

## 第肆章 氣候變遷風險評估

本工作項目主要依據以 IPCC AR6 報告之氣候資訊，以及 IPCC 最新公布之評估流程、風險分類等各項指引，完成代表性關鍵風險（Representative Key Risk, RKR）與 7+1 大調適領域的風險評估。

### 4.1 評估方法

氣候風險評估在國際上行之有年，隨著研究與執行的結果，方法也不斷更新，在 IPCC AR4 以前以脆弱度（vulnerability）為氣候風險評估的核心價值，並透過暴露度（exposure）、敏感度（sensitivity）、與調適能力（adaptive capacity）的計算，得到氣候變遷下系統的脆弱度結果，公式為：

$$\text{脆弱度} = F(\text{暴露度} \cdot \text{敏感度} \cdot \text{調適能力})$$

IPCC AR5 則參考了近年來對風險評估的變革，修正了風險評估的內涵，不再以脆弱度為核心價值，而是以風險為評估結果，並將危害度納入評估構面中，公式為：

$$\text{風險} = F(\text{危害度} \cdot \text{暴露度} \cdot \text{脆弱度})$$

$$\text{脆弱度} = F(\text{敏感度} \cdot \text{調適能力})$$

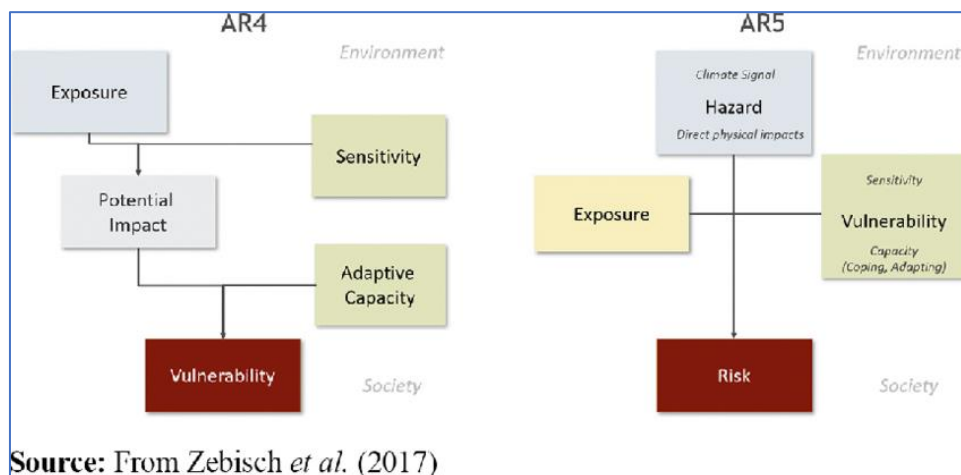


圖 4.1-1 IPCC AR4 與 AR5 對照圖

在實務操作中，危害度、暴露度、和脆弱度的評估，仰賴真實世界的參數和未來情境的預估，透過各項社會、經濟、或自然的指標的運算，獲得相應的結果。而因為現實資料統計與取得的差異，以及政

策作用的不同，我國國家災害防救科技中心（NCDR）將致災因子分為兩大類：(1) 自然致災因子：如受災地區之地形地質地勢脆弱、是否位於高災害潛勢地區、危害本身強度過大等等；(2) 人為致災因子：如防災設施不完備、保護基準過低、人類活動不當、人為疏失等等。

也因此 NCDR 進一步將脆弱度區分為自然環境脆弱度和社會經濟脆弱度，前者為 NCDR 災害風險圖中的脆弱度圖層，如淹水災害中的地勢低窪區，或坡地災害中的地質敏感區；後者則為 NCDR 減災動資料中，社會脆弱度指標除暴露量外的部分，包含減災整備（對應調適能力）、應變能力、與復原能力（對應敏感度）。

本報告配合 NCDR 圖資及分類方式，以 IPCC 定義為基礎，相應調整評估的公式如下：

$$\begin{aligned} \text{風險} &= F(\text{危害度} \cdot \text{暴露度} \cdot \text{脆弱度}) \\ &= F(\text{危害度} \cdot \text{暴露度} \cdot (\text{自然環境脆弱度} \cdot \text{社會經濟脆弱度})) \\ &= F(\text{危害度} \cdot \text{暴露度} \cdot \text{自然環境脆弱度} \cdot (\text{敏感度} \cdot \text{調適能力})) \end{aligned}$$

確定評估方法後，再來要確定評估標的。本報告除了依循國家氣候變遷調適行動計畫的 7+1 調適領域，另外將參考 IPCC AR6 所使用的代表性關鍵風險，作為風險評估的標的。

IPCC 回顧了過往研究，確認了 120 種關鍵風險，並透過負面影響的程度、可能性、空間特性、因應能力等原則，進一步分析了主要的關鍵風險集群，篩選出八類代表性關鍵風險，分別是「低窪沿海系統」、「陸域與海域生態系統」、「關鍵基礎設施、網路及服務」、「生活品質」、「人類健康」、「糧食安全」、「水資源安全」、「和平與流動性」。每一類代表性關鍵風險下分為數個子風險，且彼此間有密切關係。

由於 7+1 調適領域是從政策執行與分工的角度，對調適課題進行分類，能夠快速與施政接軌；而代表性關鍵風險則是從災害發生下，不同風險之間的影响進行分類，且各個關鍵風險間互有關連，能以更全面的方式評估氣候變遷風險下的後果。此外，IPCC AR6 也針對各

個關鍵風險提出調適政策建議，透過兩種分類方式的並行，能夠在銜接地方與中央政策的同時，獲得國際趨勢的回饋，在未來做出更及時的調整與回饋。

表 4.1-1 為各類代表性關鍵風險及其所涵蓋之關鍵風險的整理與簡介，因和平與流動性非屬地方政府層級的業務，因此未納入評估。

表 4.1-1 各類代表性關鍵風險及其所涵蓋之關鍵風險的整理與簡介

代表性關鍵風險	關鍵風險	AR6 詳述
低窪沿海系統	A-1. 國家海岸保護與棲地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 波浪衰減和沈積物輸送減少而喪失海岸線保護</li> <li>• 人為因素和沿海災害造成土地損失或海岸侵蝕</li> <li>• 海洋生態系變化，如珊瑚礁複雜性降低及增積衰退、海草和沿海濕地系統功能衰退、紅樹林淹沒等</li> </ul>
	A-2. 生命、生計與福祉損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 極端和緩發災害與人為驅動因素相結合導致生命、生計、健康、福祉和/或文化的損失</li> <li>• 颱風/洪水/暴潮導致流離失所或遷徙</li> <li>• 海洋生態區生產力損失導致於漁業經濟下降</li> <li>• 對食物權、健康權和文化權的危害，如原住民沿海狩獵和捕魚文化，或海平面上升、海岸侵蝕導致文化遺址威脅</li> </ul>
	A-3. 交通系統中斷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沿海地區的關鍵服務如交通運輸以及能源生產和分配遭到中斷</li> <li>• 電廠暴露在風暴潮或低於海平面安全範圍</li> <li>• 關鍵交通基礎設施遭受結構性損毀</li> </ul>

代表性關鍵風險	關鍵風險	AR6 詳述
陸域與海域生態系統	B-1. 結構/功能改變	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新型生長形式或功能類型的覆蓋度和/或生物量數量級增加或突然減少</li> </ul>
	B-2. 生物多樣性產品/服務損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 商品和服務的社會經濟損失，如碳匯損失、放牧損失、授粉損失</li> <li>• 環境風險增加，如野火災害</li> </ul>
	B-3. 國家海岸保護&棲地	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 同 A-1，但包含陸域棲地如森林、高山、草原等物種棲地破壞</li> </ul>
	B-4. 生物多樣性損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 物種滅絕、大規模死亡、生態破壞、物種豐度下降、生態系穩定度下降等</li> </ul>
關鍵基礎設施、網路及服務	C-1. 損害與中斷	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 沿海、沿河的運輸（含港口）和能源基礎設施風險</li> <li>• 高溫和強降雨造成的道路破壞</li> <li>• 水力、火力發電廠的發電能力下降</li> </ul>
	C-2. 生命、生計、經濟失敗衝擊	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因極端氣溫或降雨導致的運輸損失，包含海陸空的運輸、通勤、旅行，導致經濟、健康損失</li> <li>• 因洪水或乾旱引發的停水停電，導致經濟、財產、健康損失</li> </ul>
生活品質	D-1. 累積經濟衝擊	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高度暖化和調適效果有限下，總體經濟面臨風險</li> <li>• 自然災害頻率或強度增加，造成勞動力分布在沿海和高暴露度的地區經濟損失</li> </ul>
	D-2. 生計損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 農漁業受乾旱、海洋暖化、海洋酸化等因素減產</li> <li>• 低窪沿海地區、乾旱或半乾旱地區、城市貧民窟等高度暴露地區的生計脆弱度增加</li> </ul>

代表性關鍵風險	關鍵風險	AR6 詳述
		<ul style="list-style-type: none"> <li>窮人、婦女、兒童、老年人和原住民獲取資訊、技能、服務或資源的障礙</li> </ul>
	D-3. 貧窮增加	<ul style="list-style-type: none"> <li>自然災害的直接衝擊、糧食減產與價格上漲、疾病等導致的貧窮增加</li> <li>因為貧困而調適能力不佳，陷入的貧困循環</li> </ul>
人類健康	E-1. 熱相關發病和致死	<ul style="list-style-type: none"> <li>因高溫立即/直接（如熱傷害、熱衰竭）或長期/間接（如心理疾患等）導致的健康衝擊</li> <li>人口老化、不平等、低適應能力（空調設備缺乏，醫療和公衛資源缺乏）、城市熱島效應、空氣汙染等可能放大危害</li> </ul>
	E-2. 蟲媒傳染病	<ul style="list-style-type: none"> <li>因高溫或降雨型態改變，導致蟲媒活動和範圍增加，如登革熱等</li> </ul>
	E-3. 水媒傳染病	<ul style="list-style-type: none"> <li>因氣候變遷導致由水傳播導致的疾病增加，如腹瀉、寄生蟲等</li> <li>缺乏清潔飲用水、衛生系統、食品安全衛生不足、缺乏洪水和乾旱保護，會加劇水媒傳染病</li> </ul>
糧食安全	F-1. 生態系服務衰退	<ul style="list-style-type: none"> <li>同 B-2，但衰退集中在農漁牧產業，如農糧減產、漁業資源衰退、可耕作面積減少、天災農漁牧損失增加等</li> </ul>
	F-2. 飢餓增加	<ul style="list-style-type: none"> <li>營養不良人數增加，包含熱量缺乏、蛋白質缺乏、礦物質/維生素缺乏</li> <li>糧食價格飆升和收入減少</li> </ul>
水資源安全	G-1. 水資源短缺	<ul style="list-style-type: none"> <li>可用水資源的短缺，除飲用水、家庭用水、農/工業用水外，亦包含景觀中的淡水，土壤濕度、溪流等。</li> </ul>

代表性關鍵風險	關鍵風險	AR6 詳述
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水資源短缺導致死亡、疾病、心理健康衝擊、生計喪失、財產損失等</li> </ul>
	G-2. 水相關災害	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 洪水導致的死亡、淡水缺乏、傳染病傳播、心理健康衝擊、生計喪失、及財產損失</li> </ul>



## 4.2 關鍵領域界定

由於氣候變遷所造成的風險眾多，調適課題也包含多種不同的政策，因此在進行風險評估前，因此須優先界定風險評估的範疇。

本期撰寫期間，以問卷詢問各局處，了解對業務相關調適課題之理解。問卷設計上，包含兩類調適課題來源，一部份來自問卷本市調適韌性組既有之政策，另一部分則以「國家氣候變遷調適行動計畫（112-115年）」設計為題目，並詢問局處該調適課題所屬之「調適領域」、「代表性關鍵風險」、「重要性」、「推動效益」、「敏感度」和「調適能力」，共六個問題。「調適領域」和「代表性關鍵風險」係用於課題的分類，「重要性」和「推動效益」用以界定哪些調適領域和代表性關鍵風險須優先討論，而「敏感度」和「調適能力」則會用於下一步驟「脆弱度」之計算基礎。如表 4.2-1。

每一題填答方式，皆有相對應的填答指引，以確保一致性。例如在「重要性」題組中，請局處評估在氣候變遷衝擊的影響下，該調適課題的優先程度高低，1 為最低、3 為最高；而在「推動效益」評估上，請局處評估該調適課題的推動效益，即落實該調適課題所需的成本，即其成效是否能有效降低氣候變遷衝擊，1 為最低、3 為最高。如表 4.2-2。

表 4.2-1 新北市跨局處調適問卷（範本）

局處	調適課題	課題來源	領域別	代表性關鍵風險	重要性 A	推動效益 B	敏感度 C	調適能力 D
水利局	都市保水與透水機制	調適韌性組	土地利用					
	持續提高污水處理率	調適韌性組	水資源					
	二級海岸防護計畫	調適韌性組	海岸及海洋					
	落實國土防洪治水韌性之整合作業指引	國家計畫	維生基礎設施					
	督導辦理公共工程防汛整備作業	國家計畫	維生基礎設施					



**表 4.2-2 新北市跨局處調適問卷填寫說明**

<p>A: 重要性</p> <p>A-1 面對氣候變遷衝擊時，此課題優先程度較低</p> <p>A-2 面對氣候變遷衝擊時，此課題優先程度中等</p> <p>A-3 面對氣候變遷衝擊時，此課題優先程度較高</p>
<p>B: 推動效益：</p> <p>B-1 面對氣候變遷衝擊時，此課題調適成本較高，或成效較不明顯</p> <p>B-2 面對氣候變遷衝擊時，此課題調適成本及成效適中。</p> <p>B-3 面對氣候變遷衝擊時，此課題調適成本較低，或成效較為明顯</p>
<p>C: 敏感度</p> <p>C-1 目前未發生，未來氣候變遷此課題不會發生</p> <p>C-2 目前未發生，未來氣候變遷此課題可能發生</p> <p>C-3 目前未發生，未來氣候變遷此課題必然發生</p> <p>C-4 目前已發生，未來氣候變遷下此課題趨向減緩</p> <p>C-5 目前已發生，未來氣候變遷下此課題趨勢持平</p> <p>C-6 目前已發生，未來氣候變遷下此課題趨向劣化</p>
<p>D: 調適能力</p> <p>D-1 對此課題或衝擊未曾感知</p> <p>D-2 對此課題或衝擊有所感知，但未採取調適行動</p> <p>D-3 對此課題或衝擊有所感知，已採取具體調適行動，但尚未能有效應對</p> <p>D-4 對此課題或衝擊有所感知，已採取具體調適行動，且能一定程度的應對</p> <p>D-5 對此課題或衝擊有所感知，已採取具體調適行動，且能充分有效的應對</p>

待各局處填答後，將各調適課題依照代表性關鍵風險進行分類，如無對應調適課題，則於表格內標註「-」。計算各個風險類別的政策數量、平均重要性、及平均推動效益，進行排序，主要依據以下原則。

- 原則一：以調適課題數量、重要性、推動效益三項數據為排序標準，若調適課題數量大於一個，且重要性或推動效益大於 2 者列為第一優先；若調適課題數量僅有一個，或重要性和推動效益小於 2 者，列為第二優先。
- 原則二：現有調適韌性組政策所對應之課題，一律列入前二梯次

優先的課題，若有對應之調適課題或問卷評估結果，以問卷結果為主，若無對應之調適課題或問卷評估結果，則列為第二優先。

- 原則三：根據科學報告之結果與市政規劃之未來願景，將潛在議題列為第三優先。具體評估結果如 4.2-3。

表 4.2-3 新北市「代表性關鍵風險」評估結果

	代表性關鍵風險	調適課題 數量	重要性平 均	推動效益 平均	調適韌性 組	優先 順序
1	關鍵基礎設施、網路及服務：生命、生計、經濟失敗衝擊	4	2	2	V	1
2	人類健康：熱相關發病和致死	3	2	2.3	V	1
3	人類健康：蟲媒傳染病	3	2	2.6	V	1
4	糧食安全：生態系服務衰退	7	2.6	2	V	1
5	水資源安全：水相關災害	7	2.7	1.8	V	1
6	陸域與海域生態系統：生物多樣性損失	1	2	2	V	2
7	生活品質：累積經濟衝擊	1	2	2	V	2
8	水資源安全：水資源短缺	3	1.3	2	V	2
9	低窪沿海系統：海岸保護與棲地	-	-	-	V	2
10	陸域與海域生態系統：海岸保護與棲地	-	-	-	V	2
11	關鍵基礎設施、網路及服務：損害與中斷	-	-	-	V	2
12	陸域與海域生態系統：生物多樣性產品/服務損失	1	1	2	-	2
13	低窪沿海系統：生命、生計與福祉損失	-	-	-	-	3
14	生活品質：生計損失	-	-	-	-	3
15	生活品質：貧窮增加	-	-	-	-	3
16	水資源安全：原住民傳統文化與生活方式	-	-	-	-	3

評估結果經府內同仁討論，決議從優先順序一和二之 12 種風險中，挑選了 9 種進行作為優先。其中「陸域與海域生態系統：海岸保護與棲地陸域」與「海域生態系統：生物多樣性產品/服務損失」排除的原因，為調適方法與「陸域與海域生態系統：生物多樣性損失」及「糧食安全：生態系服務衰退」較為相似，而調適政策可以同時具有主要目標與次要目標，當維護生物多樣性時，通常也會兼顧棲地保育。且若以生態系服務為主要目標，則局處在規劃政策時，可能忽略其他較不具商業價值之生物。綜上，為避免局處混淆風險與政策，決議以「生物多樣性損失」作為陸域與海域生態系統風險的代表。

而「生活品質：累積經濟衝擊」未被納入評估之原因，為氣候變遷下的經濟衝擊，通常兼具減緩失敗跟不當調適之屬性，如勤業眾信（2022）氣候變遷對台灣造成的經濟損失雖可能高達 1.4 兆美元，但損失包含氣候變遷造成的風險增加，及未能轉型低碳產業的供應鏈損失。而目前新北市政府避免高暴露度地區經濟損失的政策，與其他風險下的政策有所重疊（如：預防運輸系統損壞衝擊社經活動、增進城市熱舒適），而在總體經濟上調適政策會與減緩政策有高度重疊（如：輔導 TCFD），因此在本期不會進一步評估此風險，但仍會在後續章節提出相關政策建議。

而 9 種待評估的風險，及其對應之調適領域如下表，在與局處討論後，將每一種風險框定出更貼近施政框架的調適課題，便於後續討論與制定政策。

**表 4.2-4 新北市「代表性關鍵風險」**

代表性關鍵風險	調適領域	調適課題
關鍵基礎設施、網路及服務：生命、生計、經濟失敗衝擊	維生基礎設施 能源供給及產業	運輸服務異常致社經活動損害
人類健康：熱相關發病和致死	健康	極端高低溫影響健康
人類健康：蟲媒傳染病	健康	蟲媒傳染病致病
糧食安全：生態系服務衰退	農業生產與生物多樣性	農業因氣候變化生產衰退

代表性關鍵風險	調適領域	調適課題
水資源安全：水相關災害	水資源 土地利用	城市洪水災害
陸域與海域生態系統： 生物多樣性損失	農業生產與生物多樣性	生物多樣性損失
水資源安全：水資源短缺	土地利用	民生及產業供水短缺
低窪沿海系統：海岸保護與棲地	海岸與海洋	海岸及沿海棲地破壞
關鍵基礎設施、網路及服務：損害與中斷	維生基礎設施 能源供給及產業	運輸系統受氣候變化損害

### 4.3 危害度與自然環境脆弱度

新北市過往調適評估，採用 TaiESM1 模式，SSP585 情境。估計 2036 年升溫攝氏 2 度，也就是所謂的「最劣情境」。今年度配合環境部規範之國家調適應用情境，採用世紀中升溫攝氏 2 度情境（即 AR6 GWL2.0），若該氣候災害尚未更新圖資，則沿用過往情境。情境圖資之主要來源為「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」（TCCIP）及「氣候變遷災害風險調適平台」（Dr. A）

TCCIP 提供了「高溫強度」、「低溫強度」、「熱浪指數」、「寒流指數」、「雨日強度」、「海岸風速」的危害圖資，資料格式為網格資料。本報告將網格資料與新北市行政圖疊合，並計算各行政區之平均危害。

而 Dr.A 提供了淹水災害和坡地災害，而這兩種災害形成的條件，需同時具備危害度與自然環境脆弱度；例如淹水的發生是強降雨（危害度）導致地勢地窪地區（自然環境脆弱度）淹水，而坡地災害強降雨（危害度）導致地質敏感地區（自然環境脆弱度）崩塌或土石流。因此在危害分布呈現上，淹水災害之計算為「日雨量超過 650mm 年最大值」與「24 小時定量降雨量 650 公釐時淹水深度與淹水範圍」結果之相乘（即 Dr.A 淹水災害危害-脆弱度圖）；坡地災害之計算為「日雨量超過 650mm 年最大值」與「地礦中心地質災害潛勢/林業署裸露地面積指標」結果之相乘（即 Dr.A 坡地災害危害-脆弱度圖）。

其分級方式為將每一個行政區的指標進行標準化得到 z 分數，z 分數小於 -0.75 的行政區為危害度低（常態分配下佔比 23%），z 分數介於 -0.75 到 -0.25 間的行政區為危害度中低（常態分配下佔比 17%），z 分數介於 -0.25 到 0.25 間的行政區為危害度中（常態分配下佔比 20%），z 分數介於 0.25 到 0.75 間的行政區為危害度中高（常態分配下佔比 17%），分數大於 0.75 的行政區為危害度高（常態分配下佔比 23%）。

每一個災害的資料來源彙整如表 4.3-1，分級成果請參考圖 4.3-1 至 4.3-8。

表 4.3-1 危害度計算方式

危害度	計算方式
高溫強度	AR6 GWL2.0 情境下，每年第 5 百分位數之溫度 (TCCIP)
低溫強度	AR6 GWL2.0 情境下，每年第 5 百分位數之溫度 (TCCIP)
熱浪指數	AR6 GWL2.0 情境下，一年之中，連續 3 天以上日最高溫高於基期第 95 百分位數之事件總天數 (TCCIP)
寒流指數	AR6 GWL2.0 情境下，一年之中，連續 3 天以上日最低溫低於基期第 5 百分位數之事件總天數 (TCCIP)
雨日強度	AR6 GWL2.0 情境下，全年累積降雨量除以雨日 (單日累積降雨量超過 1 公厘) 之日數 (TCCIP)
淹水災害	日雨量超過 650mm 年最大值*24 小時定量降雨量 650 公釐時淹水深度與淹水範圍 (Dr.A)
坡地災害	日雨量超過 650mm 年最大值* (地礦中心地質災害潛勢/林業署裸露地面積指標) (Dr.A)
海岸風速	AR5 RCP8.5 下海岸最大風速 (TCCIP) (無 GWL2.0 或 SSP 情境可參考)



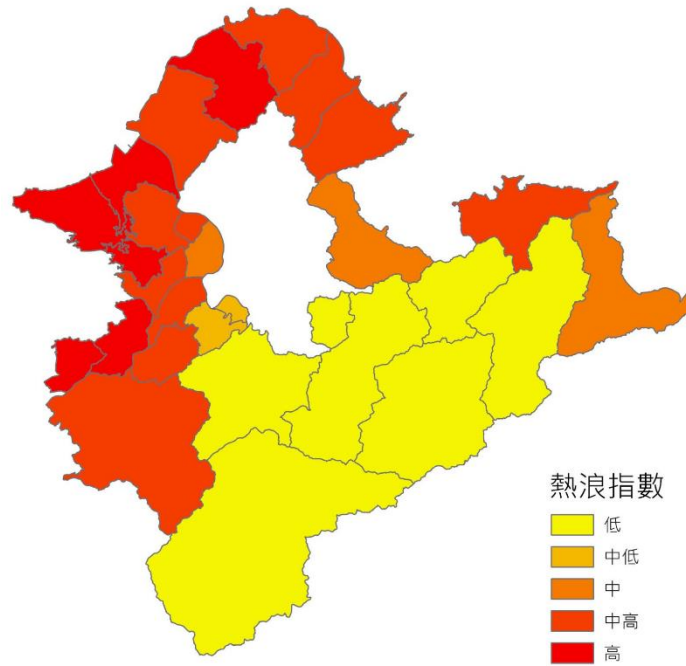


圖 4.3-1 新北市高溫指數

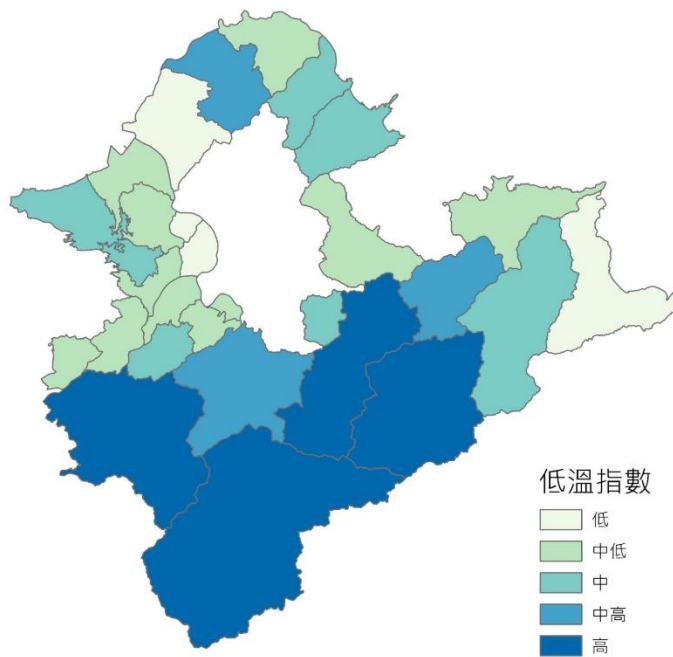


圖 4.3-2 新北市低溫指數



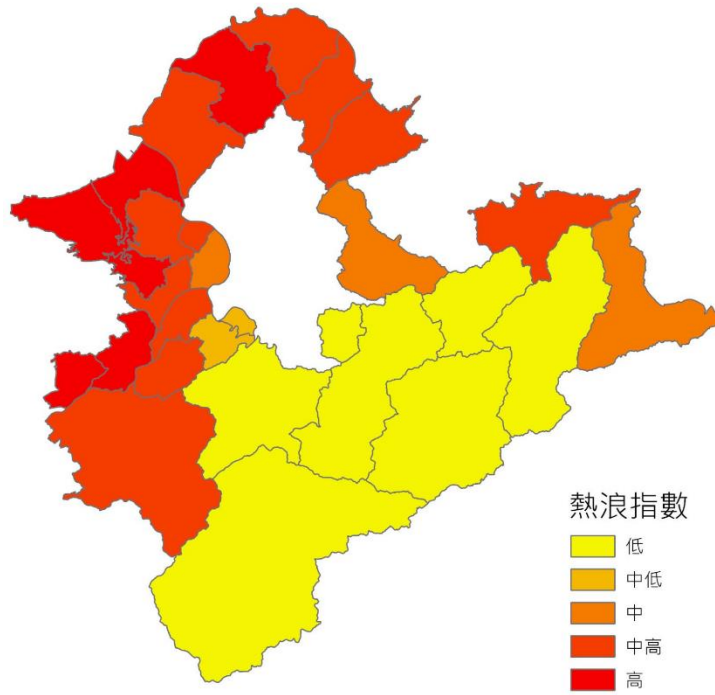


圖 4.3-3 新北市熱浪指數

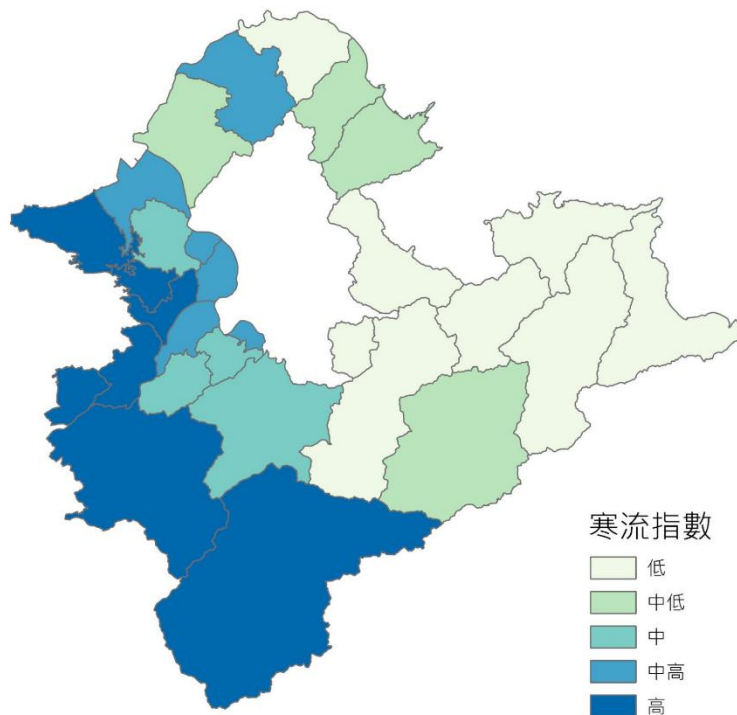


圖 4.3-4 新北市寒流指數

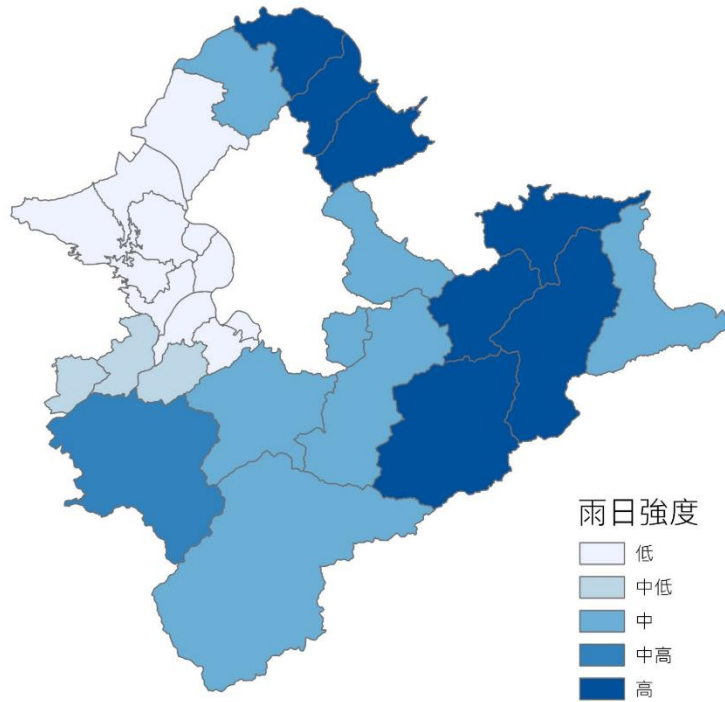


圖 4.3-5 新北市雨日強度

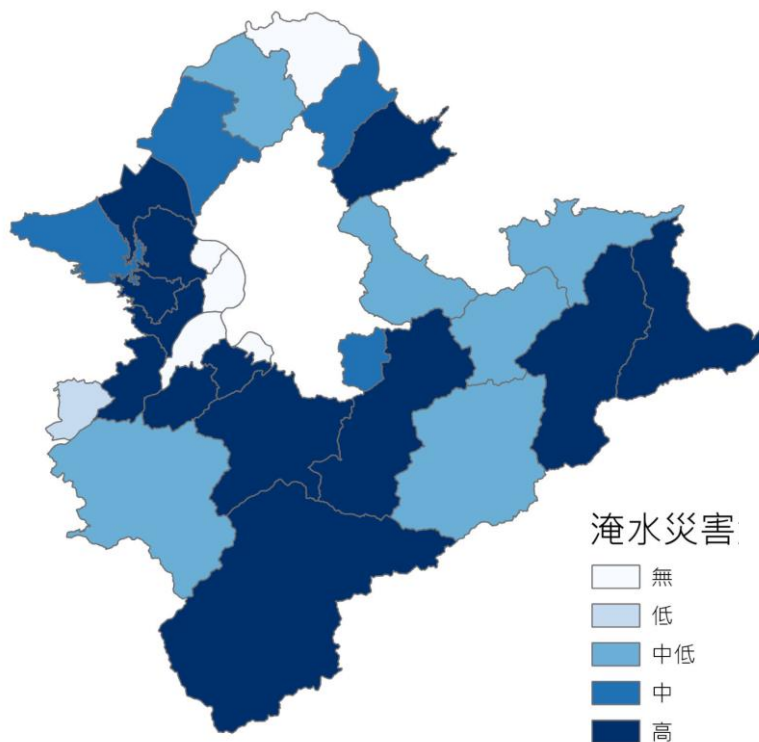


圖 4.3-6 新北市淹水災害

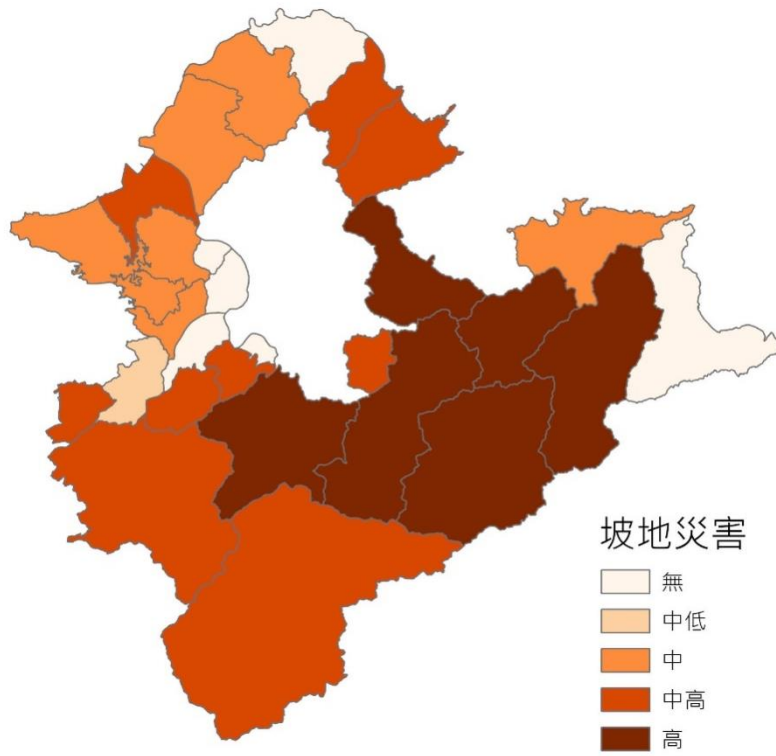


圖 4.3-7 新北市坡地災害

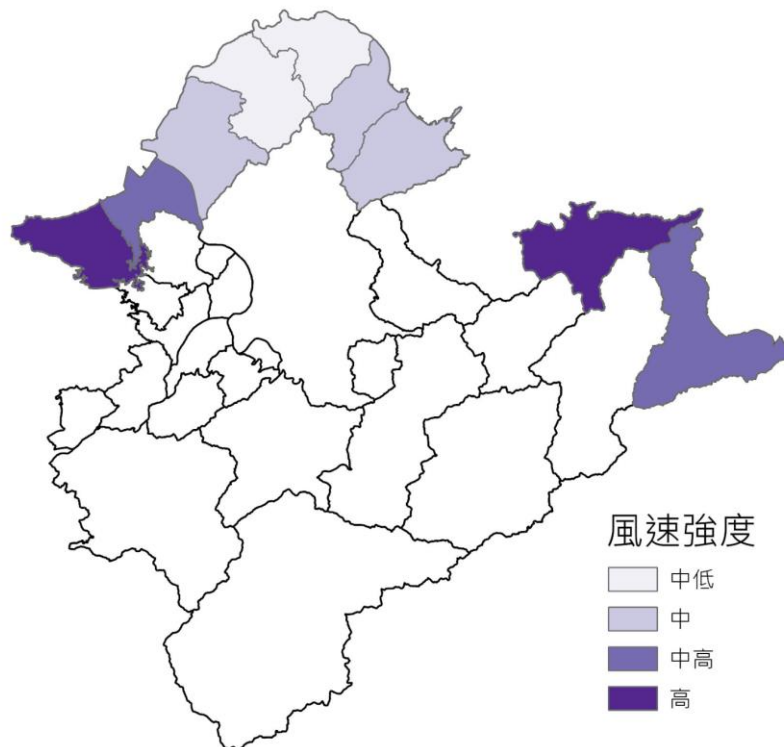


圖 4.3-8 新北市海岸風速

## 4.4 暴露度分析

本節在危害度與自然環境脆弱度的基礎上，加入暴露度的指標，進一步探討新北市關鍵災害課題與其對應的代表性關鍵風險在新北市的災害潛勢地理分布。

由於代表性關鍵風險的衝擊，由複合災害與複合損失組成，因此在危害度指標上，我們選擇了與該代表性關鍵風險相關的氣候災害作為計算因子；而在暴露度指標上，參考了減災動資料，將暴露度區分為「產值與建物」與「人口」兩類，挑選與該風險相關性較高的暴險單位，與局處溝通是否符合該調適課題或風險的暴險樣態，藉由局處反饋獲得更精確的資料。具體各指標之定義、目的、與來源如表 4.4-1 所示。

**表 4.4-1 災害潛勢圖總表**

子向度	指標細項	定義、目的與來源
產值與建物	農漁牧業指數	定義：各行政區農漁牧業產量與就業人口 目的：估計第一級產業潛在經濟損失 來源：新北市政府統計年報
	工商業家數	定義：各行政區之工商業家數 目的：估計第二和第三級產業潛在經濟損失 來源：新北市政府統計年報
	資本額	定義：註冊在各行政區之工商業合計資本額 目的：估計第二和第三級產業潛在經濟損失 來源：新北市政府統計年報
	災區公共基礎設施	定義：災害潛勢區內受影響重要設施數量/ 區域內重要設施數量；重要設施包括政府機關、警消單位、公私醫院、維生系統、能源設施、交通重要據點 目的：估計重要設施潛在損失 來源：經濟部、內政部、衛福部，國家災害防救科技中心整理

	各功能分區之土地面積	定義：與該風險相關之土地面積，依土地利用分級分類而定 目的：估計暴險單位所涵蓋之面積 來源：內政部國土測繪中心
人口	人口/居住人口	定義：戶籍人口、常住人口比*戶籍人口 目的：估計所有可能受災人口 來源：戶政司、臺灣社經資料庫、主計處人口普查，國家災害防救科技中心整理
	土石流保全人口數	定義：土石流危險潛勢地區內居民 目的：估計較具土石流風險之可能受災人口 來源：農村水保署
	水災保全人口數	定義：水災危險潛勢地區內居民 目的：估計較具水災風險之可能受災人口 來源：水利署

資料來源：本報告自製

具體計算方式為將各項參數或指標標準化後，依 z 分數分為 5 個等級（方式同危害度分析），接著透過加權的方式分別計算出危害度指標和脆弱度指標，加權的倍數係以該指標對此風險的影響程度高低為依據，最後將危害度指標和脆弱度指標相乘，結果經「自然間斷法」（Jenks natural break method）（Jenks, 1967）轉換為五個等級，其運作方式為確定分組個數後，將分組結果的類別內變異數最小化，類別間變異數最大化，亦即讓每一個等第間盡可能明顯區隔的同時，確保同一等第內的行政區差異相近。最終結果等第越高代表災害潛勢較嚴重，反之則代表災害潛勢較輕微。

在進行調適評估時，首先需要界定調適範疇，為避免對各局處造成困擾，經與專家學者商議後，將範疇界定、暴露度、脆弱度之問卷整合，一次發放。詢問各局處對於議題的感知，同時也增加各單位對於中央政策的熟悉度。

表 4.4-2 災害潛勢圖總表

序號	新北市關鍵災害課題 及對應「代表性關鍵風險」	評估方式
1	運輸服務異常致社經活動損害 (關鍵基礎設施、網路及服務：生命、生計、經濟失敗衝擊)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數、日低溫、寒流指數、降雨指數、坡地潛勢、淹水潛勢</li> <li>● 暴露度指標：農林漁牧指數、工商業家數、資本額、災區公共基礎設施、人口、居住人口、水災保全人口、土石流保全人口、交通利用土地、維生相關公共利用土地</li> </ul>
2	極端高低溫影響健康 (人類健康：熱相關發病和致死)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數</li> <li>● 暴露度指標：人口、常住人口</li> </ul>
3	蟲媒傳染病致病 (人類健康：蟲媒傳染病)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數、降雨指數、登革熱、茲卡、屈公病案例數</li> <li>● 暴露度指標：人口、常住人口、高風險地區(菜果園、竹林、公共綠地、溝渠)</li> </ul>
4	農業因氣候變化生產衰退 (糧食安全：生態系服務衰退)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數、日低溫、寒流指數、降雨指數、最大連續不降雨日數</li> <li>● 暴露度指標：農林漁牧指數、農地面積</li> </ul>
5	城市洪水災害潛勢 (水資源安全：水相關災害)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：降雨指數、坡地潛勢、淹水潛勢</li> <li>● 暴露度指標：農牧指數、工商業家數、資本額、人口、居住人口、災區公共基礎設施、人口、居住人口、水災保全人口、水利利用土地</li> </ul>
6	生物多樣性損失 (陸域與海域生態系統：生物多樣性損失)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數、日低溫、寒流指數、降雨指數、最大連續不降雨日數、坡地潛勢、淹水潛勢</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 暴露度指標：河道溝渠、林地、公園、綠地、濕地、草地</li> </ul>
7	民生及產業供水短缺 (水資源安全：水資源短缺)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：最大連續不降雨日數</li> <li>● 暴露度指標：農牧指數、工商業家數、資本額、人口、居住人口</li> </ul>
8	海岸及沿海棲地破壞 (低窪沿海系統：海岸保護與棲地)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：風速</li> <li>● 暴露度指標：漁業指數、港口、海面面積</li> </ul>
9	運輸系統受氣候變化損害 (關鍵基礎設施、網路及服務：損害與中斷)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害度指標：日高溫、熱浪指數、日低溫、寒流指數、降雨指數、坡地潛勢、淹水潛勢</li> <li>● 暴露度指標：工商業家數、資本額、災區公共基礎設施、人口、居住人口、水災保全人口、波土石流保全人口、交通利用土地、維生相關公共利用土地</li> </ul>

運輸系統受氣候變化損害

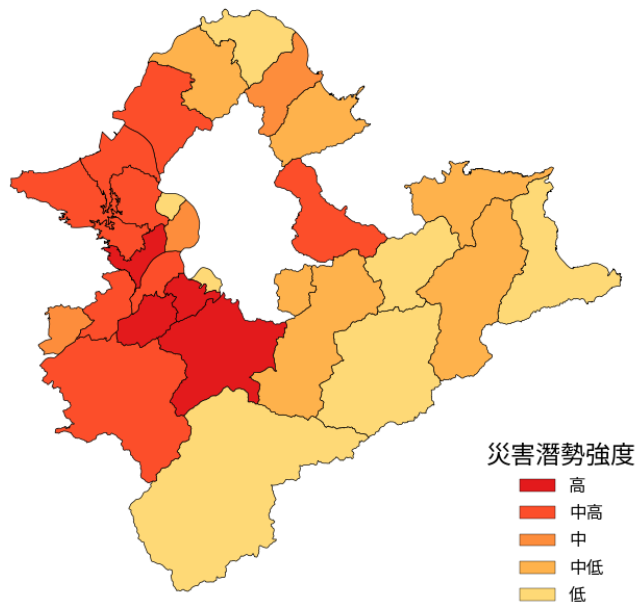


圖 4.4-1 運輸服務異常致社經活動損害潛勢



極端高低溫影響健康

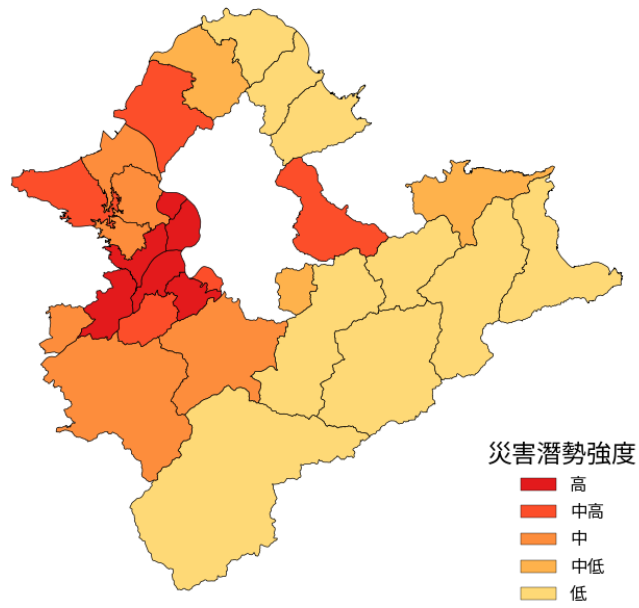


圖 4.4-2 極端高低溫影響健康潛勢

蟲媒傳染病致病

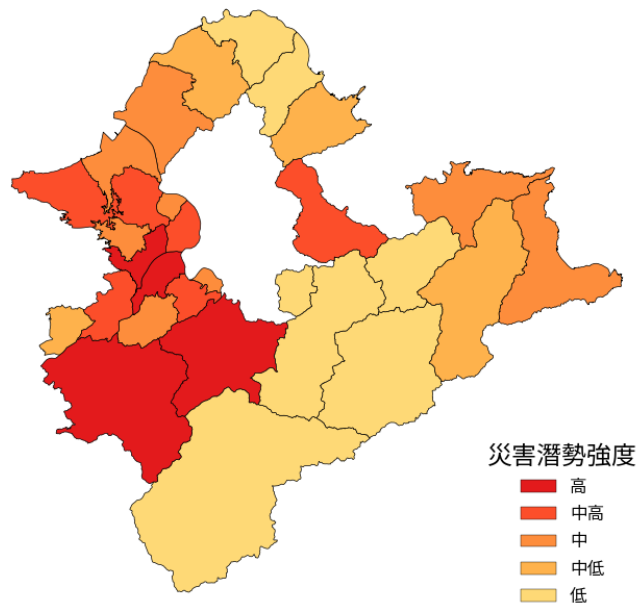


圖 4.4-3 蟲媒傳染病致病潛勢

農業因氣候變化生產衰退

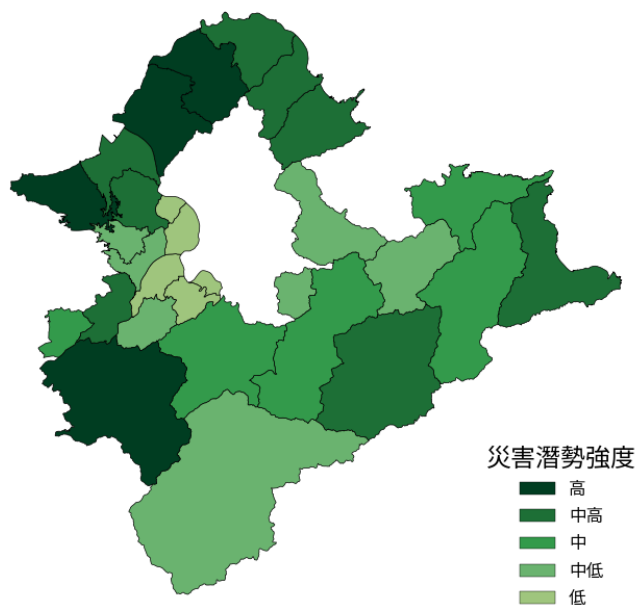


圖 4.4-4 農業因氣候變化生產衰退潛勢

城市洪水災害潛勢

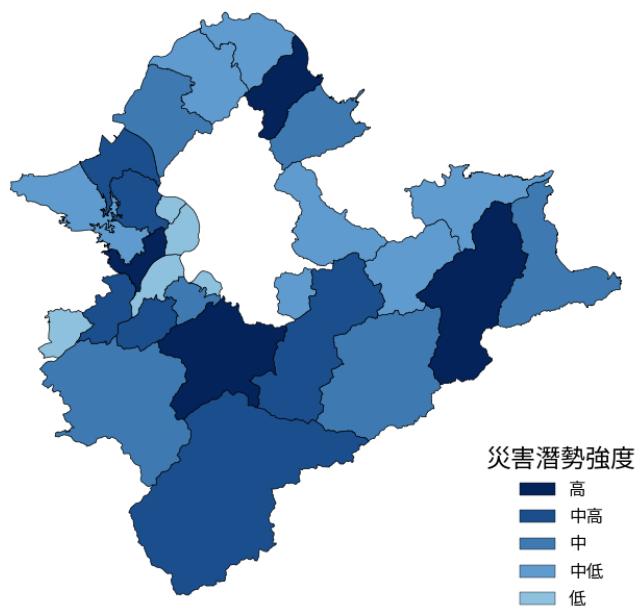


圖 4.4-5 城市洪水災害潛勢

生物多樣性損失

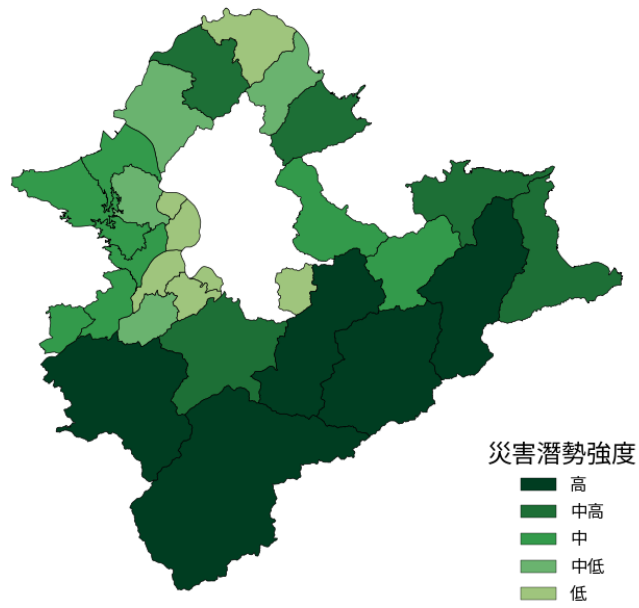


圖 4.4-6 生物多樣性損失潛勢

民生及產業供水短缺

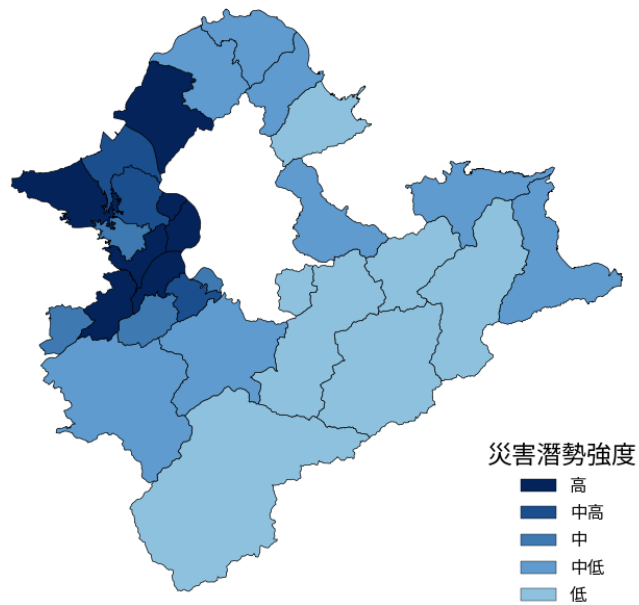


圖 4.4-7 民生及產業供水短缺潛勢

海岸及沿海棲地破壞

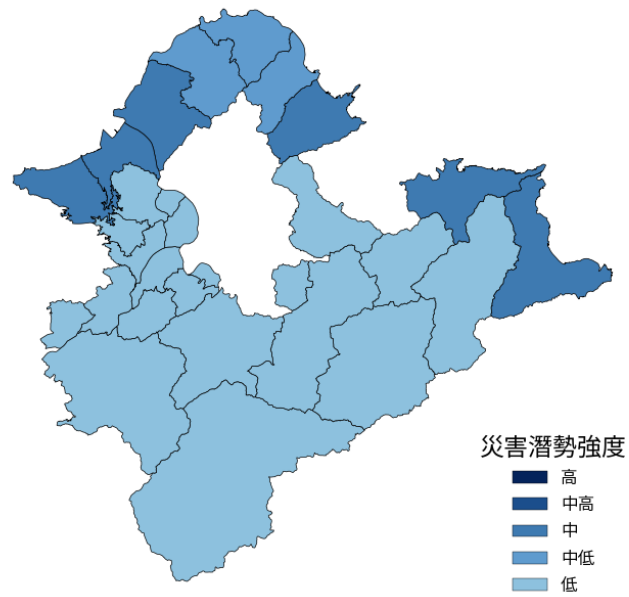


圖 4.4-8 海岸及沿海棲地破壞潛勢

運輸系統受氣候變化損害

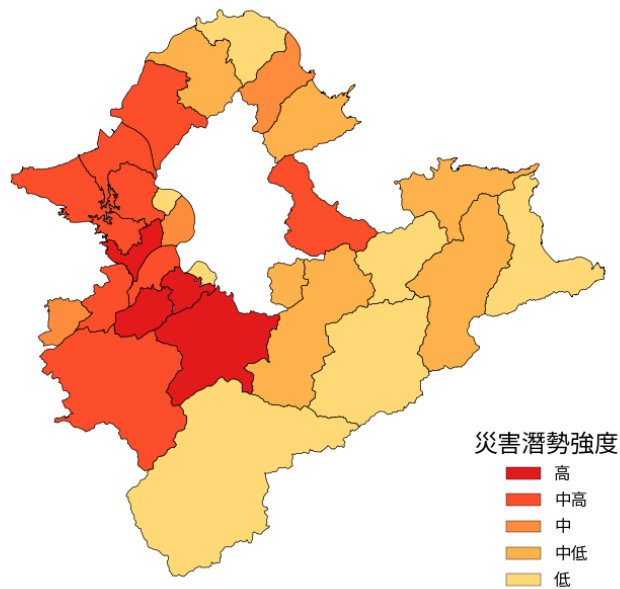


圖 4.4-9 運輸系統受氣候變化損害潛勢

## 4.5 脆弱度分析

在 4.1 小節中，提到脆弱度為敏感度與調適能力相乘的結果，由於自然環境脆弱度已於 4.2 小節中討論，故本小節將計算敏感度與調適能力，並與前面計算的結果合併。

敏感度之定義為：「系統或物種受到氣候變異或變遷影響的程度，不論該影響有利或有害，直接或間接。」，而調適能力之定義為：「人員、部門或系統適應潛在損害、利用機會或應對後果的能力。適應能力因風險和部門而異。」

在敏感度指標上，主要參考國家災害防救科技中心減災動資料網站，將敏感度分為「應變能力」與「復原能力」兩類，若局處有其他調適施政指標做為參考，亦會納入討論；而在調適能力指標上，則對應到「減災整備」，並同樣參考局處調適施政指標。

具體計算方式為將各項參數或指標標準化後，依 z 分數分為 5 個等級（方式同危害度分析），接著透過加權的方式計算出脆弱度指標，加權的倍數係以該指標對此風險的影響程度高低為依據。最後將脆弱度指標與前面的危害度指標及暴露度指標相乘，並將結果經「自然間斷法」（Jenks natural break method）（Jenks, 1967）轉換為等級制。

在 4.2 小節的「新北市跨局處調適問卷」中，「敏感度」題項旨在評估此一風險在氣候變遷下會增加或減少；而「調適能力」題項旨在評估局處是否感知道此一災害風險，並能採取有效行動的程度。

由於此兩個題項皆為主觀評估，為避免自評盲點，此評比結果只用於增加風險評估的結果，而不會減少風險。因此若局處對該風險的敏感度低或調適能力高，則自然間斷法將風險分為從低到高五個等級；若局處對該風險的敏感度中且調適能力中，則自然間斷法將風險分為從中低到高四個等級；若局處對該風險的敏感度高或調適能力低，則自然間斷法將風險分為從中到高三個等級。調整結果如表 4.5-1。

表 4.5-1 依問卷結果調整自然間斷法脆弱度等級

	運輸服務異常致社經活動損害	極端高低溫影響健康	蟲媒傳染病致病	農業因氣候變化生產衰退	城市洪水災害	生物多樣性損失	民生及產業供水短缺	海岸及沿海棲地破壞	運輸系統受氣候變化損害
敏感度	中	高	高	高	高	高	中	中	中
調適能力	中	中	中	中	中	中	中	高	中
調整結果	4	3	3	3	3	3	4	5	4

註：若調整為 5，脆弱度包含「高」、「中高」、「中」、「中低」、「低」五等級；  
 若調整為 4，脆弱度包含「高」、「中高」、「中」、「中低」四等級；  
 若調整為 3，脆弱度包含「高」、「中高」、「中」3 等級。

各代表性關鍵風險所使用之脆弱度指標如表 4.5-2，脆弱度分析結果如表 4.5-3。

表 4.5-2 脆弱度指標總表

序號	新北市關鍵災害課題 及對應「代表性關鍵風險」	評估方式
1	運輸服務異常致社經活動損害 (關鍵基礎設施、網路及服務：生命、生計、經濟失敗衝擊)	脆弱度指標：14 歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65 歲以上人口比例、身心障礙人口比例、每一醫療院所服務面積、每萬人醫事人數、每萬人病床數、易成孤島地區數、土石流防災演練比率、每村里土石流防災專員訓練人次、每村里水患自主防災社區成立數量、低收入戶人口比率、中低收入戶人口比率、颱洪險投保率
2	極端高低溫影響健康 (人類健康：熱相關發病和致死)	脆弱度指標：4 歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65 歲以上人口比例、身心障礙人口比例、每一醫療院所服務面積、每萬人醫事人數、每萬人病床數、低收入戶人口比率、中低收入戶人口比率
3	蟲媒傳染病致病 (人類健康：蟲媒傳染病)	脆弱度指標：人口密度、估計常住人口密度、14 歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65 歲以上人口比例、身心障礙人口比例、每一醫療院所服務面積、每萬人醫事人數、每萬人病床數、低收入戶人口比率、中低收入戶人口比率
4	農業因氣候變化生產衰退 (糧食安全：生態系服務衰退)	脆弱度指標：無相關指標
5	城市洪水災害潛勢 (水資源安全：水相關災害)	脆弱度指標：危老房屋數、14 歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65 歲以上人口比例、身心障礙人口



		比例、每一醫療院所服務面積、每萬人醫事人數、每萬人病床數、易成孤島地區數、每村里水患自主防災社區成立數量、低收入戶人口比率、中低收入戶人口比率、颱風險投保率
6	生物多樣性損失 (陸域與海域生態系統：生物多樣性損失)	脆弱度指標：無相關指標
7	民生及產業供水短缺 (水資源安全：水資源短缺)	脆弱度指標：14歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65歲以上人口比例、身心障礙人口比例、每一醫療院所服務面積、每萬人醫事人數、每萬人病床數
8	海岸及沿海棲地破壞 (低窪沿海系統：海岸保護與棲地)	脆弱度指標：無相關指標
9	運輸系統受氣候變化損害 (關鍵基礎設施、網路及服務：損害與中斷)	脆弱度指標：14歲以下人口比例、原住民族人數、無家者人數、入住機構身心障礙者人數、獨居老人比例、65歲以上人口比例、身心障礙人口比例、易成孤島地區數、土石流防災演練比率、每村里土石流防災專員訓練人次、每村里水患自主防災社區成立數量、颱風險投保率

表 4.5-3 脆弱度分析結果

脆弱度分析結果									
	運輸服務異常致社經活動損害	極端高低溫影響健康	蟲媒傳染病致病	農業因氣候變化生產衰退	城市洪水災害	生物多樣性損失	民生及產業供水短缺	海岸及沿海棲地破壞	運輸系統受氣候變化損害
板橋區	中	高	高	中	中	中	高	低	中高
三重區	中	高	高	中	中	中	高	低	中高
中和區	高	高	高	中	中高	中	中高	低	高
永和區	中低	中高	高	中	中	中	中高	低	中低
新莊區	高	高	高	中	中高	中高	高	低	高
新店區	高	中	中高	中高	中高	高	中低	低	高
樹林區	高	高	中高	高	中高	中高	高	低	高
鶯歌區	中高	高	中	中高	中	中高	中高	低	中
三峽區	高	中高	高	高	中高	高	中	低	中高
淡水區	中高	中高	中高	高	中高	中	中高	高	中高
汐止區	高	中高	高	中	中高	中高	中低	低	高
瑞芳區	中	中高	中高	中高	高	中高	中	高	中低
土城區	高	高	中高	中	中高	中高	中高	低	高
蘆洲區	中低	高	高	中	中	中	高	低	中低
五股區	高	中高	中高	中高	中高	中高	高	低	中高

泰山區	中	中高	中	中	中高	中高	中	低	中高
林口區	高	高	中	高	中	中高	高	高	中高
深坑區	中低	中	中	中	中高	中	中低	低	中低
石碇區	中	中	中	中高	中高	高	中低	低	中
坪林區	中低	中	中	中高	高	高	中低	低	中低
三芝區	中	中	中	高	中高	中高	中	中	中
石門區	中低	中	中	中高	中高	中	中	中	中低
八里區	中高	中高	中高	高	中高	中高	中高	高	中高
平溪區	中低	中	中	中	高	中高	中低	低	中低
雙溪區	中	中	中高	中高	高	高	中低	低	中低
貢寮區	中低	中	中高	中高	高	中高	中	高	中低
金山區	中	中	中	高	高	中	中低	中高	中
萬里區	中高	中	中	中高	高	中高	中低	高	中
烏來區	中	中高	中	中	中高	高	中低	低	中低