山作用活躍，在上游地區河谷地形陡峭、地質脆弱，常易發生崩塌、表土沖蝕及河床沖刷；在下游地區河谷寬廣，更因驟雨洪水挾帶的大量泥沙沖積而成氾濫平原。目前世界各國在河川地之開發皆以綜合開發為考量，常見的開發類型有建築攔河壩使成水庫、水力發電、便利航運、開鑿運河使河川與河川間得以通航、供給農業用水、供給工業用水、受政府允許下開採砂石、藉由水電動力發展工業、於水庫四周發展觀光業等。

二、土地使用與管理

(一) 土地使用

我國國土利用調查計畫敘明土地利用是人與土地間互動過程所呈現的具體型式之一，因社會文化、政治經濟發展及自然環境的不同，所展現的土地利用型式也不同。因此，為了擬定國土政策規劃，內政部於民國 84 年度起截至目前結合中央及地方地政、戶政及稅捐等機關人力，先後辦理兩次全國性之土地利用調查作業，藉由地面調查方式建立、獲取當時已登記土地的使用狀況，作為土地管制作業依據。

透過國土利用調查，我國國土分類大致可分成九大類，包括農業使用土地、森林使用土地、交通使用土地、水利使用土地、建築使用土地、公共使用土地、遊憩使用土地、礦鹽使用土地與其他使用土地等，各類型土地使用分類概述如下：

1. 農業使用土地：

以作為農作、水產養殖、畜牧、農業附帶設施（如溫室、倉儲設施、農產品展售場）等。

2. 森林使用土地：

細分天然林、人工林與其他森林使用土地（如伐木跡地、苗圃、防火線、土場）等。

3. 交通使用土地：

以作為機場、鐵路、道路與港口等建設使用。

4. 水利使用土地：

此土地包括河道（如河川、運河、堤防等）、溝渠、蓄水池（如水庫、湖泊、人工湖等）、水道沙洲灘地、水利構造物（如水閘門、抽水站、水庫堰壩、地下取水井）、防汛道路、海面等。

5. 建築使用土地：

以作為商業、住宅、工業與其他建築用地（如宗教、殯葬設施）等。

6. 公共設施使用土地：

以作為政府機關、學校、醫療保健、社會福利設施、公用設備（如氣象、電力、瓦斯、自來水、加油站）與環保設施等使用。

7. 遊憩使用土地：

以作為文化設施與休閒設施使用。

8. 礦業使用土地：

以作為礦業、土石採取（含相關設施）與鹽業（含相關設施）使用。

9. 其他使用土地：

泛指軍事用地、溼地、草生地（即未栽植農作物及林木之草生荒地）、裸露地（如灘地、崩塌地、礁岩、裸露空地等）、灌木荒地、災害地、營建剩餘土石方、空置地（如尚無特定用途者、正整地開發者）等。

（二）山坡地的使用

從地形學得知，坡地是一種地形，其坡度的大小影響地表材料受到重力作用而產生的運動潛勢。從地形高度觀之，坡地的高度是介於高山與平原之間，而海拔 100 公尺以上的地形稱之為山地、丘陵與台地，海拔 100 公尺以下，且坡度在百分之五以上的地區統稱為「山坡地」。

另從我國「山坡地土地可利用限度分類標準」得知，山坡地依其坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度與母岩性質等，概述如下：

1. 坡度：

指一塊土地之平均傾斜比，以百分比表示之，依坡度大小分為一級坡到六級坡等六類。

2. 土壤有效深度：

指從土地表面至有礙植物根系伸展之土層深度，以公分表示之，依有效深度分為甚深層、深層、淺層與甚淺層等四類。

3. 土壤沖蝕程度：

依土地表面所呈現之沖蝕徵狀與土壤流失量決定之，依沖蝕程度分為輕微（地面無小沖蝕溝跡象）、中等（地面有蝕溝系統之跡象）、嚴重（地面沖蝕溝甚多）與極嚴重（呈現掌狀蝕溝分歧交錯）等四類。

4. 母岩性質：

依土壤下接母岩之性質對植物根系伸展及農機具施工難易決定之，依母岩性質分為軟質母岩（母岩鬆軟或呈碎礫狀，部分植物根系可伸入其間，農機具施工無大礙者）與硬質母岩（母岩堅固連接，植物根系無法伸入其間，農機具施工有礙者）等二類。

依據山坡地的坡度、土壤有效深度、土壤沖蝕程度與母岩性質等地質屬性，山坡地可利用限度分為「宜農牧地、宜林地與加強保育地」；換言之，中央主管機關依山坡地受到自然界風化影響，以及其山坡地土地特性，做了不同使用與保育工作方面的分類，詳表 4 至表 6：

表 4：宜農牧地。

土地等級	土地特性	備註
一級地	甚深層之一級坡。 深層之一級坡。	依中央主管機關規定之水土保持技術規範實施水土保持。
二級地	甚深層之二、三級坡。 深層之二級坡。 淺層之一級坡。	同上
三級地	甚深層之四級坡。 深層之三級坡。 淺層之二級坡。	同上
四級地	1 甚深層之五級坡。 深層之四、五級坡。 淺層之三、四級坡。 甚淺層之一、二、三級坡。	同上
	2 淺層之五級坡。 甚淺層之四級坡。	1.土地利用僅限於種常年地面覆蓋不須全面擾動土壤之多年生果樹或牧草。 2.如必須栽種勤耕作物，應由主管機關指定其水土保持設施。

表 5：宜林地。

土地等級	土地特性	備註
五級地	甚深層、深層、淺層之六級坡。甚淺層之五、六級坡。淺層之五級坡，土壤沖蝕嚴重者。甚淺層之四級坡，土壤沖蝕嚴重或下接硬質母岩者。	應行造林或維持自然林木或植生覆蓋，不宜農耕之土地，初期造林有沖蝕嚴重現象時，應配合必要之水土保持。

表 6：加強保育地。

土地等級	土地特性	備註
六級地	沖蝕極嚴重、崩坍、地滑、脆弱母岩裸露等，應加強保育處理，減免災害發生之土地。	依主管機關指定方式實施水土保持。

我國雖依法劃定的山坡地範圍，但因都市化過程中標高在 100 公尺以上者，大部分已經發展成為稠密的住宅社區，使得有些規劃設計者常會忽略這些範圍應認定為山坡地的事實（黃宗源，1997：33）。而我國對於山坡地的使用、開發與管理至今歷經近 40 年的歷程，可分為六個時期（引自張四明，2001，頁 7；王敏順，1991），概述如下：

1. 無管制期：

民國 62 年以前，山坡地的開發與建築均缺乏相關的限制規定。

2. 保育管制期：

民國 65 年公布「非都市土地使用管制規則」與 66 年實施的「山保條例」，依法指定的山坡地開始實施局部的建築管理。

3. 計畫管制期：

民國 72 年訂頒山坡地開發建築管理辦法（以下簡稱「山開辦法」）之前，對各地方政府已完成用地編定的區域進行計畫管制。

4. 全面管制期：

民國 72 年至 79 年期間將開發許可制的精髓融入山坡地的建築管理。

5. 績效管制期：

民國 79 年山開辦法首次修正至民國 84 年訂頒「非都市土地開發審議規範」期間，依照建築型態與績效標準來實施管制，以因應日益增多的山坡地開發型態。

6. 綜合管制期：

「非都市土地開發審議規範」公布以後，我國山坡地開發進入綜合管理的新領域（引自陳明燦，2000：102-104）。

綜上所述，山坡地的使用與開發除了訂定可利用的分類標準外，亦針對不同的開發與使用類型在制度面上朝向綜合管理的標準來規範山坡地的使用。

(三) 土地使用與環境的關係

俗話說：「靠山吃山，靠海吃海」係指人們利用生活週遭環境，所能取得之自然資源來過活。換言之，人們為了生存，評估其所生活的地形環境進行不同類型的開發與土地使用；由於人們經年累月的開發已造成土地資源過度使用，或呈現土地資源的貧乏的現象，進而造成對環境的影響，略述如表 7：

表 7：土地使用與開發對環境的影響。

地形類型	使用與開發	對環境的影響
山地	<ol style="list-style-type: none"> 1.挖掘礦產。 2.林木開採。 3.採取土石。 4.築路與築壩。 5.部落。 6.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.山地森林面積的急驟減少。 2.水土流失加劇。 3.大量開採礦產，影響地形結構。 4.人為活動加速自然風化速度。
丘陵及台地	<ol style="list-style-type: none"> 1.種植各種經濟植物（如樹木、果樹、玉米、茶等）。 2.礦產開發（如銅、鉛、鋅、鉻、煤、鐵、石油、天然氣和鋁土礦等）。 3.開發成畜牧業。 4.村舍、部落。 5.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.植被面積逐漸減少。 2.大量開採礦產，影響地形結構，以及使用石化資源增加大氣層溫室效應氣體。 3.因畜牧業飼料所需，如大量種植玉米；而依專家學者研究，畜牧業所產生的溫室氣體占全球溫室氣體比例很高。
盆地	<ol style="list-style-type: none"> 1.油田的開發。 2.都會區。 3.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.大量開採石油，相對增加石化資源的使用，進而增加大氣層溫室效應氣體。
平原	<ol style="list-style-type: none"> 1.都會區。 2.農牧業。 3.工業區（設置工廠）。 4.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.建設不透水的建築物或路面，當暴雨來臨時，雨水無法有效疏導。 2.使用易吸熱材質建材，如水泥、柏油、PU 等，易提升環境場域溫度。 3.工廠排放廢氣，增加溫室效應氣體。 4.建設都會區，大量抽取地下水，導致地層下陷。在沿海地區還會有土地鹽化的現象。 5.造成溫室效應的氣體許多來自畜牧，根據美國「世界觀察研究院」2007 年的報告指出，牲畜所產生的溫室氣體占全球溫室氣體總量的 18%，而全球最大的甲烷來源

地形類型	使用與開發	對環境的影響
		是畜牧業；跨政府氣候變遷委員會（IPCC）研究，甲烷造成暖化的速度是二氧化碳的 72 倍。
海岸	<ol style="list-style-type: none"> 1.漁塭 2.觀光旅遊業（非都市土地開發與經營） 3.設置核電廠（如台灣北海岸地區） 4.工業區 5.海埔新生地 6.濱海公路 7.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.海埔地或潮間帶消失。 2.工廠排放廢氣，增加溫室效應氣體。 3.抽取地下水，導致地層下陷，並且有土地鹽化的現象，造成地下水水質污染，甚至造成土壤液化的情形。
沿海沙洲	<ol style="list-style-type: none"> 1.養殖業 2.漁塭 3.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.因地勢低矮易受侵蝕，喪失天然滯洪功能。 2.抽取地下水，導致地層下陷，並且有土地鹽化的現象，造成地下水水質污染，甚至造成土壤液化的情形。
河川	<ol style="list-style-type: none"> 1.採取砂石 2.公有設施（興建水庫、堤防、馬路、橋樑等） 3.農業（梯田） 4.村舍、部落（開設餐廳、養雞鴨、種菜等） 5.其他依時代變遷得以利用，受核准開發此地形的事項。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.與河爭地，靠近河流居住，築堤防淹水，減少河水流通斷面， 2.河川上游大量開發，建設不透水的建築物或路面，當暴雨來臨時，雨水不能滲入地下，下雨所產生的水量大為增加，且水量超過河川斷面容量時，水就溢出河道，四處亂流，造成災害。

從表 7 所揭示目前不同地形土地使用現況得知，在開發與利用土地資源時，若無妥善的規畫，當過度使用土地資源可能對環境與生態產生不可意料的影響，除改變既有地質地形的面貌與土地資源，甚至危及人們生命財產的安全；如此，對於如何妥善使用土地與開發土地資源是值得好好去深思與規畫的。

三、過度的溫室效應對土地使用的衝擊

國內國立自然科學博物館闡述地球暖化現象是全面性的，其中最明顯現象就是感受到溫度的提高，此與地球的「溫室效應」有著密切的關係。一般而言，只要有大氣層的星球就所謂的「溫室效應」，此效應會讓該星球維持在某一適合生物生存的溫度，如果溫室效應現象過高，相對使得星球整體溫度上升，則會讓該星球造成暖化現象。因此，星球具有適當的溫室效應現象，對星球上的生物具有保護的作用。此外，什麼是溫室效應呢？以及造成過度溫室效應的原因為何呢？概述如下：

由於太陽的能量是以短波輻射方式穿越地球的大氣層，其中約有 2% 屬於紫外線及有害的輻射線，被平流層上部之臭氧層所吸收；約有 20% 被對流層中之水汽、雲層和微塵物所吸收；尚約有 35% 的能量被地面、大氣或雲層等反射返回太空中，僅剩約 43% 可以直接到達地面被地表吸收，地表並以長波輻射的方式將能量釋放回大氣層中，而大氣層中的水汽、雲層及微塵物亦能吸收長波輻射，如此使得地球表面上的熱量不致於散失，如此大氣層具有「保溫作用」，而此種現象就稱之為「溫室效應 (atmospheric greenhouse effect)」。然而當大氣層中能夠吸收長波輻射的氣體愈多時，則使得溫室效應更為顯著，即產生過度的溫室效應，進而造成地球暖化的現象。

十八世紀末人類的社會發展型態從農業社會邁入工業社會，在工業社會發展的過程中，第一次工業革命是以機械取代手工（人力），而當時人口數亦不斷的增加，相對的因糧食不足而大量砍伐森林來增加耕地；至二十世紀之第二次工業革命時，因人類大量使用化石燃料與廣設工廠的結果，使得能吸收地球長波輻射的氣體，即所謂的溫室氣體，如一氧化碳、二氧化碳、臭氧、甲烷、氮氧化物及氟氯碳化物等急遽增加。如此，由於人類的社會發展型態的改變，以及開發與利用土地資源，相對提升地表溫室氣體的含量，使得地表溫室效應不斷地提升而產生了地球暖化的現象。

在地球暖化現象中，除了讓地球氣溫上升外，更對地球產生了以下的衝擊：

(一) 海平面上升

由於地球暖化現象使得極地冰原融化，導致「海平面上升」，也淹沒較低窪之沿海陸地，更衝擊海拔不高的低地國及多數國家沿海精華區。目前學者專家認為海平面上升最主要的原因是受到全球暖化的影響，而全球暖化又是受到過度的溫室效應所造成，即大氣暖化使海水因溫度上升而膨脹，也導致陸地上的冰川融解後流入海洋而造成海平面上升。因海平面上升現象，聯合國估計，馬爾地夫是全球地勢最低的國家，於本世紀末，全球海平面可能提高約 60 公分，到時海拔較低的國家（如馬爾地夫）的人民可能成為全球第一批因為氣候變遷而無家可歸的難民。另外，吐瓦魯全國最高點只有海拔 5 公尺左右，在海水不斷上升的影響下，預估 10 年內該國都將被海水淹沒。目前島上已有四分之一的居民撤往鄰近的紐西蘭，成為環境難民。

(二) 旱澇災害

所謂旱澇係指乾旱與水災。由於地球暖化現象，使得氣溫增高導致地表水汽蒸發加速，同時造成全球雨量每年減少，甚至導致各地區降水型態改變，如此產生了所謂的旱澇災害。在乾旱與水災交替發生的頻率越來越高的情形下，直接與間接衝擊水土資源、環境衛生與危及人類生命，甚至讓沙漠化現象擴大，使得生態體系改變，以及衝擊農林漁牧等經濟活動發展。

(三) 危及都市區生存機能

由於氣溫上升、海平面上升、旱澇災害等交相衝擊下，直接與間接影響到都市區的生存機能，即海平面上升可能危及海拔不高的濱海地區城市或低窪區之都市，旱澇災害之致災區亦可能是我們生存的環境（如鄉村、部落或都市區）。

(四) 其他衝擊

由於過度的溫室效應影響，改變植物或農作物之分佈與其生長力，甚至加快植物生長速度，導致土壤貧瘠，進而農作物生長受到限制，且間接破壞與改變生態環境的平衡。此外，過度溫室效應下使得地球暖化，也改變了地區資源的分佈，如影響糧食、水源、漁獲量等的供應不平衡，進而引發經濟與社會等層面的問題。

四、環境敏感地

我國限制發展地區的管制起源於環境敏感地的界定，使環境敏感地得以透過國土綜合開發計畫法之立法程序及縣市綜合發展計畫之劃設，轉變為具有法定地位之名詞，以達到促進國土永續發展、防止環境、生命財產或長期公共利益之損失以及維護基本環境權等四大目標。限制發展地區與環境敏感地之界定概述如下（資料來源：引自屏東縣綜合發展計畫修訂計畫）：

1. 限制發展地區為環境敏感地之延伸，並將環境敏感地轉變為具有法定地位之名詞。
2. 限制發展地區與可發展地區之指定係基於國土綜合開發計畫目標之指導下所為之發展策略，除將最危急（或目前已劃定）之環境敏感地納入限制發展地區外，其餘可視需要而加以劃設。
3. 環境敏感地可分為限制發展地區之環境敏感地與可發展地區之環境敏感地，即環境敏感地之範圍跨越限制發展地區。

(一) 環境敏感地區劃設

環境敏感地區劃設方面，包括生態敏感地、文化景觀敏感地、資源生產敏感地（包括優良農田、地面水水源維護區、地下水補注區、礦產區）與天然災害敏感地（包括地質災害敏感地、洪水平原敏感地）等，概述如下：

1. 生態敏感地

生態敏感地區具有穩定生態、提供動物棲息、景觀遊憩、學術研究與教學教育等功能，然而由於生態敏感地脆弱與稀少的特性，故必須加以保育維護，並限制人類之開發行為，以保障資源的永續性。換言之，生態敏感地係指生態體系中具特殊價值或較脆弱易產生危害而須受到保護的地區。生態敏感地包含自然保護區、生態保護區、國有林自然保護區、保安林地、海岸保（防）護區、水庫等。

2. 文化景觀敏感地

文化景觀敏感地係指有特殊於其他地區環境特性之景象，或具科學、生態、文化等價值，或滿足人類需求效用之自然景觀與人文歷史環境。因此，文化景觀敏感地包含自然景觀與人文景觀。由於景觀資源與人類活動關係較為密切，易受到破壞與衝擊，加上景觀資源又具有不可回復的脆弱性，因此實有必要對景觀資源加以保育及維護。在自然景觀方面利用自然環境特性進行分析，包含特殊地表景觀（特殊植被、陡坡、緩坡、河谷地形）、視域衝擊地區（高度、景觀視點）、特殊自然景觀（高山河流、湖泊緩衝區、特殊林相）、特殊地質、開發建成區等。而人文景觀方面則利用古蹟、遺址（台閩古蹟資料、土地使用）、史蹟保存區等資料進行分析與劃設。

3. 資源生產敏感地

資源生產敏感地包括優良農田敏感地、地表水水源維護敏感地、地下水補注敏感地與礦產區等四類，略述如下：

- (1) **優良農田敏感地**：優良農田為自然特性適合農作生產之地區，單純就土地本身生產能力來評定，並不涉及施肥等人為的投入狀況。而與農業生產關係密切的自然因素為氣候和土地因子；在氣候因子方面主要是考量氣溫和雨量二項氣候因子，在土地因子方面，包括土壤質地、坡度和土地使用現況等三項因素，依此前述兩因素可將優良農田劃分為旱田與水田分別探討。優良農田劃設目的，在於有效利用自然環境資源，提供人類足夠的食物，並且藉著適當的開發規劃，減少環境負效果避免因都市化土地無限度的擴張，並可保護都市周邊的高生產力土地，形成綠帶，提高都市環境品質，並引導都市發展。
- (2) **地表水水源維護敏感地**：地面水係指水文循環中貯存在地表湖泊、池塘、河川、溪流中之水體，為維繫各種生物生存以及人類土地使用行為所不可或缺之維生要件。
- (3) **地下水補注敏感地**：地下水意指儲存於地面以下的水量，不僅提供人類飲用、農業灌溉、工業使用，亦具有穩定地表河川水量的功能。而地下水補注區的功能即在於確保地下水量的穩定，維持地下水的使用永續性，並達到地下水與地面水聯合應用的區域性水資源規劃目標。

- (4) **礦產區**：凡於地表、地下、水底之固體物質如煤與礦石，液體物質如原油，氣體物質如天然氣、地熱等均屬於礦產的定義範圍之內。台灣東部地區蘊藏經濟礦物最豐富的區域，並為了保護為開發的經濟礦物，預先做好未來開發時的環境保護工作，以達到兼顧礦產開發與環境保育的目標，有必要將礦產區作為資源生產敏感地的一個劃設項目。

4. 天然災害敏感地

天然災害敏感地包括地質災害敏感區與洪患敏感地等二類，略述如下：

- (1) **地質災害敏感區**：地質災害泛指因受到地質因素控制而影響人類生存環境的安全與衛生之災害，其種類包括崩塌、活動斷層、地層下陷、河流侵蝕等。一般而言，山坡地較易發生崩塌及土石流，而平原地區則以地層下陷或活動斷層的威脅較為嚴重。
- (2) **洪患敏感地**：洪水的產生原因眾多，包括河川週期性溢流的水體、沖積土壤的累積以及河流改道、大量降雨以致排水量無法及時渲洩、海水高漲或地盤下陷等因素所造成。洪水平原敏感地之劃設，可防止潛在洪害地區之開發活動或長期居住，而阻礙洪水宣洩或增加洪害發生時所造成的損失。潛在洪水平原敏感地劃設之準則主要依據土質、坡度、過去發生水災地區、計畫洪水到達區域與易發生洪泛之海岸地區等分析因子。

(二) 各類環境敏感地區之績效標準管制

為積極合理土地運用、保育前述環境敏感地，宜在土地容受力範圍內以具體、彈性、公平的標準，控制各項發展所造成之環境衝擊，並兼顧土地資源之永續發展，應該配合成長管理，制訂各類環境敏感地之參考性績效標準管制。

所謂績效標準，乃基於公共利益之考慮，著重土地使用過程「效果」(effect)之管制方法上是以具體量化的標準規定土地使用活動所能造成自然環境改變之程序，以避免超過自然資源容受力。績效標準就其管制內容可分為兩個層次：資源管理績效標準與土地使用績效標準。前者乃以維護資源永續利用為目的，限制土地用行為對資源耗損之程度；後者則承續資源管理績效之目標，實於反應在土地使用有關之規則、設計、施工等規定，概述如下：

1. 生態敏感地區之績效標準

生態敏感地區與現行土地使用分區為，生態保護區（特定農業區、森林區、國家公園區）、溼地（特定農業區、鄉村區、森林區、國家公園區）、林地（特定農業區、鄉村區、森林區、山坡地保育區、國家公園區），各區之開發利用應符合以下規定：

- (1) **生態保護區**：保護區內應維持原有生態均衡，禁止人工設施與破壞生態等行為。
- (2) **溼地**：規範排入地表水之水質標準，即規範溪流是否放流入湖泊或主流者的磷與氮的含量；以及水量控制，透過逕流管制規則，管理開發後之逕流量不得大於開發前之逕流量。

- (3) **林地**：林木的砍伐不得破壞生態之平衡狀況，林木砍伐速度應與林木生長速度相平衡。林地開發後之地表逕流量不得大於開發前之逕流量；開發地區的排水設施之尖峰逕流量，不得超過該地區原來狀態下之尖峰逕流量；開發後土壤流失量，不得大於開發前之土壤流失量。

生態保護區內嚴禁地形景觀的破壞，包括：廣告、招牌、人工設施或其他類似物之設置，並避免生物資源的破壞，禁止下列行為：

- ① 焚毀草木、引火整地或林木砍伐。
- ② 狩獵動物、捕捉魚類或採集標本。
- ③ 礦產之開採。
- ④ 污染水質或空氣。
- ⑤ 農藥或化學藥品之使用。
- ⑥ 挖土、填土等工程。

2. 文化景觀敏感地之績效標準管制：

- (1) **自然景觀敏感地**：在陡坡地形宜嚴禁大規模之土地開發行為，以防止原始植生條件遭受破壞；在河谷地形應規範土石之採取，以免造成環境或視覺景觀之污染；在特殊植生地區應禁止林木之砍伐，低度之開發亦宜考慮利用透水性材料。
- (2) **現有景觀敏感地**：在名勝、古蹟及特殊景觀區內，為維護該區文化資源完整，得進行修繕、整建及再利用之工程；除各類法定保護區外，亦須標示文化史蹟地區之區位，並展示其重要性，以達教育功能。

此外，自然景觀敏感地禁止較高強度之土地使用與開發行為，惟適宜低強度開發之休閒遊憩使用；遊憩使用行為應有所規範，避免對自然景觀資源造成負面衝擊。現有景觀敏感地適宜教育性與靜態性之休閒遊憩或學術研究使用行為；各類法定保護區內，應維持原來地貌，嚴格訂定區內遊憩使用管理規則與強度限制；古蹟應保存原有形貌，如因故損毀應依照原有形貌修復。公私營建工程不得破壞古蹟之完整、遮蓋古蹟之外貌或阻塞其觀覽之通道。

3. 優良農田之績效標準管制

優良農田區嚴禁污水放流，即控制污染源，避免優良農田之生產力遭受破壞；在水土保持方面，優良水田地區應築人工渠道以確保水源；優良農田中若不能相容或會產生污染的零星工廠應予遷移；另應加強農業公共設施的興建、整建與維護，以提高農業生產水準。此外，為避免有機質含量高之高生產力土壤遭受破壞，嚴禁優良農田變更為不當用途之使用。各級優良農田之管制內容如下：

- (1) **優良水田**：禁止改變優良水田之使用型態，並避免破壞土壤有機質含量及排水性。
- (2) **優良旱田**：禁止改變優良旱田之使用型態，並鼓勵多樣化經營。
- (3) **次優良水田與次優良旱田**：在不違反相容使用之原則下，可適度轉作其他用途使用。然非經目的事業主管機關與區域計畫主管機關同意不得轉用。

4. 地表水源維護敏感地之績效標準管制

地表水源維護敏感地包括水質維護地區（一般農業區、鄉村區、森林區、山坡地保育區、風景區），非地表水源敏感區（特定農業區、一般農業區、工業區、鄉村區、風景區），水量維護地區（特定農業區、一般農業區、工業區、鄉村區、風景區），水質水量敏感區（森林區、山坡地保育區、國家公園區）。在地表水源維護區內，基地之開發利用應符合以下規範：

- (1) 加強水土保持，限制基地開發後土壤沖蝕之表土流失量。
- (2) 開發地區的排水設施之逕流尖峰量不得超過該區原來狀態下之尖峰流量。
- (3) 在地表水污染防治管理方面，規範河川放流污染物之極限，並於水體範圍內視實際污染情形設置水質監視站。

5. 地下水補注區之績效標準管制

在地下水補注區常因都市化發展，增加不透水層鋪面，造成地下水位下降。因此，地下水補注區內基地之開發使用，應符合下列規定：

- (1) 基地內不透水層面積之控制。
- (2) 逕流量的控制，開發後之基地逕流量不可大於開發前之逕流量。
- (3) 開發地區的排水設施之逕流量尖峰量不得超過該區原來狀態下之尖峰流量。

在地下水補注區在土地使用標準方面，應針對以下使用型態進行規範，概述如下：

- (1) 地下水補注區之使用型態：如劃設為水源保護區、於農業使用必須加以管理地表逕流、土壤沖蝕與水質標準；農業使用外，准予低度開發利用，但須針對水質與不透水層面積管制。
- (2) 限制影響地下水質之土地使用活動：如季節性高水位地區不能有永久居住活動；限制易被植物吸收或低逕流（易入滲土壤）地區肥料、化學物質之使用；高水位地區之地下水體含有機物質或毒素不得超過鄰近地表水之水質標準。而於季節性低水位地區肥料量被吸收後，不得超過現有高水位地區水質標準。
- (3) 地下水之水源與污染來源之距離至少二十公尺，地質鬆散地區應增加其距離。
- (4) 地區之地下水超抽而引起海水入侵或地盤下陷者，嚴禁地下水之開發。
- (5) 基地開發後對外排放之污水下水道應與雨水排水道分流排放，以避免成地下水質污染。
- (6) 地下水補注區之土地開發利用應注意下列規定：
 - ① 基地應保留相當比例之透水層面積，使超過之逕流量能於一定時間內滲入地下。
 - ② 基地應被開發成最大化之自然排水量，入滲至土壤，減少直接地表逕流干擾鄰近街道及水域。
 - ③ 地區之開發建造須有儲存逕流之滯留池，以承受因開發而增加之逕流量。

6. 地質災害區之績效標準管制

地質災害區開發時應針對基地逕流量與土壤流失量進管制，而目前在地質災害區之土地開發活動包括：住宅社區興建、遊憩用地開發、開闢水庫、開採土石、設置墳墓、堆置廢棄物等，常因活動開發不當，導致災害發生，尤以地表逕流、土壤沖蝕、崩塌最為嚴重。各類地質災害區之管制策略概述如下：

(1) 各級山坡地地質災害區管制策略：

- ①地質災害嚴重區：該區危險性極高，嚴禁土地開發行為，應劃設為不可開發區。
- ②地質災害次嚴重區：具高度潛在危險性，極易因人類不當開發行為導致災害發生，不適宜作高度開發使用，並須有周詳之保護措施。
- ③地質災害不嚴重區：仍具潛在危險性，基地開發時須有完善的工程穩定設施。
- ④無地質災害之虞區：地質穩定，開發時僅需適當維護設施即可。

(2) 有崩塌傾向之地區管制策略：

- ①永久作為開放空間使用：如河岸峽谷、活動斷層帶、地盤易剝落、易溶石灰熔岩等地區，限制興建永久性結構物，而作為永久性開放空間使用；或限制非結構性遊憩使用，並保持自然狀況。
- ②限制使用範圍：於確信斷層線兩旁各十五公尺禁止建造住屋，十五公尺至三十八公尺之條帶內只能建造獨戶、單木屋或相似防震結構物。

(3) 地層下陷區管制策略：

- ①防護區內禁止設立化學、易爆、可燃漂浮、有毒物質儲存槽，以免危及與動植物生命。
- ②防護區內有經常淹水之虞者，應禁止堆儲或處理可燃性或爆炸性物料。
- ③區內應禁止電廠、能源設施、港灣、基礎工業、科技工業等重要的經建活動。
- ④區內禁止抽用地下水，對於該區已取得水泉之單位，應予變更其水權。
- ⑤區內禁止使用淡水養殖活動，既有淡水養殖戶，漁業主管單位應擬定計畫，優先考慮輔導轉業。
- ⑥區內建築物之改建、修繕、拆除、變更原有地形、建造工廠、房屋或其他設施者，應經主管機關審核同意後，使得辦理。
- ⑦都市計畫內下陷區，如再持續下陷而導致洪氾或暴潮溢淹之虞地區，應避免設施高強度土地使用地區，區內既有高強度使用地區應循都市計畫程序調整使用分區編定，應加強改善排水及防浪禦潮設施。
- ⑧非都市計畫土地之管制，如再持續下陷而導致洪氾或暴潮溢淹之虞地區，應避免甲、乙、丙、丁種建築用地，既有建築用地如無法遷移變更，應加強改善排水及防浪禦潮設施。
- ⑨所有建築及結構物應預估未來可能下陷量，提高基地高程。
- ⑩區內電力、瓦斯、道路等公共服務設施，其設置地點應選擇地勢較高之地點或提高適當高度，以下陷所引起之災害問題。

(4) 海岸侵蝕區之管制：

- ①禁止魚區內採取砂土、挖掘土地、推土等行為。
- ②禁止於區內堆置木材、土石、廢棄物等行為。
- ③僅只新設或改善海岸護設施以外之設施。
- ④禁止區內抽用地下水。
- ⑤禁止於區內興建建築物。
- ⑥禁止於區內挖掘水道。
- ⑦區內必須利用海岸之單位或公共設施，應儘量避免開發行為。
- ⑧儘量避免設置永久性結構物。
- ⑨侵蝕區建港或開發海埔地必區確保開發行為無造成鄰近地區海岸侵蝕之虞者，經取得開發許可使得為之。

(5) 山坡地進行整地工程時，應注意事項：

- ①挖填方應求最小與平衡，對於區外棄土或取土之需求減至最低程度。
- ②整地應盡量維持原有水路狀況，以對地形、地貌改變最小之方式，做合理規劃。

7. 洪水平原敏感地之績效標準管制：

在不同的洪水平原敏感地區，其管理機制亦不同，即「潛在洪水平原」屬於洪水曾經到達之區域，目前潛在威脅已大幅降低，可允許低強度之開發行為；在「海岸地區洪水平原」鄰近區域地形低窪，颱風暴潮時常造成海水倒灌，宣洩困難。而在「發達的灘地地形」，孕育豐富的自然生態；「常浸水區」由於地形地勢或排水不良，不易藉自然條件排除積水，故應定期疏濬河道，維護制水閘門，確保灌排系統之排、防洪功能；在「頻率年洪水平原」為位於各主次要河川兩旁，區內之水利設施、道路、橋樑之基腳需加以保固，以及附近地區嚴禁盜採砂石，並藉天然洩洪道、浚深河床、蓄洪區、提防等措施，保持水流暢通。

洪水平原敏感地之土地使用標準，在「潛在洪水平原」之「都市化地區」應保持排水系統之暢通，並隨時根據需要，增建水利設施。而於「非都市地區」其區內基地開發應管制土壤流失量與地表水逕流量。並加強水土保持工作之推動，包括道路排水系統、野溪治理、灌溉、防砂工程之興建與維護，適時宣導及查報取締。另在「海岸地區洪水平原」區，應符合以下使用規範：

- (1) 對於富有觀光遊憩價值之海岸，在不妨礙國土安全的原則下，得以開發利用。
- (2) 開發海埔地應配合堤防、公路系統、排水設施及定砂、防風及土地改良等設施之興辦，以達開發與保育並重之目標。
- (3) 洪氾溢淹區及暴潮溢淹區內禁止住宅區、工業區、行政區、文教區等高強度開發行為。
- (4) 洪氾溢淹區及暴潮溢淹區內禁止設化學、易爆、可燃漂浮、有毒物質儲存槽。
- (5) 洪氾溢淹區內禁止影響洪水宣洩之建築開發行為。
- (6) 洪氾溢淹區內禁止抽用地下水。
- (7) 洪氾溢淹區內建築物應設於淹水頻率較低區域，建築基地應選擇在影響水流流動最小區域。

- (8) 洪氾溢淹區及暴潮溢淹區內污水下水道系統應嚴格禁止將污水入滲排入土壤中，以免污染物質回滲地表。
- (9) 洪氾溢淹區及暴潮溢淹區內開發計畫應研提具體防護淹水設施。
- (10) 洪氾溢淹區及暴潮溢淹區內建築物樓板最低高程，必須高於洪氾最低高程。
- (11) 暴潮溢淹區內禁止設立醫院、學校、托兒所等供兒童、老弱婦孺及殘障者使用之公共設施。
- (12) 暴潮溢淹區內禁止破壞海堤、海岸沙丘等設施之開發行為。

綜上所述，為有依據不同類型之環境敏感地之屬性，訂定明確的土地開發與使用規範是有助於土地使用與開發方面之永續經營，亦可達到避開土地使用風險與降低土地使用風險的目的。

五、調適教育

葉世文（2012）於「國土規畫與都市防災」專訪議題中，曾表示「在極端氣候條件下，如何發展公共建設發展，以確保防災、減災、避災之成效？」可從以下四個層面來著手，概述如下：

- 1. 在政府層面：**藉由中央政策、法規、制度等方面之建構，使各項工程之規畫設計時遵循之依據，且政府應規劃調查各類災害潛勢資料，並提供各界參考。
- 2. 在工程規劃設計層面：**必須加強其工程專業，提升公共工程品質、強化耐災實力、降低工程本身與民眾的風險與損失。同時提昇人員素質、加強人員訓練，建立防災意識及體系。
- 3. 在加強防災、減災系統層面：**將地區周邊之水文、土壤、地質、地形、植被、生物及活動斷層地質敏感區等資源納入調查、規劃及分析，對這七項實質環境之詳細調查與研擬解決對策，進而達到防災、減災、避災目標。
- 4. 在落實監督與管理工作層面：**確實審查承包商之整體施工計畫，並監督其執行及提供施工改進意見，務使工程施工符合契約設計圖說及規範。

李永展（2008）於「因應氣候變遷的國土永續發展」議題中闡述，土地使用從永續發展的角度來看，國土復育原則應該是尊重自然、順應自然、不對抗自然，而為有效管制土地開發行為，降低自然災害，促進國土永續發展，應從國土計畫精神，儘速制定相關配套措施，概述如下：

- (1) 應研擬與立法明定國土計畫相關法律，作為台灣國土計畫的法源。
- (2) 依國土計畫構想將台灣劃分為國土保育地區、城鄉發展地區及農村發展地區。
- (3) 針對未受破壞的原始林及特殊生態資源地區應從事國土保育，嚴禁任何開發行為。
- (4) 針對已受破壞的山地地區，應儘速擬訂妥善的國土復育配套措施，如研擬國土復育策略、環境敏感地區透過國土復育地區的劃定、國土保育基金的籌設、徵收補償機制的落實、濫墾濫建的取締等措施。
- (5) 國土復育策略落實後，應針對國土保安復育採特別立法，制定「國土復育特別條例」，以真正杜絕國土資源的破壞及國土保安的漏洞。

李永展（2008）認為，國土資源應依不同區位及不同性質的時空環境，予以不同的發展權利、相異的生態功能，而國土永續發展必須建立在人類與環境所能負荷與調適的最適規模之思考上。此外，其更表示人類活動的錯誤管理可能造成國土資源的破壞，包括土地使用的不當變更、洪水平原及濕地的破壞、河川的破碎化等，而這些都明顯地影響到地球暖化、氣候變遷、水文異常及環境災害等。雖然地球暖化、水文異常，甚至環境災害等皆屬於自然的過程，若這些現象持續發生，確實會影響到人們的生存與發展；因此，我們與自然環境的互動關係與態度沒有改變，對於全球暖化議題沒有妥善處理，可能會面臨愈來愈多氣候變遷及水文異常所帶來的災害或衝擊。換言之，為因應氣候變遷及水文異常所造成的破壞，具體的改善策略之一就是在「國土永續利用」做妥善的規畫，朝向更寬廣、更整合、更永續的角度來考慮環境容受力、生態系的長期功能、生物多樣性的維持、需求的綜合評估及所有權利關係人的期望等。

為了避免過度開發土地，或不當使用土地資源而危及人民生命財產安全，擬定國土政策規劃與藉由立法讓國土得以保安是當重要的一件事；即藉由「水文、土壤、地質、地形、植被、生物及活動斷層地質敏感區」等七項土地資源進行調查與分析，進而做為土地使用與規畫之依據，例如將國土畫分成保育地區、城鄉發展地區及農村發展地區等，並針對未受破壞的原始林及特殊生態資源地區應從事國土保育，嚴格禁止任何開發行為，且針對已受破壞的山地地區，擬訂國土復育配套措施。

由於水文、土壤、地質、地形、植被、生物等土地資源平時就會受到氣候因素的影響，若該區又屬活動斷層地質敏感區，如此人們在使用土地時應考量更多元與嚴謹。因此，土地管制作為的推動與規畫除了考量土地周邊區域環境的資源屬性外，亦需考量氣候變遷的因素，即評估氣候變遷對土地使用所帶來的衝擊，調整土地使用的發展方向，進而採取必要的因應措施，藉此避開土地使用受到氣候變遷所帶來的風險（如避開高風險區的土地使用或開發行為），與提升人們瞭解在氣候變遷中如何善用土地資源來降低土地使用與開發的風險。以下從「避開風險」與「降低風險」策略來說明面對氣候變遷下土地使用之調適作為：

（一）避開風險

1. 將環境敏感地觀念落實在國土保育區劃設與管理

- （1）確認臺灣環境敏感地，並積極落實環境敏感地管理。
- （2）檢討、訂定各類國土保育區之使用、開墾與管理原則，加強違規使用或有安全疑慮行為之查報與取締。

2. 國土空間相關計畫之立法與修法

- （1）調整都市發展模式，考量氣候變遷納入規劃內涵。
- （2）加速國土計畫法、海岸法與溼地法的立法。
- （3）落實綠色基礎建設。

3. 建立土地使用管理相關配套機制

- (1) 建構國土保育區的土地使用績效管制。
- (2) 建立救助與提供減災公益性土地補償機制配套措施。
- (3) 地方應訂定成長理指標，使為評估檢討地方發展、資源使用及生態保護成效之依據。
- (4) 建立自然環境信託、生態系服務付費制度和土地開發利益平衡基金之機制。

(二) 降低風險

為了因應氣候變遷對土地使用所帶來之衝擊，除了落實國土規劃與管理，達到避開過度開發土地或不當使用土地可能帶來的風險外，更需提升如何善用土地的能力，達到降低氣候變遷對土地使用所帶來的風險，其相關策略概述如下：

1. 定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並建置國土地理資訊統。

- (1) 監測各類土地使用與地表覆蓋變遷、災害敏感地區與海岸低窪地區。
- (2) 建置、維護與更新資料庫平台。

2. 提升都市地區之土地防洪管理效能與調適能力。

- (1) 評估環境容受力（如逕流量、透水率、滯洪功能等），調整都市發展型態。
- (2) 通盤檢討都市及區域計畫。
- (3) 檢討公共設施相關法規。
- (4) 都市與其周邊地區防洪設計做整合性規劃。

3. 檢討既有空間規劃在調適氣候變遷之缺失與不足。

- (1) 提高流域生態系的容受能力，減低氣候變遷造成的衝擊。
- (2) 適度調整既有居住人口、產業與土地使用方式，以降低氣候變遷脆弱度，並因應極端天氣帶來資源短缺的挑戰。
- (3) 保護優良農地，避免轉為非農業生產功能的使用。
- (4) 建構綠色基礎設施，藉此有效調適城鄉地區氣候變遷之需求。

綜上所述，前述調適作為若能藉由教育的過程，來指導學生如何有效的使用與開發土地，即在土地使用與開發前應將該土地周邊的「水文、土壤、地質、地形、植被、生物及活動斷層地質敏感區」等七項土地資源進行瞭解，並做好妥善的土地使用規畫與管理工作，以及研擬改善與解決策略；換言之，因應氣候變遷對土地使用所帶來之衝擊，「落實國土規劃與管理」即是達到「避開風險」的目的，以及落實「土地使用風險分攤管理」即是達到「降低風險」的目的，使得人們在使用與開發土地的過程中，達到驅凶避吉的永續發展目標。

陸、參考資料

期刊書籍

1. 王敏順。1991。山坡地開發建築型態發展歷程回顧與探索。現代營建，12卷10期，pp51-56。
2. 石再添。1987。台灣地理概論，中華書局。
3. 吳惠巧。2009。氣候變遷下之土地倫理。弘光人文社會學報，12卷2010.05期，pp79-99。
4. 陳明燦。2000。我國現行山坡地開發審查制度之研究。國立台北大學學報，第一期，頁93-128。
5. 張四明。2001。從府際關係運作的觀點探討我國山坡地開發管制政之執行。行政暨政策學報，33，77-100。
6. 黃宗源。1997。「從法規及技術面探討山坡地能不能蓋房子？」，法律與你，48期，pp32-49。
7. 經建會。1985。環境敏感地區土地規劃與管理之研究，行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處，110頁。
8. 經建會。1998。非都市土地使用變更作業手冊，行政院經濟建設委員會。238頁。
9. 楊建夫。2000。台灣的山脈。遠足文化出版社。
10. 楊建夫。2002。從高山旅遊談台灣地區中央山地旅遊環境與經營管理。2002年地區發展論壇暨學會成立研討會，頁2-2-1~2-2-17。
11. 葉世文。2012。訪內政部營建署葉世文署長談「國土規劃與都市防災」。中華技術期刊，93，pp32-43。

網路資料

1. 李永展。因應氣候變遷的國土永續發展。資料引自
<http://matt2.sonny.idv.tw/DownloadFileLink/UploadData/advocates/advocates20080819-2.doc>
2. 內政部營建署。地質災害敏感區。資料引自
<http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/fcu-gis/new/I4/3-7.htm>
3. 林肯大郡。維基百科
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%9E%97%E8%82%AF%E5%A4%A7%E9%83%A1>
4. 桃芝颱風花蓮縣土石流勘災報告（照片）<http://he.cycu.edu.tw/pro/social/touzhi.htm>
5. 小林里。維基百科
<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%8F%E6%9E%97%E9%87%8C>
6. 賈儀平。台西及麥寮地區的地層下陷。地球科學文教基金會，地球科學
<http://web.fg.tp.edu.tw/~earth/learn/esf/magazine/980901.htm>)
7. 朱淑娟。環境報導：氣候變遷在台灣：濁水溪的沙漠化
<http://shuchuan7.blogspot.tw/2010/01/blog-post.html>

8. 台灣地形概述。社團法人台灣宏泰婚姻媒合協會
<http://fujian.hontai.org.tw/taiwan/geographic/105.html>
9. 台地。維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%B0%E5%9C%B0>

圖表來源

圖 1：經濟部水利署

[http://qihou.sinotech-eng.com/dispPageBox/cckb/CCKBCp.aspx?ddsPageID=CCKBC
H3_1&](http://qihou.sinotech-eng.com/dispPageBox/cckb/CCKBCp.aspx?ddsPageID=CCKBC
H3_1&)

圖 2 - 圖 3：陳紫娥 提供。

圖 4：許傳芳 提供。

一 序言

氣候變遷對於我們生活的影響是全面性的，無論是自然生態、經濟、社會、政治、文化各方面，衝擊深入且無可逃避。氣候變遷的治理必須考慮其獨特性，氣候是全球與跨代的公共財（public goods），也是全球當代人及後代人共同擁有的財貨（commons）。衝擊超越國家與地理界限，全面性「人類安全」議題，具高度不確定性。氣候變遷已經來到，越晚調適，付出的成本越高。

二 氣候變遷

由於大氣中的溫室氣體（greenhouse gases，包括水蒸氣（H₂O）、臭氧（O₃）、二氧化碳（CO₂）、氧化亞氮（N₂O）、甲烷（CH₄）、氫氟氯碳化物類（CFCs，HFCs，HCFCs）、全氟碳化物（PFCs）及六氟化硫（SF₆）等）濃度升高，造成地球氣溫提高，進而引發各種氣候變遷，造成全球環境與社會經濟系統的衝擊。

在二十世紀期間，地球大氣中二氧化碳濃度已經升高 30%，造成地球表面的溫度升高 0.7°C。

就全球尺度而言，人類大量使用化石能源是造成氣候變遷最重要的因素；就區域及地方尺度而言，都市化與土地使用變遷也是相當重要的因素。氣候變遷造成全球水文循環改變，降雨與蒸發散的強度升高，且下雪的機會變少；在氣溫方面，地球升溫造成熱浪發生機會升高，部分地區將變得更乾旱；熱帶氣旋發生的機會升高，加上全球海平面上升，可能造成嚴重的災害。

三 減緩與調適

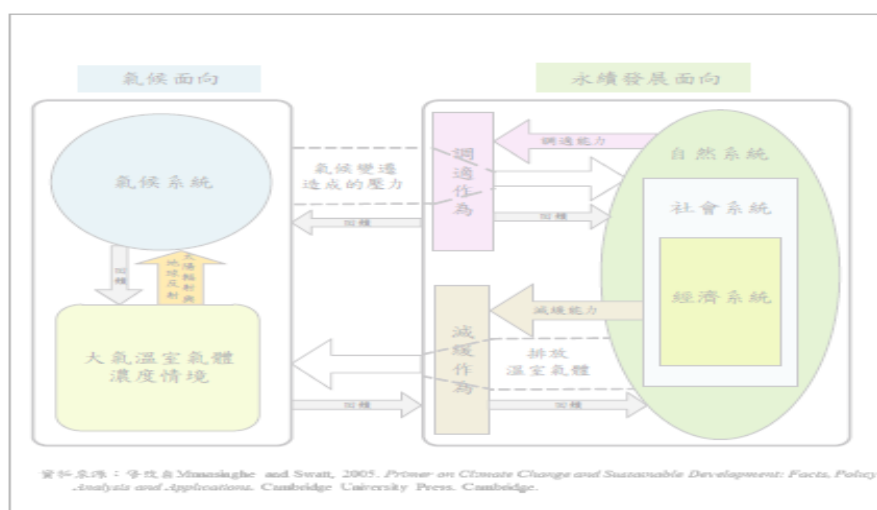


圖 1：氣候變遷減緩與調適作為示意圖。

自溫室效應被發現且由科學家提出警訊至今，聯合國及各國政府與非政府組織即著手研擬各種不同類型之減緩策略，包括：節約能源、提高能源效率、開發新興與再生能源、發展溫室氣體減量技術等；然而全球暖化和氣候變遷的趨勢，已非靠人類減少溫室氣體排放所能避免。如何透過社會與經濟發展模式的調整，使人類能夠適應氣候變遷所造成的影響，在極端天氣事件與暖化效應下，持續謀求生存、生活與發展，是與減緩同等重要的工作。減緩與調適為當前各國政府因應氣候變遷威脅的兩大重要策略。

（一）減緩

「減緩」(mitigation) 係指以人為干預的方式，減少溫室氣體的排放量或增加溫室氣體的儲存量，以減緩氣候變遷問題的發生速度或規模。

1992 年在巴西里約召開的地球高峰會，促使全球 154 個國家代表共同簽署「聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC)」；1997 年在日本京都，各國簽署具有法律約束力的「京都議定書 (Kyoto Protocol)」，明確訂定各國溫室氣體減量責任與時程。各國各自表述減碳承諾，協助開發中國家減緩與調適減緩。

台灣行政院於 97 年第 3095 次院會通過之「永續能源政策綱領」宣告溫室氣體減量目標：「全國二氧化碳排放減量，於 2020 年回到 2005 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量」。行政院於 98 年特設節能減碳推動會，藉由政策全面引導低碳經濟發展，形塑節能減碳社會，使臺灣逐漸朝「低碳社會、經濟與家園」之方向發展，以期達成減碳目標。

（二）調適

「調適」(adaptation) 係指為了因應實際或預期的氣候衝擊或其影響，而在自然或人類系統所做的調整，以減輕危害或發展有利的機會。

調適的目的在於降低人類與自然系統處於氣候變遷影響與效應下的脆弱度 (vulnerability)，使得人類與自然系統在極端天氣事件與暖化效應下的負面衝擊最小，且配合氣候變化的獲益能夠最大。聯合國開發計畫署 (UNDP) 提出一套調適政策架構 (Adaptation Policy Framework, APF)，作為指引國家設計與執行各項降低脆弱度方案之依據，使國家在面臨氣候變遷的情況下，能夠降低潛在的負面衝擊，並同時增強正面獲益。

四、國家調適工作架構

行政院自 2009 年積極強化「國家永續發展委員會」(簡稱永續會) 的功能，下設節能減碳及氣候變遷組，作為氣候變遷減緩與調適政策推動之平台，並分由行政院環境保護署與行政院經濟建設委員會 (簡稱經建會) 整合推動相關工作。

於 2010 年 1 月 29 日成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，研擬我國氣候變遷調適政策綱領與行動計畫，未來專案小組將持續監督及協調推動我國調適政策。

經參考世界各國調適作為，並考量臺灣環境的特殊性與歷史經驗，經建會於專案小組下設 8 個調適領域工作分組，分別指派彙整機關如下：災害－國科會；維生基礎設施－交通部；水資源－經濟部；土地使用－內政部；海岸－內政部；能源供給及產業－經濟部；農業生產及生物多樣性－農委會；健康－衛生署，以規劃與推動調適相關整合工作。

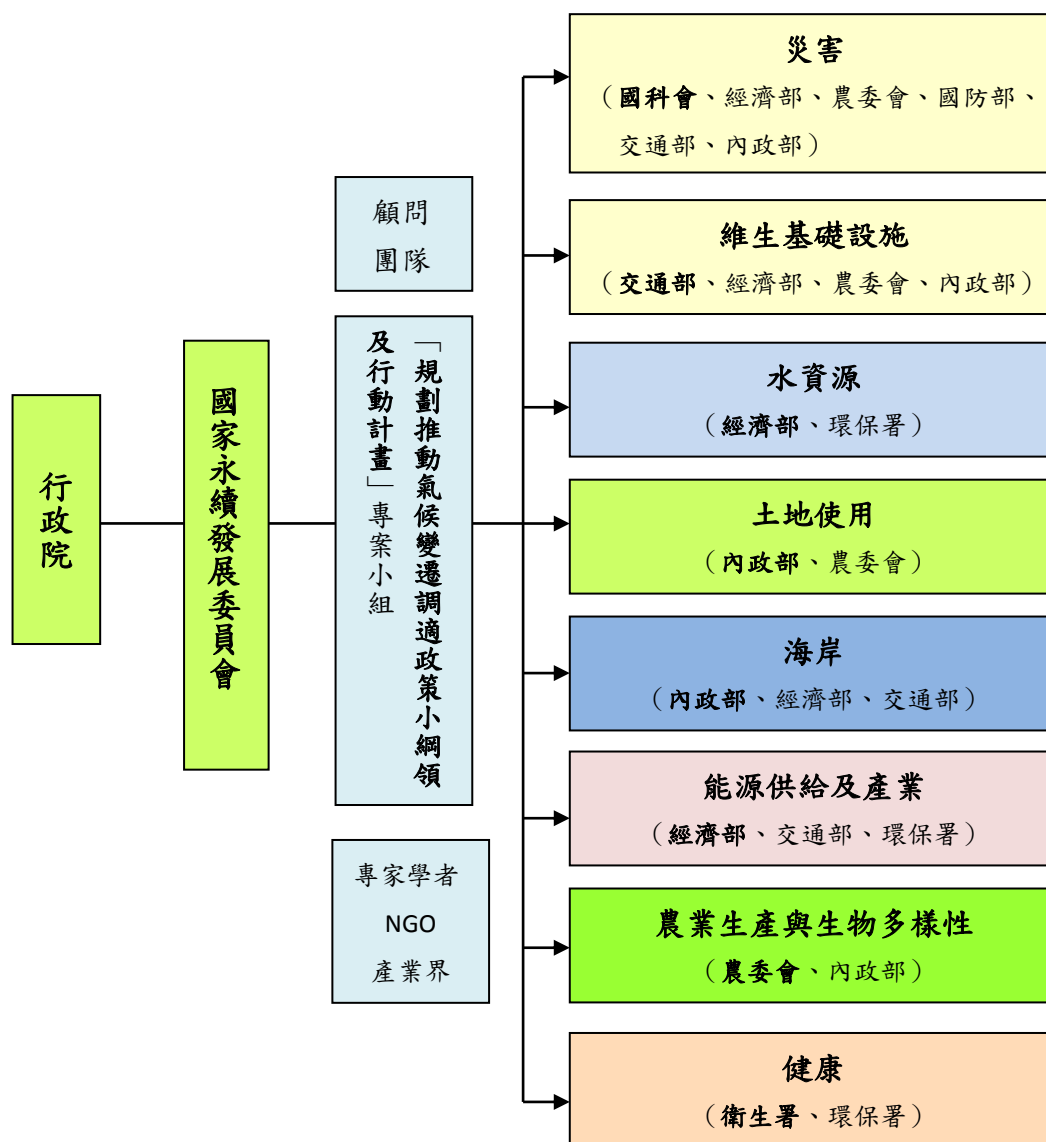


圖 2：國家調適工作架構。

五 臺灣氣候變遷未來情境

行政院國家科學委員會於 2011 年 11 月發表「臺灣氣候變遷科學報告 2011」，報告指出臺灣氣候變遷趨勢如下：

(一) 臺灣氣候變遷

1. 溫度

臺灣平地年平均溫度在 1911 年至 2009 年期間上升了 1.4°C ，增溫速率相當於每 10 年上升 0.14°C ，較全球平均值高（每 10 年上升 0.07°C ）。

臺灣近 30 年（1980~2009）氣溫的增加明顯加快，每 10 年的上升幅度為 0.29°C ，幾乎是臺灣百年趨勢值的兩倍，此趨勢與 IPCC 第四次評估報告結論一致，而臺灣東岸測站的增溫趨勢明顯高於西岸。在季節特性方面，百年變化以秋季溫度的暖化幅度最大，但近 30 年的變化以冬季的增溫幅度大於其他三季。高溫日數百年變化呈現增加的趨勢，以臺北增加幅度最大，約為每 10 年增加 1.4 天，近 50 年與 30 年的極端高溫日數分別增加為每 10 年 2 天與 4 天。極端低溫發生頻率顯著下降，1985 年之後，寒潮事件明顯偏少，這樣的情況在 1985 年以前不曾出現過。

2. 降雨

過去 100 年以來，臺灣年平均雨量並沒有明顯的變化趨勢，但若以數十年為週期來看待，則可觀測到乾季與濕季的降雨變化。值得注意的是，臺灣降雨日數呈現減少的趨勢。統計資料顯示大豪雨日數（日雨量大於 200mm）在近 50 年和近 30 年皆有明顯增多的趨勢，且近 10 年極端強降雨颱風數目倍增。與灌溉和水資源保育有關的小雨日數則大幅度減少。

3. 海平面上升

1993 年至 2003 年間臺灣附近平均海平面上升速率為每年 5.7mm，上升速率為過去 50 年的 2 倍，此數值大於同時期全球平均值上升速率（每年 3.1mm）。臺灣周遭海域海平面上升的可能原因，除全球暖化後的平均海平面上升外，部分原因屬於區域性的現象，包括近幾十年東太平洋海平面持續下降、西太平洋海平面持續上升、聖嬰現象等氣候現象的影響，以及鄰近海域（如南海）海平面的改變。

(二) 未來臺灣氣候變遷推估

以科學家認為未來世界最可能的發展情境（A1B）（市場導向全球化發展、同時運用再生能源與化石燃料）為例，運用 IPCC10 多個全球氣候模式所模擬出的未來氣候變遷結果，進行台灣地區的空間降尺度分析。21 世紀末臺灣地區的氣溫上升幅度，相對於 20 世紀末，將介於 2.0°C 至 3.0°C 之間，略小於全球平均值的上升幅度。在區域與季節方面，北臺灣較南臺灣的增溫幅度略高，春季較其他季節略低。

在雨量推估方面，臺灣北、中、南、東四個主要分區的未來冬季平均雨量多半都是減少的，約有一半的模式推估減少幅度介於 -3% 至 -22% 之間。未來夏季平均雨量變化，除了北臺灣以外，超過 3/4 的模式推估降水增加，約有一半的模式認為未來夏季平均雨量變化介於 +2% 至 +26% 之間。原本多雨期間的雨量增加，而少雨季節雨量減少的未來推估情境，是臺灣未來水資源調配之一大挑戰。在暖化的氣候情境下，全球颱風個數偏少的機率偏高，但颱風增強的機率與極端降雨的強度可能增加。

六、衝擊與挑戰

（一）總體衝擊與挑戰

氣溫上升與降雨型態改變，影響水資源供應的穩定性、生態環境變遷、物種滅絕、生物多樣性下降、稀有物種或局部分布物種受到衝擊，威脅糧食安全，引發病媒散佈、疫病發生機率升高，衝擊產業經濟與能源供給。極端天氣事件發生的強度與頻度升高，颱風、暴雨引發洪患與山坡地的地質災害，發生旱災低窪地淹水，土地資源超限使用，減少透水與蓄水面積，損害增加。破壞維生基礎建設，復原困難。海平面上升導致海岸土地淹沒、海岸侵蝕及海岸線後退，造成國土流失。海平面上升使沿海地區受海水入侵或暴潮的威脅升高，沿海地區居民與產業發展往地勢高處遷徙。沿海與低窪地區之土地使用型態必須調整，尤其是重要港口、工業區、聚落等。

氣溫上升、海水入侵、災害威脅、水資源短缺等衝擊，都將成為臺灣城鄉發展與運作的重要限制。

總體而言，臺灣未來應依據各調適領域的衝擊與挑戰，擬定因應調適策略，以降低常態性災害釀成巨災的可能性。最重要的做法，就是設法減少常態性災害的影響，並積極處理災害造成的損害，避免因災害時間延長，而釀成更具破壞性的複合性巨災。此外，亦應設法保全適度的能量，才能因應未知的挑戰。

（二）各調適領域衝擊與挑戰

以臺灣的地理特性與社會條件而言，面對氣溫上升與降雨型態大幅度改變，可能造成各調適領域的衝擊，包括：颱風、暴雨影響較為顯著的洪災與坡地災害；遭受各種災害破壞的維生基礎設施；水資源的調度越趨困難；土地的環境脆弱與敏感度相對提高；海平面上升造成國土流失；能源供給與產業管理風險增加；糧食安全受到威脅以及生物多樣性的流失；傳染性疾病流行風險升高等，均不可忽視其嚴重性。



圖 3：各調適領域衝擊與挑戰。

◆ 領域一、災害

1. 洪災

- (1) 極端降雨強度增加提高淹水風險，並衝擊防災體系的應變與復原能力。
- (2) 海平面上升易導致沿海低窪地區排水困難。
- (3) 暴潮發生機率增加導致淹水機會與時間增加、海岸侵蝕作用變大。

2. 坡地災害

- (1) 降雨強度增加導致嚴重的水土複合性災害。
- (2) 侵臺颱風頻率增加提高二次災害風險與復原難度。
- (3) 大規模崩塌災害將成為坡地防災的重點：

高雄市甲仙鄉小林村在莫拉克颱風衝擊的災害事件中，崩塌總面積達 250 餘公頃、崩塌掩埋深度最深達 84 公尺，無論崩塌規模與深度皆是前所未見，崩塌最主要原因為：大量累積降雨造成崩塌量達 2,000 萬立方公尺。

3. 旱災

- (1) 豐枯水期降雨差異變大，提高水資源調度與管理難度。
- (2) 水庫淤砂量增加，影響水庫正常運轉。
- (3) 各類產業發展與農業用水增加，導致旱災風險提高。

◆ 領域二、維生基礎建設

1. 能源供給設施的衝擊

個別能源供給設施所在區位的安全性。

2. 供水及水利系統的衝擊

- (1) 水庫與攔河堰。
- (2) 淨水廠設施。
- (3) 自來水管網系統與套裝自來水系統。
- (4) 水利系統。

3. 交通系統的衝擊

- (1) 港口。
- (2) 鐵路。
- (3) 公路及橋樑。
- (4) 機場。

4. 通訊系統的衝擊

- (1) 通信品質降低。
- (2) 通信設備成本增高。

◆ 領域三、水資源

1. 水文衝擊。
2. 河川流量的衝擊。
3. 供水系統的衝擊。
4. 複合型災害風險提高。
5. 農業灌溉型態的衝擊。
6. 河川污染問題。

◆ 領域四、土地使用

1. 土地使用的衝擊
 - (1) 旱澇災害：區域缺水風險、地層下陷。
 - (2) 氣溫上升：高度人口聚集處。
 - (3) 海平面上升：臺灣沿海與低窪地區的土地使用應有所調整。
 - (4) 都市地區：排水系統、污水處理、熱島效應、空氣污染。
2. 土地使用規劃與管理面臨的挑戰
 - (1) 都市計畫與非都市土地管制：
臺灣 8 成人口聚集在都市，衝擊環境與生態系統的服務。
 - (2) 風險分攤關係：
碳排放量制定、防災資源分派等，所產生新的權益關係人之間的風險分攤關係。

◆ 領域五、海岸

1. 海平面上升：
海平面上升直接造成海岸侵蝕、海岸線後退、海岸棲地喪失與海岸變遷。
2. 颱風暴潮：
未來颱風強度強，造成暴潮影響加大，此現象將影響海岸地帶之侵蝕與危害。
3. 極端降雨事件：
未來豐水期與枯水期之降雨量分布將更為懸殊，使得每年 10 月至隔年 4 月間發生的河川揚塵現象影響加劇。
4. 海水暖化：
溫室效應使全球高達 30% 的生物受到影響而產生滅種危機。此外，海水暖化與二氧化碳濃度升高，亦會改變海洋碳酸鈣的飽和態，降低珊瑚的鈣化速率，減緩珊瑚礁的成長。
5. 海岸地區不當使用與人工化：
人工海岸佔臺灣海岸線的 50% 以上，其中西半部有 7 縣市海岸線 90% 以上為人工海岸，且逐年增加中，長遠來看人工設施會大量降低台灣沿岸環境的調適能力。

◆ 領域六、能源供給及產業

1. 降雨量變化所導致的旱澇災害之產業損失。
2. 都市熱島效應所導致之空調系統裝置成本、操作成本及節約能源投資增加。
3. 地質災害敏感地區及洪泛區範圍內的電力、油氣供應設施之安全威脅。
4. 整體能源供需平衡的影響。

◆ 領域七、農業生態及生物多樣性

1. 農業生產的衝擊

(1) 農業

溫度升高促進雜草長快速、加速病蟲害繁殖；降雨分布不均，使農作物用水不足；海平面上升、地層下陷、土壤鹽化亦使農耕面積逐年下降。

(2) 林業

森林植群帶分布改變、各林相內物種遭受生存威脅、人工林健康度下降、森林的碳吸存功能及森林生態功能下降等。

(3) 漁業

海水溫度上升會改變海洋漁業資源種類與數量、漁場位移或消失、魚群洄游路線改變及捕撈無獲風險增加。

(4) 畜牧

溫度上升可導致畜禽動物個體之熱緊迫現象，影響其生長、生產及生殖。

2. 生物多樣性的衝擊

(1) 生態系

a. 森林生態系；b. 河川與淡水濕地生態系；c. 海岸與鹹水濕地生態系；d. 海洋生態系。

(2) 物種與基因。

(3) 保護區。

(4) 外來入侵種與病蟲害。

◆ 領域八、健康

1. 氣溫

(1) 溫度的持續上升

氣溫上升會拉長氣候相關蟲媒傳染性疾病（登革熱、恙蟲病、日本腦炎等）發生的時間、拉長夏季傳染性疾病發生時間、擴散發生空間。

(2) 熱浪及寒潮

低溫的衝擊相對比高溫的危害大，在極端高溫或低溫，因心血管疾病而死亡的風險相對於因呼吸道疾病死亡的風險為高。

2. 降雨

由於降雨越趨極端，也就是乾旱與水災的機率提高，因潔淨水不足與增加接觸污水機會，將提高發生相關疾病的風險，如皮膚感染、飲用水相關慢性中毒、A 型肝炎、桿菌性痢疾、鉤端螺旋體與類鼻疽等傳染性疾病等。

七、調適策略

(一) 總體調適策略

1. 避開風險，以及降低風險。
2. 落實國土規劃與管理。
3. 加強防災避災的自然、社會、經濟體系之能力。
4. 推動流域綜合治理。
5. 優先處理氣候變遷的高風險地區。
6. 提升都會地區的調適防護能力。

(二) 各領域的調適策略

◆ 領域一、災害

1. 總目標

經由災害風險評估與綜合調適政策推動，降低氣候變遷所導致之災害風險，強化整體防災避災之調適能力。

2. 調適策略

- (1) 推動氣候變遷災害風險調查與評估及高災害風險區與潛在危險地區的劃設。
- (2) 加速國土監測資源與災害預警資訊系統之整合及平台的建立，以強化氣候變遷衝擊之因應能力。
- (3) 檢視、評估現有重大公共工程設施之脆弱度與防護能力，並強化災害防護計畫。
- (4) 重大建設與開發計畫應重視氣候變遷衝擊。
- (5) 推動流域綜合治理，降低氣候風險。
- (6) 強化極端天氣事件之衝擊因應能力，推動衝擊與危險地區資訊公開、宣導、預警、防災避災教育與演習。

◆ 領域二、維生基礎設施

1. 總目標

提升維生基礎設施在氣候變遷下之調適能力，以維持其應有之運作功能，並減少對社會之衝擊。

2. 調適策略

- (1) 既有法令與相關規範之落實與檢討修訂以強化設施的調適能力。
- (2) 建立設施安全性風險評估機制及生命損失衝擊分析模式。
- (3) 擬定落實維生基礎設施分等級之開發與復建原則。
- (4) 落實維生基礎設施維修養護，以提昇其於氣候變遷作用下之調適能力。
- (5) 加強各管理機關協調機制與產業、學術界資源之整合，以因應氣候變遷之衝擊。
- (6) 提升維生基礎設施營運維護管理人力素質及技術。
- (7) 建置維生基礎設施營運管理資料庫及強化監測作業。
- (8) 研發基礎設施之氣候變遷調適新技術。

◆ 領域三、水資源

1. 總目標

在水資源永續經營與利用之前提下，確保水資源量供需平衡。

2. 調適策略

- (1) 水資源永續經營與利用為最高指導原則，並重視水環境保護工作。
- (2) 由供給面檢討水資源管理政策以促進水資源利用效能。
- (3) 建立區域供水總量資訊，並由需求面檢討水資源總量管理政策以促進水資源使用效益。
- (4) 以聯合國推動之水足跡（water footprint）概念促進永續水資源經營與利用。

◆ 領域四、土地使用

1. 總目標

各層級國土空間規劃均須將調適氣候變遷作為納入相關的法規、計畫與程序。

2. 調適策略

- (1) 將環境敏感地觀念落實在國土保育區的劃設與管理。
- (2) 因應氣候變遷，加速與國土空間相關計畫之立法與修法。
- (3) 建立以調適為目的之土地使用管理相關配套機制。
- (4) 定期監測土地使用與地表覆蓋變遷，並更新國土地理資訊系統資料庫。
- (5) 提升都市地區之土地防洪管理效能與調適能力。
- (6) 檢討既有空間規劃在調適氣候變遷之缺失與不足。

◆ 領域五、海岸

1. 總目標

保護海岸與海洋自然環境，降低受災潛勢，減輕海岸災害損失。

2. 調適策略

- (1) 強化海岸侵蝕地區之國土保安工作，防止國土流失與海水入侵，並減緩水患。
- (2) 保護及復育可能受氣候變遷衝擊的海岸生物棲地與濕地。
- (3) 推動地層下陷地區地貌改造及轉型。
- (4) 因應氣候變遷的可能衝擊，檢討海岸聚落人文環境、海洋文化與生態景觀維護管理之工作體系。
- (5) 建置海岸與海洋相關監測、調查及評估資料庫，並定期更新維護。
- (6) 海岸地區從事開發計畫，應納入海平面上升及極端天氣狀況評估，同時檢討建立專屬海岸區域開發的環境影響評估與土地開發許可作業準則之可能性。

◆ 領域六、能源供給及產業

1. 總目標

發展能夠因應氣候變遷的能源供給與產業體系。

2. 調適策略

- (1) 建構降低氣候風險及增強調適能力的經營環境。
- (2) 提供產業因應能源及產業氣候變遷衝擊之支援。
- (3) 掌握氣候變遷衝擊所帶來的新產品及服務。
- (4) 加強能源與產業氣候變遷調適之研究發展。
- (5) 通盤檢討能源、產業之生產設施與運輸設施之區位及材料設備面對氣候變遷衝擊的適宜性。

◆ 領域七、農業生產及生物多樣性

1. 總目標

發展適應氣候風險的農業生產體系與保育生物多樣性。

2. 農業生產調適策略

- (1) 依風險程度建構糧食安全體系。
- (2) 整合科技提升產業抗逆境能力。
- (3) 建立多目標與永續優質之林業經營調適模式，並推動綠色造林。
- (4) 建立農業氣象及國內外市場變動之監測評估系統。

3. 生物多樣性調適策略

- (1) 強化保護區藍帶與綠帶網絡的連結與管理。
- (2) 減緩人為擾動造成生物多樣性流失的速度。
- (3) 強化基因多樣性的保存與合理利用。
- (4) 強化生物多樣性監測、資料收集、分析與應用，評估生物多樣性脆弱度與風險。

◆ 領域八、健康

1. 總目標

有效改善環境與健康資訊彙整體系，以提升全民健康人年，希望降低每五年氣候變遷相關之失能調整人年（是指一個人因早夭或失能，所造成的生命損失年數）5%。

2. 調適策略

- (1) 強化法令施行之效能。
- (2) 增進環境與健康相關部門之績效與分工。
- (3) 落實各級單位之防災防疫演練。
- (4) 強化氣候變遷教育與災後防疫知能。
- (5) 持續進行健康衝擊與調適評估。
- (6) 擴大疾病相關評估相關資料庫之匯併。
- (7) 強化監測系統之建置與維護。

附錄二、氣候素養能力指標

1. 太陽是地球氣候系統能量的主要來源。

- A. 到達地球的太陽光會使陸地，海洋和大氣變熱。雖然有些太陽光會被地表、雲霧、或冰反射回太空，但大部分的太陽光則會到達地球並被吸收而產生加溫效果。
- B. 當地球散發的能量與其吸收的能量相同時，地球的能量是平衡的，且平均溫度是保持穩定的。
- C. 地球的自轉軸與繞太陽公轉軌道間的傾斜使得一整年每個緯度的日光時間與陽光接收量是可被預測的。這些變化造成每年季節週期與相對應溫度的變化。
- D. 地球自轉與繞著太陽公轉軌道的逐漸變化，改變了地球極區和赤道地區日光接收的強度。在過去至少一百萬年中，這些變化產生了每十萬年就產生冰河時期和較短溫暖時期的週期。
- E. 太陽能量輸出的明顯增加或減少，會導致地球變暖或變冷。過去30年的衛星觀測顯示，太陽的能量輸出變化並不大。由於太陽能量的變化太小，因此被認為不是最近地球變暖的主因。

2. 氣候是地球系統組成部分間複雜相互作用的結果。

- A. 太陽、海洋、大氣、雲、冰、土地和人類生活之間的交互作用會影響地球的氣候。這些因子不同的交互作用也造成地區性氣候的變異。
- B. 海洋覆蓋70%的地球表面，因此海洋控制了地球主要的能量與水的循環，當然也主控了氣候。海洋能吸收大量的太陽能量，熱量和水汽會透過由海水密度所主導的洋流與大氣環流產生全球範圍的分布變化。因地殼移動或因極冰融化大量湧入的淡水所造成的海洋環流變化會導致地域性和全球性的氣候產生急遽變化。
- C. 地球吸收或放射太陽能量的多寡是由地球大氣層及大氣中的成分來決定。天然大氣中少量的溫室氣體如水蒸汽、二氧化碳和甲烷等，對於熱能吸收與釋放的效能，比起存在天然大氣中較多的氮氣與氧氣，來的有效率許多。因此二氧化碳濃度的輕微增加對氣候系統會產生很大的影響。
- D. 大氣中的大量溫室氣體藉由地球生物化學過程不斷地在海洋、土地、生命和大氣層中循環。大氣中大量的碳，會因海洋的沉積物與植物量的增加而減少，因濫伐森林和燃燒化石燃料及其他過程而增加。
- E. 空氣中的懸浮粒子，稱為“氣溶膠”，對地球的能量平衡有複雜的影響：氣溶膠可以將進入地球的陽光反射回太空，造成冷卻效應；也能吸收和釋放大氣中的熱能，而產生增溫效應。透過多種的自然和人為的過程，例如火山爆發、海浪、森林火災和人類活動產生的排放，一些小型的固態和液態微粒會被排放到大氣中。
- F. 地球系統的相互關聯性是指，當其中一個氣候系統組成要素發生顯著變化時，會影響整個地球系統的平衡。正回饋循環會放大這些影響，並引發氣候系統的突然變化。這些複雜的交互作用可能會導致更大更快速的氣候變遷，而且是目前的氣候模式所無法預測的。

3. 地球上的生命依賴氣候、被氣候制約、且會影響氣候。

- A. 生物個體生存所需的氣溫、降水、濕度、陽光是在特定範圍內的。當氣候條件超出正常的範圍時，生物必須適應或遷移，否則就會滅亡。
- B. 大氣中存在的少量溫室氣體會保持熱能並使地球表面變暖，也使得一個星球得以維持液體水與生命的存在。
- C. 氣候條件的變化會影響健康、生態系統功能和所有生物物種的生存。由化石分布的型態顯示，生物的逐漸滅絕或突然消失與氣候變遷是息息相關的。
- D. 一系列的自然記錄顯示，在過去10,000年來，地球氣候一直都處於不尋常的穩定期。在此段期間，人類社會不斷的發展，我們所倚賴的農業、經濟和運輸系統與強烈的氣候變遷比較起來，是脆弱且不堪一擊的。
- E. 生命的過程是全球碳循環的主要原因，包括微生物、植物、動物和人類都是，生命過程中所改變的大氣化學成分會改變全球的氣候。歷史地質記錄顯示，生命的過程在過去已大大改變了地球大氣。

4. 氣候會透過自然與人為的過程產生時空的變化。

- A. 氣候是某一地點長期平均溫度、降雨與極端事件的變化趨勢。就空間而言，對氣候的描述可以針對小範圍地點，較大的區域性，或全球尺度。就時間來說，氣候可以用數百年、數十年、數年、季節、數月或特定一年的某一天來描述。
- B. 天氣和氣候是不一樣的。天氣指的是小區域、短時間內大氣的變化；而氣候則是較大範圍長時間天氣狀態平均的概念。
- C. 氣候變遷在氣候條件的平均狀態或極端事件上具有特徵性及持續性。季節變化和多年週期（例如，聖嬰現象），在不同地區會交錯發生變暖、變涼、變潮濕或變乾燥的現象，這是自然的氣候變異。而這並不是氣候變遷。
- D. 科學觀測表示，全球氣候過去曾發生變化，現在也在變化，未來也會發生改變。全球各地所發生的氣候變遷在程度與類型上是不一樣的。
- E. 根據世界各地所得到的樹的年輪、其他自然界的記錄，以及科學觀測的證據，現在地球的平均溫度是過去1300年來最暖的。特別是在北極地區，其平均氣溫在過去的50年中顯著升高。
- F. 過去主導地球長期的自然氣候變異的原理並無法用來解釋近幾十年來快速的氣候變遷情形。根據所有有用的證據所得到唯一的解釋是，人類活動在氣候變遷這個現象上扮演著越來越重要的角色。未來氣候變遷的速度遠較過去變遷的速度要來得快很多。
- G. 相對而言，從大氣中除去二氧化碳的自然過程，比現今將二氧化碳加入到大氣中的過程要緩慢許多。因此，現今大氣中的二氧化碳可能會持續留存幾個世紀之久。其餘的溫室氣體，包括人類所製造的部分，也將留存在大氣中數千年之久。

5. 透過觀測，理論研究和模擬，可增加對氣候系統的了解。

- A. 地球氣候系統的組成和運作與宇宙中其他的部分所遵循的物理定律是一樣的。因此，透過縝密與系統化的研究，對氣候系統的了解與預測是可信的。

- B. 環境的觀測是了解氣候系統的重要基礎。從海洋底部到太陽表面，透過觀測的儀器如氣象觀測站、浮標、衛星和其他平台來收集氣候資料。科學家們利用自然界的記錄，如樹木年輪、冰芯和沉積層來了解過去的氣候。歷史上的觀察，如原住民的知識、個人日記等，也記錄了過去的氣候變遷。
- C. 計算氣候系統演變的電腦數值模式（稱之為氣候數值模式）是由觀測數據、實驗和理論所建構而成的，氣候數值模式能夠計算未來氣候系統的變化，也就是能預報未來的氣候。氣候數值模式運算的結果能使我們對於海氣的交互作用以及氣候條件得到更多的了解，同時也可以激發對氣候更多的觀測與實驗。隨著時間的推移，在氣候數值模式與觀測實驗的相互增長、重複的過程中，將使得氣候預測得到更可靠的結果。
- D. 在許多重要的知識層面上，氣候與天氣是相當不同的。氣候科學家在預測未來數月、數年或數世紀的氣候變化所碰到的瓶頸與氣象學家在預測未來數天到數星期的天氣所碰到的困難是截然不同的。
- E. 科學家們對氣候系統的各項基礎特徵進行了廣泛的研究，他們將持續增加對氣候系統的了解。而目前科學家對氣候變遷的認知是可靠的，並足以協助人類有效地評估在應對氣候變遷時所採取的決策與行動。

6. 人類活動無時不刻影響著氣候系統。

- A. 相關的氣候科學研究一致表明，20世紀全球平均氣溫明顯上升的原因，非常可能是由於人類的活動，主要是由燃燒化石燃料所產生的溫室氣體濃度增加的結果。
- B. 從工業革命開始，大量燃燒化石燃料所排放的溫室氣體，已使得大氣中溫室氣體的濃度迅速的增加。這些被增加的溫室氣體將會在大氣中存留數百年之久才有可能被大氣本身的自然過程消耗掉，因此其所產生的暖化效應預計將持續到下個世紀。
- C. 人類的活動改變了土地、海洋和大氣，而這些變化也改變了全球氣候型態。燃燒化石燃料，釋放化學物質到大氣中，減少森林覆蓋率，並經由快速擴大的養殖，開發和工業等活動，將二氧化碳釋放到大氣之中，這些行為都不斷地在改變氣候系統的平衡。
- D. 越來越多的證據表示，人類造成的全球暖化改變了許多自然和生物系統，人類活動所造成的一些變化已經降低了自然環境對各個物種的涵容能力，使得生物多樣性和生態的恢復力已經無可挽回的下降。
- E. 科學家和經濟學家預測，全球氣候變遷將有正面和負面的影響。下個世紀如果升溫超過2~3°C (3.6~5.4°F)，氣候變遷帶來的負面影響將遠遠超過其所產生的正面效益。

7. 氣候變遷會影響地球系統與人類生活。

- A. 冰原和冰川的溶化加上海水變暖產生熱膨脹的效應是導致海平面上升的主因。海平面上升的結果使得海水開始侵入到沿海的低窪地區並污染淡水資源，也開始淹沒沿海設施和島嶼。海平面上升也增加了伴隨颶風而產生的風暴潮對房屋及建築物產生危害的風險。

- B. 氣候在全球水資源的分布上扮演一個非常重要的角色。降雨型態和溫度條件的改變會改變水資源的可用性與分布，進而減少了很多民生用水與農業用水的來源。全球暖化導致由冬季積雪、高山冰川所提供的人類用水都在下降。
- C. 因氣候變遷所導致的極端氣候事件預計將會增加。許多地區可預見每年的熱浪事件將大量增加而嚴寒事件將大量的減少。預期中降雨事件發生的頻率將變少，但是降水的強度將變強許多。而預期中平均年降水量變少的結果將會導致乾旱發生的頻率增加且嚴重。
- D. 海水的化學成分會因為吸收大氣中的二氧化碳而產生變化。大氣中的二氧化碳增加將導致海水變得更酸，進而對殼類的海洋生物和整個食物鏈造成威脅。
- E. 氣候變遷將持續影響陸地與海洋的生態系統。動物、植物、細菌和病毒，會遷移到氣候適合生存的新地區。傳染性疾病和特定的物種將會入侵到過去不曾棲息過的地區
- F. 氣候變遷將對全球某些特定地區的人類健康和死亡率產生影響。除了因低溫相關的死亡人數預計會降低外，其他的死亡風險則預測會升高。與氣候息息相關的傳染病如瘧疾、登革熱、蜚傳疾病等疾病的發病率和地理範圍將會增加。乾旱減少作物的產量，空氣品質和用水品質的降低，以及沿海和低窪地區所增加的災害都提供不健康的環境，特別是對最脆弱的族群。