

證券、期貨、投信三業氣候變遷資訊揭露

委託專案一一二年度委託研究計畫

證券、期貨、投信三業 氣候變遷情境分析研究報告

委託單位： 中華民國證券商業同業公會
中華民國期貨業商業同業公會
中華民國證券投資信託暨顧問商業同業公會

研究單位： 安永聯合會計師事務所

主持人： 曾于哲

研究員： 李典翰、郭天傑、高昱澤、李育瑋、施嵐昕、
陳宥心、陳詩薇、彭子淇、宋婕嫻、陳煦安、
陳譔仁

中華民國一一二年四月

★ 本研究報告僅代表研究單位觀點，不代表中華民國證券商業同業公會、中華民國期貨業商業同業公會或中華民國證券投資信託暨顧問商業同業公會意見。

★ 本研究報告之轉載、引用，請加註資料來源、作者，以保持資料之正確性。

目錄

壹、前言.....	6
一、本報告目的.....	6
二、本報告範疇.....	10
三、使用之技術文件.....	18
貳、情境分析研究本文.....	56
一、各主要氣候情境簡介.....	56
參、台灣三業現況分析.....	100
一、國內對三業之現行要求.....	100
二、國內證券、期貨、投信投顧三業現況分析.....	102
肆、國際標竿現況分析.....	104
一、證券與期貨業標竿揭露現況.....	104
二、投信標竿揭露現況.....	106
伍、結論.....	109
陸、參考文獻.....	111
柒、附錄.....	115
附錄一、中英對照表.....	115
附錄二、期中報告及期末報告審查意見之提問或建議.....	117

表目錄

表 1、證券公會成員名單	11
表 2、期貨公會成員名單	13
表 3、投信投顧公會成員名單	15
表 4、5 種 SSP 路徑簡介	20
表 5、SSP 路徑與 RCP 情境對照表	21
表 6、SSPX-Y 情境特徵說明與 RCP 對照	22
表 7、五種 SSPx-y 情境下的未來升溫溫度(°C)	23
表 8、AR6 中兩種主要參考路徑與說明性減緩路徑之情境敘事	25
表 9、IEA WEO 2021 採用之四種氣候情境說明	31
表 10、三種氣候情境優劣比較	34
表 11、TCCIP 提供資料服務之層級匯總與下載方式比較	56
表 12、TCCIP 氣候變遷商店氣候變遷商店資料清單	57
表 13、ClimateWise 轉型風險架構步驟、提供之投資資訊，與益處	78
表 14、氣候風險之影響與矩陣情境說明	80
表 15、財務驅動因子舉例	81
表 16、氣候壓力測試建議使用變數	92

圖目錄

圖 1、資產管理者採用情境分析及揭露情形統計	8
圖 2、資產管理者揭露氣候相關資訊所面臨的挑戰	9
圖 3、資產管理者執行 TCFD 揭露指引情形統計	9
圖 4、5 種 SSP 路徑的 21 世紀人口和 GDP 成長預估曲線	19
圖 5、5 種 SSP 路徑的 21 世紀二氧化碳排放量和全球平均溫度增加趨勢.....	20
圖 6、CMIP5 和 CMIP6 下不同情境的二氧化碳排放量趨勢.....	23
圖 7、石化燃料相關之二氧化碳排放(1980-2100)	27
圖 8、不同能源類型受不同氣候災害之影響	29
圖 9、IEA 不同情境下之全球二氧化碳排放減碳路徑圖	31
圖 10、IEA 透過氣候模型模擬不同情境下之溫升情形	32
圖 11、情境分析要素	38
圖 12、實體風險分析框架	38
圖 13、轉型風險分析框架	39
圖 14、IEA 及 IPCC 2°C 揭露氣候相關資訊評估示意圖.....	48
圖 15、前瞻性財務敏銳度指南釋例	49
圖 16、附錄-情境分析考慮之潛在基本因素	50
圖 17、氣候和轉型情境概覽	53
圖 18、IPCC 三維度辨識實體氣候風險的影響與交互作用	60
圖 19、WRI 釋例-洪水之實體風險評估流程	61
圖 20、WRI 實體風險資料庫清單.....	62
圖 21、WRI 實體風險資料庫清單.....	62
圖 22、NGFS 氣候情境框架	67
圖 23、GCAM 的五個能源系統	68
圖 24、MESSAGEix-GLOBIOM 綜合評估模型框架	69
圖 25、REMIND-MAgPIE 綜合評估模型框架	70
圖 26、轉型風險架構流程圖	79
圖 27、量化轉型風險的影響	81
圖 28、Carbon Pricing Dashboard 平台首頁	84
圖 29、Carbon Pricing Dashboard 使用示例.....	85
圖 30、Carbon Pricing Dashboard – 碳定價資料.....	86

圖 31、氣候壓力測試流程	92
圖 32、氣候壓力測試建模方法	98
圖 33、Goldman Sachs 氣候相關風險類別	104
圖 34、Goldman Sachs 轉型風險壓力測試流程	105
圖 35、Allianz 氣候情境分析.....	106
圖 36、Blackrock 氣候情境分析	107
圖 37、Robeco 氣候風險情境分析	108

摘要

證券、期貨、投信投顧三業氣候變遷情境分析研究報告(以下簡稱本報告)之目的為協助我國證券、期貨、投信投顧三業理解及對應我國公司治理3.0與綠色金融行動方案2.0政策之規範。

本報告自TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD)之歷史與基本內容進行介紹(詳見章節壹)，並描述氣候情境導入之步驟，以協助三業設定氣候情境檢視自身氣候風險。同時因應我國證券、期貨、投信投顧業蓬勃發展之國際業務，也解析TCFD官方發布之2020與2021年現況報告，以及各主要國家(英國、法國、荷蘭、澳洲、歐盟、丹麥、香港)之規範和我國相關規範以作為證券、期貨與投信投顧業指引制定之參考。

本報告另於撰寫時以問卷訪問數間我國證券、期貨、投信投顧業，並以公開揭露數據做公開資料調查，以理解我國三業TCFD目前揭露情形(詳見章節參)，並於第肆章探討涉及投資銀行業務、證券期貨經紀業務、資產管理業之標竿或國際大型業者範例，提供我國三業作為參考。

壹、前言

一、本報告目的

本專案目標在於協助證券、期貨、投信投顧公會參酌國際金融穩定委員會(FSB)二〇一七年六月發布之氣候相關財務揭露建議技術補充文件《使用情境分析揭露氣候相關風險與機會》之最新資訊，撰寫「證券、期貨、投信投顧三業氣候變遷情境分析研究報告」俾助於我國金融機構有效落實執行氣候變遷情境分析並進行氣候相關財務揭露。

各章節詳細目的如下：

1. 探討 TCFD 官方文獻，以利解讀國際上相關 TCFD 相關政策與法規的制定標準；
2. 調研國際上 TCFD 相關政策與技術指引，協助我國證券、期貨、投信投顧業在 TCFD 中運用情境分析以及提供氣候相關情境分析可使用的資源類型供各公會成員做為參考；
3. 調研國際上氣候變遷情境分析最佳實務案例，歸納證券、期貨、投信投顧業進階做法；
4. 盤點我國各證券、期貨、投信投顧業執行氣候變遷情境分析現況，以理解與國際標竿之差距；
5. 撰寫指引，以供證券、期貨、投信投顧業遵循。

報告參照政策

我國金融監督管理委員會於 2022 年 9 月公布綠色金融行動方案 3.0，進一步透過相關政策整合金融資源。綠色金融行動方案 3.0 的核心推動策略為在 5 大推動面向下推展 26 項具體措施，包括推動金融機構碳盤查及氣候風險管理、發展永續經濟活動認定指引、促進 ESG 及氣候相關資訊整合、強化永續金融專業訓練，以及協力合作凝聚淨零共識，並運用市場機制引導永續發展並邁向淨零轉型的目標；而公司治理 3.0 永續發展藍圖，則是明訂企業未來需參照國際準則 TCFD 強化永續報告書之揭露。本研究將參照公司治理 3.0 永續治理藍圖、綠色金融行動方案 2.0 與綠色金融行動方案 3.0 之相關內容，為我國企業接軌氣候相關財務揭露之國際趨勢進行探討。

情境分析簡介

情境分析旨在將氣候相關風險與機會在不同條件下的發展和潛在影響納入公司之決策計劃，協助公司瞭解其在未來不同情境下的表現。所以面臨氣候相關風險的公司皆應考慮使用情境分析來輔助決策和財務規劃，並盡可能地揭露公司對各種潛在氣候情境的適應能力。TCFD 工作小組在近幾年出版的 Status Report 中蒐集市場意見，2022 年報告統計出過去三年間採用情境分析揭露氣候韌性的企業共成長了 10%，且在氣候風險報告的品質上有所提升。

情境分析是根據未來可能出現的不同狀態制定具有彈性且較完善的策略，可提供公司在進行氣候相關風險評估時有更多的數據資料得以支持整體報告書揭露的完整度。TCFD 表示情境分析為瞭解氣候相關風險與機會策略之重要且有用的工具，歸納氣候變遷下使用情境分析的理由如下：

- 情境分析可以協助公司考量特定氣候議題：
 1. 度不確定下可能發生的結果(例如氣候及生態系統因應大氣中溫室氣體排放量提高，所產生的物理反應)
 2. 中長期才顯現的結果(例如進行低碳經濟轉型的時機、分布情況和機制)
 3. 因不確定性及複雜性，而產生潛在的破壞性影響
- 情境分析使公司能以更有結構性且有別於往常的運行模式，加強公司對於未來前景的策略性對話。重要的是，情境分析將決策者的思維擴展到可能發生的情境下，包括氣候衝擊帶來的顯著影響。
- 情境分析可以協助公司建構及評估氣候變遷對業務、策略及財務上潛在衝擊的範圍，以及財務規劃中可能需要考量的相關管理行動；使得公司能在眾多不確定性的未來條件下，導引出更為穩健的策略。
- 情境分析可協助公司鑑別出可控管外部環境的指標，更有助於識別出環境朝向不同情境前進(或為情境分析的不同階段)。公司得以有機會重新評估和調整相對應的策略及財務規劃。
- 情境分析可協助投資人瞭解公司策略及財務規劃的穩定性，並比較不同公司之間的風險與機會。

《2022 年 TCFD 現況報告》(2022 Status Report)

自 2017 年 TCFD 最終版揭露建議發行後，工作小組每年都會出版《現況報告》，評估八個特定產業(銀行業、保險業、能源業、建築與材料業、交通業、食品與森林業、科技與媒體業、消費品業)在 11 項揭露建議中的涵蓋率以及可以精進之部分。2022 年 10 月份發布的 TCFD 現況報告中說明歷年國際間大型公司的揭露狀況，工作小組也統整 TCFD 報告發行者與使用者需要的外部資源，以及雙方對於這份報告認知的落差。為了更了解公司在導入 TCFD 時可能遇到的困難，工作小組公開發放問卷並回收 399 份有效問卷(包含 226 份來自 TCFD 報告發行者、42 份來自投資人和其他使用者、131 份來自其他利害關係人)，辨識出以下三項執行 TCFD 揭露所面對的困難：

- 執行氣候相關情境分析時，如何選擇合適情境及辨識重要指標和參數。
- 溫室氣體範疇三在價值鏈中的資料蒐集仍具有挑戰性。
- 辨識、評估和管理氣候相關風險流程以及整合氣候相關風險於現有流程中。

此外，企業回覆也提及在策略中使用情境分析測試氣候韌性有所進步，但在四大構面下策略面仍是 11 項建議揭露指標中最低的。報告中點出在資產管理者達 44% 公司未執行氣候相關情境分析，其中將近半數計畫在未來將採用情境分析揭露於報告書中，此外，在報告中揭露質化結果達 25%，揭露包含質化以及量化結果於報告中的公司僅有 12%。在該調查中，28% 的公司不僅執行氣候相關情境分析，並且使用其分析出來的結果做為策略決定的依據。

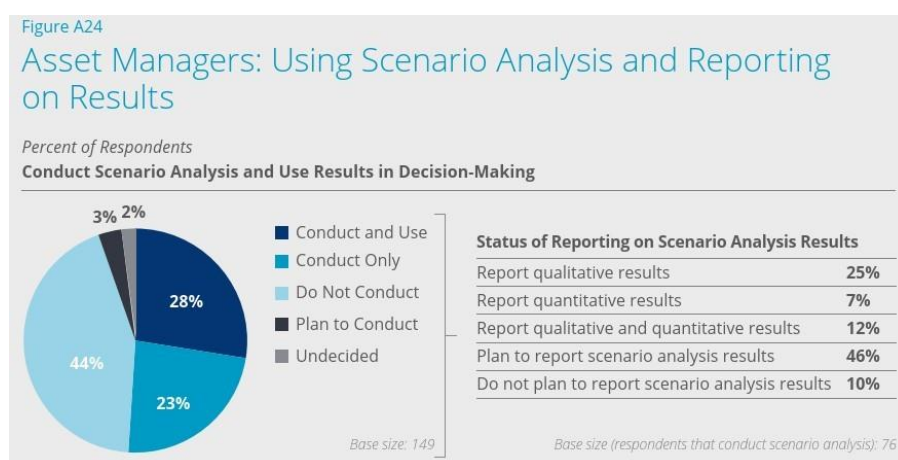


圖 1、資產管理者採用情境分析及揭露情形統計
資料來源：2022 TCFD Status Report

約 65% 的資產管理者認為取得被投資公司之資訊在現階段有較大的困難；超過半數認為缺少計算指標之方法學及缺少資源皆為在執行時的一大挑戰。

截至 2021 年，相較於五年前所揭露的永續報告書及氣候相關報告書，揭露家數皆有顯著的提升，並且在是否依據 TCFD 指引揭露氣候相關資訊的統計中，將之區分為四大構面來看，除治理層面達半數的公司已確實執行，在策略、風險管理與指標與目標中超過 50% 公司也正在規劃依據 TCFD 指引建議揭露相關資訊。

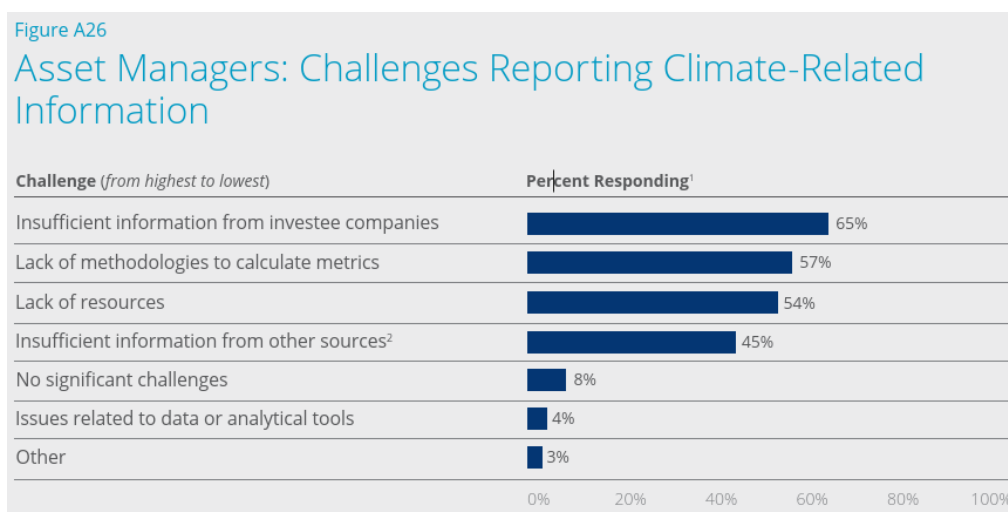


圖 2、資產管理者揭露氣候相關資訊所面臨的挑戰

資料來源：2022 TCFD Status Report

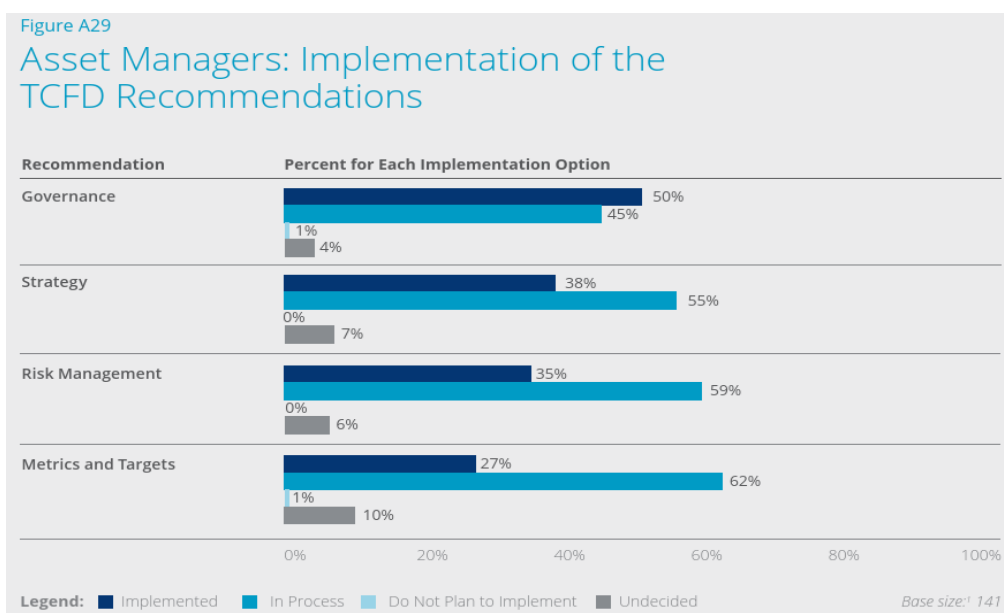


圖 3、資產管理者執行 TCFD 揭露指引情形統計

資料來源：2022 TCFD Status Report

二、 本報告範疇

因應國際金融業普遍規範及日趨嚴謹之國際環境法規，並強化我國金融機構落實執行氣候相關財務揭露並利用情境分析做為策略思考和評估未來面臨風險流程的重要部份，本研究報告參酌國際上金融穩定委員會(FSB)、政間氣候變遷專門委員會(IPCC)、聯合國環境金融倡議(UNEP)、綠色金融網路(NGFS)，與我國之臺灣證券交易所、金融監督管理委員會和財團法人中華民國證券暨期貨市場發展基金會所發布之相關資訊，並參考英國、法國、荷蘭、澳洲、歐盟、丹麥、香港之相關政策規範，據以撰寫「證券、期貨、投信投顧三業情境分析研究報告」。

本報告亦參酌安永聯合會計師事務所 2022 年 9 月於國際上所發布之《2021 Global Climate Risk Disclosure Barometer》，該研究為安永全球每年針對各國企業 TCFD 之揭露情形所進行的最新調查，藉以了解各個國家與產業的 TCFD 揭露現況，以便觀察金融業與其他產業間，企業依循 TCFD 之揭露情形作參考。

(一) 分析母體

此份研究報告的分析母體為證券、期貨、投信投顧公會的會員單位之所屬總機構，證券公會總共有127家金融單位，包含證券67家、票券8家、期貨9家、銀行42家、儲匯兼營1家；期貨公會總共有96家金融單位，包含期貨16家、證券53家、銀行5家、投信9家、投顧13家；投信投顧公會總共有171家金融單位，包含投信39家、投顧87家、銀行28家、證券11家、期貨6家。

表 1、證券公會成員名單

證 券	遠智證券股份有限公司	銀 行	法商東方匯理銀行股份有限公司
	基富通證券股份有限公司		荷蘭商安智銀行股份有限公司台北分公司
	合作金庫證券股份有限公司		新加坡商大華銀行股份有限公司
	臺銀綜合證券股份有限公司		法商法國興業銀行股份有限公司
	宏遠證券股份有限公司		王道商業銀行股份有限公司
	台灣匯立證券股份有限公司		德商德意志銀行股份有限公司台北分公司
	美林證券股份有限公司		板信商業銀行股份有限公司
	台灣摩根士丹利證券股份有限公司		臺灣新光商業銀行股份有限公司
	美商高盛亞洲證券有限公司台北分公司		華南商業銀行股份有限公司
	香港商野村國際證券有限公司台北分公司		永豐商業銀行股份有限公司
	香港商法國興業證券股份有限公司		凱基商業銀行股份有限公司
	花旗環球證券股份有限公司		元大商業銀行股份有限公司
	新加坡商瑞銀證券股份有限公司		玉山商業銀行股份有限公司
	亞東證券股份有限公司		安泰商業銀行股份有限公司
	大展證券股份有限公司		兆豐國際商業銀行股份有限公司
	富隆證券股份有限公司		澳商澳盛銀行集團股份有限公司
	美好證券股份有限公司		美商摩根大通銀行股份有限公司
	高橋證券股份有限公司		台北富邦商業銀行股份有限公司
	第一金證券股份有限公司		第一商業銀行股份有限公司
	寶盛證券股份有限公司		國泰世華商業銀行股份有限公司
	永興證券股份有限公司		花旗(台灣)商業銀行股份有限公司
	日進證券股份有限公司		滙豐(台灣)商業銀行股份有限公司
	統一綜合證券股份有限公司		瑞士商瑞士銀行股份有限公司台北分公司
	盈溢證券股份有限公司		京城商業銀行股份有限公司
	元富證券股份有限公司		華泰商業銀行股份有限公司
	好好證券公司		臺灣銀行股份有限公司
	日茂證券股份有限公司		遠東國際商業銀行股份有限公司
	犇亞證券股份有限公司		陽信商業銀行股份有限公司
	台中銀證券股份有限公司		美商美國銀行股份有限公司台北分公司
	中國信託綜合證券股份有限公司		合作金庫商業銀行股份有限公司

	新百王證券股份有限公司		星展(台灣)商業銀行股份有限公司
	光和證券股份有限公司		渣打國際商業銀行股份有限公司
	永全證券股份有限公司		高雄銀行股份有限公司
	大昌證券股份有限公司		臺灣土地銀行股份有限公司
	富邦證券股份有限公司		臺灣中小企業銀行股份有限公司
證 券	口袋證券股份有限公司	銀 行	彰化商業銀行股份有限公司
	德信綜合證券股份有限公司		瑞士商瑞士信貸銀行股份有限公司
	福勝證券股份有限公司		上海商業儲蓄銀行股份有限公司
	兆豐證券股份有限公司		中國信託商業銀行股份有限公司
	致和證券股份有限公司		台新國際商業銀行股份有限公司
	豐農證券股份有限公司		聯邦商業銀行股份有限公司
	石橋證券股份有限公司		法商法國巴黎銀行股份有限公司
	北城證券股份有限公司		全國農業金庫股份有限公司
	國票綜合證券股份有限公司		中華郵政股份有限公司
	台新綜合證券股份有限公司	期 貨	凱基期貨股份有限公司
	安泰證券股份有限公司		統一期貨股份有限公司
	摩根大通證券股份有限公司		華南期貨股份有限公司
	康和綜合證券股份有限公司		群益期貨股份有限公司
	京城證券股份有限公司		元大期貨股份有限公司
	中農證券股份有限公司		康和期貨股份有限公司
	新光證券股份有限公司		兆豐期貨股份有限公司
	陽信證券股份有限公司		大昌期貨股份有限公司
	玉山綜合證券股份有限公司		票 券
	國泰綜合證券股份有限公司	中華票券金融股份有限公司	
	大和國泰證券股份有限公司	國際票券金融股份有限公司	
	法銀巴黎證券股份有限公司	萬通票券金融股份有限公司	
	香港上海匯豐證券股份有限公司	大中票券金融股份有限公司	
	群益金鼎證券股份有限公司	台灣票券金融股份有限公司	
	凱基證券股份有限公司	大慶票券金融股份有限公司	
	華南永昌綜合證券股份有限公司	合作金庫票券金融股份有限公司	
	富邦綜合證券股份有限公司		
	元大證券股份有限公司		
	永豐金證券股份有限公司		
	香港商麥格理資本股份有限公司		
	台灣證券分公司		

表2、期貨公會成員名單

證 券	宏遠證券股份有限公司	銀 行	臺灣土地銀行股份有限公司	
	美林證券股份有限公司		台灣中小企業銀行股份有限公司	
	台灣摩根士丹利證券股份有限公司		彰化商業銀行股份有限公司	
	瑞士商瑞士信貸銀行股份有限公司 台北證券分公司		聯邦商業銀行股份有限公司	
	花旗環球證券股份有限公司		中國信託商業銀行股份有限公司	
	亞東證券股份有限公司	期 貨	國泰期貨股份有限公司	
	美好證券股份有限公司		永豐期貨股份有限公司	
	第一金證券股份有限公司		凱基期貨股份有限公司	
	中國信託綜合證券股份有限公司		國票期貨股份有限公司	
	台新綜合證券股份有限公司		日盛期貨股份有限公司	
	摩根大通證券股份有限公司		統一期貨股份有限公司	
	新光證券股份有限公司		華南期貨股份有限公司	
	玉山綜合證券股份有限公司		元富期貨股份有限公司	
	群益金鼎證券股份有限公司		群益期貨股份有限公司	
	凱基證券股份有限公司		元大期貨股份有限公司	
	華南永昌綜合證券股份有限公司		富邦期貨股份有限公司	
	富邦綜合證券股份有限公司		康和期貨股份有限公司	
	元大證券股份有限公司		兆豐期貨股份有限公司	
	永豐金證券股份有限公司		大昌期貨股份有限公司	
	合作金庫證券股份有限公司		美商愛德盟期貨經紀股份有限公司 台灣分公司	
	臺銀綜合證券股份有限公司		澳帝華期貨股份有限公司	
	大展證券股份有限公司		投 信	復華證券投資信託股份有限公司
	高橋證券股份有限公司			國泰證券投資信託股份有限公司
	寶盛證券股份有限公司			元大證券投資信託股份有限公司
	永興證券股份有限公司			新光證券投資信託股份有限公司
	日進證券股份有限公司	統一證券投資信託股份有限公司		

證券	統一綜合證券股份有限公司	投 信	永豐證券投資信託股份有限公司
	盈溢證券股份有限公司		富邦證券投資信託股份有限公司
	元富證券股份有限公司		街口證券投資信託股份有限公司
	日茂證券股份有限公司		中國信託證券投資信託股份有限公司
	犛亞證券股份有限公司	投 顧	運達證券投資顧問股份有限公司
	台中銀證券股份有限公司		萬寶證券投資顧問股份有限公司
	新百王證券股份有限公司		啟發證券投資顧問股份有限公司
	光和證券股份有限公司		大華國際證券投資顧問股份有限公司
	永全證券股份有限公司		顧德證券投資顧問股份有限公司
	大昌證券股份有限公司		華信證券投資顧問股份有限公司
	福邦證券股份有限公司		承通證券投資顧問股份有限公司
	口袋證券股份有限公司		永誠國際證券投資顧問股份有限公司
	德信綜合證券股份有限公司		玉山證券投資顧問股份有限公司
	福勝證券股份有限公司		亞洲證券投資顧問股份有限公司
	兆豐證券股份有限公司		倫元證券投資顧問股份有限公司
	致和證券股份有限公司		高欣證券投資顧問股份有限公司
	豐農證券股份有限公司		君安證券投資顧問股份有限公司
	北城證券股份有限公司		
	國票綜合證券股份有限公司		
	安泰證券股份有限公司		
	康和綜合證券股份有限公司		
	京城證券股份有限公司		
	中農證券股份有限公司		
	陽信證券股份有限公司		
	國泰綜合證券股份有限公司		
	法銀巴黎證券股份有限公司		

表3、投信投顧公會成員名單¹

投 信	兆豐國際證券投資信託股份有限公司	投 顧	大華國際證券投資顧問股份有限公司
	第一金證券投資信託股份有限公司		品豐大中華證券投資顧問股份有限公司
	匯豐證券投資信託股份有限公司		鉅亨證券投資顧問股份有限公司
	元大證券投資信託股份有限公司		新光證券投資顧問股份有限公司
	景順證券投資信託股份有限公司		廣源證券投資顧問股份有限公司
	瀚亞證券投資信託股份有限公司		安山盛亞證券投資顧問股份有限公司
	保德信證券投資信託股份有限公司		高欣證券投資顧問股份有限公司
	統一證券投資信託股份有限公司		大來國際證券投資顧問股份有限公司
	富邦證券投資信託股份有限公司		富盛證券投資顧問股份有限公司
	摩根證券投資信託股份有限公司		福邦證券投資顧問股份有限公司
	華南永昌證券投資信託股份有限公司		法盛證券投資顧問股份有限公司
	新光證券投資信託股份有限公司		容海國際證券投資顧問股份有限公司
	瑞銀證券投資信託股份有限公司		先進全球證券投資顧問股份有限公司
	群益證券投資信託股份有限公司		桓宇證券投資顧問股份有限公司
	台中銀證券投資信託股份有限公司		信誠環球證券投資顧問股份有限公司
	聯博證券投資信託股份有限公司		百達證券投資顧問股份有限公司
	日盛證券投資信託股份有限公司		丹尼爾證券投資顧問股份有限公司
	柏瑞證券投資信託股份有限公司		核聚證券投資顧問股份有限公司
	復華證券投資信託股份有限公司		駿利亨德森證券投資顧問股份有限公司
	永豐證券投資信託股份有限公司		時間證券投資顧問股份有限公司
	中國信託證券投資信託股份有限公司		中國信託證券投資顧問股份有限公司
	宏利證券投資信託股份有限公司		大慶證券投資顧問股份有限公司
	貝萊德證券投資信託股份有限公司		嘉實證券投資顧問股份有限公司
	野村證券投資信託股份有限公司		大拇哥證券投資顧問股份有限公司
	聯邦證券投資信託股份有限公司		商智證券投資顧問股份有限公司
	鋒裕匯理證券投資信託股份有限公司		德信證券投資顧問股份有限公司
	安聯證券投資信託股份有限公司		機智證券投資顧問股份有限公司
	國泰證券投資信託股份有限公司		品浩太平洋證券投資顧問股份有限公司
	富達證券投資信託股份有限公司		亞太國際證券投資顧問股份有限公司
	德銀遠東證券投資信託股份有限公司		瑞聯證券投資顧問股份有限公司
凱基證券投資信託股份有限公司	鴻光證券投資顧問股份有限公司		
施羅德證券投資信託股份有限公司	展新證券投資顧問股份有限公司		
投 信	街口證券投資信託股份有限公司	投 顧	摩爾證券投資顧問股份有限公司
	安本標準證券投資信託股份有限公司		浦惠證券投資顧問股份有限公司
	富蘭克林華美證券投資信託股份有限公司		阿爾發證券投資顧問股份有限公司
	台新證券投資信託股份有限公司		紐約梅隆證券投資顧問股份有限公司
	合作金庫證券投資信託股份有限公司		金玉峰證券投資顧問股份有限公司

¹ 此處投信投顧公會會員係截至2023/4/17之會員名單呈現

	大華銀證券投資信託股份有限公司		高曼證券投資顧問股份有限公司
	路博邁證券投資信託股份有限公司		元鑫證券投資顧問股份有限公司
投 顧	日盛證券投資顧問股份有限公司	銀 行	寶鍊證券投資顧問股份有限公司
	富邦證券投資顧問股份有限公司		永豐商業銀行股份有限公司
	元大證券投資顧問股份有限公司		中國信託商業銀行股份有限公司
	康和證券投資顧問股份有限公司		第一商業銀行股份有限公司
	台新證券投資顧問股份有限公司		臺灣銀行股份有限公司
	鑫圓滿證券投資顧問股份有限公司		台新國際商業銀行股份有限公司
	富蘭克林證券投資顧問股份有限公司		玉山商業銀行股份有限公司
	第一金證券投資顧問股份有限公司		上海商業儲蓄銀行股份有限公司
	萬寶證券投資顧問股份有限公司		台北富邦商業銀行股份有限公司
	華信證券投資顧問股份有限公司		華南商業銀行股份有限公司
	禮正證券投資顧問股份有限公司		凱基商業銀行股份有限公司
	宏遠證券投資顧問股份有限公司		元大商業銀行股份有限公司
	顧德證券投資顧問股份有限公司		高雄銀行股份有限公司
	永豐證券投資顧問股份有限公司		國泰世華商業銀行股份有限公司
	法銀巴黎證券投資顧問股份有限公司		遠東國際商業銀行股份有限公司
	啟發證券投資顧問股份有限公司		臺灣土地銀行股份有限公司
	亞洲證券投資顧問股份有限公司		兆豐國際商業銀行股份有限公司
	凱基證券投資顧問股份有限公司		法商法國巴黎銀行股份有限公司台北分公司
	安睿宏觀證券投資顧問股份有限公司		滙豐(台灣)商業銀行股份有限公司
	美盛證券投資顧問股份有限公司		瑞士商瑞士銀行股份有限公司台北分公司
	統一證券投資顧問股份有限公司		渣打國際商業銀行股份有限公司
	華冠證券投資顧問股份有限公司		德商德意志銀行股份有限公司台北分公司
	兆豐國際證券投資顧問股份有限公司		合作金庫商業銀行股份有限公司
	亨達證券投資顧問股份有限公司		星展(台灣)商業銀行股份有限公司
	萬通國際證券投資顧問股份有限公司		彰化商業銀行股份有限公司
	運達證券投資顧問股份有限公司		王道商業銀行股份有限公司
豐銀證券投資顧問股份有限公司	臺灣新光商業銀行股份有限公司		
華南證券投資顧問股份有限公司	臺灣中小企業銀行股份有限公司		
投 顧	大宇國際證券投資顧問股份有限公司	證 券	國票綜合證券股份有限公司
	群益證券投資顧問股份有限公司		遠智證券股份有限公司
	大展證券投資顧問股份有限公司		元大證券股份有限公司
	倫元證券投資顧問股份有限公司		合作金庫證券股份有限公司
	霸菱證券投資顧問股份有限公司		富邦綜合證券股份有限公司
	元富證券投資顧問股份有限公司		元富證券股份有限公司
	大昌證券投資顧問股份有限公司		國泰綜合證券股份有限公司
	亞東證券投資顧問股份有限公司		永豐金證券股份有限公司
	全球證券投資顧問股份有限公司		凱基證券股份有限公司

普羊萬寶證券投資顧問股份有限公司	統一綜合證券股份有限公司
鼎燁證券投資顧問股份有限公司	台中銀證券股份有限公司
國票證券投資顧問股份有限公司	凱基期貨股份有限公司
承通證券投資顧問股份有限公司	國泰期貨股份有限公司
中租證券投資顧問股份有限公司	期 富邦期貨股份有限公司
國泰證券投資顧問股份有限公司	貨 永豐期貨股份有限公司
玉山證券投資顧問股份有限公司	華南期貨股份有限公司
百益證券投資顧問股份有限公司	群益期貨股份有限公司
君安證券投資顧問股份有限公司	
永誠國際證券投資顧問股份有限公司	

(二) 國外分析標的

國家

針對永續金融制度發展前端的國家與經濟體進行分析，包括：英國、法國、荷蘭、澳洲、歐盟、丹麥、香港等相關政府計畫、政策及出版物進行介紹與描述，將各國政府目前TCFD相關作為做整理及探討。

國際證券業與期貨業標竿

針對國際證券業TCFD標竿案例進行解析，本次所選之證券與期貨業者皆為TCFD官方網站或計畫相關出版物中公認之國際標竿證券業。

國際投信投顧業標竿

針對國際投信投顧業TCFD標竿案例進行解析，本次所選之投信投顧皆為TCFD官方網站或計畫相關出版物中公認之國際標竿投信投顧業。

三、 使用之技術文件

(一) IPCC AR6 情境介紹

聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)於 2021 年開始陸續發布三個工作組於第六次評估報告(Sixth Assessment Report)所發布的報告，包含第一工作組(Working Group I, WGI)的物理科學依據報告(Climatic Change 2021: The Physical Science Basis)、第二工作組(Working Group II, WGII)的影響、調適與脆弱度報告(Climatic Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability) 和第三工作組(Working Group III, WGIII)的氣候變遷減緩報告(Climatic Change 2022: Mitigation of Climate Change)。

另外，IPCC 將於 2022 年底或 2023 年初出版 Synthesis Report，該份文件預計將會總結三個 IPCC 工作組於第六次評估期所出版的報告，除了上述內容之外，預計尚包含 1.5 °C 全球暖化特別報告(Global Warming of 1.5 °C)、氣候變遷與陸地特別報告(Climatic Change and Land)和變遷氣候中的海洋與冰凍圈特別報告(Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate)等內容。

以下介紹 WGI 提出的共享社會經濟路徑 SSPx-y 系列情境和 WGI 提出的敘述性減緩路徑(Illustrative Mitigation Pathways, IMPs)。

1. 共享社會經濟路徑(Shared Socioeconomic Pathway, SSP)

共用社會經濟路徑(SSP)在 IPCC AR6 報告書中對應不同 RCP 情境在社會經濟上面對的不同挑戰。五種 SSP 路徑說明了在沒有氣候政策進行下，未來的各種社會經濟發展，包括永續路徑(SSP1)、區域競爭路徑(SSP3)、不平等路徑(SSP4)、傳統化石燃料為主路徑(SSP5)和中間發展路徑(SSP2)。以 SSP 為基礎的社會經濟情境，以及以 RCP 代表濃度路徑為基礎的氣候預測的結合，為 IPCC AR6 後續提供的氣候影響和政策分析提供了綜合性的情境分析框架。

各種 SSP 路徑之間的差異，在於他們對全球人口增長、教育機會、都市化、經濟成長、資源可用性、技術發展和需求驅動力(如生活方式改變)的假設不同。下圖展示了 5 種 SSP 路徑對 21 世紀人口和 GDP 成長方式的不同預估曲線。

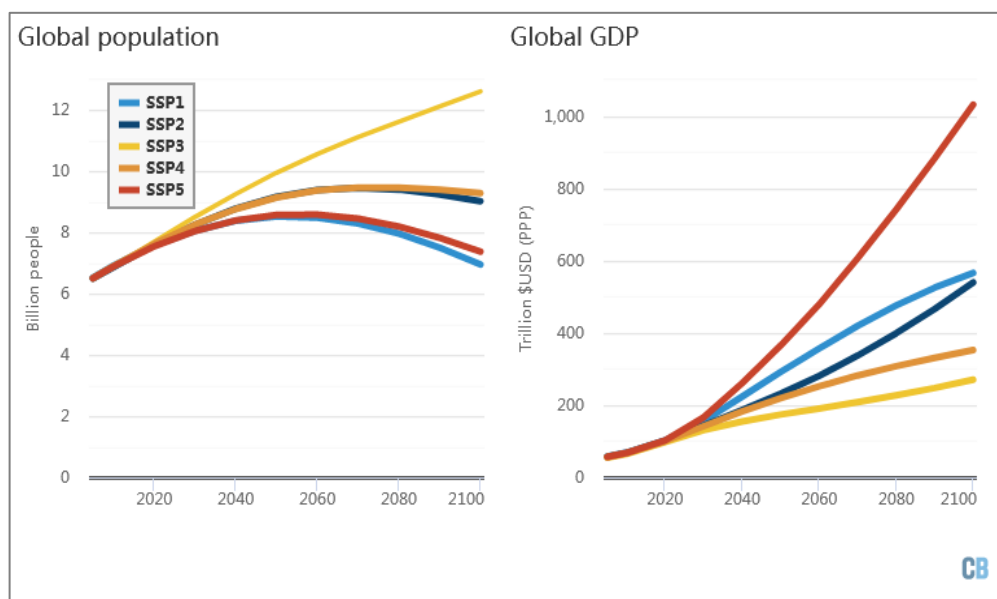


圖 4、5 種 SSP 路徑的 21 世紀人口和 GDP 成長預估曲線

資料來源：Zeke Hausfather (2018)

另外，下圖則展示了每種 SSP 路徑在 21 世紀的二氧化碳排放量和全球平均溫度升高的趨勢。每一條線代表不同綜合評估模型(IAMs)的評估結果，不同 SSP 路徑用顏色區分，粗線則代表每個 SSP 路徑的主導模式。

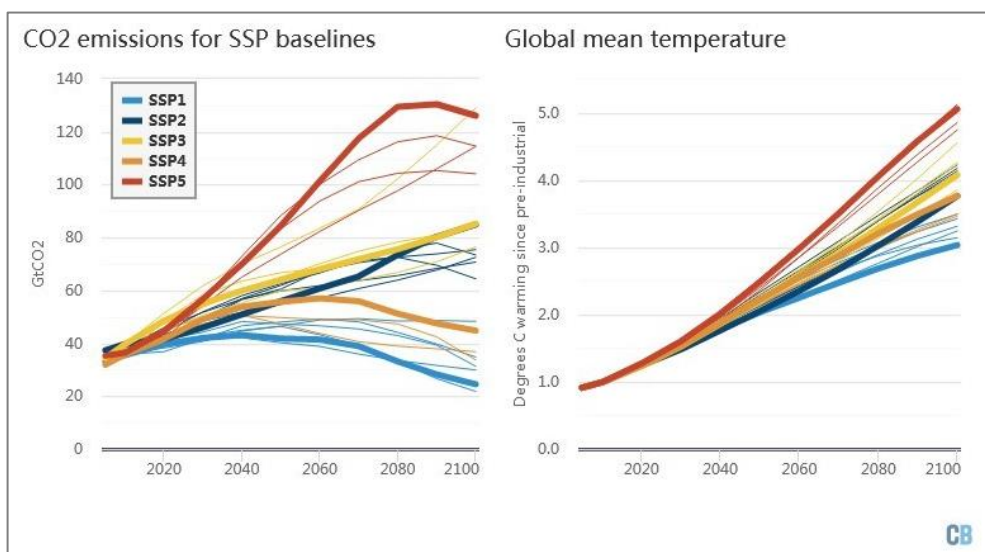


圖 5、5 種 SSP 路徑的 21 世紀二氧化碳排放量和全球平均溫度增加趨勢

資料來源：Zeke Hausfather (2018)

下表簡要說明了 5 種 SSP 路徑的介紹，描述了在不同模型之下對世界未來經濟、人口、技術、生活方式、政策和制度等趨勢的變化。

表 4、5 種 SSP 路徑簡介

編號	標題	說明
SSP1	永續——走綠色道路(減緩和適應的挑戰低)	世界逐步且普遍的轉向更永續的道路，強調更包容的發展、尊重可感知的環境邊界。全球對環境的管理慢慢得到改善，教育和健康投資加速了人口結構的轉型，對經濟成長的重視轉向對人類福祉的更廣泛的重視。由於對實現發展目標的承諾越來越大，各國之間和國家內部的不平等都逐步減少。消費趨勢是傾向使用更少材料、資源和能源。
SSP2	中間路線(減緩和適應的挑戰中等)	世界走的是一條社會、經濟和技術趨勢不會明顯偏離歷史模式的道路。發展和收入增長不平衡，一些國家取得了較好的進展，但其他國家卻沒有達到預期。全球和國家機構努力實現永續發展目標，但進展緩慢。環境系統經歷了退化，儘管有一些改善，並且總體而言資源和能源使用強度下降，全球人口適度增長，在本世紀下半葉趨於平緩。但收入不平等持續存在或改善緩慢，減少社會和環境變化脆弱性方面的挑戰仍然存在。
SSP3	區域競爭——崎嶇不平的道路(減緩和適應面臨巨大挑戰)	各國民族主義的復甦、對競爭力和安全的擔憂以及區域衝突，促使各國越來越關注國內問題或區域問題。 政策逐步傾向於解決國家和區域安全問題。各國專注處理其區域內的能源和食品安全目標，而忽略了更廣泛的發展。對教育和技術發展的投資減少。經濟發展緩慢，且消費模式為物質密集型，社會不平等現象持續存在或長期惡化。工業化國家的人口增長較低，發展中國家的人口增長較高。國際對解決環境問題的重視程度不高，導致一些地區的環境嚴重惡化。
SSP4	不平等——分化的發展道路(減緩和適應挑戰低，適應挑戰大)	國家之間對人力資本投資高度不平等，再加上經濟機會和政治權力的日益懸殊，導致各國間和內部的不平等和貧富差距現象更加嚴重。 在此背景下，兩種國際社會間的差距會持續擴大，一種是與國際接軌、在全球經濟中主導知識和資本密集產業的社會，另一種則是主導勞動密集型、低技術經濟、是低收入、教育程度低的社會。社會凝聚力下降，衝突和動盪變得普遍。高科技經濟和產業的技術發展高。與全球經濟相關的能源產業發展差異極大，既投資於高碳排產業如煤碳和非常規石油，也投資於低碳能源。國際環境政策僅關注中高收入區域的在地問題。
SSP5	傳統化石燃料	這個世界越來越相信競爭性的市場、創新和參與性社會，能夠產生高速科

編號	標題	說明
	為主——高速發展(減緩挑戰高,適應挑戰低)	技進步和人力資本發展,以此作為永續發展的路徑。全球市場日益一體化。在健康、教育和機構方面也有大量投資,以提高人力和社會資本。在推動經濟和社會發展的同時,全世界都在開採豐富的化石燃料資源,採用資源和能源密集型的生活方式。這些因素都導致了全球經濟的快速增長,而全球人口在 21 世紀達到頂峰並下降。空氣污染等地方環境問題得到了成功的管理。人們相信有能力有效管理社會和生態系統,包括在必要時進行地球工程。

資料來源：Keywan Riahi (2017)

2. SSPX-Y情境

IPCC AR6 採用了國際型氣候計畫下的 CMIP6²(Coupled Model Intercomparison Projects, 耦合氣候模式對比計畫)所提出的氣候情境。這些情境以社會經濟路徑(SSP)和代表濃度路徑(RCP)情境為基礎,更新了五個情境: SSP1-1.9、SSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP3-7.0 和 SSP5-8.5。AR6 所採用的氣候模型相較 AR5 具有較高的氣候敏感度(Climate sensitivity),氣候敏感度意即模型對全球二氧化碳濃度增加一倍時,全球平均地表溫度將增溫幾度的回應程度。

本報告以下方表 5 以 SSP 路徑為 X, RCP 情境為 Y, 整理了不同 SSP 路徑和 RCP 情境之間的對照表, 並簡要說明不同 SSPx-y 情境的意涵。

表 5、SSP 路徑與 RCP 情境對照表

SSP 路徑/ RCP 情境 (W/m ²)		X			
		SSP1	SSP2	SSP3	SSP5
Y	8.5				SSP5- 8.5
	7.0			SSP3- 7.0	
	4.5		SSP2- 4.5		
	2.6	SSP1- 2.6			

² CMIP(Coupled Model Intercomparison Projects, 耦合氣候模式對比計畫)為一個國際的公開資料平台, 隸屬於 CMIP 的世界各國研究組織將其生產的 GCM 模式資料上線於此, 使全球研究者能簡便地獲取這些資料, 大幅簡化研究者從各處蒐集彙整資料的複雜性與困難度。各期的 CMIP 建模小組的工作主要圍繞 IPCC 發布報告的時間表來展開。因此, CMIP6 的工作主要是為了 IPCC AR6 報告所提出的氣候模型而進行。

	1.9	SSP1-1.9			
--	-----	----------	--	--	--

資料來源：安永團隊整理

表 6、SSPX-Y 情境特徵說明與 RCP 對照

SSPX-Y 情境	特徵說明	最接近的 RCP 情境
SSP1-1.9	2100 年的升溫幅度相較於工業化 (1850-1900 年) 前增加約 1.5°C，並能於本世紀中葉達到淨零排放。	不適用。並無與 SSP1-1.9 相當的低排放濃度 RCP 情境存在。
SSP1-2.6	2100 年的升溫幅度相較於工業化 (1850-1900 年) 前增加約 2.0°C，並能於本世紀下半達到淨零排放。	RCP2.6。不過 RCP2.6 情境下的升溫幅度稍微小一點。
SSP2-4.5	該情境直到 2030 年為止的碳排放量，基本上與 2020 年前各國所定下的國家自定貢獻(NDCs)目標一致。SSP2-4.5 的預測升溫幅度範圍，於本世紀末約落在 2.7°C。	2050 年前接近 RCP4.5，2050 年後接近 RCP6.0。
SSP3-7.0	在 SSP3 的共用社會經濟路徑中，由於沒有額外的氣候而產生的一個中高排放量情境。SSP3-7.0 有特別高的非二氧化碳排放量，包括氣溶膠排放。	介於 RCP6.0 和 RCP8.5 之間，但 SSP3-7.0 的非二氧化碳和氣溶膠排放量高於任何的 RCP 情境。
SSP5-8.5	沒有實施額外氣候政策的高排放情境。除了 SSP5 之外，其他的共用社會經濟路徑(SSP)下都沒有得到這麼高的碳排放水平。	接近 RCP8.5，但 SSP5-8.5 直到本世紀末的二氧化碳排放量高於 RCP8.5，甲烷排放量則低於 RCP8.5。整體而言，SSP5-8.5 下的升溫幅度略高於 RCP8.5。

資料來源：安永團隊整理自 IPCC AR6 WGI 報告

圖 6 則比較了 CMIP5 和 CMIP6 下不同情境的二氧化碳排放量趨勢。表 7 則整理了 IPCC AR6 報告中，對於不同 SSPx-y 情境下於未來的可能升溫幅度。

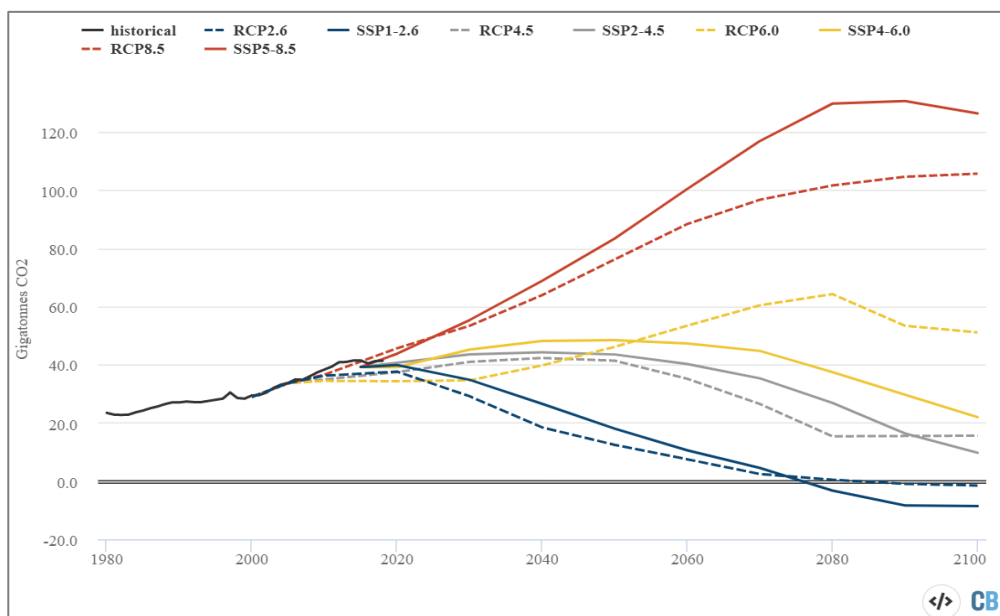


圖 6、CMIP5 和 CMIP6 下不同情境的二氧化碳排放量趨勢

資料來源：Zeke Hausfather (2019)

表 7、五種 SSPx-y 情境下的未來升溫溫度(°C)

情境	近期(2021-2040 年)		中期(2041-2060 年)		長期(2081-2100 年)	
	最佳預測溫度(°C)	高機率溫度範疇	最佳預測溫度(°C)	高機率溫度範疇	最佳預測溫度(°C)	高機率溫度範疇
SSP1-1.9	1.5	1.2-1.7	1.6	1.2-2.0	1.4	1.0-1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2-1.8	1.7	1.3-2.2	1.8	1.3-2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2-1.8	2.0	1.6-2.5	2.7	2.1-3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2-1.8	2.1	1.7-2.6	3.6	2.8-4.6
SSP5-8.5	1.6	1.2-1.9	2.4	1.9-3.0	4.4	3.3-5.7

資料來源：IPCC (2021)

3. 說明性減緩路徑 (Illustrative Mitigation Pathways, IMPs)

IPCC WGIII 在 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change 報

告中提出超過 1203 個通過檢驗的情境，並歸納五種說明性減緩路徑 (Illustrative Mitigation Pathways, IMPs)，分別為：「再生能源為主路徑」(IMP-Ren)、「需求抑制路徑」(IMP-LD)、「負排放技術為主路徑」(IMP-Neg)、重視永續發展的「典範轉移路徑」(IMP-SP)，以及「逐步減量路徑」(IMP-GS)，其中 IMP-GS 僅能將增溫抑制在 2°C。

表 8、AR6 中兩種主要參考路徑與說明性減緩路徑之情境敘事

情境		概述	政策	創新	能源	土地利用、 食物與生物多樣性	生活型態
現行政策 (Current Policies, CurPol)		持續現行政策與趨勢	僅施行現行政策未考量各國減量目標	一切照常；低碳技術進展緩慢	化石燃料為主；鎖定效應	西方飲食型態；農耕面積擴張緩慢	需求持續成長，消費型態照常
些許行動(Moderate Action, ModAct)		國家自主貢獻(NDCs)、零星政策	強化政策落實 2030 年減量承諾；些許 2030 年後的行動	相較於 Cur-Pol 有微幅改變	減少煤炭使用，再生能源成長，仍有化石燃料投資的鎖定效應	施行 NDCs 承諾中的造林與森林復育政策	相較於 Cur-Pol，有微幅改變
說明性 減緩路徑 (IMPs)	負排放為主 (Net Negative Emissions, Neg)	各產業均採取減量行動，大幅仰賴供給面的負排放技術	健全的國際氣候政策體制，特別重視長期增溫目標	進一步發展碳移除技術	碳移除技術、仰賴負排放的運輸、製氫技術	造林與森林復育政策，生物能源與碳捕獲和儲存(BECCS)發展導致土地利用競合	非關鍵因素，僅有因為價格上漲誘發的微服改變
	再生能源為主 (Renewables, Ren)	再生能源的快速佈建與技術發展；電氣化	健全的國際氣候政策體制，友善再生能源發展的政策與財政誘因	發電技術的快速發展與政策	再生能源、電氣化；部門耦合；儲能與 Power-to-X；更佳電網配置		因應高再生能源佔比下的服務及需求型態改變
	需求抑制(Low Demand, LD)	削減需求帶來早期減量					服務與需求改變；行為改變
	典範轉型 (Shifting Pathways, SP)	大規模轉型邁向永續，降低不平等並達到深度減碳	氣候政策以外亦考量 SDGs 政策		需求削減；再生能源為主	食物與農業廢棄物減量；低肉食占比的生活型態	服務需求改變；行為改變
	逐步減量 (Gradual Strengthening, GS)	2030 前的減量行動相較於 NDCs 逐漸加強	在 2030 年，目前的 NDCs 均有所落實，但 2030 後則邁向更強健、普世的氣候政策體制			與其他 IMPs 情境類似，但有所延遲	

資料來源：本表格參考臺灣永續棧自 IPCC AR6 WGIII 附件三 Table II.2 之整理

(二) Getting physical scenario analysis for assessing climate-related risks³

此研究報告以美國市政債券、商用不動產抵押貸款證券(CMBS)，以及公用電業為研究對象，證明將氣候模型的解析度提升後，實體風險因地點的不同而有很大的變動。

研究報告顯示颶風、野火，以及乾旱等災難的風險沒有被投資組合納入計價，其原因有二。其一是因為金融市場變動快速，參與者多聚焦於短期風險，而忽略或低估未知、遙遠的風險；其二，是因為工具與數據的不足，以致風險管理決策都基於不再適用的舊資料上。然而過去的資訊不足以用來預判未來發展，因全球氣溫、颶風生成的機率等變化，讓世界已經與以往不同。仰賴過去的歷史數據會導致氣候相關風險的金融影響力被低估，而沒有考量長遠利益與影響的政策與規範將加劇前述風險。

氣候模型可以彌補風險評估被低估的差距，並為極端氣候事件發生的機率提供更精確的評估。惟氣候模型仍是一門發展中的學問，且不同模型會導出不同的結果，且各模型各有不同的不確定性因子。

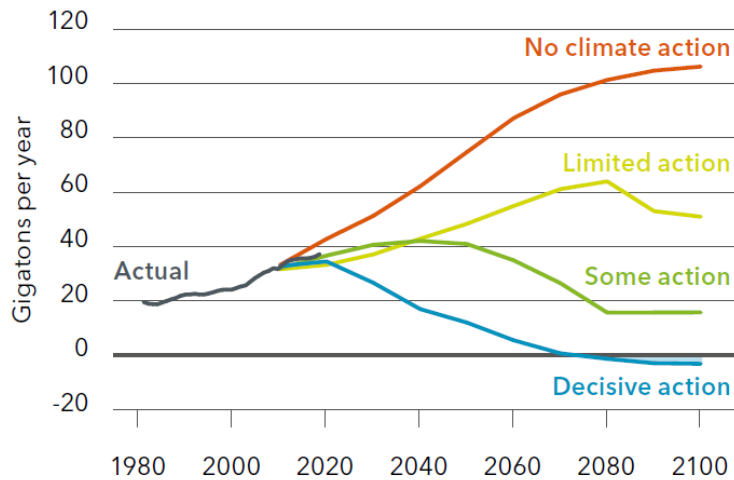
技術突破大幅提升實體風險評估的解析度，可以透過大數據與雲端運算將評估顆粒度縮小至 20 平方公里，進而分析特定地區的風險。此報告點出，實體風險的評估多將目光放眼在未來，忽略了現在已然面臨的危機。

下圖 7 係四個代表濃度路徑(RCPs)，由上而下為無氣候行動(RCP 8.5)、有限行動(RCP 6.0)、些許行動(RCP 4.5)，以及採取果斷行動(RCP 2.6)情況下的溫室氣體排放情形。其中實體風險在 RCP 8.5 與 RCP 6.0 情形下最顯著，轉型風險則在 RCP 4.5 的情形下較大(因需透過政策減少排放、透過科技突破創造清潔能源等才能達到 RCP 4.5 的情境)。由於此報告書聚焦於實體風險，故多使用 RCP 8.5 情形做為情境分析設定。

³ BlackRock Investment Institute, (2019), Getting physical Scenario analysis for assessing climate-related risks. Retrieved from: <https://www.blackrock.com/us/individual/insights/blackrock-investment-institute/physical-climate-risks>

Plotting pathways

Scenarios for fossil fuel-related CO₂ emissions, 1980-2100



Sources: BlackRock Investment Institute, with data from Rhodium, March 2019.

圖 7、石化燃料相關之二氧化碳排放(1980-2100)

資料來源：BlackRock Investment Institute, (2019), Getting physical Scenario analysis for assessing climate-related risks.

1. 市政債券

根據聯準會 2018 年末的資訊，市政債券市場有高達 3.8 兆美金餘額。氣候相關風險的影響因地點之不同而有很大的差異，如：美國沿岸與南部地區受的影響最大，但此報告書的研究顯示，位於氣候風險敏感地區的市政債券溢價與非敏感地區的債券溢價無異。此報告認為溢價無顯著差異的原因如下：

(1) 未受到足夠關注

大多投資人尚未嚴肅考量過氣候風險的影響，部分原因是由於數據顆粒度不足，不適合套入模型。

(2) 投資期限(Time horizon)

最嚴峻的實體風險影響會發生在未來數十年後，比多數投資者與信評機構所考慮的期程還長遠(市政債券的平均存續期間為 16 年)。如此時間觀可能導致現今的風險被低估。

(3) 保險

位於高氣候風險地區的債券多有保險保障，降低投資人對於氣候災害的擔憂與關注。前述現象也是市政債券價格在暴風創傷之後會下跌，但也會迅速恢復的原因。

(4) 聯邦緊急事務管理署(Federal Emergency Management Agency, FEMA)

受到暴風創傷的地區通常會在 FEMA 的金援下重建，因此投資人會預設債券在 FEMA 的擔保下免於氣候災害。然當災害成本逐漸攀升，可能會超過 FEMA 可承擔的程度。

報告書建議投資人須關注州政府與市政府的準備程度以評估其信用之可信度，但對於準備程度的資訊揭露不足讓投資人難以衡量投資風險。

氣候風險暴露分析可以協助評估美國市政債券發行者的弱點。此報告書將氣候資訊與資產資訊連結，點出未來幾年可能面臨嚴峻氣候影響的區段，將有助於風險評估。

2. 商業不動產抵押貸款證券(CMBS)

報告書聚焦於颶風與洪水風險，評估商業不動產產業之預期損失。同時發現於 2017 年受 Harvey 與 Irma 颶風影響的商用不動產有高達 80% 坐落於官方淹水潛勢地圖區域外(flood zone maps)。且報告書的研究顯示，貝萊德資料庫中的 CMBS 遭受等級 4 或等級 5 龍捲風影響的機率自 1980 年提升了 137%；在 RCP 8.5 情境下，未來 30 年內受等級 5 龍捲風影響的機率將提升 275%。另外，在 RCP 8.5 情境下，CMBS 資產每年受暴潮風險大於 1% 的物件數量將於 2060-2080 年間攀升 1800%。

除了對不動產造成實體傷害，洪水與颶風也會以下列方式對 CMBS 市場帶來影響：

- 保費上升、承保範圍下降
- 能源使用、空氣冷卻系統等營運成本上升
- 為增加建物韌性額外增加的資本支出(如：備用發電機、幫浦系統，以及加強建築外部結構)
- 租戶在極端氣候事件之後違約或遷離建築所致之拖欠款項
- 在高風險地區的不動產評價下降或流動性下降

3. 公用電業

此報告將影響公用電業的氣候風險歸納為兩類：立即性衝擊，如颶風與野火；長期性事件，如高溫、洪水，以及乾旱等。研究透過比對 S&P 發電業指數於風災前後的波動，結果顯示風災對公用電業產業的整體價格波動並無明顯影響。而在比對受影響區域的價格與波動之後，得出以下結論：

- 風災後約 40 天內，股價會承受災害事件的壓力，比起產業指數損失約 1.5%。
- 風災後約 30 天內，選擇權的波動會增加約 6%。
- 不久之後，股價與波動程度皆會回升、回穩到產業平均。

由於災害發生的確切位置無法預測，風災前價格與波動並未受影響。災害發生後，投資人會售出受影響區域的股票，反映出對實際損失尚未明確的不安；災後迅速回暖則顯示出投資人認為對颶風的影響過度反應，也意味著風災所致之影響終將被遺忘。

除此之外，氣候事件對發電機組的影響不只因所位之地域不同，也因發電機的類型不同而有所差異。如風力發電受颶風影響較大，因風力發電機在強風侵襲下會自動斷電，以保護馬達。下圖 8 於縱軸列出不同能源類型(天然氣、燃煤、核能、水力、風力、太陽能，以及地熱發電)受颶風、野火、高溫、洪水，以及乾旱五種災害影響的程度。

Risk by risk; plant by plant
BlackRock's climate risk exposure framework for electric utilities

Extreme weather event	Hurricanes	Wildfires	High temperatures	Floods	Droughts
Relative impact (1-10 scale)	10	7	5	4	4
	Weight of extreme weather exposure (%)				
Fuel source					
Gas (35% of U.S. generation capacity)	38	13	19	15	15
Coal (27%)	38	13	19	15	15
Nuclear (19%)	38	13	19	15	15
Hydro (7.0%)	26	18	13	21	21
Wind (6.6%)	63	22	16	0	0
Solar (1.6%)	49	17	24	10	0
Geothermal (0.4%)	44	16	22	18	0

Sources: BlackRock's Sustainable Investing and BlackRock Investment Institute, with data from EIA, U.S. Department of Energy, Rhodium Group and Verisk Maplecroft, March 2019.

圖 8、不同能源類型受不同氣候災害之影響

資料來源：BlackRock Investment Institute, (2019), Getting physical Scenario analysis for assessing climate-related risks.

投資人須將氣候相關風險加入財務風險與機會的評估與分析，且為長遠利益著想，應買進低氣候風險暴險的投資標的、賣出高氣候風險暴險的投資標的，尤其部位持有越久，其面臨的氣候不穩定性，以及極端氣候發生的頻率與強度越高，更應重新考量、評估氣候風險在投資組合中的影響力。透過高顆粒度氣候資料，此研究以美國為例，證實：

- 極端氣候事件對價值 3.8 兆美元的市政債券市場帶來越來越大的信譽風險。
- 對於商用不動產而言，颶風與洪水是主要氣候風險，進而影響坐落於官方淹水潛勢地圖外之 CMBS 貸款，
- 老舊的基礎建設使美國供電部門暴露在颶風與野火風險下。

此報告書以美國為例，證實實體風險因地域不同，可能造成之影響也有極大的差異性(如，有些地區所受之實體風險極大，而少部分地區反而因氣候變遷而降低實體風險機率)。另外，報告書也透過市政債券表現，點出氣候風險尚未被納入債券等商品，影響投資人對發行機構之準備度的判斷：透過 CMBS 點出颶風、暴潮加劇，將影響官方淹水潛勢地區外之不動產；透過公用電業所面臨之颶風與野火風險，再次證實氣候風險預期帶來的損失金額被低估。

(三) IEA WEO 2021 情境分析簡介

國際能源總署(IEA)於 1974 年由經濟合作發展組織為應對石油危機而設立，組織目前業務主要為拓展 3E 能源政策(Energy, Economy, Environment)，包括擴大安全能源的使用、促進新興經濟體發展與合作與清潔能源技術已達環境保護，並提供能源相關分析、數據、政策建議和現況多項領域問題解決方案，致力於減輕氣候變遷，達成能源效率目標等，協助各國倡導具安全與永續的能源政策的一全球性機構。

2021 年《世界能源展望(The World Energy Outlook (WEO 2021))》作為第 26 屆聯合國氣候變化大會(COP 26)的能源指南，旨在提出

各國與 2015 年《巴黎協定》所制定的積極目標，於轉型過程所需要的一個明確的信號，特別指出各國目前的減碳承諾對於能源產業和氣候議題的交互影響，以及政府與產業如何在限制升溫 1.5°C 的情境下，邁出與達成下一階段的里程碑。為此，IEA 於 WEO 2021 提出了 2050 年淨零碳排(Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE))，為目前最積極的情境假設，並初步繪製了全球能源產業的減碳路徑圖，以及針對積極轉型的過程中，可能面臨的氣候轉型風險與機會，有更進一步的探究，如國際碳費成本的估算、低碳技術的轉換及低碳產品的市場未來需求等，為國際邁向淨零轉型的標竿報告書，並受各界永續評鑑與研究機構所採納。本報告書中所採用之情境，彙整如下表：

表 9、IEA WEO 2021 採用之四種氣候情境說明

Scenario	中文情境	說明
Stated Policies Scenario (STEPS)	既定政策情境	反映當前各國政策設置，該設置基於對現行具體政策以及世界各國政府已宣布的政策採取各部門實現可能性較為保守的排放路徑評估。
Announced Pledges Scenario (APS)	宣示目標情境	假設世界各國政府做出的所有氣候承諾，包括國家自主貢獻(NDCs)和長期淨零目標將全部按時實現。
Sustainable Development Scenario (SDS)	永續發展情境	符合《巴黎協定》目標，假設能源獲取與相關能源使用品質與聯合國永續發展目標(SDGs)與各國淨零目標皆實現的情境，並預計在 2070 年前實現全球淨零排放。
Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE)	2050 淨零排放	為全球能源部門到 2050 年實現二氧化碳淨零排放且提供了一條可實現的途徑。此情境在世紀末限制溫升 1.5°C 與 IPCC 溫室氣體排放途徑的特別報導中目標一致。

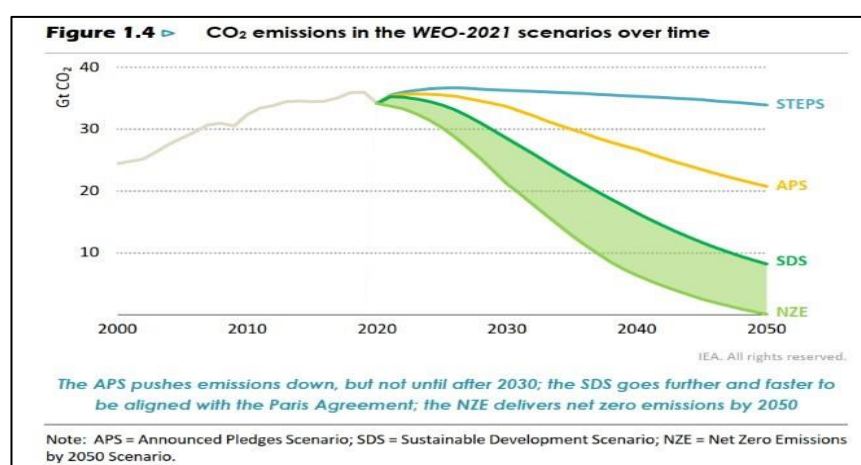


圖 9、IEA 不同情境下之全球二氧化碳排放減碳路徑圖

資料來源：IEA WEO 2021

於此報告書中，IEA 詳盡盤點了全球各國在能源轉型方面，於各情境下描繪了二氧化碳減碳路徑會如何進展及各情境如何彼此彌補差距，如圖 9。另外，也透過 MAGICC 氣候模型，計算四種情境未來的升溫潛勢，如圖 10，若欲達成《巴黎協定》於 21 世紀末達成 1.5°C，則警惕全球政府、企業與相關單位，應盡可能遵循 NZE 的減碳路徑規劃。

Table 1.1 ▶ Temperature rise in the WEO-2021 scenarios (°C)

Scenario	2030		2050		2100	
	50%	33% – 67%	50%	33% – 67%	50%	33% – 67%
Stated Policies	1.5	1.4 – 1.6	2.0	1.8 – 2.1	2.6	2.4 – 2.8
Announced Pledges	1.5	1.4 – 1.6	1.8	1.7 – 2.0	2.1	1.9 – 2.3
Sustainable Development	1.5	1.4 – 1.6	1.7	1.5 – 1.8	1.6	1.4 – 1.7
Net Zero Emissions by 2050	1.5	1.4 – 1.5	1.5	1.4 – 1.7	1.4	1.3 – 1.5

Note: Shows the maximum temperature rises with 33%, 50% and 67% confidence levels.
Source: IEA analysis based on outputs of MAGICC 7.5.3.

圖 10、IEA 透過氣候模型模擬不同情境下之溫升情形

資料來源：IEA WEO 2021

(四) Climate Scenarios: What we need to know and how to generate them⁴

不同於推斷實際氣候演變的氣候預測(climate prediction)，氣候情境是基於預設的氣候關聯性與輻射強迫作用的假設，作為模型輸入值的簡化假設情境。本報告書討論氣候情境在三種不同類型的調適方法(IPCC 法、人類發展法，以及風險法)中扮演的角色。

1. IPCC法(IPCC approach)：

IPCC 法中，氣候情境是調適計畫(adaptation planning)中重要的一環，透過高品質的氣候情境資訊，可以辨識出較為脆弱的產業與群體，並進一步提升其調適力。

⁴ CIFOR, (2008), Climate Scenarios: What we need to know and how to generate them. Retrieved from: <https://www.tcfddhub.org/resource/climate-scenarios-what-we-need-to-know-and-how-to-generate-them/>

2. 人類發展法(Human development approach)：

人類發展法認為加強調適的強度與類型對於降低脆弱度，以面對未來氣候變遷的衝擊至關重要。依照人類發展法的理解，脆弱度是由氣候與非氣候壓力造成，並將調適的重點放在既有的氣候巨災，以及影響調適能力的因子上(如，金融資源、相關科技技術以及善用技術的人才，與資訊可取得性等)。人類發展法的不足之處在於先入為主的認為未來的脆弱區塊會與現在一樣，若將調適計畫建立在現在評估出來的脆弱區塊上，可能會不適用未來的氣候狀況，或與未來的氣候狀況關聯性不足。因此人類發展法較不適用於設計長遠的調適計畫。情境分析的使用與人類發展法較無關聯性。

3. 風險法(Risk approach)：

風險評估是風險管理的一部份，以減少對人類健康與生態系造成影響的風險。此方法的一大重點是透過管理不確定性，辨識出潛在的災難事件並加以管理。氣候情境在風險法中主要作為評估氣候變遷與風險事件的輔助工具，並用以辨識影響門檻 (impact threshold)、量化不確定性，並設計出降低風險的規劃。

氣候情境的使用比重會因在前述三種調適方法下，會因調適方法的不同而佔據不同重要性。總結來說，氣候情境與人類發展法較無關聯性，卻是 IPCC 法中重要的一環。聚焦於氣候變遷下的社會脆弱度的研究，多會套用現今的氣候變因，因此人類發展法不太仰賴氣候情境。氣候情境的使用之於風險法的重要性則處於前述兩者中間。

所需的氣候數據

進行情境分析所需的數據依研究類型與領域而異，報告書自 IPCC 氣候衝擊與調適評估之情境數據使用指引 (IPCC General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment, IPCC-TGICA 2007) 截取適用於基線研究的因子，如：變因(最常見的變因有地表氣溫觀測、雨量觀測)、空間尺度(包含單站觀測、區域資訊、全球資訊)、時間解析度、極端氣候事件等。IPCC 將氣候情境基於其建構方式分為三種類型：合成

情境、類比情境，與氣候模型情境。

1. 合成情境(synthetic scenario)

合成情境即漸變情境(incremental scenario)，對特定氣候元素任意進行變量調整，如：將溫度自基準水準增加 1°C、2°C；或將降雨量增減 5%、10%。變量調整的期間可能是以月、季、年，或雙年為單位。

2. 類比情境(analogue scenario)

類比情境需辨別可能代表特定地區未來氣候情形的氣候紀錄。可以透過時間模擬情境(以過去氣候紀錄做為未來氣候可能的參考)或空間模擬情境(利用另一地區的現有氣候資訊作為特定地區的未來氣候參考)。

3. 氣候模型情境(Climate model-based Scenario)

氣候模型情境是建立在大氣環流模式(General Circulation Model, GCM)的產出上，以其基準情境為底，再根據模擬中現在與未來氣候的差距，將此差距套用在原本的基準情境上。GCM 是一套複雜的數值氣候模型(numerical climate model)，代表大氣、海洋、永凍圈，以及地表等氣候系統的物理變化過程，是現在唯一適用於測試全球氣候系統對溫室氣體濃度上升之變化的工具。

表 10、三種氣候情境優劣比較

情境分析的類型	好處	壞處
合成情境	氣候情境設定簡單，結果運算快速有利於探索不同變因的相對敏感程度	任意調整變量作為假設，會與實際未來氣候情形脫鉤
類比情境	採用既有資料，資料取得具便利性 雖古氣候(paleoclimatic)之氣候變遷非人為造成，但暖化所造成的環境變化依然可以作為參考依據	時間模擬情境採用古氣候的歷史紀錄，而當時的氣候變遷並非人為溫室氣體排放所致，所以會與未來氣候變遷的路徑與原因不同 空間模擬情境的劣處在於取用另一地區的空間資訊，無法代表特定地區的未來氣候
氣候模型情境	具備眾多可調整之參數	運算與模擬之費用昂貴

資料來源：本團隊整理

整體而言，較細緻的空間解析度優於解析度較為粗略的數據，有利於建立資料庫，也有利於進行不同規模的影響評估。但高

解析度意味著龐大的資訊量與儲存空間需求。報告書提出三種將低解析度資料調整為高空間解析度資料的方式，分別為：單純插值法、統計降尺度，以及高解析度動態模型。

1. 單純插值法(simple interpolation)

最簡單的降尺度方法為單純插值法，透過抓取鄰近網格的資訊，將差異以差值法疊加於基準情境的數值上，以解決鄰近網格間的不連貫。

2. 統計降尺度(statistical downscaling)

分為兩步驟：(a)計算當地氣候變因(如，地表氣溫與降雨量)與大尺度預測因子之間的關聯性，(b)將前述關聯性套用至 GCM 之產出以模擬當地氣候特質。統計降尺度方法中，假設(a)步驟因子之間的關聯性不變。

3. 高解析度動態模型(high-resolution dynamic modelling)

數值動態模型可用於產生高解析度氣候情境，且氣候情境可被區分為三種方式：

- (1) 氣候片段模擬法(time-slice experiment)；高解析度的 GCM，但時間長度有限
- (2) 拉伸網格法 (stretched grid experiment)：解析度變動的 GCM，其中於重點觀測地區的解析度最高
- (3) 巢式法(nesting approach)：使用 GCM 產出的有限區域模型(又稱為區域氣候模型(Regional climate model, RCM))。

調整空間解析度的方式	好處	壞處
單純插值法	由於執行方法簡單，是目前在情境發展中最高為廣泛使用的方法。	使用插值的預測不精準、無法提供精確的空間變化資訊
統計降尺度	較高解析度動態模型便宜，且可以迅速套用至多個 GCMs。	需要大量觀測數據且將當下的物理地形鎖定後，恐導致未來計算產出誤判
高解析度動態模型		由於計算方式複雜，運算費時

資料來源：本團隊整理

統計降尺度與 RCM 是常見的降尺度方式，透過兩者結合，可以產出高解析度的氣候情境以及地氣交互反饋(land atmosphere feedbacks)。

GCM 被視為最適合預測人為推動之氣候的模型，但 GCM 資料顆粒度不夠細緻，處理資料顆粒度的程序(如降尺度)可能降低資料的真實性，因此選擇降尺度的方法須在氣候預測的真實性、使用簡易度，以及所需使用的數據之間權衡，找出最佳平衡。

綜整上述方法學，建議我國金融業初步可以將氣候情境模擬模型建立在類比情境的基礎上，善用其既有資料之便利性，輔以合成情境之操作方法，透過調整特定氣候元素，檢視其對整體氣候情境的影響，將兩者之間的關聯性以及交互影響程度做為未來情境投射之參考。

(五) Changing Course

為響應氣候相關財務揭露(TCFD)之指引，對全球升溫 1.5°C、2°C、3°C執行情境分析，聯合國環境署金融倡議(UNEP FI)於 2018 至 2019 年間召集共 11 個國家的 20 個金融機構，在 Carbon Delta 5 的協助下分析、評估、測試市面上氣候相關情境分析方法。透過歸納此次試行專案之經驗，試圖完善金融相關產業之揭露標準，以達成揭露資訊的統一化、規範化及可比較性。情境分析是眾多企業在規劃永續發展策略時面臨的重大阻礙，且許多利害關係人對此沒有足夠的知識，無法全盤瞭解企業所面臨的氣候風險，統整數據如下：

1. 因低碳轉型而受影響的投資組合價值比例達 13.16%，約相當於 10.7 兆美元的價值損失；
2. 各產業面臨之氣候風險存在巨大差異，多角化經營有助於降低風險；
3. 2°C情境下，低碳能源轉型的經濟政策將創造高達約 2.1 兆的

⁵ Carbon Delta 為一家氣候資料分析公司，量化各種氣候情境下的風險，其開發之氣候風險(CVaR)模型，為金融機構提供工具評估氣候變遷造成的影響。

綠色收益；

4. 氣候相關機會可降低在 3°C、2°C 和 1.5°C 情境下因政策產生的損失，投資組合在三種情境下的收益分別為 3.21%、6.94% 和 10.74%；
5. 如政府延遲制定溫室氣體減排政策，則與氣候政策順利制定並立即生效的情境相比，投資組合將面臨 1.2 兆美元的額外成本。

情境分析包含 5 項要素：情境、氣候風險、分析方法、分析結果及資料細微性。

1. 情境：不同的分析方法所使用的實體風險與轉型風險將導致不同結果，此報告將重點放在氣溫造成的結果上，不過由於牽涉範圍較廣，因此需透過模型交互評估以架設可能之情境，例如：土地利用模型、能源系統模型、氣候模型、風險模型、總體經濟模型與綜合評估模型等。
2. 氣候風險：包含實體風險與轉型風險，實體風險可分為立即性或長期性，而轉型風險可能來自政策、法律、技術、市場與聲譽風險。
3. 分析方法：評估範圍包含交易對象的總體經濟環境及其價值鏈（供應鏈、營運與資產及市場）；評估深度包含交易對象的風險暴露、敏感度和適應能力。
4. 分析結果：可為質化、量化或兩者兼具之結果。質化之形式常以風險等級，量化則以交易對象的財務風險方式呈現。資料細微性：依據不同分析對象，蒐集不同資料層級，評估氣候風險的影響。

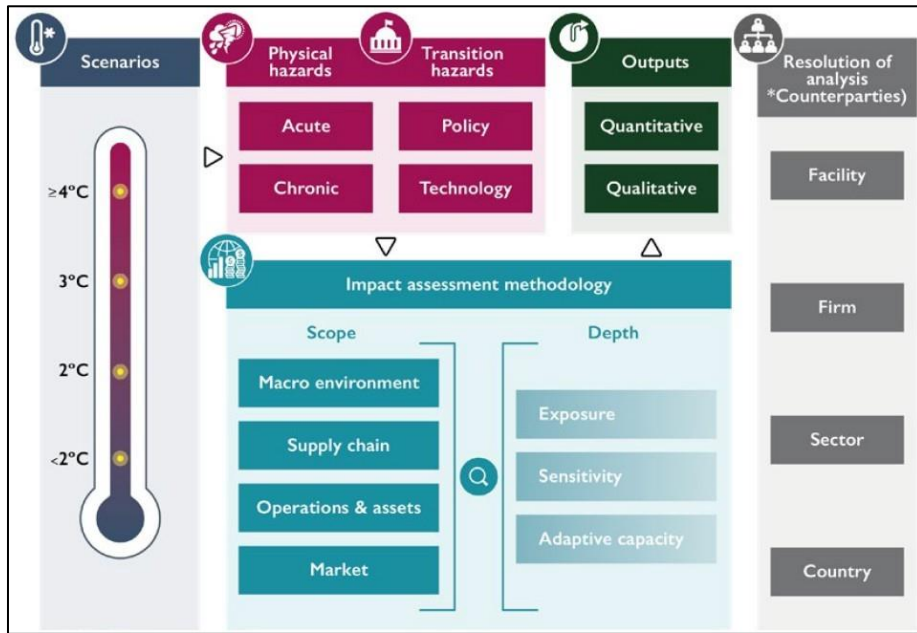


圖 11、情境分析要素

資料來源：UNEP Finance Initiative (2019)

情境分析應用於實體風險及轉型風險所需留意的影響因素如下：

1. 實體風險

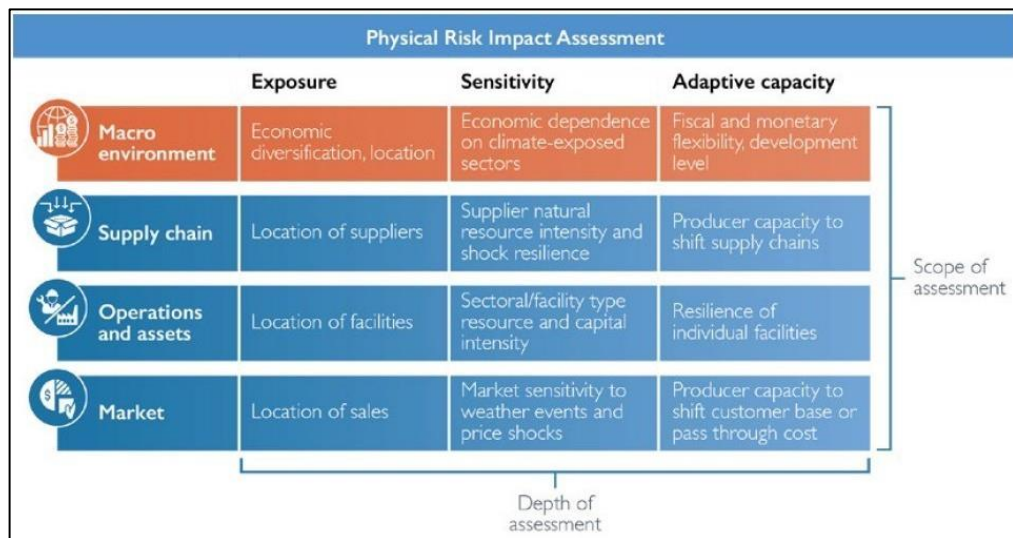


圖 12、實體風險分析框架

資料來源：UNEP Finance Initiative (2019)

- (1) 總體環境：極端天氣事件通常會破壞產能、降低生產率；而平均溫度變化則可能削弱或提高生產率，這意味著氣候變遷將影響各國商品和服務(或 GDP)的總產量。在某些情況下，氣候變遷引起的供應面衝擊也可能導致通貨膨脹壓力，如果未能提前預測，則可能會導致實際利率變化。與此同時，氣

候變遷對各國的差異化影響可能會影響區域貿易的平衡和匯率。

- (2) 供應鏈：氣候變遷的立即性或長期性影響可能為交易對象生產過程中資源取得和定價帶來重大影響，由於複雜的供應鏈遍佈全球，因此這與交易對象自身業務的地理位置無關。
- (3) 營運與資產：實體風險對公司營運和資產的影響是最直接的，例如：永久性升溫對勞動生產率造成長期影響，以及極端天氣事件導致業務中斷。
- (4) 市場：極端天氣事件可能會立即對需求產生衝擊，如果位於價值鏈下游的交易對象之客戶(或商品和服務之終端使用者)受到氣候變遷的影響，其產品需求會連帶受到影響。

評估深度包含三個部分，分別為風險暴露、敏感度和調適能力。

- 風險暴露：由交易對象的地理位置決定，因為地理位置決定其受氣候危害影響的可能性。
- 敏感度：由交易對象所依賴之自然資源最容易受影響的因素決定。
- 調適能力：交易對象透過改變供應商或客戶群，或者透過調整資產的方式調適風險並減輕影響。

2. 轉型風險

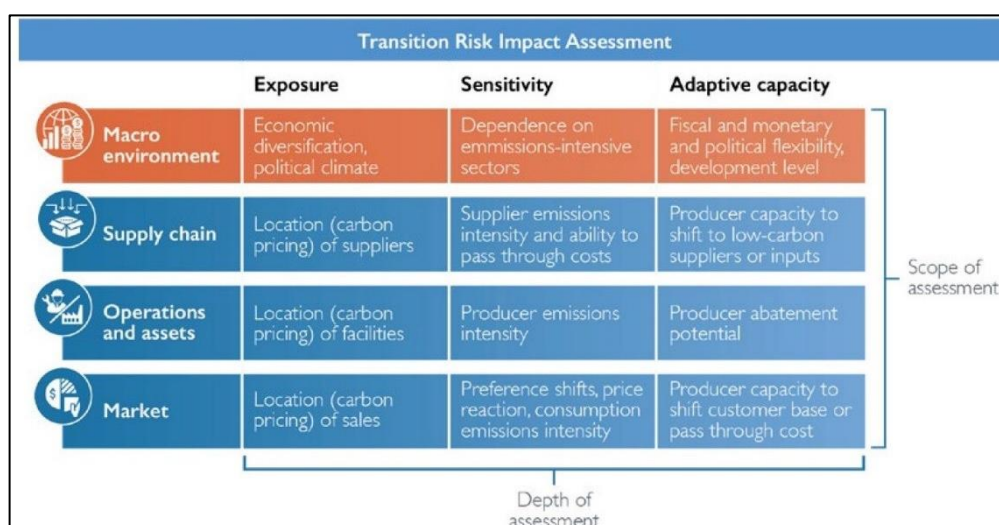


圖 13、轉型風險分析框架

資料來源：UNEP Finance Initiative (2019)

- (1) 總體環境：伴隨各經濟體積極響應《巴黎協定》的目標，轉型政策和技術變革將影響不同商品和服務的產出，可能透過匯率和貿易差額改變各經濟體在國際市場上的產業組成和競爭地位。而技術突破或碳價突然上漲可能造成價格衝擊，進而造成通貨膨脹、貿易地位或匯率的變化。
- (2) 供應鏈：如果高碳排放之供應商將碳價轉嫁至交易對象，會影響交易對象的生產成本，迫使其考量以較低碳的供應商替代。
- (3) 營運與資產：政策和技術變革對公司自身營運和範疇一排放的影響，包含鼓勵低碳轉型的政策及技術價格的變化所帶來的成本影響。
- (4) 市場：許多交易對象之產品屬於高碳排放，政策和技術的轉變可能是透過市場反應得知，例如：開採化石燃料相關產業，通常不是(範疇一)的高碳排放企業，因此即使引入碳價格，其受到直接成本的影響可能非常小。然而，化石燃料在消費過程中產生大量的(範疇三)排放，可能導致客戶面臨巨大的成本影響，進而減少對化石燃料產品的需求。

評估深度同上述實體風險，包含三個部分，分別為風險暴露、敏感度和調適能力。

- 風險暴露：由地理位置決定交易對象要遵循的氣候政策。
- 敏感度：交易對象的碳排放強度決定其每生產單位所需增加的成本；而消費者對碳定價的敏感度將取決於對產品的偏好和對價格衝擊的反應。
- 調適能力：交易對象移轉高碳排放供應商和客戶、轉嫁成本或直接通過提高能效進行減排的能力。

(六) Investing in a time of climate change

Mercer(美世顧問)於此份研究報告提出四點因素探討氣候相關投資風險：科技(T)、資源可得性(R)、實體風險造成的影響(I)與政策(P)，與四種情境：大幅改變(Transformation)、協同合作

(Coordination)、低度破壞(Fragmentation-Lower damage)、高度破壞(Fragmentation-Higher damage)，此四點因素和四種情境與氣候投資最為相關，用以評估風險與預期報酬，將其結合投資模型以進行資產分配。

1. 科技(Technology)：衡量支持低碳轉型技術之投資金額，低碳技術的成熟度代表能源改革、減緩碳排與去碳的強度。
2. 資源可得性(Resource Availability)：氣候變遷對自然和物質資源分佈/可用性的影響，如：較高的年平均溫度可能導致作物產量增加或減少
3. 影響(Impact)：氣候變遷對實體環境的影響，如：極端天氣事件導致財產損失和業務中斷。
4. 政策(Policy)：政府為減少溫室氣體排放量所制定之相關政策，如：碳定價、制定能源效率門檻及減少溫室氣體排放等。

報告提出的四種情境是以綜合評估模型(IAMs)作為主要分析方法，包含 FUND、DICE 與 WITCH 模型。

1. 大幅改變(Transformation)：採取高強度的行動以減緩氣候變遷，讓氣溫升幅控制在工業化以前的水準，此情境為 2020 年碳達峰，並於 2050 年降低 56%的排放量(相當於年碳排放量 220 億噸二氧化碳當量，且化石燃料的占比低於一半)。
2. 合作(Coordination)：政策與實際行動皆能相互配合，在本世紀結束以前將氣溫升幅限制在 3° C 以內，2030 年達到碳達峰且開始下降，並於 2050 年降低至 2010 年碳排放量之 27%(相當於年排放量 370 億噸二氧化碳當量，且化石燃料佔總體能源 75%)。
3. 低度破壞(Fragmentation-Lower damage)：缺乏實際行動與共同合作，將導致升溫超過 4° C，於 2040 年達到碳達峰，且碳排放量比 2010 年高出 33%(相當於 670 億噸二氧化碳當量，且化石燃料佔總體能源 85%)。
4. 高度破壞(Fragmentation-Higher damage)，則是如前述三種的可能情境，不過將帶來更大的經濟損失與不確定性。

綜合評估模型(IAMs)結合氣候科學與經濟數據，分析步驟概述為：經濟活動、溫室氣體排放、大氣濃度、溫度變化、GDP 變化，綜合評估模型(IAMs)為高度簡化的評估模型，因此必須忽略難以/無法量化的因素(如：政治力量)，並且假設為完全競爭市場，以達到成本最小化的結果。此外，要估計氣候變遷造成的經濟損失需要探討未來人類行為及其對 GDP 的潛在影響，將會增加許多不確定性。儘管如此，綜合評估模型仍為目前最有效的基礎模型。

此份報告考量未來 35 年情況，但隨著時間越長，預測的不確定性也隨之提高，未來仍需要藉由政府政策、科技、經濟、機構合作與行為改變來抑制氣溫繼續升高。

(七) Preparing Portfolios for Transformation

Mercer(美世顧問)於此報告主要探討模擬撤資傳統體系(以化石燃料及其他高排放產業為主)產業並轉型至低碳金融(停止使用化石燃料、永續能源)時將會面對的轉型風險以及對企業投資組合的影響。撤資是國家或企業對於單一或多項資產的資金撤離，而化石燃料產業的撤資請願事實上也已存在了許多年。除對環境的影響之外，化石燃料產業的投資更是將投資者置於擱淺資產風險中，當轉型政策實施後，儲存的化石燃料資產將會大幅貶值、化石燃料及高碳排放產業將會面臨高額的碳稅罰鍰。因此大部分國家對於撤資化石燃料產業都持保留態度，許多投資者轉而將資金投進永續能源或其他使用科技降低溫室氣體排放或者增加資產對於實體轉型風險的抗衡的產業。

目前並沒有足夠的歷史證據作為分析氣候變遷的主要論證，因此為了合理的預估國家撤資化石燃料產業轉而投資永續能源所造成的風險，此報告書使用整合評估模型(IAM)、政府間氣候變遷專門委員會(IPCC)第五次評估報告(AR5)及投資者的回饋分析出了四種假設及四種氣候變遷風險因子。這些情境係反映合理的結果，並代表的對平均溫度增加 2°C、3°C 及 4°C 未來如何發展的全球共識，而增加 4°C 的情況又分為較低及較高損害，以反映在此極端氣候變化的潛在不確定性。氣候變遷的風險可以大致分為轉型風險及實體風險，衍生出的四項風險因子則為：

1. 科技(T):針對低碳經濟的科技發展效率
2. 資源可取得性(R):長期氣候變遷的實體影響
3. 實體損害影響(I):環境因素導致的實質影響
4. 政策(P):為了規避人為製造環境改變所造成的風險，因應的國際/國家/次國家級的法規。

在結合四種假設與四種風險因子後，再由此規劃出以下三個投資組合方式(以美國為案例):

1. 基本投資組合(Base portfolio):假設國家沒有採取任何變動
2. 撤資(Divest):假設市場將化石燃料產業撤資
3. 撤資並重新投資(Divest and Invest):假設已從化石燃料產業撤資並將資金投資在永續能源

為了對比各個假設與風險的結果，此報告選出了兩項氣候情境分析，並將分析的時長定為 35 年。情境分析重點在於投資及管理的支出、忽略轉型時長及期間造成的開銷，並假定傳統金融體系皆可直接轉移投資至永續能源。

第一項情境為效率市場(Efficient Market)：此情境使用 Mercer 資產分配模型的結果，並假設對於環境改變並無激烈反應(並沒有暴露在 TRIP 風險中)，且市場上的商品價格正常，也沒有因投資永續能源造成的罰鍰。選擇此情境分析的原因是因為現有論文在此論點並沒有結論，並且提到觀點因人而異且市場針對環保議題及商品的價錢仍不確定。

第二項情境為轉型(Transformation)：此情境設定於暴露在風險因子的前提下達到平均溫度增加 2°C 的結果，並代表重大政策改變及增加低碳科技的投資以此做為情境可以更好的帶入擱淺資產風險，以轉型情境與效率市場情境做出對比可以量化低碳經濟的投資報酬及風險。

將三個投資組合及兩項情境分析總和後得出的結果為：在效率市場的情境下，投資報酬率並不穩定，而投資永續能源在利率及風險上差異不大。在轉型情境下，基本投資組合的回報率最低，其餘組合皆有較高的投資回報率，又以撤資並重新投資的組合為最佳。三個投資組合的結果則分別是：基本投資組合在平均年報酬率降低了 10 個基本點(bps)，基於美國本土及國際上產權流動，在 35 年中預估會繼續降低 30 至 40 個基本點，而風險穩定的上升。撤資組合在總報酬率上並無影響，自化石燃料產業撤資的舉動避免了許多負面影響，撤資組合僅在平均回報率降低了 10 個基本點。撤資並重新投資組合在兩項情境分析中皆贏過其餘二組，在效率市場的情境下預估年度報酬率增加 20 個基本點，並在 35 年內逐年增加 7%。而在轉型的情境下相比效率市場更增加了 100-150 個基本點，但在高收益債券及永續能源的產權轉移有較低的回報率，風險同樣穩定上升。

由上述測試中可以推斷出：從化石燃料產業撤資可以維持/稍微降低年均投資回報率，而投資永續能源將會增加投資回報率及風險，因此也證明，在撤資並重新投資情況下，早期推斷的結論(轉型後化石燃料存儲貶值及大規模碳稅將帶來負面>正面影響)並不正確。而永續能源投資做為一個低風險的投資則可以保證回報率不虧損，在有利的政策及科技研發的條件下可以確保利益，而傳統金融體系(包括化石燃料及高排放產業)長期之下將會損失利益。

(八) Investor primer to transition risk-analysis

1. 評估轉型風險的原因

本報告中提到需要評估轉型風險主要有兩個原因，第一是轉型已經迫在眉睫，若要將升溫控制在高於工業化前 2°C 將需要改變經濟的基本結構，包括能源、生產、建築、運輸和農業系統。這些轉變為公司以及投資機構帶來了潛在的轉型及實體風險。其二則是日益增加的揭露需求建議，新的國際和國家強制性和自願性的轉型風險揭露計畫陸續推出，例如：《法國能源轉型法》即要求特定企業投資人強制揭露其轉型風險及實體風險資訊，又如氣候相關財務揭露工作小組(TCFD)在 2017 發布氣候揭露建議的四大指標。

報告並指出由於缺乏對氣候風險和機會的分析模型，本報告出版當時，許多企業僅將氣候風險部分納入財務分析，然而根據研究，將轉型風險整合進財務模型的主要障礙是：在財務模型中進一步整合轉型風險和機會的障礙主要是工具與長期資料的缺乏。文中提及傳統的評價工具(例如現金流量折現模型)並不適合用於分析轉型風險，折現模型中的中、長期的風險與機會因為不確定性過高而不被考量；現金流量則會影響非線性風險(例如新政策或技術性中斷)，導致時長過於不確定而無法被模型採納；高現金流量則會造成低目標價格並導致模型偏重於短期現金流量/短期誘因而非長期誘因，以上三點皆導致轉型風險無法被納入評價模型。

2. 情境分析應用

情境分析可使用由上至下(從產業/資產分類開始)或者由下至上(從產業的實體資產/產品開始)兩種分析方式。情境分析的結果可供投資人評估其投資決策，透過將轉型相關風險量化，能辨認出有哪些因素需要被監測。以 climateXcellence 模型為例，文中詳細介紹了分析不同轉型情境對公司財務(收入、成本、資本支出)的影響所需的六個步驟，並特別關注其氣候適應能力。ClimateXcellence 主要運用於辨認企業、國家、產業等級的風險及機會，並分析風險因子在企業調適前後如何影響所得、稅收以及資本支出。

3. 如何選擇情境

- (1) 使用情境：情境分析通常介於世界平均升溫 1.5°C 至 6°C 之間，為了得出更有意義性的結果，TCFD 建議機構選擇一個增加 2°C 的情境以及一個最符合現況的情境(例如國家自主貢獻、實體氣候變遷情境)
- (2) 細緻程度：情境依據細節涵蓋的程度(區域級、產業級等)以及技術性資訊揭露程度，分析結果皆不相同
- (3) 參數一致性：氣候相關情境分析中包括了許多互相影響的指標，為了獲得可信的情境，其中的參數必須保持相同(地區性的改變應該與國際上的改變相對應)
- (4) 透明度：為了能夠被第三方機構驗證，企業應該將情境分析的基本假設公開。

4. 推薦的情境分析六步驟：

- (1) 從情境分析中取得關鍵性風險誘因：情境分析通常呈現特定產業不同的脫碳方式，但是幾乎無法斷定造成產業碳排放增加的風險因子，因此建議使用逆向歸納法(backward induction)來推算出轉型風險與情境分析資訊的銜接點。
- (2) 根據企業資訊建立資產/商品資料庫：氣候造成的轉型風險對企業的實體資產以及產品組合有不同的影響，企業必須創建以氣候相關風險及機會為中心的資料庫，而公開資料庫可以做為企業初始的基礎資料庫。
- (3) 使用技術經濟分析測試資產對風險的適應力：氣候相關財務模型必須考量企業預期的轉型風險及後續的減緩政策，以利於未來發展的資產以及財務績效。企業以不同的調適選擇(例如邊際減量成本曲線(MACC)、產品)作為起始點來探索不同的技術性選擇。
- (4) 預估資產在各式情境下的適應及發展：氣候風險測試是一項以 20-30 年為單位，涵蓋企業發展以及調整市場份額、企業策略、產品組合以及發展技術的測試模型，而外部原因，例如市場價格也可能加深對企業的影響。企業的基礎資產或產品組合皆為前面步驟 1 至步驟 3 的結果，資訊的不確定性可以更好的分析出多於兩種可能的企業策略以便於未來使用。

- (5) 根據情境中的供需鏈分析市場以計算供需曲線的市場價格及營收：不同的氣候情境分析會造成不同的價格及市場的體積效應：(1)模擬產品市場可以計算市場發展與情境的交互影響(2)情境分析可以使用企業未來的所得和銷售量來評估企業的競爭力(3)可以補全逆向歸納法缺失的資料(例如：碳價)。若使用需求與供給曲線圖來模擬，價錢將會落在供需的交接處。
- (6) 計算金融方面的衝擊對企業及其資產的財務影響：為了評估氣候風險，企業將會被看作國家及技術合併下的實體資產，而企業的資產相關風險則需要企業資訊中分析出財務影響。

5. Discounted Cash Flows (DCF)模型

此報告相信現金流量折現法(DCF 模型)較能針對長期的轉型風險及機會，因此相較於多功能模型(multiple-based model)更適合使用於情境分析。現金流量折現法是由以下三項組成(1)預估為期 1-10 年之間的特定現金流量(2)預測的長期增長率(3)預測的折現率。

6. 未來仍須深入研究的課題

- (1) 資產及數據的可取得性/品質
- (2) 情境假設：在情境分析中假設所有企業皆能轉型，但是事實並非如此，有許多企業不願意放棄原有的(高碳排放)資產而可能無法度過轉型風險。
- (3) 不同情境下對外部參數敏感的現金流量：在現有的數據及分析中，能源資產在總體經濟中很容易變動，但是此情境僅探討一種可能性，因此現金流量是否會被外部參數輕易改變仍然是未知的。
- (4) 可能性加權(Probability weighting)：因為情境分析可以代表無限個例子，有時分析師會選擇較利於自身的情境，情境分析創造過多的可能性，將有可能誤導出世界在往其中一個方向改變的錯覺。

(九) How can companies considering TCFD recommended scenario analysis provide disclosures that help investors: a short guide summary

自從 2017 年 TCFD 公布以來，對於公司該如何揭露有意義的訊息一直存在爭議與討論，後續有些報告嘗試參照 TCFD 揭露相關資訊，但氣候揭露標準委員會(Climature Disclosure Standards Board, CDSB)研究指出，多數企業在揭露訊息的同時仍然缺少具有前瞻性的情境分析，或者展示未來升溫 2°C 的財務彈性或影響。為了幫助投資者能將公司數據與投資組合數據進行比較和彙整，並產出關鍵的情境分析結果，此指引利用 IEA 與 IPCC 設定之 2°C 的情境資料，提出兩個階段的流程並揭露在主流的報告中。

步驟一：辨識風險與時間

1. 針對投資人

作為投資人，最重要的是辨認風險與機會，因為這是投資過程中至關重要的資訊，關係到投資最終的獲利，為了減輕投資組合中的風險，投資人通常依照地區、行業、市值分散投資，並考慮更傳統的總體經濟因素，例如：GDP、利率、匯率、通貨膨脹等其他因素。TCFD 將一些風險納入考量：新的稅賦政策、急性與慢性極端天氣事件(例如氣旋、暴風雨、冰雹、洪水、乾旱、熱浪、野火和海平面上升)，新的規範將干涉化石燃料造成擱淺資產的情形。

2. 針對公司

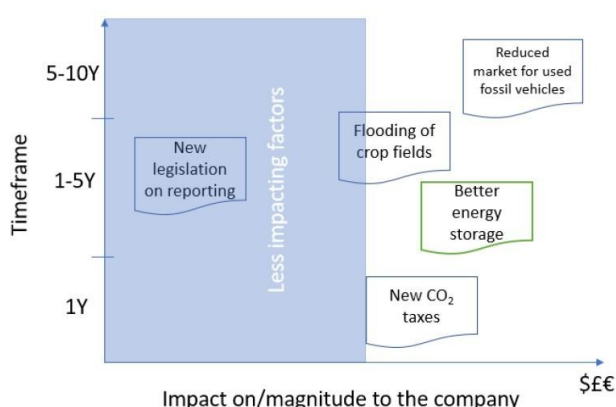


Figure 1: Risks and opportunities assessment of climate risk factors with a high likelihood defined by a 2°C scenario

圖 14、IEA 及 IPCC 2°C 揭露氣候相關資訊評估示意圖

資料來源：Climate Disclosure Standards Board

圖 14 是根據 IEA 與 IPCC 的 2°C 情境數據簡單呈現公司可以如何揭露氣候相關資訊的評估示意圖，根據時間與影響程度辨識哪些因素是公司面臨較大的風險與機會，並考量該如何納入管理，例如：負債準備、或有負債，或其實不應列入資產負債表中，又或者如果影響影響資產價值，則風險與機會造成的影響應包括在資產減值評估中。在此步驟中不需將風險與機會過度複雜化，因為更重要的是辨識出公司應注意之風險與機會的大方向。

步驟二：貨幣化並展示風險與機會

當辨別出風險及機會後，機構需要呈現一份主流報告中具有前瞻性及敏感度(sensitivity)的指南給投資人，公司內部同時也能用此了解氣候相關的資訊。

SENSITIVITY GUIDANCE
The Group's guidance for 2017 is subject to considerable uncertainty, not least due to developments in the global economy, the container freight rates and the oil price.

The Group's expected underlying result depends on a number of factors. Based on the expected earnings level and all other things being equal, the sensitivities for the calendar year 2017 for four key value drivers are listed in the table below:

Sensitivities for 2017

Factors	Change	Effect on A.P. Moller - Maersk's underlying result
Oil price for Maersk Oil*	+ / - 10 USD/barrel	+ / - USD 0.26bn
Bunker price	+ / - 100 USD/tonne	- / + USD 0.4bn
Container freight rate	+ / - 100 USD/FFE	+ / - USD 1.1bn
Container freight volume	+ / - 100,000 FFE	+ / - USD 0.1bn

*) Sensitivity estimated on the current oil price level.

Figure 2: Example of forward-looking financial sensitivity guidance

圖 15、前瞻性財務敏銳度指南釋例

資料來源：Climate Disclosure Standards Board

圖 15 是前瞻性財務敏銳度指南的例子。此方法也可以被納入氣候相關情境分析中，用於辨別風險及機會因子。投資人可以藉由此指南辨別投資組合是否暴露在特定實體風險(例如洪水)、政策改動、或者其他市場波動(例如減少二手汽油車的市場)之中。要是其中一個因子與多於一個其餘因子衝突，應該將此風險呈現為總體財務衝擊(gross financial impact)，投資人也能從此指南中辨別並將投資組合中的風險整合。

當機構更深入了解情境分析後，可針對公司的商業模式及目標做出更加廣泛的適應力分析，包括超出 IEA 及 IPCC 等級的情境分析及分辨特定因子造成的干擾。當編寫類似氣候相關敏感度指南以及後續的分析時，需要機構中多部門協作，指南中需要提及財務模型/計畫、稅收及會計、生產、策略、永續以及公司內部風險管理；為了報告書的流暢性及完整度，建議由編寫指南的工作小組帶領公司內部完成情境分析的產製。編寫氣候相關情境分析較為困難且耗時更長，建議未曾編寫過的公司提前開始準備此報告書以及相關揭露項目。

此兩階段流程利用現有的財務會計方法提出可能的氣候風險與機會評估起點，由於不同公司、不同產業之間有所差異，附錄提供了在開始情境分析時可以考慮的潛在基本因素，隨著時間的演進，當進行更多情境分析與揭露時，將使報告更具可比較性，對投資者的決策更能提供有用的訊息。

Appendix – Factors potentially to be considered

This Appendix provides a high-level overview of potential base factors a company could consider when starting scenario analysis of climate change impacts. Since companies vary significantly depending on the industry, geography, and other circumstances, this is a non-exhaustive list and does not comprise a minimum requirement list. This overview is provided to assist companies that find it difficult to define a starting point when defining which scenario(s) to work with, and what factors to consider. It is expected in time, when more analysis has been performed and scenario analysis disclosures made, it may be possible to determine minimum required factors, potentially per sector. This will enable reporting to be more comparable, and decision-useful for investors¹⁵.

- Market and technology shifts:
 - Oil price (remember to coordinate with the regular sensitivity reporting to avoid double counting);
 - New technologies; and
 - Old technologies to be phased out.
- Policy and legal:
 - Environmental taxes¹⁶;
 - New/different reporting demands; and
 - Bans and restrictions of combusting or emitting specific substances.
- Physical risks:
 - Physical changes in weather patterns, both extreme (acute) and climatic shifts (chronic) in areas where:
 - operations are located;
 - production of raw materials/ ingredients are grown;
 - customers or end users are situated; and
 - Changes in transportation possibilities (e.g. new water passages, closed or damaged infrastructure such as main roads, etc.).

圖 16、附錄-情境分析考慮之潛在基本因素

資料來源：Climate Disclosure Standards Board

圖 16 為情境分析考慮之潛在基本因素，由於公司因產業、地理和其他情況而有很大差異，因此，此附錄旨在協助那些在定義要使用的情境以及要考慮的因素時難以判定的公司。提供的內容包含市場和技術轉變、政策和法律、實體風險。

(十) TCFD Landscape

1. 氣候風險揭露要求的發展

(1) 監管要求的新變化

截至2020年9月，已有739家金融機構簽署成為TCFD支持機構，但只有極少數金融機構積極揭露相關資訊。即便揭露，也未能遵循統一標準，故難以獲取可靠、高品質的數據和情境。而COP 26秘書處提出的金融聯盟協調機制鼓勵金融機構進行情境分析並開展氣候風險資訊揭露，而PRI則強制要求對若干氣候指標進行報告，但有關資訊揭露仍以自願為原則。

2. 實體風險和轉型風險結合

實體風險和轉型風險主要取決於不同的地理位置和產業特定變數。實體風險在很大程度上取決於具體地理位置及實際升溫，而調適能力可能因產業而異。轉型風險則具有高度的產業特定性，並且與政府確定的減排目標有關。NGFS開發的情境旨在連接這兩種風險框架，並計畫於2020至2021年期間開發結合這兩方面的方法論。

3. 轉型風險概要

(1) 簡介

幾乎所有評估方法的主要作用都是分析轉型風險，通過輸入氣候危害、前瞻性碳政策和技術變數來計算這些因素對客戶及其營運和價值鏈的風險(通常採用財務指標)。文章也列出了少數例外的風險評估方法，因為它們可能仍然有助於評估投資組合對氣候變化轉型風險的暴露程度。這些方法包括Carbone 4的Climate Impact Tool(用於衡量被評估投資組合對氣候變化的影響)，以及2DII的PACTA Stress Test Module(用於評估股票和債券投資組合對實現《巴黎協定》目標的轉型風險的暴露程度和潛在損失)。Carbon Tracker的2 Degrees of Separation工具主要用於石油和天然氣行業，而其他工具則適用於所有或大部分高碳排放行業。

(2) 情境

前瞻性氣候風險評估的基礎是設計一個或一組情境，且這些情境最能符合關於氣候、社會和經濟的一些假設。其中的核心假設是全球氣溫目標或排放路徑，而TCFD偏好符合《巴黎協定》目標的氣溫路徑(TCFD，2017)。

(3) 風險

A. 政策：交易對手政策和立法環境的變化，例如通過碳定價、稅收或限額交易等直接成本，或者通過補貼金額變化、推行再生能源義務等間接成本影響轉型

B. 技術：技術可用性和相對成本的變化，例如再生能源技術和能源儲存成本下降，以及從頁岩儲層、油砂或者深海離岸油田提煉化石燃料的高昂成本

文章中並未考慮市場風險，因為假設市場風險受政策及技術決定，但近年的全球疫情影響到某些產業的化石燃料需求，因此最近的市場變化並非受技術或政策影響

4. 評估方法論

(1) 涵蓋範圍

- A. 宏觀環境
- B. 供應鏈
- C. 營運和資產
- D. 市場

(2) 評估包含之層面

- A. 風險暴露程度
- B. 敏感度
- C. 適應能力

文章內的大部分方法論均基於確定性模型，差別在於採取哪種經濟模型：自下而上，從企業層面建立經濟影響模型；自上而下，直接從宏觀經濟或行業層面建立經濟影響模型。

Scenario Provider	Year	Name	Sector	Est. implied temp. rise	Basis
IEA World Energy Outlook (WEO) [updated annually]	2020	NZE2050 (Net zero emissions by 2050)	Energy	1.5°C	Outlines necessary technology, policies and behaviour change necessary to bring about net-zero emissions by 2050.
		SDS 2020 (Sustainable Development Scenario)	Energy	1.8°C (66%) 1.5°C (50%)	Takes in to account social (SDG) and climate goals
		STEPS (Stated Policies Scenario)	Energy	2.7-3.3°C	Takes in to account stated policies (replaces the New Policies Scenario, NPS)
		Delayed Recovery Scenario (DRS)	Energy	<2.7°C	STEPS with a delayed recovery from pandemic
IEA Energy Technology Perspectives (ETP) [2020 release feeds into SDS scenario]	2017	B2DS (Below 2 Degrees Scenario)	Energy	1.75°C	
		2DS (2 Degrees Scenario)	Energy	2°C	
		RTS (Reference Technology Scenario)	Energy	2.75°C	Takes into account existing energy- and climate-related pledges, including NDCs.
IPCC	2014	RCP (Representative Concentration Pathways)	All sectors	1.0°C (RCP 2.6) 1.8°C (RCP 4.5) 2.2°C (RCP 6.0) 3.7°C (RCP 8.5)	RCPs outline pathways according to different levels of radiative forcing in the CMIP5
IPCC	2018	SR15	All sectors	1.5°C	Set of P1-4 pathways to meet 1.5°C target, building on RCP 1.9
NGFS	2020	Orderly	All sectors	<2°C	Both orderly and disorderly have alternate scenarios with limited or full CDR
		Disorderly	All sectors	<2°C	Higher transition risk than for Orderly scenario
		Hot-house World	All sectors	3°C+	Only current policies implemented, not NDCs, i.e. equivalent to IEA STEPS
OECM	2020	One Climate Earth Model	All sectors	1.5°C	Minimal CDR. Released 2020.
PRI Inevitable Policy Response (IPR)	2020	Forecast Policy Scenario	All sectors	1.5°C	Based on the inevitable policy response to meeting the Paris Agreement.

Table 4: Overview of climate and transition scenarios

圖 17、氣候和轉型情境概覽

資料來源：UNFI

5. 實體風險方法概覽

(1) 情境

所有方法論均採用了RCP8.5(到2100年氣溫上升4°C)情境來衡量最大的實體風險。鑒於建立情境模型的進步以及2014年發佈AR5(Hausfather & Peters, 2020; Shwalm, Glendon & Duffy, 2020)以來能源轉型的趨勢，業內一直在討論是否仍然能夠將RCP8.5視為“一切照常”情境。最近一項研究將2100年全球氣溫升幅預測區間略為收斂到“可能是”(66%可信度)2.6-3.9°C，但這個預測不足以將“一切照常”情境轉為RCP6情境(Sherwood, 2020)。

MSCI-CarbonDelta採用隨機方法，根據“一切照常”情境風險分佈的50%和95%百分位數預期來估計實體風險來估計實體風險，而不是將RCP8.5情境與RCP2.6情境(升溫目標 $<2^{\circ}\text{C}$)進行比較。在臨界點或發生氣候衝擊時，這種方法是否能解釋更為極端的實體風險，仍有待論證。

A. 急性和慢性風險

一些再保險行業擁有豐富經驗的風險評估公司(如 RMS 和 Verisk)加入氣候風險評估行業之後，為風險評估公司開闢了新的領域。這類評估公司開發過非常細緻的實體風險模型，這些模型側重於急性危害，例如極端天氣、內陸和沿海洪水、森林大火、山崩。隨著對氣候風險評估的需求增加，這些公司正迅速開發前瞻性的氣候情境，這使他們比起其他公司具有明顯的競爭優勢。其他公司為金融行業開發實體氣候風險評估模型，其優勢更多的在於就前瞻性慢性風險建立模型，然後將這些模型轉換為輸出資料，供金融機構使用。

慢性風險是一項特殊的挑戰。慢性風險的評估方法側重於定量分析，例如 RMS 與 Natural Capital Alliance 合作進行的乾旱和水資源短缺分析；以及根據全面研究文獻來進行定性評估，例如 Ortec Finance 評估降水量變化和氣溫上升對工業、勞工和農業生產力的影響。有一個領域受慢性影響的挑戰可能較小，那就是海平面上升引起的沿海洪水風險。然而，海平面上升有其他方面的影響，包括農田鹽鹼化，其模型並沒有那麼完善。

(2) 法規發展

- A. 政策制定者和監管機構日益強調氣候變化的威脅，並透過制定指引和標準來為強制性氣候風險揭露指明方向。
- B. 各國央行和監管機構將越來越多地進行試點，西歐多家央行已經開始試行氣候壓力測試，一些服務提供者正採取措施支持這些壓力測試的開發，例如瑞士和日本的2DII。央行不再對個別情境進行測試，轉而更多地針對銀行進行多個氣候情境的壓力測試，從而評估敏感度。

(3) 技術發展

- A. 對標準化情境的需求不斷增加，可能會推動開發者使用參考情境。服務供應商正在加強結合轉型和實體風險方法論，以便為金融機構提供每種情境下氣候相關風險的總體情況。
- B. 通過使用地理空間和遙感資料、人工智慧和資料採擷等技術，實體風險模型能夠彙集更多資料來源。
- C. 實體風險分析的細緻度越來越高，從而可以讓我們進行更準確的風險分析。

貳、情境分析研究本文

一、各主要氣候情境簡介

(一) 實體風險公開參數或資訊蒐研

(1) 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫(TCCIP)

「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」(TCCIP)為在國科會的支持下，以提供臺灣氣候變遷科學與技術研究服務為宗旨來運作的平台。目前提供進階資料的氣候變遷資料商店尚只有 AR5 的情境數據，預計於 2023 年第 1 季上架 CMIP6 統計降尺度之相關資料。

TCCIP 所提供的科學資料為因應資料特性不同，將資料服務分為以下 4 種層級採不同開放的方式：

表 11、TCCIP 提供資料服務之層級匯總與下載方式比較

資料層級	資料層級說明	下載方式
Level 1 開放資料	資料已存放於政府資料開放平台，符合國家開放資料原則。	開放資料下載
Level 2 註冊下載資料	TCCIP 平台上氣候變遷資料商店所提供下載的資料皆為註冊下載資料，僅需填寫資料應用資訊，經確認及同意相關著作權規定即可下載。	TCCIP 氣候變遷商店下載
Level 3 進階資料	具較高不確定性之資料，需要使用者了解與認知此資料特性與限制後，填寫資料使用申請書，並同意相關著作權規定即可取得資料。	需向 TCCIP 申請「進階資料申請」
Level 4 測試資料	本計畫執行過程所模擬之模式輸出資料，需符合學術發表之資料品質控管流程，故需要使用者了解與認知資料之不確定性，並與本計畫洽詢討論資料應用方法，經討論後決定資料之提供或合作方式。	需與 TCCIP 透過討論會議了解資料應用可行性

資料來源：TCCIP

基於 Level 1 開放資料提供的是歷史雨量與溫度資料，而 Level 3 進階資料和 Level 4 測試資料雖然為未來情境之資料，但 TCCIP 認定具有高度不確定性，且需分別填寫資料申請書和開會討論認知資料不確定性才能下載，取得門檻較高。因此，本章節的討論僅限於只需註冊 TCCIP 會員就可以免費任意下載的 Level 2 層級資料。使用者若欲取得 Level 2 層級資料，皆需至 TCCIP 的氣候變遷商店下載，該專區提供的完整資料清單如下表所整理：

表 12、TCCIP 氣候變遷商店氣候變遷商店資料清單

資料層級	資料名稱	時間尺度	空間尺度	變數	地區	資料長度
Level 1	暖化情境空品指標	月	空品區	空品指標 (AQI-O3、AQI-PM2.5、AQI-Max)	空品區	2011-2015
	測站統計資料	年/季/月	測站經緯度	平均溫、最高溫、最低溫、降雨量、相對溼度、平均風速	臺灣部分氣象觀測站	1897/1-2022/8
	測站資料 加值指標	年/月	測站經緯度	低溫日數、高溫日數、降雨日數		1897/1-2022/8
	颱風統計資料	年	無	颱風個數	n/a	影響臺灣颱風: 1977-2021 十分類: 1897-2020 西太平洋地區: 1977-2021
	臺灣歷史氣候重建資料	日	2km/5km	降雨量、最高溫、最低溫、平均溫、日射量、平均風速、地面氣壓、相對溼度	四分區、縣市、流域	1980-2020
	網格化衛星反演日資料	日	5km	日射量		2010-2019
	網格化觀測日資料	日	1km/5km	最高溫、最低溫、平均溫、降雨量		1960-2020
	網格化觀測月資料	日	5km	最高溫、最低溫、平均溫、降雨量		1960-2020
Level 2	未來設計暴雨改變率	降雨延時	5km	暴雨改變率	四分區、縣市、流域	世紀中相較於基期之改變率
	AR4 統計降尺度月資料	月	5km	平均溫、降雨量		基期: 1961-1999 推估: 2000-2099
	AR5 統計降尺度日資料	日	5km	最高溫、最低溫、平均溫、降雨量		基期: 1960-2005 推估: 2006-2100
	AR5 統計降尺度月資料	月	5km	最高溫、最低溫、平均溫		基期: 1960-2005 推估: 2006-2100
	AR5 動力降尺度月資料	月	5km	最高溫、最低溫、平均溫		基期: 1979-2003(MRI) 1979-2015(HiRAM) 世紀中: 2038-2065(HiRAM) 世紀末: 2075-2099(MRI/HiRAM)
	AR5 颱風降尺度模式輸出	時	5km	全部		基期: 166 場(MRI)、134 場(HiRAM) 世紀中: 484 場(HiRAM)
	AR5 颱風降尺度偏差修正	時	5km	全部		世紀末: 169 場(MRI)、214 場(HiRAM)
	氣候變遷關鍵指標資料	時段平均	5km	11 項溫度指標 11 項雨量指標		觀測、模式(基期、世紀中、世紀末)

資料來源：TCCIP

取得 Level 2 層級資料的執行步驟如下：

步驟 1 - 請先註冊 TCCIP 的會員，並於「其他服務」中「我的控制台」中的「資料用途」，提出資料應用的申請，並於「資料用途」一欄填寫「產業應用⁶」

The screenshot shows the TCCIP website interface. At the top, there is a navigation bar with the TCCIP logo and several menu items: 關於我們, 資料服務, 調適百寶箱, 知識服務, 其他服務, 登出, and ENG. Below the navigation bar, a breadcrumb trail reads: 其他服務 / 我的控制台 / 資料用途 / 4. 產業應用 / 新增. The main content area is a form titled '新增' (New). The form includes the following sections:

- 應用領域 (Application Area):** A tree view where '全選' (Select All) is checked. Underneath, various categories are listed with checkboxes, all of which are checked: 淹水, 崩塌, 水資源, 土地使用, 海岸, 能源, 產業, 農業, 漁業, 生態, 健康, 氣象, 人文社會與經濟, 政策規劃, 維生基礎設施, and 其他.
- 應用地區 (Application Area):** A dropdown menu set to '全台' (All Taiwan).
- 經費來源 (Funding Source):** A dropdown menu set to '公司經費' (Company Funding).
- 計畫名稱 (Project Name):** A text input field containing 'XX公司2022年TCFD報告書'.
- 主持人 (Host):** A text input field containing '王小明'.
- 開始日期 (Start Date):** A date picker set to '2022/12/01'.
- 結束日期 (End Date):** A date picker set to '2023/11/30'.
- 連絡電話 (Contact Phone):** A text input field containing '12345678'.

At the bottom of the form, there are two buttons: '確定' (Confirm) and '回上頁' (Return to Previous Page).

⁶ 經 TCCIP 的解釋，「產業應用」的範疇包含「企業的 CSR 報告、氣候變遷相關財務揭露 (TCFD)，或產業的氣候變遷風險評估等」

步驟 2 - 當「進階資料需求」的申請獲得核可後⁷，可進入應用「資料服務」中的「氣候變遷資料商店」



步驟 3 - 可在「氣候變遷資料商店」中的「資料選單」選取要下載的資料類型



⁷ 送出申請後，經核對相關資料無誤，即可在一個工作天內通過申請，如在假日提出申請，需要約 1-2 天審核，如須加快審核速度，務必填寫完整資訊

(2) 世界資源研究所(WRI)

世界資源研究所(World Resources Institute, WRI)是一個全球性的非營利研究單位，研究領域包含食物、森林、水、能源、城市、氣候和海洋七大領域。為提供與全球氣候變遷、永續市場、生態系統保護和對環境負責的治理服務，WRI 密切與地方及國家政府、上市公司、私營企業及其他非營利組織合作。在氣候金融領域，WRI 秉持著與《巴黎協定》保持一致的全球治理目標(限制在升溫 1.5°C)，不定期探討全球的永續評估數據(如彙整全球國家自主貢獻(NDC)數據分析)，透過內部的研究方法，以較淺顯易懂的文字或圖示化呈現看法與說明指南等，期能透過案例剖析，攜手相關單位一同朝 WRI 的氣候計畫推進。

WRI 側重聯合國政府間氣候變化專門委員會(IPCC)提供之研究數據與情境分析。2021 年 2 月為提供企業以及金融機構對於氣候實體風險有共同語言，WRI 根據 IPCC 評估實體氣候災害的綜合清單來分析各永續倡議的差異(包含 CDP、SASB、TCFD 等)，於報告中提供一個對外揭露的參考指南。另外報告中也指出，根據 IPCC 系統性的研究，將實體風險區分為 18 類，並且提出了一致性的未來情境模擬(如 RCP：基於不同溫室氣體濃度途徑的情境)，說明氣候相關風險帶來的影響是氣候災害與人類及自然系統的交互作用(如圖 18)，IPCC 透過暴露度、脆弱度、危害度等定性定量的參數來評估風險變化，並使用氣候模型(如 CMIP5)產出預測數據，將更全面性地、有效地量化實體風險帶來的衝擊。

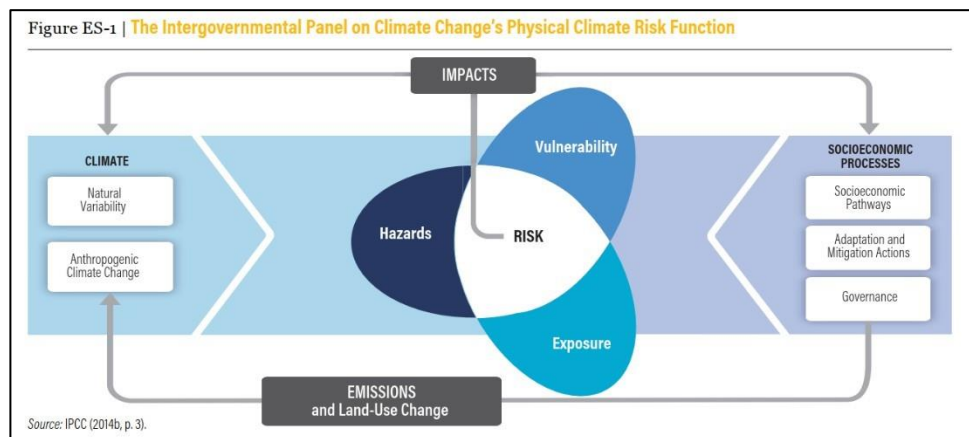
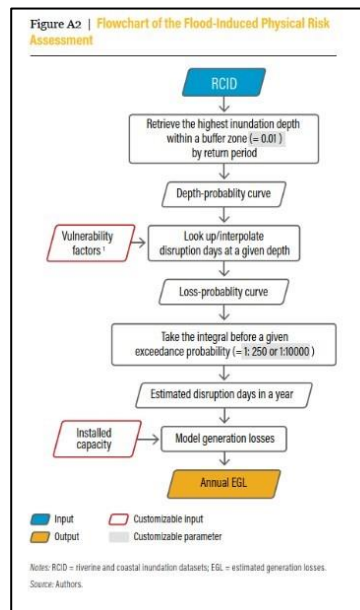


圖 18、IPCC 三維度辨識實體氣候風險的影響與交互作用

資料來源：WRI - ASSESSING PHYSICAL RISKS FROM CLIMATE CHANGE: DO COMPANIES AND FINANCIAL ORGANIZATIONS HAVE SUFFICIENT GUIDANCE?

同年 12 月，WRI 對歐洲復興開發銀行(European Bank for Reconstruction and Development, EBRD)之發電專案投資組合進行實體風險評估，並公開揭露其情境之選用，WRI 分別使用 IPCC 定義之 RCP4.5(中度情境)及 RCP8.5(極端情境)，同時參考 EU TEG 編制的實體氣候災害清單進行探討投資組合每年的預估損失，最後依循 TCFD 揭露指引將財務衝擊量化結果作為揭露示範。

由於 WRI 期望分享所研究之方法學提供相關單位參考與回饋，於報告書中分別提及在兩種情境下，評估實體風險包含乾旱、洪水、氣溫、水溫、水資源壓力等使用的評估流程，並將實體風險多面向的量測工具與合作單位進一步提供，譬如以水資源(洪水)風險評估工具 Aqueduct Floods 及全球洪水與沿海洪水數據資料庫(Riverine and Coastal Inundation Datasets, RCID)作為氣候資料來源，在 RCP4.5 及 RCP8.5 的情境下，使用數個全球氣候模型(General Circulation Model, GCM)模擬淹沒深度情形，對所有 EBRD 投資標的所有工廠以網格化進行洪水直接或間接誘發的實體風險進行估算。WRI 透過開發洪水淹沒的機率曲線轉換成脆弱度因子，進而推導週期性的損失機率以估計受影響天數，最後根據每台機組的裝置容量，透過下圖 19 流程計算每年度的洪水營運損失(Estimated Generation Losses, EGL)。



(Eq. A2)

$$EGL_{annual} = P * DH_{annual}$$

Where,

- EGL_{annual} is the estimated annual generation losses in megawatt-hours (MWh);
- DH_{annual} is the total number of disruption hours in a calendar year; and
- P is the installed capacity in MW.

圖 19、WRI 釋例-洪水之實體風險評估流程

資料來源：WRI - ASSESSING PHYSICAL CLIMATE RISKS FOR THE EUROPEAN BANK FOR RECONSTRUCTION AND DEVELOPMENT'S POWER GENERATION PROJECT INVESTMENT PORTFOLIO

下圖以清單方式條列報告書中 WRI 使用的實體風險資料庫；另外於官方網頁中亦能分別查詢世界資源研究所與數十個合作夥伴共同建立的一系列數據平台，這些平台從研究所和世界各地獲取資料：

Table 3 | List of Input Datasets

DATASET	VARIABLES/ATTRIBUTES	HISTORICAL TIME SPAN	PROJECTION TIME SPAN	TEMPORAL RESOLUTION	SPATIAL RESOLUTION	REFERENCE/SOURCES
Climate hazards						
DynWat Global Water Temperature	Water temperature	1965–2004	2010–2049	Daily for historical period; weekly for the projection period	0.1 arc degrees	Wanders et al. 2019.
NASA NEX-GDDP	Air temperature; precipitation	1950–2005	2010–2049	Daily	0.25 arc degrees	Taylor et al. 2012.
Aqueduct Water Risk Atlas 2.1	Water stress; blue water availability; water consumption	1951–2010	2025–2035	NA	Sub-watershed	Gassert et al. 2014; Luck et al. 2015.
Aqueduct Floods	Inundation depth by return period	1960–1999	2010–2049	NA	0.01 arc degrees	Ward et al. 2020.
SPEI	SPEI	1965–2004	2010–2049	Monthly	0.5 arc degrees	Vicente-Serrano et al. 2010.
ERA5	Wet-bulb temperature; air temperature; precipitation; dew point temperature	1980–2019	NA	Daily	0.25 arc degrees	Hersbach et al. 2020.

圖 20、WRI 實體風險資料庫清單

資料來源：WRI - ASSESSING PHYSICAL RISKS FROM CLIMATE CHANGE: DO COMPANIES AND FINANCIAL ORGANIZATIONS HAVE SUFFICIENT GUIDANCE?

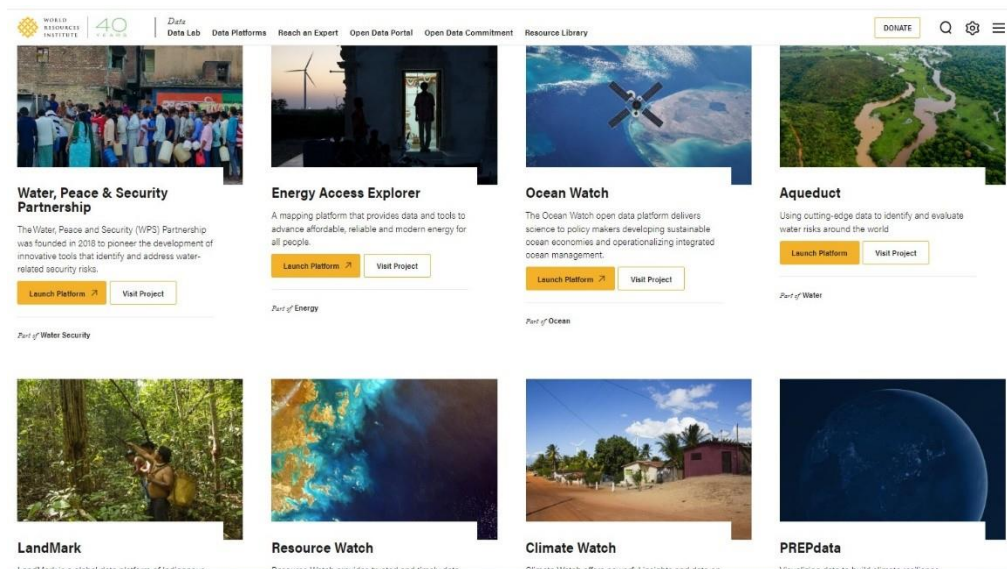
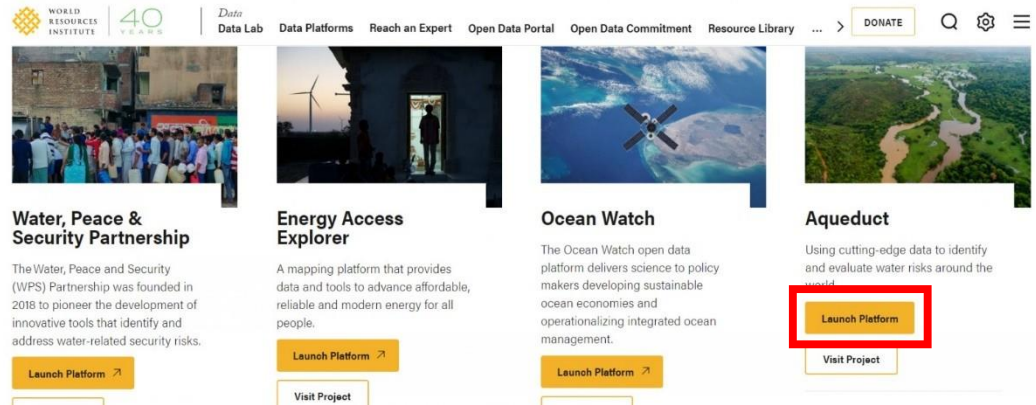


圖 21、WRI 實體風險資料庫清單

資料來源：WRI 官網 – Data Platforms

釋例：若評估金融機構交易對手的缺水風險，則可以使用以下工具：

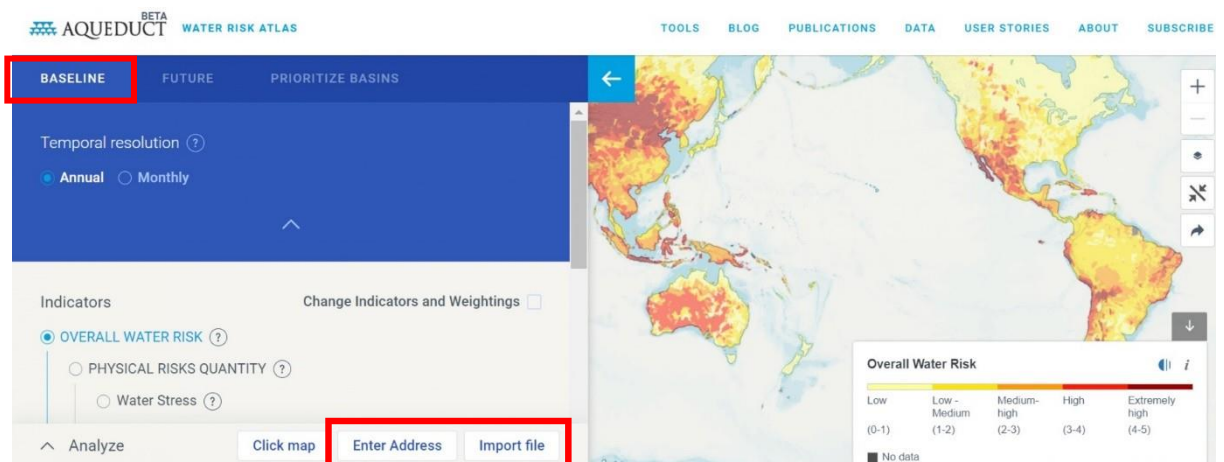
步驟 1 - 從 WRI 官網中找到 Aqueduct 點選 Visit Project 找到 Tool – Aqueduct Water Risk Atlas。

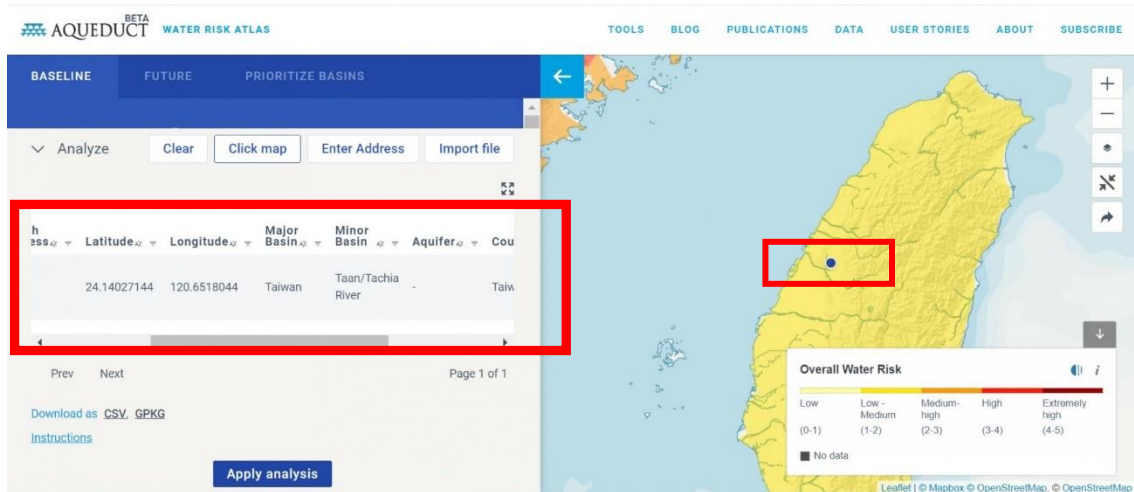


Our Aqueduct tools include:

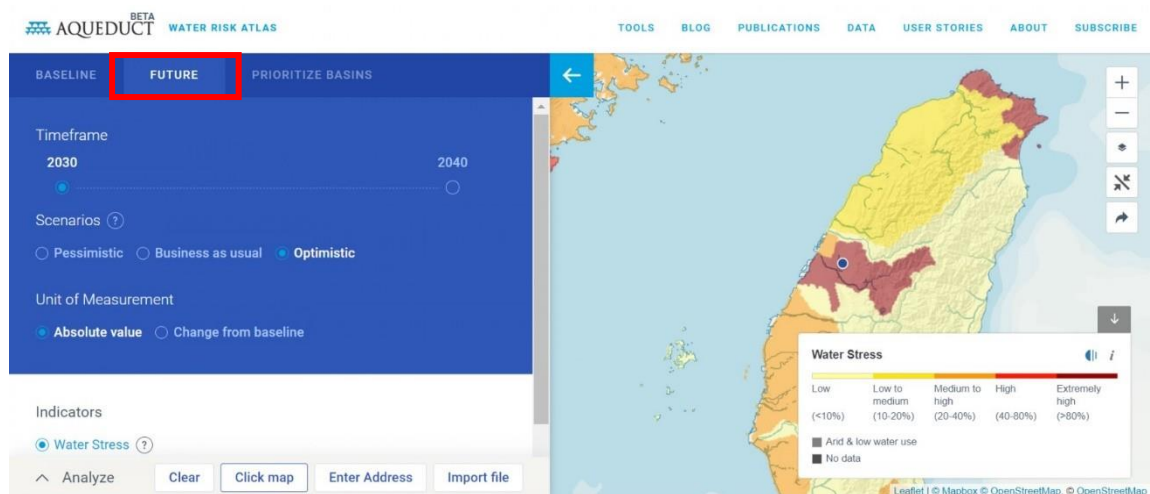
- [Aqueduct Water Risk Atlas](#), which maps and analyzes current and future water risks across locations;
- [Aqueduct Country Rankings](#), which allows decision-makers to understand and compare national and subnational water risks;
- [Aqueduct Food](#), which identifies current and future water risks to agriculture and food security; and
- [Aqueduct Floods](#), which identifies coastal and riverine flood risks, and analyzes the costs and benefits of investing in flood protection.

步驟 2 – 進來風險評估平台後，可於 Baseline 查看欲評估的地點水資源議題現況。(下方 Enter Address 可以經緯度鎖定區域，Import file 可批次上傳欲評估的地點。)

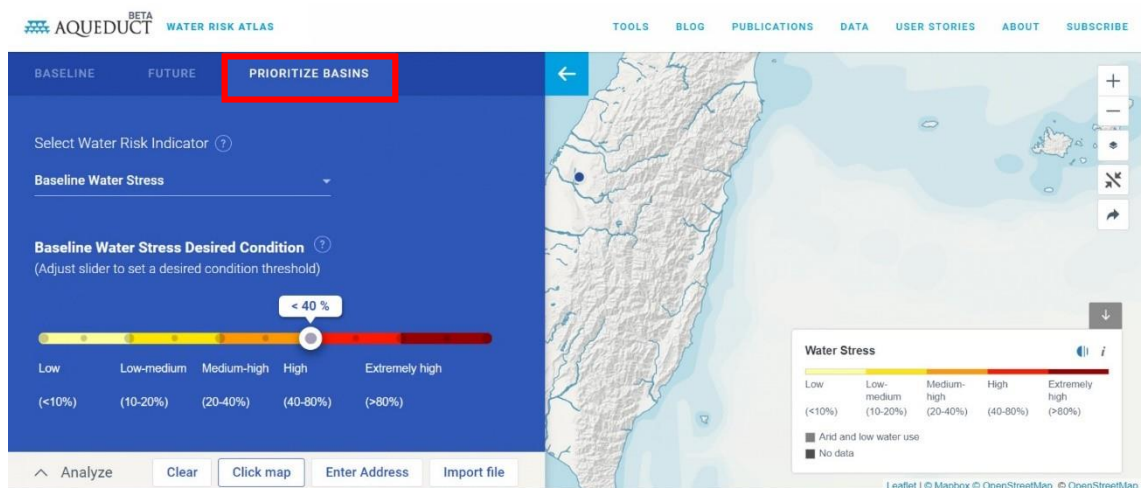




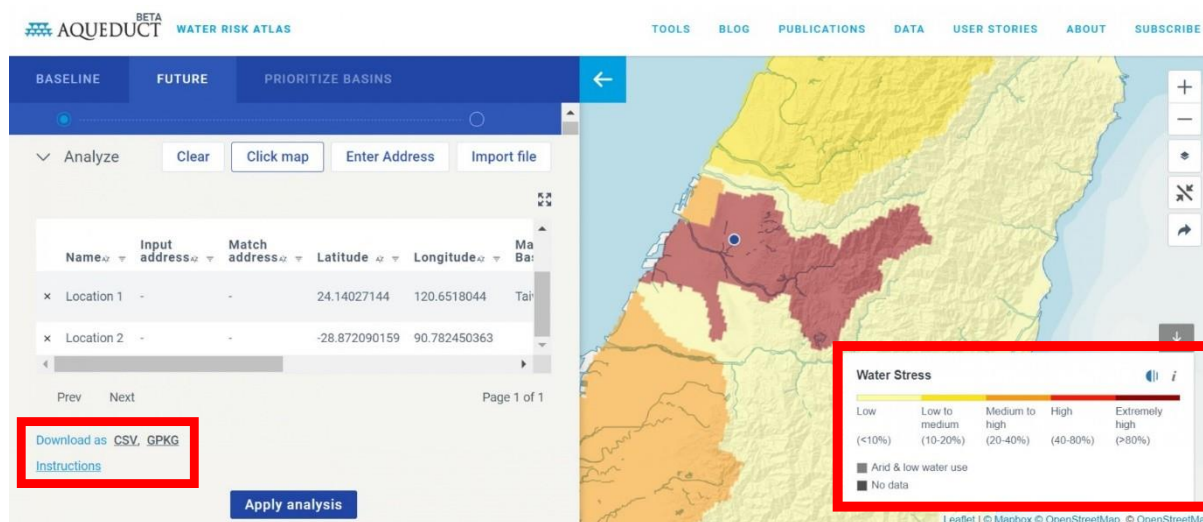
步驟 3 – 於 FUTURE 介面選擇套用之情境(RCP4.5、RCP8.5)及評估年份(2030 年、2040 年)，可查看該地點之衡量指標。



步驟 4 – 於 PRIORITIZE BASINS 可全面篩選查看目前不同風險等級的全球實體風險地圖。



步驟 5 – 右下角的色階對照圖可作為風險辨識，其區間定義可下載成 CSV 檔及 Instructions 可檢視相關定義。此水資源評估工具亦為全球報告倡議組織 (Global Reporting Initiative, GRI) 及永續會計準則委員會 (Sustainability Accounting Standards Board, SASB) 認可的資料參考工具。



WRI 作為實體風險評估的經驗分享平台，對於台灣近年層出不窮的水資源稀缺問題，皆能透過官網 Data Platform，尋求對應工具進行實體風險評估與分析。而金融機構亦能就自有營運據點、交易對手主要營運據點、廠房或擔保品所在地進行相關評估。惟 WRI 的工具中有不少需要透過 Python 等程式語法進行軟體操作，金融機構若欲選擇，則需要額外考量操作人員是否具備程式語言之相關能力或及委請內部資訊部門協助操作人才。

(二) 轉型風險公開參數或資訊蒐研

(1) 央行與監管機構綠色金融網路 (Network for Greening the Financial System, NGFS)

2017 年，英格蘭銀行等八家中央銀行和監管機構共同成立綠色金融網路 (Network for Greening the Financial System, NGFS)，截至 2022 年 10 月 3 日官方資料，NGFS 目前共有 121 名成員和 19 名觀察員。

NGFS 主要成立目的係為了強化金融系統在環境永續發展的更廣泛背景下管理風險和為綠色和低碳投資籌集資金的作用，加強實現《巴黎協定》目標所需的全球對策。NGFS 的氣候情境在三大分類下細分出六種氣候情境，各氣候情境考量了不同的氣候政策、碳排放及溫度，以下針對各分類及情境進行說明及分析：

- 有序轉型(Orderly)：此分類假設氣候政策在早期就被導入，並隨著時間日趨嚴格，在此分類下的情境其實體風險及轉型風險都相對較低。

2050 淨零排放(Net Zero 2050)：透過嚴格的氣候政策及技術創新，將全球升溫控制在低於 1.5°C，在 2050 年達到全球淨零排放。

低於 2°C(Below 2°C)：逐步提高氣候政策的強度，使全球升溫控制在低於 2°C 的可能性達到 67%。

- 失序轉型(Disorderly)：此分類假設由於氣候政策被推遲，或國家與產業之間出現意見分歧的狀況，在此分類下的情境其轉風險相對較高。

政策分歧(Divergent Net Zero)：假設於 2050 年達成淨零排放，但由於各產業採用不同之政策，導致相關成本較高。

遞延轉型(Delayed transition)：假設年度碳排放量到 2030 年之前都不會減少，需要強而有力之政策來將全球升溫控制在低於 2°C。

- 全球暖化失控(Hot house world)：此分類假設部分氣候政策在某些地區已開始實施，但在放大到全世界，其努力不足以阻止嚴重的全球暖化，在此分類下的情境將會產生較嚴重的實體風險，例如海平面上升這種不可逆的影響。

國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)：此情境包含所有承諾之目標，儘管尚未得到有效政策支持

當前政策(Current Policies)：假設只延續目前執行之政策，未進一步採取轉型措施，導致較高的實體風險。

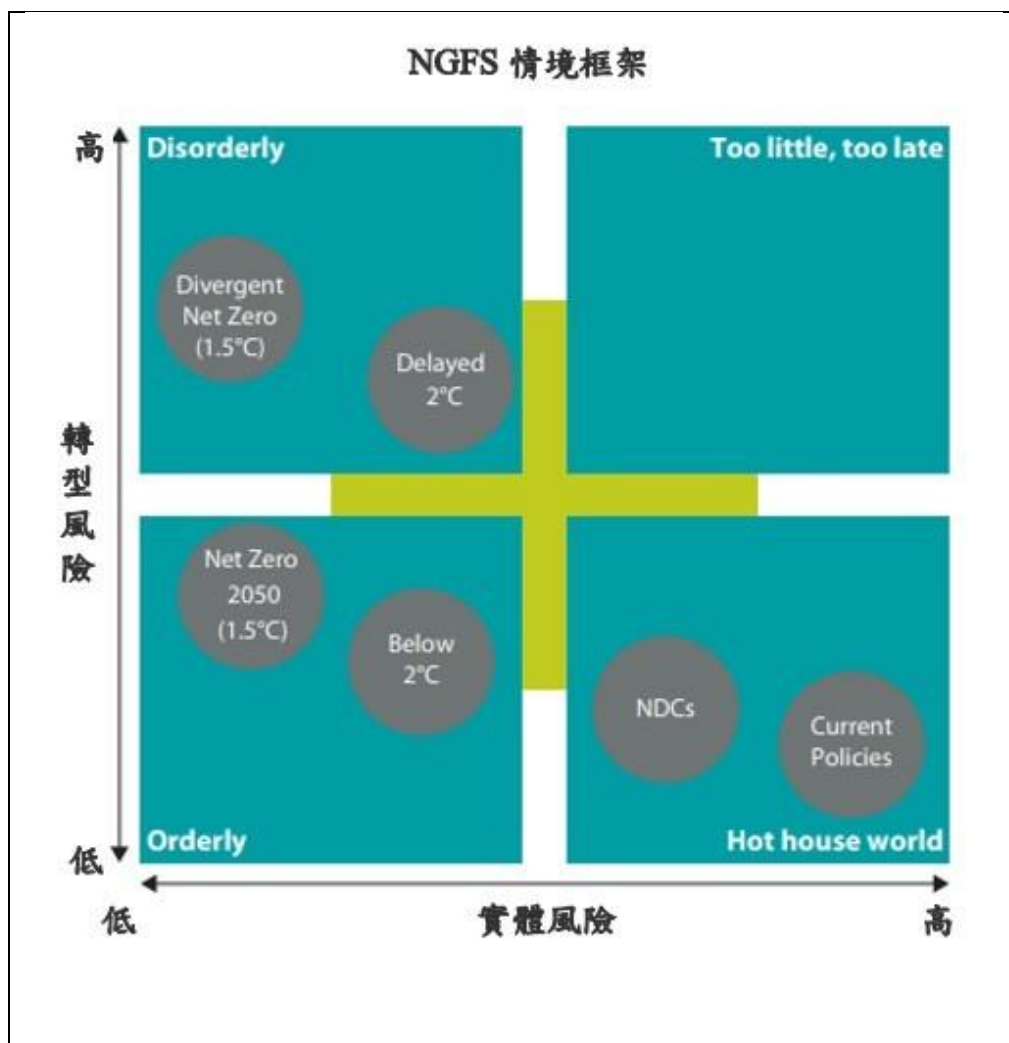


圖 22、NGFS 氣候情境框架

資料來源：NGFS Scenarios for central banks and supervisors

氣候模型介紹

NGFS 轉型路線之氣候情境是由以下三種成熟的綜合評估模型(integrated assessment models, IAMs)產出：

GCAM：

GCAM 是一種全球的多區域模型，它代表了五個系統之間的行為和相互作用，能源、水、農業和土地利用、社會經濟和氣候。可用於探索氣候變化減緩政策，包括碳稅、碳交易、法規和加速部署能源技術。

GCAM 是一種 RCP 氣候情境模型。這意味著它可以用來模擬包括政府間氣候變化專門委員會(IPCC)各種情境、政策和排放目標。輸出包括對未來能源供給和需求的預測以及由此產生的溫室氣體排放、輻射強迫和 16 種溫室氣體、氣溶膠和短壽命物種在 0.5×0.5 度解析度下的氣候影響,其取決於對未來人口、經濟、技術和氣候減緩政策的假設而定。

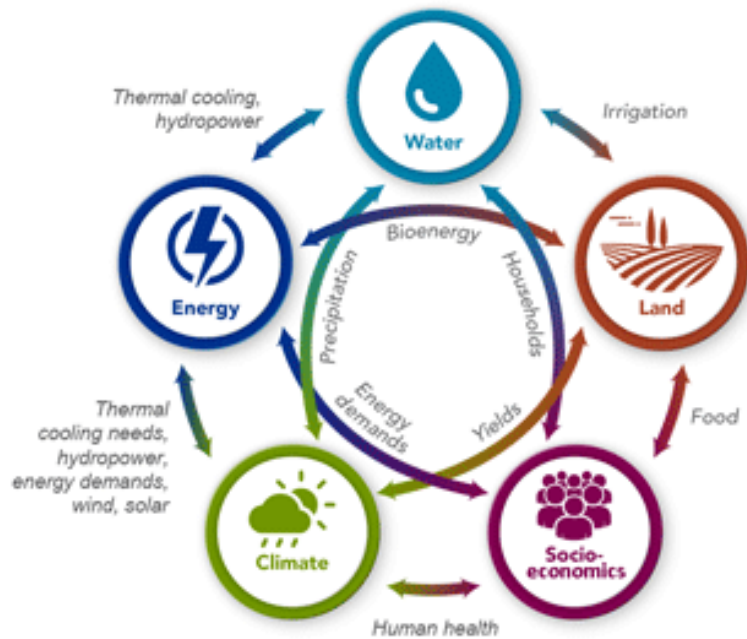


圖23、GCAM的五個能源系統

MESSAGEix-GLOBIOM :

MESSAGEix-GLOBIOM 是一個綜合評估框架，主要是在評估能源和土地系統的轉型，以應對氣候變化和其他可持續性問題的挑戰。它由五個不同的模型或模組組合而成：能源模型 MESSAGE、土地利用模型 GLOBIOM、空氣污染和溫室氣體模型 GAINS、總體經濟模型 MACRO 和簡單氣候模型 MAGICC 組成，所有模型和模組共同構建了 MESSAGEix-GLOBIOM，也被稱為 IIASA IAM 框架。

MESSAGEix 代表了 MESSAGEix-GLOBIOM 框架的核心，其主要任務是優化能源系統，使其能夠以最低的成本滿足特定的能源需求。

GLOBIOM 向 MESSAGEix 提供有關土地利用及其影響的資訊，例如生物能源的可用性和成本，以及 AFOLU(Agriculture, Forestry and Land Use)產業排放減緩的可用性和成本。

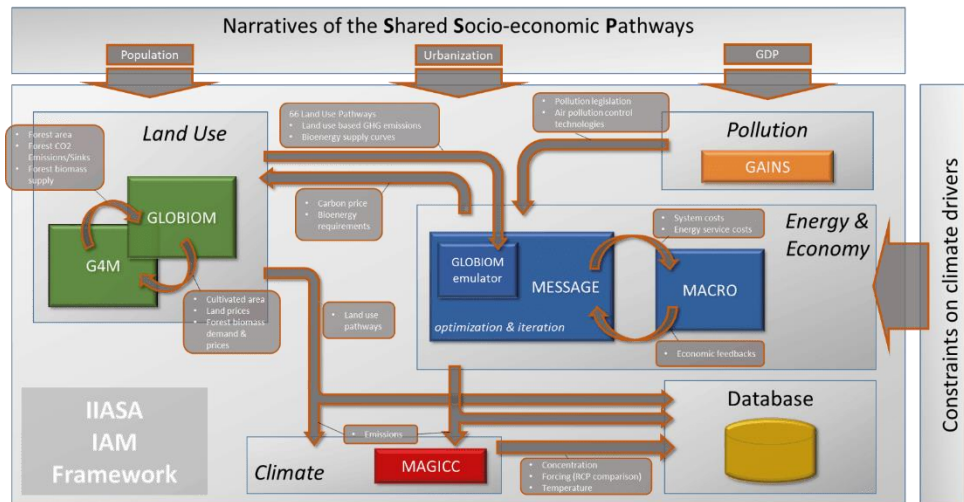


圖24、MESSAGEix-GLOBIOM綜合評估模型框架

REMIND-MAgPIE：

REMIND-MAgPIE 框架主要包括四個部分，首先，REMIND (Regional Model of Investments and Development)結合了一個總體經濟模組和一個能源系統模組，以較前瞻性的方式去量化能源、土地利用、水、經濟和氣候系統內部及之間的複雜和非線性動態。REMIND 的總體經濟核心是根據 Ramsey 的內生經濟成長模型原理構建。能源系統模組包括對能源供應和需求產業的詳細描述。

MAgPIE (Model of Agricultural Production and its Impact on the Environment)是一個全球土地使用分配模型，他可以推導出對空間土地利用模式、農業生產的區域成本及產量的未來預測。

REMIND 和 MAgPIE 之間的耦合方法主要係在推導出具有平衡的生物能源和排放市場的情境。在平衡狀態下，由 REMIND 計算的生物能源需求模式在 MAgPIE 中以相同的生物能源和碳排放價格得到滿足，而這些需求模式是基於相同的價格。此外，在 REMIND 中，由預先定義的氣候政策假設產生的碳排

放量占 MAgPIE 在碳排放定價和同一氣候政策規定的生物能源使用下得出的土地使用產業的溫室氣體排放量。

生物能源和碳排放市場的同時平衡是透過 REMIND 和 MAgPIE 模擬的反覆運算建立的，其中 REMIND 向 MAgPIE 提供碳排放價格和生物能源需求，並從 MAgPIE 收到土地利用碳排放和生物能源價格作為回饋。

MAgPIE 模型與全球動態植被模型 LPJmL(Lund-Potsdam-Jena managed Land)相連，該模型主要在模擬全球陸地碳循環以及氣候變化下碳和植被模式的反應。對於一些不需要詳細土地利用資訊，基於 MAgPIE 的模擬來產生相關情境是更加有效的。

REMIND 模型與氣候模型 MAGICC(Model for the Assessment of Greenhouse gas-Induced Climate Change)相連，以考慮氣候相關變數的變化，例如全球表面平均溫度。此外，REMIND 模型還可以與其他模型連接，以便分析其他環境影響，例如水需求、空氣污染和健康影響或其他環境影響。

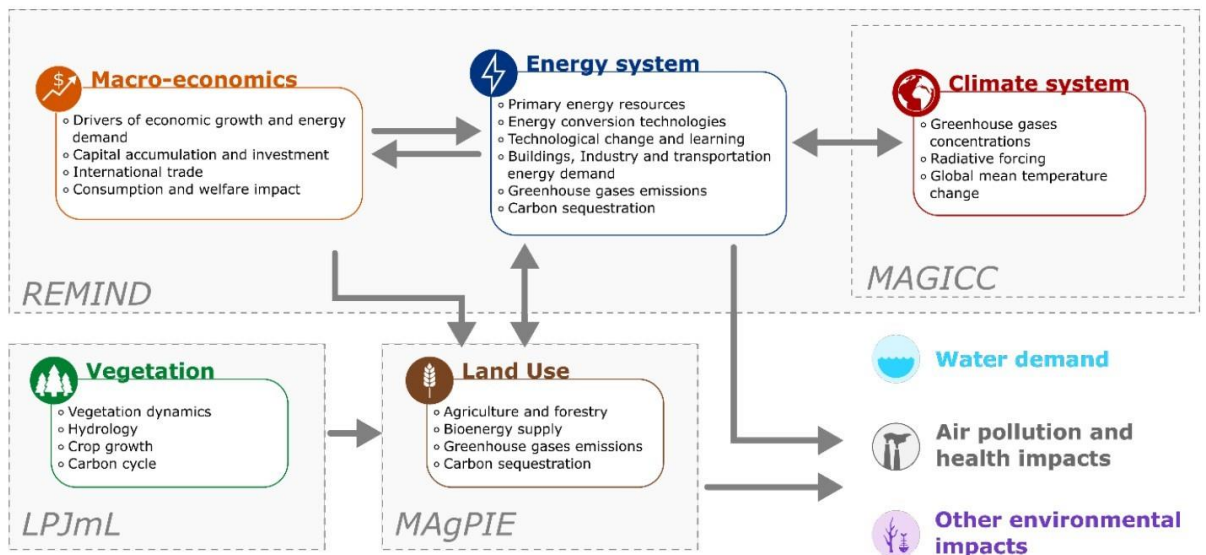
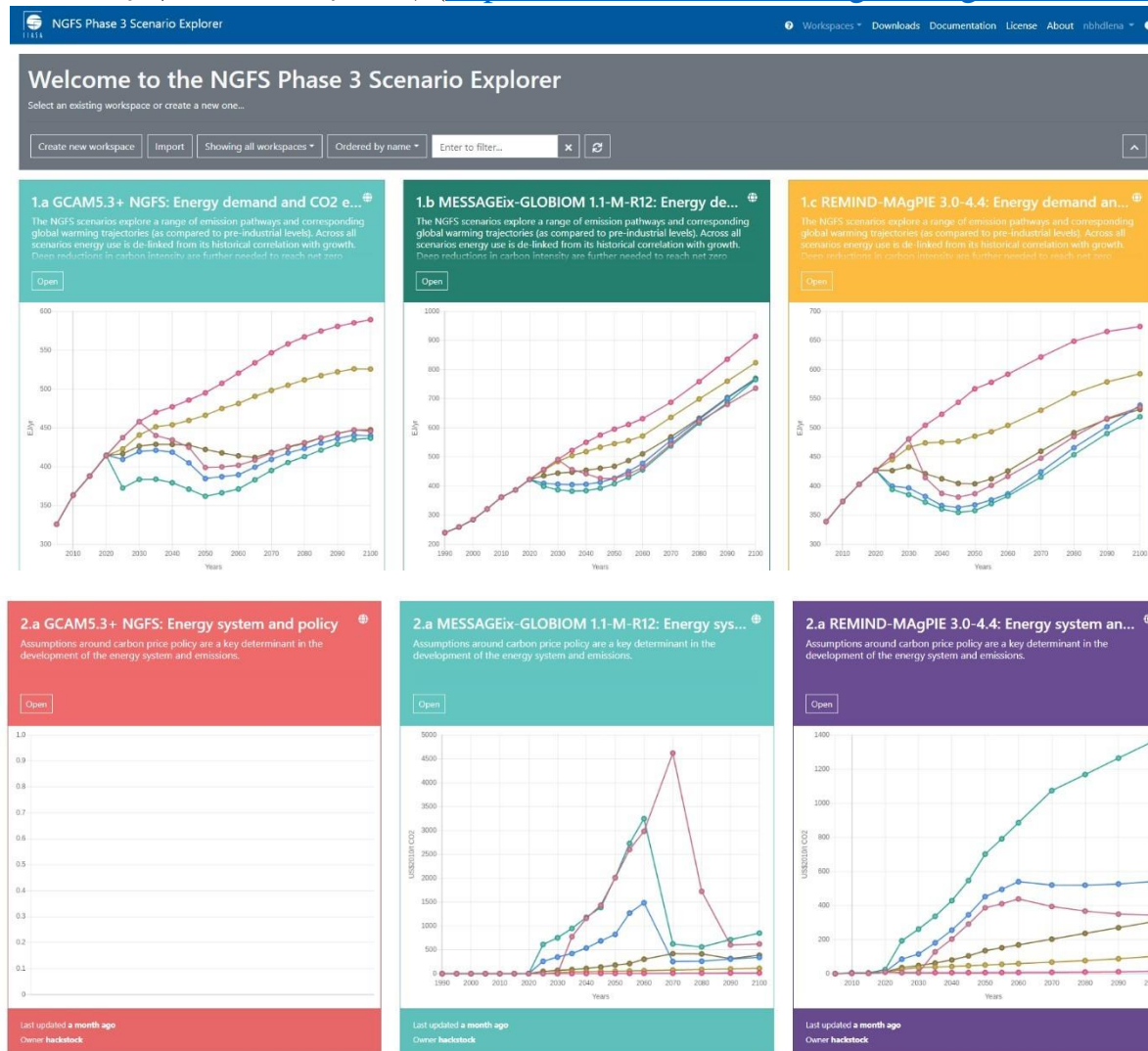


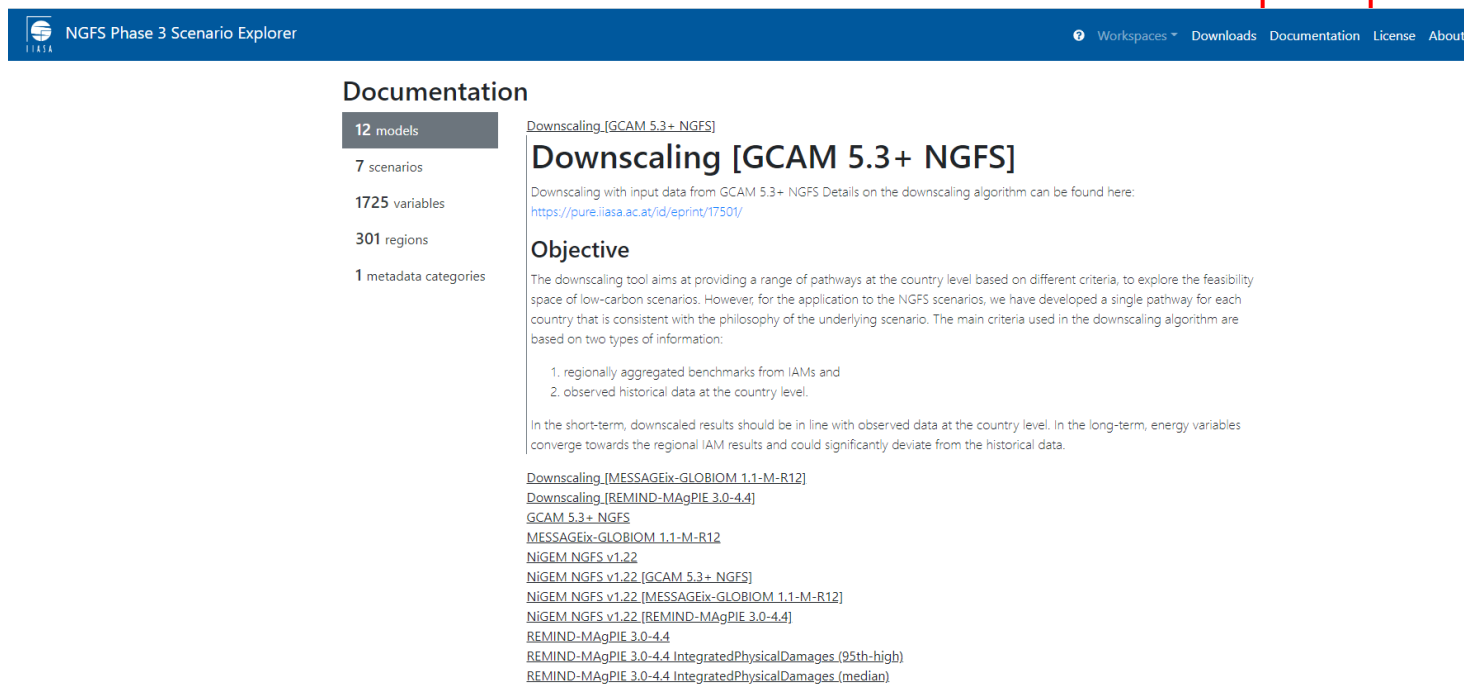
圖25、REMIND-MAgPIE綜合評估模型框架

NGFS應用實例

1. 登入NGFS，選擇氣候模型參數集(<https://data.ene.iiasa.ac.at/ngfs/#/login?redirect=%2Fworkspaces>)



2. 進入平台介面後，NGFS將使用者常用之模型列於首頁，點選欲使用之模型後，系統便會套用預先設定好的相關情境及參數供使用，若未找到適合之工作區，使用者也可點選Create new workspace，依據自身需求選擇建立新的工作區。



The screenshot shows the 'Documentation' page of the NGFS Phase 3 Scenario Explorer. The page has a dark blue header with the logo and title 'NGFS Phase 3 Scenario Explorer' on the left, and navigation links 'Workspaces', 'Downloads', 'Documentation', 'License', and 'About' on the right. A red box highlights the 'Documentation' link in the header. Below the header, the 'Documentation' section is active, showing a sidebar with categories: '12 models' (highlighted), '7 scenarios', '1725 variables', '301 regions', and '1 metadata categories'. The main content area displays the title 'Downscaling [GCAM 5.3+ NGFS]' and a sub-header 'Downscaling [GCAM 5.3+ NGFS]'. Below this, there is a paragraph of text and a link: 'Downscaling with input data from GCAM 5.3+ NGFS Details on the downscaling algorithm can be found here: <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17501/>'. The 'Objective' section follows, stating the tool's purpose and listing two criteria: '1. regionally aggregated benchmarks from IAMs and 2. observed historical data at the country level.' Below this, there is a paragraph about short-term and long-term results. At the bottom, there is a list of links for other models: 'Downscaling [MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12]', 'Downscaling [REMIND-MAgPIE 3.0-4.4]', 'GCAM 5.3+ NGFS', 'MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12', 'NiGEM NGFS v1.22', 'NiGEM NGFS v1.22 [GCAM 5.3+ NGFS]', 'NiGEM NGFS v1.22 [MESSAGEix-GLOBIOM 1.1-M-R12]', 'NiGEM NGFS v1.22 [REMIND-MAgPIE 3.0-4.4]', 'REMIND-MAgPIE 3.0-4.4', 'REMIND-MAgPIE 3.0-4.4 IntegratedPhysicalDamages (95th-high)', and 'REMIND-MAgPIE 3.0-4.4 IntegratedPhysicalDamages (median)'.

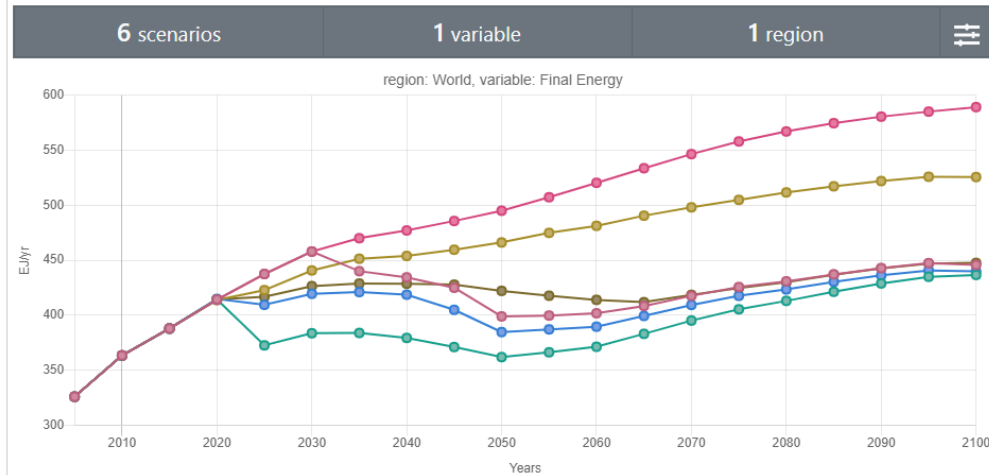
使用者可點選Documentation查詢目前NGFS提供之模型、情境、參數、地區等相關資訊。

3. 選取模型和氣候情境(本次使用 1.a GCAM5.3+ NGFS: Energy demand and CO2 emissions 作為示例)

1.a GCAM5.3+ NGFS: Energy demand and CO2 emissions ^

The NGFS scenarios explore a range of emission pathways and corresponding global warming trajectories (as compared to pre-industrial levels). Across all scenarios energy use is de-linked from its historical correlation with growth. Deep reductions in carbon intensity are further needed to reach net zero carbon emissions.

Final energy demand



CO2 emissions

Select Scenario | Data Selection | Regions | Ranges | Options

Select by category & indicators

Select from list

Add all scenarios ⚠

Selected models and scenarios

Switch to advanced view

Apply category & indicators selection | Reset filters | Deselect all | Update to default version

Select ↓	Model	Scenario
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Delayed transition
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Divergent Net Zero
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Current Policies
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Nationally Determined Contributions (NDCs)
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Net Zero 2050
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Below 2°C
<input type="checkbox"/>	Downscaling [GCAM 5.3+ NGFS]	Delayed transition
<input type="checkbox"/>	Downscaling [GCAM 5.3+ NGFS]	Divergent Net Zero
<input type="checkbox"/>	Downscaling [GCAM 5.3+ NGFS]	Current Policies

✓ Apply

Select ↓	Model	Scenario
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Delayed transition
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Divergent Net Zero
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Current Policies
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Nationally Determined Contributions (NDCs)
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Net Zero 2050
<input checked="" type="checkbox"/>	GCAM 5.3+ NGFS	Below 2°C

4. 進入工作區後，NGFS預先設定好的相關情境、參數、地區便會顯示於畫面中，使用者可點選右上角之按鈕進入細部設定。

- **Select Scenario**：以1.a為例，點選Select from list 便會顯示設定好之情境，可點選核取方塊自行新增或減少需要的模型及對應之氣候情境。
- **Data Selection**：此處可以選擇欲套用之參數，點選Timeseries variables下的方框即可選擇此情境下可用之參數(例如Price/Carbon, Price/Oil等)。

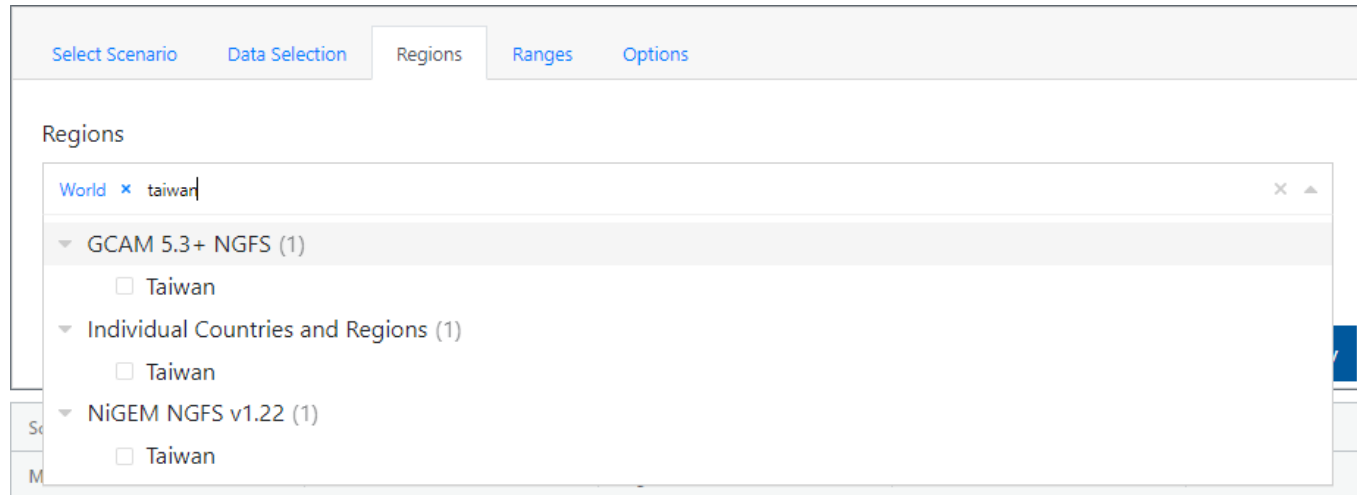


The screenshot shows the 'CO2 emissions' configuration interface. At the top, it displays '6 scenarios', '1 variable', and '1 region'. Below this, there are tabs for 'Select Scenario', 'Data Selection' (highlighted with a red box), 'Regions', 'Ranges', and 'Options'. Under the 'Data Selection' tab, there are 'Groups' (All, Energy, Emissions, Others) and 'Timeseries variables'. The 'Timeseries variables' section shows 'Emissions|CO2 (TOTAL)' selected and highlighted with a red box. Below this, there are buttons for 'Clear selection' and 'Show all variables in dropdown menu'. A table below shows the selected variable and its properties:

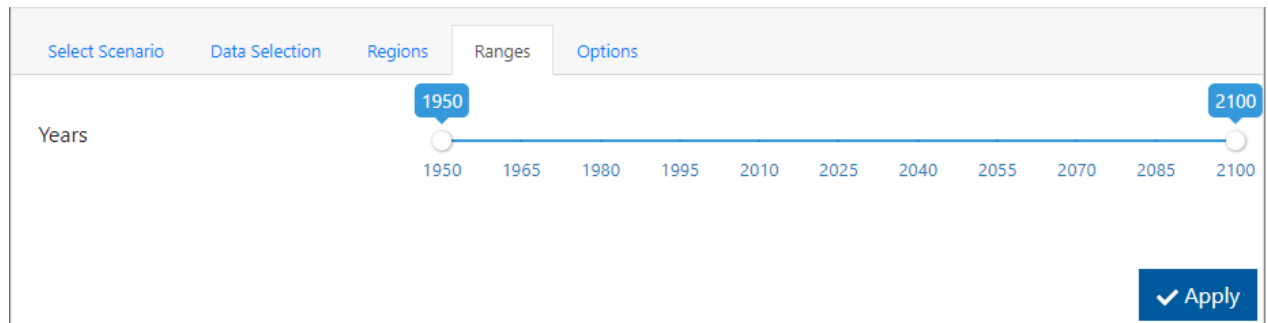
Variable	Unit	Scale
Emissions CO2	Mt CO2/yr	Linear (per unit)

At the bottom right, there is a blue 'Apply' button.

- **Regions**：此處可點選核取方塊自行新增或減少需要的地區，在NGFS提供之模型中，並非所有模型都有提供台灣地區之選項。



- **Range**：此處可以從1950年~2100年選擇欲分析之年度區間。



- Options：此處可以對Panel重新命名及新增描述，在下方亦可選擇欲呈現的圖表方式(折線圖、柱狀圖及表格)。

The screenshot shows a software interface with a top navigation bar containing five tabs: 'Select Scenario', 'Data Selection', 'Regions', 'Ranges', and 'Options'. The 'Options' tab is currently selected. Below the tabs, there are three main sections:

- Panel name:** A text input field containing the text 'CO2 emissions'.
- Panel description:** A larger text input field with a vertical scrollbar, containing the placeholder text 'Enter panel description'.
- Show as:** A section with three radio button options: 'Line chart', 'Bar chart', and 'Table'. The 'Table' option is selected, indicated by a blue dot. Below these options is a small text label: 'Type of visualization for data (can be also changed on panel toolbar)'.

At the bottom left of the form is a light grey button labeled 'Update'. At the bottom right is a dark blue button with a white checkmark icon and the text 'Apply'.

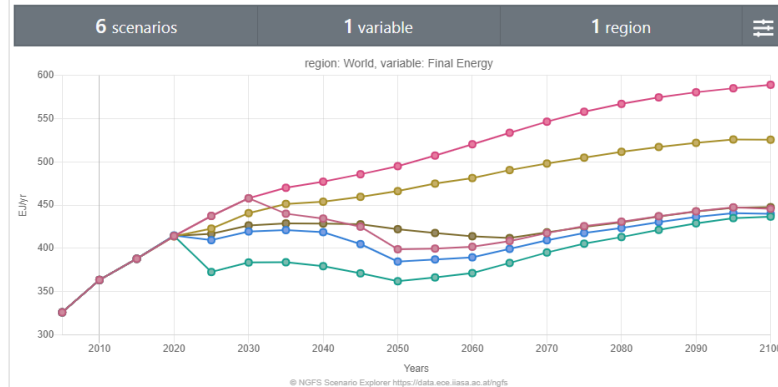
修改完成後，點選Apply，系統便會依照上述設定產出分析結果。

5. 下載和檢閱氣候情境參數

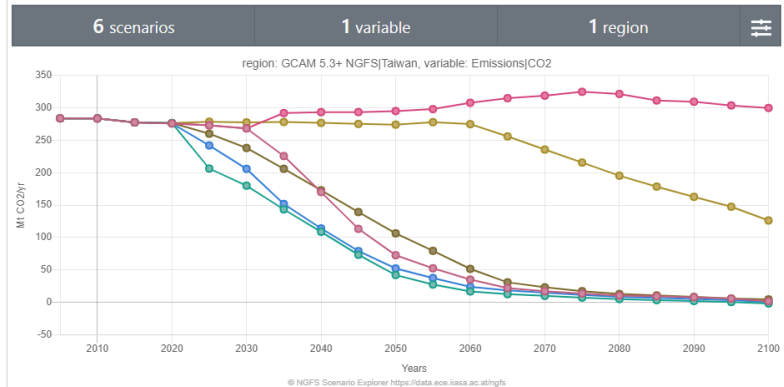
1.a GCAM5.3+ NGFS: Energy demand and CO2 emissions ^

The NGFS scenarios explore a range of emission pathways and corresponding global warming trajectories (as compared to pre-industrial levels). Across all scenarios energy use is de-linked from its historical correlation with growth. Deep reductions in carbon intensity are further needed to reach net zero carbon emissions.

Final energy demand



CO2 emissions



CO2 emissions

6 scenarios 1 variable

Select Scenario Data Selection Regions Ranges Options

CSV
XLSX

圖表產出後，可點選下載選擇使用者想要的格式進行後續的資料分析。

Model	Scenario	Region	Variable	Unit	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GCAM 5.3+ NGFS	Delayed transition	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6961063	276.0340651	273.1742851	268.4191319	225.7338425	170.2203291	113.383691	72.7059789
GCAM 5.3+ NGFS	Divergent Net Zero	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6961063	276.5564046	206.4098439	180.0049771	143.3983626	108.844786	73.4158833	42.18669833
GCAM 5.3+ NGFS	Current Policies	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6959975	276.0898601	273.1849092	268.4295346	292.0321565	293.4375662	293.5668302	295.163311
GCAM 5.3+ NGFS	Nationally Determined Contributions (NDCs)	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6961063	276.5317717	278.7288104	277.664774	278.300262	276.8576163	275.2415794	274.1555901
GCAM 5.3+ NGFS	Net Zero 2050	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6961063	276.0569548	242.058134	205.9665944	151.8474076	114.0716057	79.08532894	52.28014918
GCAM 5.3+ NGFS	Below 2°C	GCAM 5.3+ NGFS/Taiwan	Emissions/CO2	Mt CO2/yr	283.8677185	283.7470934	277.6961063	276.564359	260.1948487	238.1403473	206.0830574	172.9216917	139.3330897	106.4712476

(2) 轉型風險架構(Transition risk framework)

ClimateWise 倡議的保險諮詢理事會 (Insurance Advisory Council) 創立於 2016 年，期能借助英國劍橋大學的專業能力，強化保險業面對氣候變遷的應對能力，並鼓勵監管機構與政策制定者以更具系統性的方式提升金融系統因應氣候變遷的能力。

ClimateWise 倡議的成員包括安聯、安盛等保險業巨頭，倡議的宗旨在於投入尋找保險業支持零碳、氣候韌性轉型的方法，因而衍生出 ClimateWise 轉型風險架構。

ClimateWise 轉型風險架構⁸分為三大步驟，三步驟各自獨立，提供不同投資資訊，且前一步驟之資訊可以導入下一階段使用。

表 13、ClimateWise 轉型風險架構步驟、提供之投資資訊，與益處

步驟	提供之投資資訊	益處
步驟一	辨識投資組合風險與機會	有助未來資金分配與多元化投資
步驟二	辨識資產衝擊	提供資產管理人與資產擁有者提升資產韌性、辨識高暴險財務驅動因子之選項
步驟三	進行財務模型分析	量化對資產收益造成影響的潛在因子、評估投資選項，或評估是否需擬定退場策略

資料來源：Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL) (2019). Transition risk framework: Managing the impacts of the low carbon transition on infrastructure investments

⁸ 基礎建設轉型矩陣連結：<https://www.cisl.cam.ac.uk/resources/sustainable-finance-publications/transistion-risk-framework-managing-the-impacts-of-the-low-carbon-transition-on-infrastructure-investments>

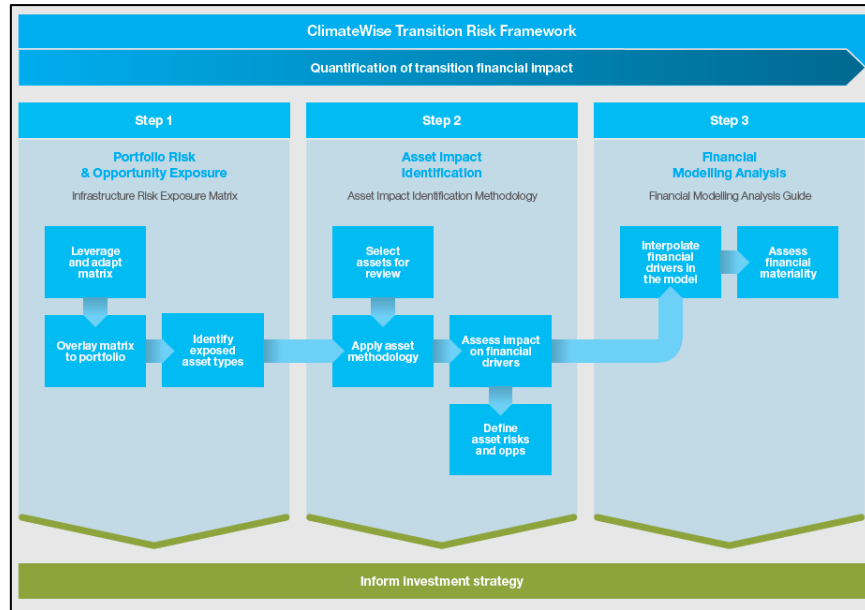


圖 26、轉型風險架構流程圖

資料來源：Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL) (2019). Transition risk framework: Managing the impacts of the low carbon transition on infrastructure investments

步驟一：辨識投資組合風險與機會

使用基礎建設暴險矩陣(Infrastructure Risk Exposure Matrix)，辨識不同地區、不同時間期程下，資產組合中可能暴險的部位，也可以評估轉型風險隨著時間增加的幅度，以協助未來資金分配與調整。

套用基礎建設暴險矩陣的步驟如下：



A. 設定範疇：

使用者可以透過選擇情境定義出檢視範疇，基礎建設暴險矩陣選用 IEA 的世界能源展望(World Energy Outlook, WEO) 情境⁹¹⁰，並從中挑選出「《巴黎協定》情境」與「2°C 情境」提供使用者兩種情境比較。氣候風險對財務表現的影響，以及矩陣所使用之情境說明如表 14

⁹ WEO 資訊不足時，輔以 IEA 的能源技術展望情境(Energy technology Perspective, ETP)。

¹⁰ 選擇 WEO 情境的原因如下：(1)WEO 情境是透明公開的資源；(2)具有成為投資人與 TCFD 使用的標竿指標之潛力；(3)提供能源密集部門的全球市場供需、價格，以及科技變動趨勢資訊。

表 14、氣候風險之影響與矩陣情境說明

轉型與實體風險對財務表現的影響		轉型情境與基線情境
<p>市場與科技變動：為達低碳轉型經濟之政策與投資</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 市場對高碳產品之需求減少 ● 對高能源效率之低碳產品與服務需求增加 ● 新科技擾亂市場 	<p>聲譽風險：利害關係人(包括投資人、消費者等)對負責任的經營有所期許</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提升名譽與品牌價值的機會 ● 利害關係人對管理階層失去信任的風險 	<p>基線情境</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 與低碳轉型情境比較的基線情境 ● 基於 IEA WEO 的「現行政策情境」，以及 ETP 的 6DS 情境(未導入減碳措施情境，升溫 6°C 的情境) ● IEA 表示基線情境大致與 IPCC 之 RCP 8.5 相符，預計於 2100 年平均升溫 3.7°C
		<p>巴黎協定</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 能源路徑與標竿國家的 NDCs 一致 ● 基於 IEA「新政策情境」，以及 ETP 的參考技術情境(Reference Technology Scenario, RTS) ● 預計全球升溫最高達 2.7°C
		<p>2°C</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 透過限制溫室氣體濃度在 450ppm CO₂，將升溫至 2°C 的機率限縮在 50%內 ● 基於 IEA WEO 450 情境，以及 ETP 2DS 情境
<p>政策與法規：國際、國家，以及州層級的要求與規範之合集</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 對高碳活動增加輸入、營運成本 ● 威脅到高碳排放企業的營運執照 	<p>實體風險：長期變化以及較頻繁、極端的氣候事件</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 增加營運與供應鏈中斷可能性，進而影響成本、收益、資產價值，以及保險賠償 	

B. 辨識財務驅動因子：

使用者可基於 (1)該資產類別之金融模型慣用的輸入值；與(2)可能受轉型風險衝擊而影響資產未來成本與收益的環節，初步辨別出各資產類別的成本與收益之財務驅動因子。財務驅動因子範例如下表 15。

表 15、財務驅動因子舉例

金融衝擊	轉型風險	財務驅動因子
收益	市場與技術變動	消費者與市場需求(如，車輛數量)
資本支出	政策與法規要求/ 聲譽風險壓力	不動產、廠房與設備相關成本(如，減碳技術)
營運費用	政策與法規要求	合規與法遵成本(如，碳定價)

C. 評估財務驅動因子對資產造成的影響：

參照基礎建設暴險矩陣，找出投資組合中特定資產在不同情境(巴黎協定情境、2°C 情境)、不同時間軸，受財務驅動因子的影響，即可歸納出投資組合受轉型風險影響，了解投資組合之風險與機會，進而改變未來投資策略，或將資訊投入步驟二與三。

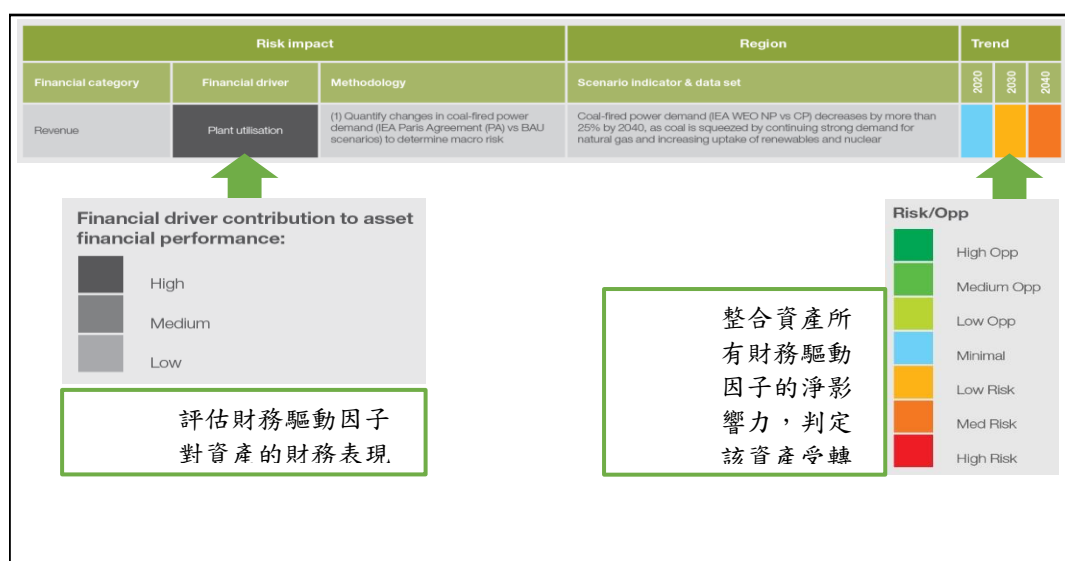


圖 27、量化轉型風險的影響

步驟二：辨識資產衝擊

透過於資產層級分析低碳轉型的影響，讓資產管理者與資產擁有者洞悉提升資產韌性的機會。

- A. 檢視於步驟一中辨識出之高風險/高機會資產，或投資組合中財務價值占比高的資產。
- B. 將基礎建設暴險矩陣的方法學(Methodology 欄位)套用在特定資產上，考量該資產之下列特性，針對個別資產再次進行評估：
 - (a) 地理位置
 - (b) 碳排放強度
 - (c) 科技因素(如，再生能源產業中，太陽能與風力發電之區別)，以及
 - (d) 市場定位(如，是否為於最低價位提供服務者？資產是否受政府管控？)
- C. 在此階段可以使用其他特定於該資產的情境，精準量化財務驅動因子受到的衝擊，進而辨識出受財務衝擊最大的驅動因子。

步驟三：進行財務模型分析

投資人可以參考架構提供之財務驅動因子，將轉型風險的潛在衝擊導入自身財務模型，加上適當的情境資料集(dataset)，即可量化低碳轉型對資產收益與成本的衝擊。

量化轉型風險潛在的財務衝擊將有助於壓力測試與機會辨識，投資人可以基於資產的財務表現，評估各轉型風險因子的影響程度，以利找出可以增加資產韌性的投資選項，或擬訂退場策略。

實際操作：

使用 ClimateWise 網站取得基礎建設暴險矩陣 (<https://www.cisl.cam.ac.uk/resources/sustainable-finance-publications/transistion-risk-framework-managing-the-impacts-of-the-low-carbon-transition-on-infrastructure-investments>)後，依序進行下列步驟。

步驟一：使用 Risk Matrix 頁面比對自身投資組合，了解各資產類別的暴險狀況與潛在機會。

Infrastructure Risk Exposure Matrix				Paris Agreement (NDCs)			2°C Scenario		
Transition risk by infrastructure asset type				2020	2030	2040	2020	2030	2040
Sector	Sub-sector	Asset Types	Geography						
Power Generation	Coal	Coal-fired power plants	U.S.	Medium	Med Risk	Med Risk	Med Risk	High Risk	High Risk
			EU	Med Risk	Med Risk	High Risk	Med Risk	High Risk	High Risk
			India	Low Risk	Med Risk	Med Risk	Low Risk	Med Risk	High Risk
	Gas	Gas-fired power plants	U.S.	Medium	Medium	Medium	Medium	Low Risk	Med Risk
			EU	Medium	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Med Risk	High Risk
			India	Medium	Med Risk	Med Risk	Med Risk	Med Risk	High Risk
Nuclear	Nuclear power plants	U.S.	Med Risk	Med Risk	Med Risk	Med Risk	Low Risk	Low Risk	
		EU	Med Risk	Med Risk	Low Risk	Med Risk	Low Risk	Low Risk	
		India	Low Opp	Med Opp	Med Opp	Low Opp	Med Opp	Med Opp	
Renewables	Utility-scale wind and solar farms	U.S.	Low Opp	Med Opp	Med Opp	Low Opp	Med Opp	High Opp	
		EU	Low Opp	Med Opp	Med Opp	Low Opp	Med Opp	Med Opp	
		India	Low Opp	Med Opp	Med Opp	Low Opp	Med Opp	High Opp	
Oil & Gas Infrastructure	Oil	Pipelines and associated midstream infrastructure	U.S.	Med Risk	Med Risk	Med Risk	Med Risk	Med Risk	High Risk
			EU	Low Risk	Med Risk	Med Risk	Low Risk	Med Risk	High Risk
			India	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	High Risk
	Gas	Gas distribution infrastructure	U.S.	Medium	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Med Risk	High Risk
			EU	Medium	Med Risk	Med Risk	Low Risk	Med Risk	High Risk
			India	Medium	Low Risk	Low Risk	Medium	Low Risk	Low Risk
Transportation	Aviation	Airports	U.S.	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium
			EU	Medium	Medium	Medium	Medium	Med Risk	Med Risk
			India	Medium	Medium	Low Risk	Med Risk	Med Risk	Med Risk
Roads	Toll roads	U.S.	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Low Risk	
		EU	Medium	Medium	Medium	Medium	Medium	Low Risk	
		India	Medium	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Low Risk	Med Risk	

步驟二：依據不同情境(巴黎協定情境、2°C 情境)頁面，參考 I 欄位(Methodology)，辨別對特定資產影響最大的財務驅動因子。

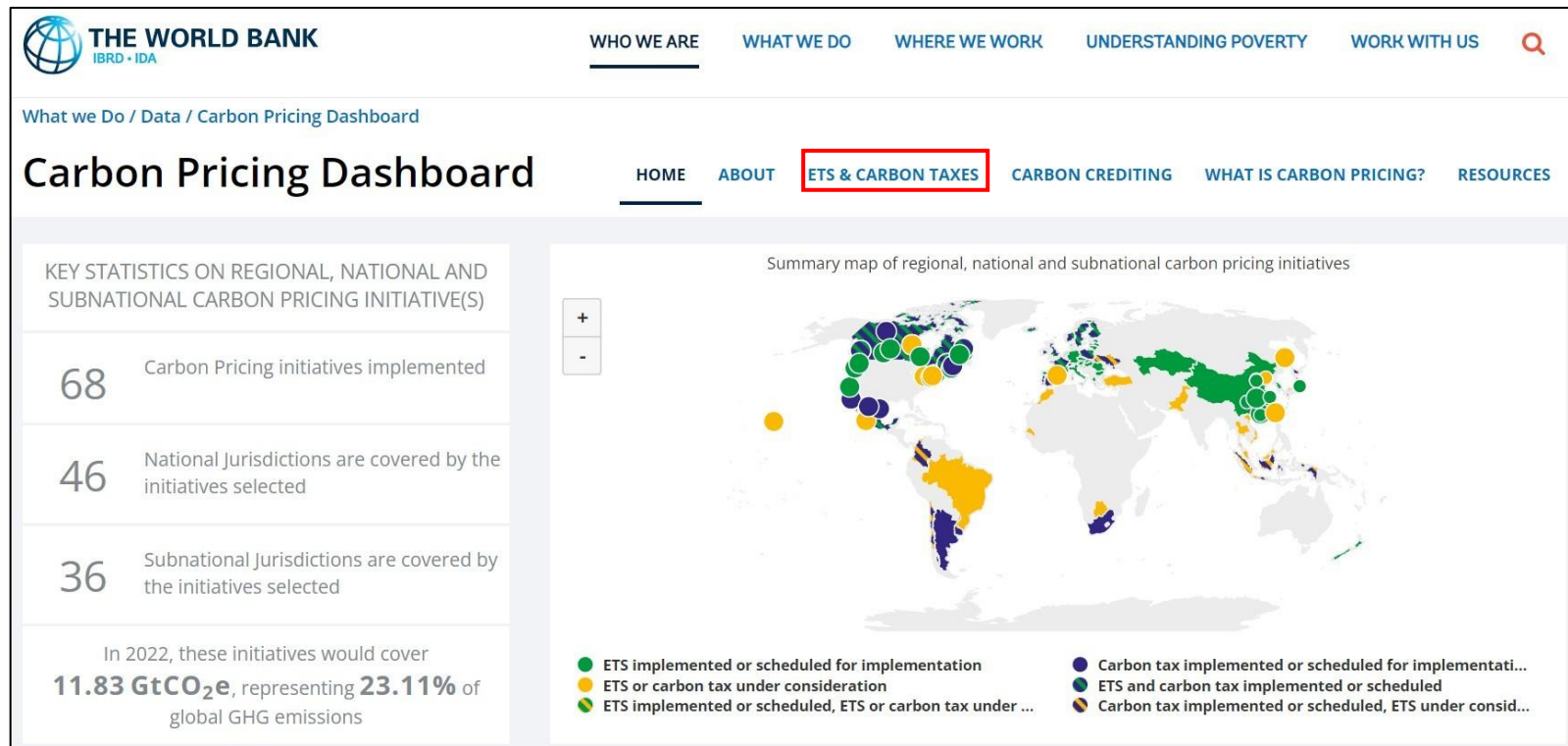
Infrastructure Asset Type		Risk Impact				Transition Risk Impact		Data Sources & Indicators		
Sector	Sub-sector	Asset Types	Impact Category	Financial Driver	Weighting	% Wt.	Methodology	Indicators	Comments	
Power Generation	Coal	Coal-fired power plants	Revenue	Fuel-cost reduction	1.5	11%	<p>①-Quantify changes in coal-fired power demand (GW) vs BAU scenarios to determine revenue risk</p> <p>②- Assess carbon and other trends in plant utilization data to determine scope of potential risk impact on coal-fired power plant fleet</p>	<p>①- In power demand could reduce plant utilization, but this will vary by plant based on when it is replaced in comparison to the rest of asset's power plant fleet (e.g. cost curve) - a range of potential risk impact scenarios is possible</p> <p>②- Assessed in utilization with its reduced by comparing the Power Output to the plant's capacity based on the 2°C scenario compared to the BAU</p>	<p>IEA, WFP</p> <p>Coal-fired power demand</p> <p>IEA, WFP</p> <p>Power plant capacity factors</p>	<p>Coal-fired power demand (GW) vs BAU scenarios to determine revenue risk</p> <p>①- In power demand could reduce plant utilization, but this will vary by plant based on when it is replaced in comparison to the rest of asset's power plant fleet (e.g. cost curve) - a range of potential risk impact scenarios is possible</p> <p>②- Assessed in utilization with its reduced by comparing the Power Output to the plant's capacity based on the 2°C scenario compared to the BAU</p>

步驟三：參照受衝擊的財務驅動因子，配合自身財務模型或其他情境，量化轉型風險對整體投資組合的影響程度。

(3) Carbon Pricing Dashboard

Carbon Pricing Dashboard 為世界銀行於 2017 年的線上平台，提供全球有關碳定價推動與趨勢的數據資料，其數據基礎建立於各年度碳定價相關報告(State and Trends of Carbon Pricing report)上。
Carbon Pricing Dashboard 應用實例：

A. 進入平台(網址：[Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives \(worldbank.org\)](https://www.worldbank.org/en/topic/climate/energy/carbon-pricing))



B. 選擇「ETS & Carbon Taxes」，並選擇「Download」以下載全球碳定價相關資料

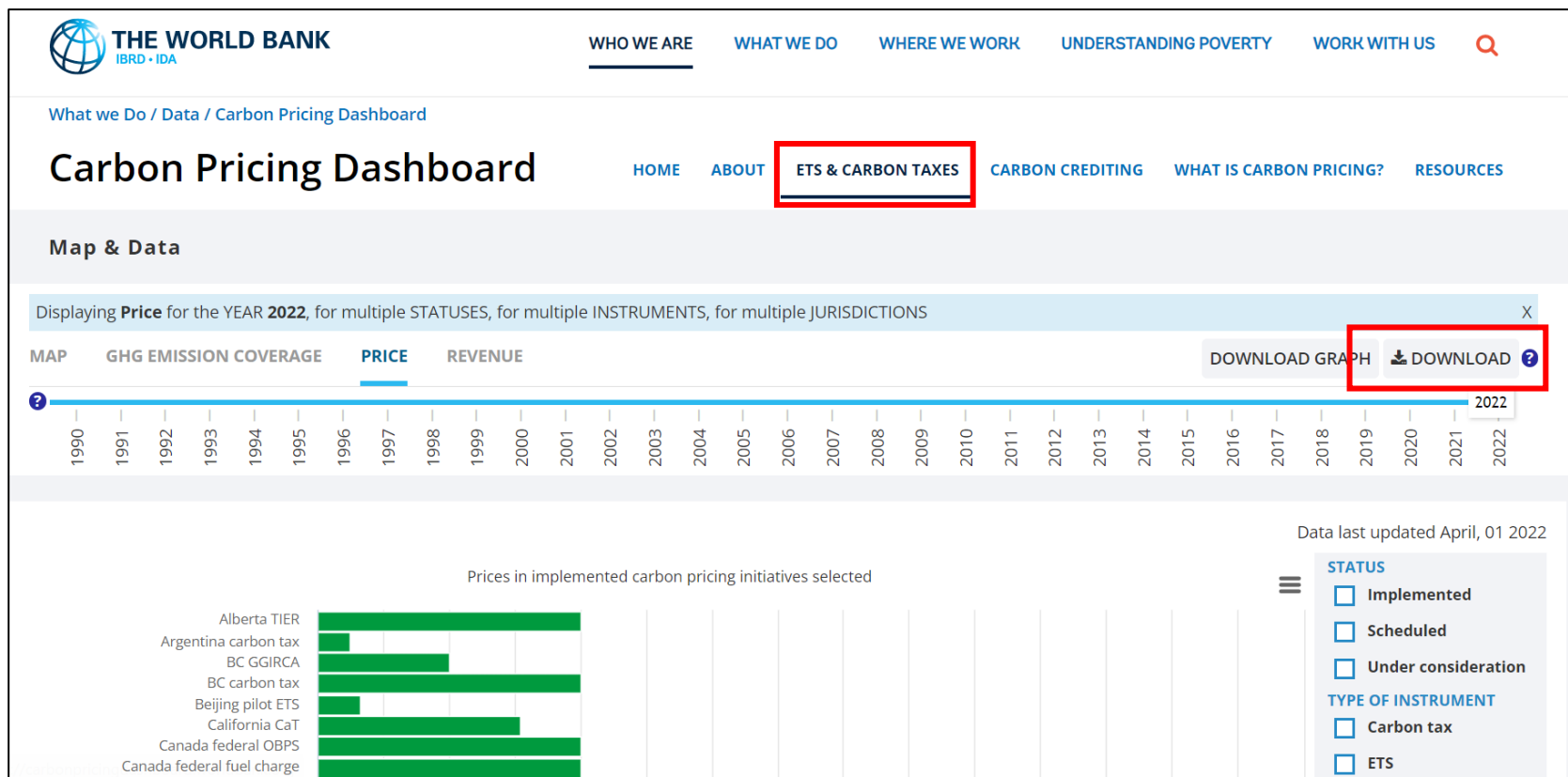


圖 29、Carbon Pricing Dashboard 使用示例

C. 開啟下載之檔案，檢索欲使用之碳相關資料。此處以「Price」為例，該分頁包含各地區 1990 年至 2022 年之碳定價數據。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2		Data last updated April, 01 2022								
3		Note: Nominal prices on April, 01 2022. Prices are not necessarily comparable between carbon pricing initiatives because of differences in the number of sectors covered and allocation methods applied, specific exemptions,								
4		Name of the initiative	Instrument Type	Jurisdiction Covered	Price_label_1_1990	Price_rate_1_1990	Price_label_2_1990	Price_rate_2_1990	Price_label_1_1991	Price_rate_1_1
5		Alberta TIER	ETS	Alberta	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
6		Argentina carbon tax	Carbon tax	Argentina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
7		Austria ETS	ETS	Austria	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
8		BC GGIRCA	ETS	British Columbia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
9		BC carbon tax	Carbon tax	British Columbia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
10		Baja California carbon tax	Carbon tax	Baja California	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
11		Beijing pilot ETS	ETS	Beijing	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
12		Botswana carbon tax	Carbon tax	Botswana	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
13		Brazil ETS	ETS	Brazil	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
14		Brunei Darussalam undecided	Undecided	Brunei Darussalam	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
15		California CaT	ETS	California	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
16		Canada federal OBPS	ETS	Canada	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
17		Canada federal fuel charge	Carbon tax	Canada	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
18		Catalonia carbon tax	Carbon tax	Catalonia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
19		Chile ETS	ETS	Chile	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
20		Chile carbon tax	Carbon tax	Chile	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
21		China national ETS	ETS	China	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
22		Chongqing pilot ETS	ETS	Chongqing	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
23		Colombia carbon tax	Carbon tax	Colombia	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

圖 30、Carbon Pricing Dashboard – 碳定價資料

(三) 公開情境壓力測試模型蒐研

傳統壓力測試中採用總體經濟變數來了解情境中的壓力事件對金融機構的潛在影響，而在氣候壓力測試的情境中則包含由實體與轉型變數轉化成的總體經濟變數，來了解氣候壓力事件對機構的潛在影響。本章參酌聯合國環境規劃署金融倡議組織(United Nations Environment Programme Finance Initiative, UNEP FI)發布之《Good Practice Guide to Climate Stress Testing》文件，彙整各國執行氣候壓力測試之情形，進一步說明氣候壓力測試中所使用的情境、變數及模型，並以英國央行(Bank of England, BoE)執行氣候壓力測試(Climate Biennial Exploratory Scenario exercise, CBES)之實際情形作為案例分享。

各國執行氣候壓力測試資訊統整

地區	英國	法國	荷蘭	澳洲	歐盟	丹麥	香港	歐盟
監管單位	審慎監管局 (Prudential Regulation Authority, PRA) ; 英國中央銀行 (Bank of England, BoE)	審慎管理局 (Autorité de Contrôle Prudentiel et de Résolution, ACPR) ; 法國中央銀行 (Banque de France, BnF)	金融市場管理局 (Autoriteit Financiële Markten, AFM) ; 荷蘭中央銀行 (De Nederlandsche Bank, DNB)	澳洲審慎監管局 (Australian Prudential Regulation Authority, APRA)	歐洲央行 (European Central Bank, ECB)	丹麥國家銀行 (Danmarks Nationalbank)	香港金融管理局 (Hong Kong Monetary Authority, HKMA)	歐洲央行銀行監管局 (ECB Supervisory)
氣候壓力測試框架	Climat e Biennial Explor	l'exercice pilote climatique	Annual energy transition risk stress	Climat e Vulnerability Assess	Economic-wide climate stress	-	pilot climate risk stress test	Single Supervisory Mechanism

地區	英國	法國	荷蘭	澳洲	歐盟	丹麥	香港	歐盟
	atory Scenari o (CBES) exercis e		test for the financi al system of the Netherl ands	ment (CVA)	test		(CRST)	(SSM) test
範疇	大型銀行與保險公司	銀行與保險公司	銀行、保險公司、退休基金	銀行	銀行與企業	銀行	銀行	銀行
包容性	強制性	自願性	自願性	強制性	強制性	N/A	自願性	強制性
資產負債表參考年度	2020 年底	2019 年底	2017 年底	未揭露	2020 年底	未揭露	不可取得	2021 年底
期間	轉型風險：30年（至2050年）；實體風險：60年	30年（至2050年）	5年（至2023年）	30年（至2050年）	30年（至2050年）	9年	5-30年	依使用之情境至多30年（至2050年）
資產負債	不變	至	不變	不變	不變	未揭露	不變	依使用

地區	英國	法國	荷蘭	澳洲	歐盟	丹麥	香港	歐盟
債表假設		2025 年底不變； 2026 年後變動		and proport ional	(allows for feedba ck loop)			之情境 決定變 或不變
關注之 暴險項 目	貸款簿 和大型 企業交 易對手	商業貸 款、股 票、公 司信用 利差、 主權信 用利 差、商 品和利 率	持有債 券和股 權部 位，以 及企業 貸款	抵押貸 款和企 業	信貸和 市場投 資組合 中的企 業	企業貸 款和抵 押貸款	產業暴 險	抵押貸 款和企 業暴險
交易對 手層級 分析	是	是	否	是	是	否	是	是
風險類 型	實體、 轉型與 訴訟	實體與 轉型	轉型	實體與 轉型	實體與 轉型	轉型	實體與 轉型	實體與 轉型
情境數 量	3	4	4	2	3	1	未揭露	5
NGFS 情境	情境建 立基於	以 NGFS	N/A	情境建 立基於	情境建 立基於	N/A	以 NGFS	以 NGFS

地區	英國	法國	荷蘭	澳洲	歐盟	丹麥	香港	歐盟
	NGFS 情境	情境作為出發點		NGFS 情境	NGFS 情境		情境為基礎	情境為基礎
計算方法	使用內部模型 (由下而上法)	使用內部模型 (由下而上法)	由上而下壓力模型方法	由下而上及由上而下法	由上而下法	由上而下法	使用內部模型 (由下而上法)	使用內部模型 (由下而上法)
結果產出時間	2022年5月	2021年5月出版	2018年出版	2022上半年	將於2022年執行測試	2020年11月出版	2021年12月公布壓力測試實驗計畫結果	將於2022年3至7月進行
公開揭露	是，總體資訊整合而非公司個體層級	是，總體資訊整合而非公司個體層級	是，總體資訊整合而非公司個體層級	是，總體資訊整合而非公司個體層級	是，總體資訊整合而非公司個體層級	是，總體資訊整合而非公司個體層級	未註明	未註明

選擇情境	選擇變數與敘述	量化與建模	風險評估
<ul style="list-style-type: none"> • 辨識執行該氣候壓力測試的意義 • 辨識情境視野 • 決定該測試的相關產業與地區 • 確定哪些參考情境最適用(如：NGFS和IEA情境) 	<ul style="list-style-type: none"> • 辨識與金融機構相關的關鍵實體與轉型風險 • 選擇合適的實體與轉型情境變數 • 確定建模過程中投入的總體與財務變數 • 根據為相關地區辨識的風險，使用參考情境設計情境路徑 	<ul style="list-style-type: none"> • 選擇欲使用的模型組合 • 設計模擬情境之量化路徑 • 了解使用的模型及情境路徑的關鍵假設 • 辨識各使用模型所需之投入 • 決定各使用情境所需的關鍵產出 	<ul style="list-style-type: none"> • 透過財務模型決定氣候風險對機構的影響 • 可以以分類方式為相關產業提供結果 • 使用財務指標以決定機構對氣候壓力情境之韌性 • 模型產出需包含量化及質化

圖 31、氣候壓力測試流程

使用變數

UNEP FI 與參與該計劃之機構研議，提出氣候壓力測試中建議使用之變數如下：

表 16、氣候壓力測試建議使用變數

變數類型	變數
價格	<ul style="list-style-type: none"> ● 碳價 ● 商品及能源價格 <ul style="list-style-type: none"> ■ 初級能源價格(油、煤、氣) ■ 次級能源價格(電、氣) ■ 再生能源價格 ● 政府政策及其他稅
生產	<ul style="list-style-type: none"> ● 投入成本 ● 總初級能源(EJ) ● 總能源使用 ● 石化燃料使用量 ● 再生能源使用量
投資	<ul style="list-style-type: none"> ● 能源效率 ● 能源供給 ● 新技術投資
排放	<ul style="list-style-type: none"> ● 溫室氣體排放與路徑(依地區及產業別) ● 能源結構 (煤、氣、油、再生能源) ● 總能源使用量 ● 政府政策 ● 產業溫室氣體排放(如運輸量與耕地)

<p>實體風險</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 溫度(全球與地區) ● 降水和洪水風險 ● 乾旱風險 ● 其他實體災害風險 ● 農業生產力、作物產量和糧食安全
<p>總體財務及社會經濟</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 家庭收入 ● 住宅/商業地產價格 ● 失業率 ● 國內生產總值 ● 企業利潤 ● 債券收益率 ● 通貨膨脹率 ● 貿易流量 ● 利率和匯率 ● 銀行利率 ● 股票指數 ● 信貸增長(家庭、企業) ● 信用利差

英國央行(BoE) 2021 年的氣候壓力測試(CBES)中，使用 Early Action (EA)、Late Action (LA)、No Additional Action (NAA)三種情境，各情境下皆包含總體、財務、轉型及實體等四種類型變數的路徑：

總體變數 Macro variables	
<ul style="list-style-type: none"> ● real GDP ● nominal GDP ● Consumer Price Index ● unemployment rate ● corporate profits ● household income ● residential property price index ● commercial real estate price index - aggregate ● Bank Rate ● Sterling ERI ● PPP-weighted real GDP ● policy rate ● Crop and animal production ● Forestry and fishing ● Mining other ● Mining crude petroleum, natural gas, metal ores ● Manuf. other ● Manuf. food ● Manuf. beverages 	<ul style="list-style-type: none"> ● Wholesale on a fee or contract basis ● Wholesale of agricultural raw materials and live animals ● Wholesale of food, beverages and tobacco ● Wholesale of household goods ● Wholesale of information and communication equipment ● Wholesale of other machinery, equipment and supplies ● Other specialised wholesale ● Non-specialised wholesale trade ● Retail sale in non-specialised stores ● Retail sale of food, beverages and tobacco in specialised stores ● Retail sale of automotive fuel in specialised stores ● Retail sale of information and communication equipment in specialised stores ● Retail sale of other household equipment in specialised stores ● Retail sale of cultural and recreation goods in specialised stores ● Retail sale of other goods in specialised stores ● Retail sale via stalls and markets ● Retail trade not in stores, stalls or markets ● Land transport

總體變數 Macro variables

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Manuf. tobacco ● Manuf. textile, apparel, leather ● Manuf. wood and paper products ● Manuf. coke and refined petroleum products ● Manuf. chemicals ● Manuf. pharmaceuticals ● Manuf. rubber and plastic ● Manuf. minerals ex cement ● Manuf. cement ● Manuf. basic metals ● Electricity supply ● Electricity transmission ● Electricity distro and trade ● Gas and steam ● Water collection ● Sewerage and waste ● Construction other ● Construction of buildings ● Trade and repair of motor vehicles | <ul style="list-style-type: none"> ● Water transport ● Air transport ● Warehousing and postal ● Accommodation and food services ● Information, publishing and broadcasting activities ● Telecommunications ● Financial services excl. insurance ● Insurance, re-insurance and pension ● Real estate ● Professional, scientific and technical activities ● Administrative and support activities ● Public administration and defence ● Education ● Human, health and social activities ● Other services |
|--|---|

註：使用多國總體經濟數據，包含全球、英國、美國、歐盟、法國、德國、愛爾蘭、加拿大、中國、香港、日本與新加坡。

財務變數 Financial variables

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● equity prices ● US volatility index ● government bond yield ● Overnight SONIA ● Overnight SOFR ● 3 month Euribor ● financial corporates bond spread AAA-BBB ● investment-grade non-financial corporates bond spread AAA-BBB | <ul style="list-style-type: none"> ● high-yield corporate bond spread ● SONIA swap rates ● SOFR swap rates Euribor swap rates ● Solvency 2 Risk Free Rate GBP ● Solvency 2 Risk Free Rate USD ● Solvency 2 Risk Free Rate EUR |
|--|---|

註：使用多國財務數據，包含英國/英鎊、美國/美金、歐盟/歐元；government bond rate 包含 1 年期、5 年期及 10 年期之數據；Euribor、SONIA、SOFR swap rates 及 Solvency 2 Risk Free Rate 皆包含 1 年期、5 年期、10 年期及 20 年期之數據。

實體變數 Physical variables

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Near-Surface Air Temperature, max daily (changes in °C) ● Near-Surface Air Temperature, average annual (changes in °C) ● Near-Surface Wind Speed, max daily (% change) ● Near-Surface Wind Speed, average annual (% change) ● Precipitation rate, average annual (% change) ● Precipitation rate, average summer (% change) ● Precipitation rate, average winter (% change) ● Soil Moisture (% change) | <ul style="list-style-type: none"> ● Land area exposed to wildfire, average annual (% change) ● Land area exposed to crop failure, average annual (% change) ● Land area exposed to heatwave, average annual (% change) ● Sea-level rise, average annual (change in metres) ● Change in tropical cyclone, frequency of Category 4-5 tropical cyclones (% change) ● Change in tropical cyclone, intensity (% change) ● Change in tropical cyclone, precipitation rates (% change) ● Global mean temperature (changes in °C) |
|---|--|

註：使用多國數據，包含英國、美國、歐盟、法國、德國、加拿大、中國、香港與日本；Change in tropical cyclone 涵蓋 North Atlantic、Northeast Pacific、Northwest Pacific、South Indian Ocean、Southwest Pacific 及 Global 等地區之數據。

轉型變數 Transition variables

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Carbon price ● Final energy demand: electricity ● Final energy demand: gasses ● Final energy demand: heat ● Final energy demand: hydrogen ● Final energy demand: liquids ● Final energy demand: solids ● Primary energy demand: Biomass ● Primary energy demand: Coal (all) ● Primary energy demand: Coal w/ CCS ● Primary energy demand: Gas (all) ● Primary energy demand: Gas w/ CCS ● Primary energy demand: Geothermal ● Primary energy demand: Hydrogen ● Primary energy demand: Nuclear ● Primary energy demand: Oil ● Primary energy demand: Solar ● Primary energy demand: Wind | <ul style="list-style-type: none"> ● End user cost of coal ● End user cost of gas ● End user cost of oil ● Producer price of coal ● Producer price of gas ● Producer price of oil ● Price of energy for buildings: electricity ● Price of energy for buildings: Natural gas ● New vehicle registrations': ICEV % of total ● New vehicle registrations': HV % of total ● New vehicle registrations': EV % of total ● Vehicles on the road: ICEV % of total ● Vehicles on the road: HV % of total ● Vehicles on the road: EV % of total ● Used car price: ICEV ● Used car price: HV ● Used car price: EV |
|---|---|

註：使用多國碳價，包含英國、美國、中國、香港、加拿大與日本。

使用模型

目前全球金融機構使用多種氣候風險建模的方法，其中包含如開發機構內部模型及購買外部模型。對於氣候壓力測試，金融機構應採用傳統壓力測試中現有之建模方法，以將氣候風險轉化為財務影響。

氣候壓力測試建模過程包含模擬氣候變數、評估氣候風險對總體變數的影響、將總體經濟影響以產業別或投資組合做拆解，以及量化對金融機構之影響(圖 32)。該建模方法須結合多種模型，包含氣候情境模型、總體經濟模型、產業別及投資組合模型、財務模型及內部模型。

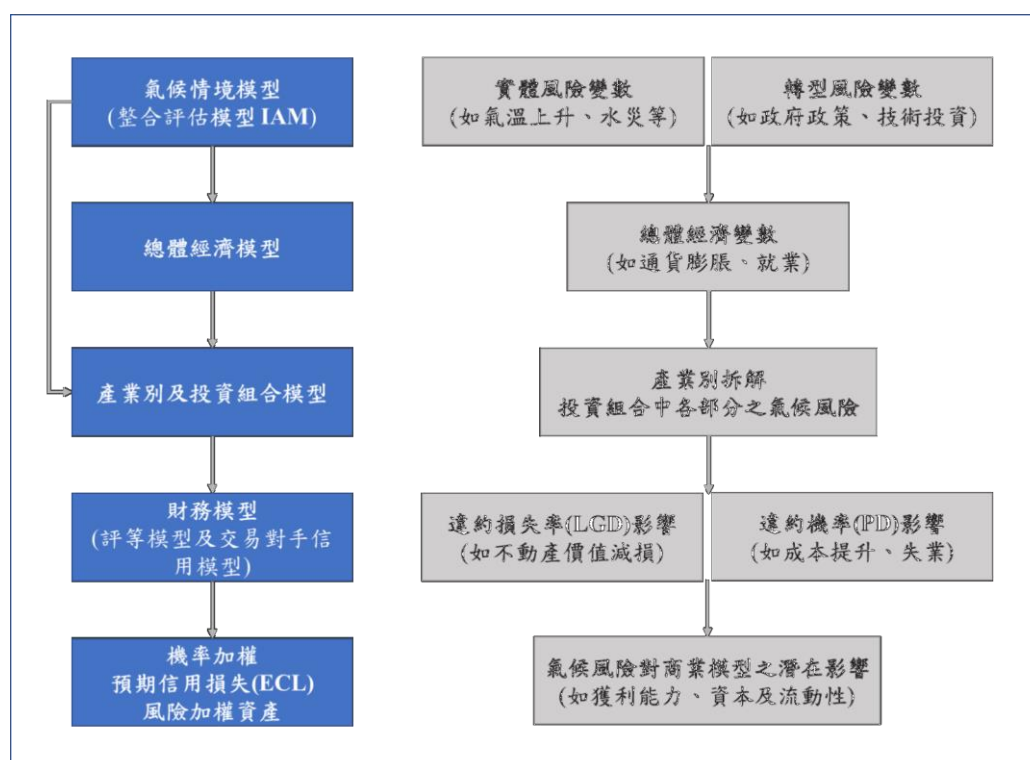


圖 32、氣候壓力測試建模方法

1. 氣候情境模型

氣候情境模型用以對選用之實體與轉型風險變數預測路徑；該模型可研究氣候系統的潛在變化，並顯示能源生產與使用隨時間的變化、技術改變、自然能源使用，以及氣候政策的影響。氣候情境模型整合評估模型(Integrated Assessment Model, IAM)為可生成能結合至氣候模型中的排放路徑。近期金融機構採用該模型乃因其能說明氣候變遷與經濟活動、溫室氣體排放之間的關係；其範圍涵蓋全球、時間範圍較長，並在減緩路徑上具備充足細節資訊，能提供權衡(trade-offs)及限制(constraint)上的概述。該模型優化成本、表現、生產者與消費者反應等行為。英國央行(BoE)氣候壓力測試(CBES)即使用整合評估模型預測各情境下 GDP、碳價及溫室氣體排放路徑。該模型之產出(outputs)則作為總體經濟模型的投入(inputs)。

2. 總體經濟模型

總體經濟模型可將氣候模型中使用之氣候變數轉化為總體經濟變數，該模型為氣候壓力測試中相當重要的部分，因其能以財務影響的方式表達氣候風險。一般氣候壓力測試中常用的總體經濟模型為 NiGEM 模型，因該動態模型允許在長時間範圍內投射路徑；且因國家之間會受匯率、貿易價格、國內價格等總體經濟因子牽動，該模型能協助金融機構評估其國際暴險及國家層級暴險。英國央行 (BoE) 即使用 NiGEM 模型。

3. 產業別及投資組合模型

氣候壓力測試要求使用模型以了解總體經濟對各產業的影響。英國央行 (BoE) 的氣候壓力測試 (CBES) 中，監管機構制定了解實體風險與排放概況的脆弱因子 (vulnerability factors) 以辨識高風險產業，並使用這些脆弱因子計算各產業總附加價值 (Gross Value-Added, GVA) 路徑。

4. 財務模型

財務模型用以計算銀行對氣候風險之暴險。於氣候風險壓力測試中使用 PD、LGD、EAD 模型可協助金融機構將氣候情境之影響轉化為財務變數，而使用內部評等或風險模型則可分析氣候風險對於放款給借戶的潛在影響與損失。

參、台灣三業現況分析

一、國內對三業之現行要求

(一) 綠色金融 3.0 與公司治理 3.0

金管會在 2022 年 9 月發布「綠色金融行動方案 3.0」更進一步推動邁向淨零轉型的目標，期望金融機構整合金融資源，並深化永續發展，鼓勵企業揭露碳排放資訊，從投融資推動整體企業減碳，整合資料及數據以強化氣候韌性與因應風險的能力。綠色金融行動方案 3.0 中認為氣候變遷將對金融穩定產生威脅，具體風險包括實體風險與轉型風險，因此將相關氣候風險情境納入壓力測試以及將氣候相關風險納入機構之策略與風險管理監理程序中便扮演極其重要的角色。

在世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF) 2022 年 1 月份發布之《2022 年全球風險報告》(The Global Risks Report 2022)點出氣候行動失敗、極端氣候及生物多樣性喪失列為全球十大風險中前三名，為主動因應氣候變遷，金管會期望藉由建置及整合企業 ESG 及氣候相關資料，讓金融機構得以更精確之數值進行壓力測試及情境分析，以更精確辨識潛在暴險部位，以利進行後續之風險管理。

而公司治理 3.0 的五大推動方向中，有關「強化資訊揭露」，金管會明確指出將參考國際相關準則，如：氣候相關財務揭露規範(TCFD)、美國永續會計準則委員會(SASB)發布之準則，強化永續報告書揭露資訊，預計將適用於 2023 年要求編制 2022 年報告書的企業。此一資訊揭露規範係針對上市櫃公司，而目前我國的證券、期貨與投信投顧公司，受影響僅有少數上市櫃公司，多數公司為非公開發行公司，故現有因公司治理 3.0 而需要執行 TCFD 揭露的證券、期貨與投信投顧業者並不多。惟在 2022 年 3 月金管會發布之「證券期貨業永續發展轉型執行策略」中規範不同規模的證券期貨業，包含隸屬上市櫃集團企業之子公司，當其規模達一定等級，需在未來 3 年內編制及公布永續報告。

(二) 證券期貨業永續發展轉型執行策略

2022 年 3 月，金管會發布「證券期貨業永續發展轉型執行策略」，並在 7 月份發佈工作會議決議的函文內容，其中規範證券商依據不同規模中採分階段實施，以完善永續生態體系、維護資本市場交易秩序與穩定、強化證券期貨業自律機制與整合資源、健全證券期貨業經營與業務轉型、保障投資或交易人權益及建構公平友善服務等 5 大目標，擬定 3 大推動架構、10 項策略及 27 項具體措施。

策略 8 中提及應強化證券期貨業因應氣候變遷風險能力，證券期貨業應以情境分析為資訊揭露的重要基礎，證交所在第 21 項具體措施中提及將參考 TCFD 內容研訂證券期貨業氣候變遷情境分析範例或指引，以協助證券商、期貨商及投信事業設定情境、參數及模型，以增加氣候變遷資訊揭露的品質與資訊之可驗證性及可比較性。金管會預計將與各周邊單位，以三年為期共同努力推動，以達成產業永續發展轉型目標。

(三) 證券投資信託事業風險管理實務守則

金融監督管理委員會於 2022 年 10 月份公布修正後《證券投資信託事業風險管理實務守則》，要求各證券投資信託事業不但要新增訂定適當之氣候變遷風險管理機制，而且須從 2024 年起，應在每年 6 月底前在永續報告書中或各公司網站中揭露前一年度氣候風險管理資訊。

在《證券投資信託事業風險管理實務守則》第 4 條各類風險之管理機制項下，增訂相關氣候風險之評估與管理機制規範，並要求證券投資信託事業應辨識氣候風險與信用風險、市場風險、流動性風險及作業風險的關聯性。在氣候風險管理原則中訂定證券投資信託事業宜依據所鑑別之氣候風險，建立重大性評估及情境分析，依據實體風險及轉型風險可能對公司本身的財務影響作評估及揭露；投信宜訂定風險指標及評估方法，以辨認具氣候相關風險之部門、交易對手並評估其影響性。並鼓勵業者使用各種方法及工具衡量氣候相關風險，並積極使用情境分析方法。

(四) 期貨商風險管理實務守則和證券商風險管理實務守則

證券交易所在 2022 年 8 月份發布之《上市上櫃公司風險管理實務守則》中氣候風險定義於營運所面臨之風險來源，風險管理單位宜依據公司規模、所屬產業、業務特性、營運活動，並考量企業永續及氣候變遷，上市櫃公司宜進行全方位風險分析，分析與辨識公司適用之風險來源與類別，定義公司自身之風險類別，針對各風險類別展開相關細部風險情境辨識，並定期檢討其適用性。

證券櫃檯買賣中心訂定之《期貨商風險管理實務守則》和證券期貨局訂定之《證券商風險管理實務守則》皆強調董事會應認知並確保風險管理之有效性，落實辨識氣候變遷所帶來之風險及商機負責發展及執行應對策略及計畫，定期向董事會報告相關氣候風險管理資訊。

在《期貨商風險管理實務守則》和《證券商風險管理實務守則》第4條資金需求策略中規範期貨商及證券商應訂定不同的資金需求策略，以因應資金流動性所造成之損失，或市場突發狀況所產生之資金流動性需求。風險單位應透過不同的情境分析，瞭解所持有之金融商品的潛在流動性風險，進而評估在各種情況下籌資的可能成本。此外，期貨商和證券商於建立風險管理資訊系統架構時，亦可考慮包含交易前風險評估流程、交易前情境分析等。

(五) 機構投資人盡職治理守則

在2022年發布之2021機構投資人盡職治理資訊揭露評比報告中提到，金管會已於2022年3月洽請各同業公會協助輔導所屬各會員公司新增編製及揭露「年度議合紀錄」，內容須說明與被投資公司互動、議合的方式有哪些(例如：氣候變遷(TCFD)之相關財務揭露)，並說明互動、議合後所帶給被投資公司的影響，我們也在評比報告中看到越來越多公司除了將環境、社會及公司治理議題納入投資分析與決策考量，氣候相關風險也逐漸成為各公司關注議題，例如在投資時考量被投資公司氣候變遷相關議題及資訊揭露，或在後續的議合評估執行考量氣候變遷相關風險，這讓投資人可了解氣候變遷對公司的影響，亦可讓企業正視並評估其可能風險。

二、國內證券、期貨、投信投顧三業現況分析

(一) 問卷調查結果分析

本次研究調查在臺灣營運之國內及國外證券、期貨與投信投顧業者共108家(包括證券業67家、期貨業15家、投信業26家)，在氣候相關風險之治理、策略、風險管理與指標目標設置情形。整體而言三業業者大多仍未將氣候風險納入其風險管理體系，也尚未設置永續相關治理架構。僅有少數三業業者有氣候相關機會與風險之評估流程，但投信業針對產品服務或投融資檢視氣候相關機會與風險的比例高於證券與期貨業。而少數有氣候機會與風險評估流程者中，也僅有少數有使用情境分析；最後，多數三業皆未進行溫室氣體盤查，故多數業者也未有氣候變遷短中長期目標之設置。整體而言，三業業者皆對風險辨識與分類、氣候情境、資料限制、方法論、比較基礎等表示疑慮；其中又認為執行氣候情境分析以及資料限制為最大之困難。

在本次發放問卷中，多數業者尚無辨別氣候相關風險與機會議題重大程度的能力，在有採用氣候情境分析的業者中，主要為使用 NGFS 模型、聯合國政府間氣候變遷專業委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change，簡稱 IPCC)所定義的暖化情境，採用四種代表濃度路徑 RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 與 RCP8.5、世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)所建議的氣候變遷偵測與指標，包含極端高溫、極端低溫、暴雨以及乾旱等關鍵極端氣候指標及 MSCI 的氣候風險價值 (Climate VaR)作為評估的依據。此外，業者也參採國家科學委員會之臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫(Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP)之研究資訊做為參考資料。

(二) 標竿蒐研

上述問卷調查結果，亦反映在國內標竿蒐研中。在本研究有關 TCFD 氣候情境分析資訊揭露之國內標竿中，尚未發現有證券、期貨或投信投顧業者有單獨進行 TCFD 揭露者。於推展 TCFD 的初期很難一步到位，三業應共同討論可行的評估方式，確定各公司評估結果之可比性，並依攸關程度逐步推進。若後續需持續推動，為具有一致性應提供不同氣候情境的假設，協助進行識別與分析。

肆、國際標竿現況分析

一、證券與期貨業標竿揭露現況

(一) Goldman Sachs

高盛之氣候風險分為轉型與實體風險，並區分短中(七年內)以及長期(七年以上)之情境。除將實體風險分為八大項目，高盛也將各項目之指標呈細項進行分等，分析得出公司之實體風險。描述組織在策略上的韌性，並考慮不同氣候相關情境(包括 2°C 或更嚴苛的情境)。

高盛考量多種情境與 Representative Concentration Pathways(RCPs)之氣候政策，目前高盛政策約略與 RCP6.0 一致，在此情況下排放量在 2080 年達高峰，其後才開始降低。高盛以 RCP6.0 為轉型風險分析的情境基礎，其壓力情境考量以下：

- 假設巴黎協定目標將實現的情境下，例如 RCP2.6 和 RCP1.9
- 假設部分巴黎協訂目標遵循現行政策計畫將實現的情境下，例如 RCP3.7 和 RCP4.5

在執行不同的情境分析下，組織假設有效的政策改變將使市場信用評等以及資本波動導致間接影響企業和交易。

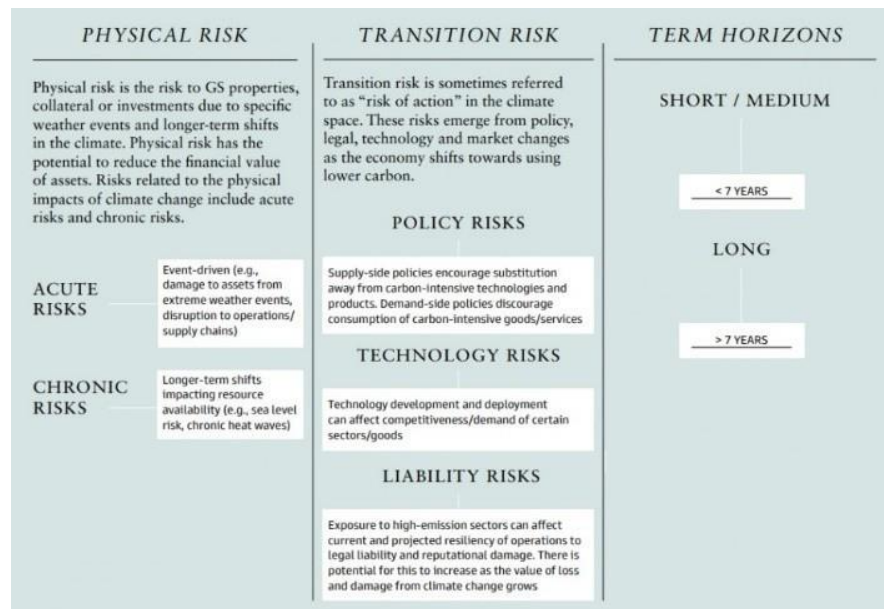


圖 33、Goldman Sachs 氣候相關風險類別

資料來源：Goldman Sachs Accelerating Transition (2021)

高盛集團除揭露氣候相關風險，也公布並詳細敘述其氣候相關機會與隨之而來的影響力，並分別列出其針對投資銀行、私人資產管理等不同服務線所提供之評估工具。

高盛轉型風險進行壓力測試之步驟如下：

1. 鑑別出風險之後，高盛集團分別將相關資訊帶入集團研發的方法學；同時也利用情境分析辨識相關風險以及弱點。
2. 高盛集團透過不同的 RCP 情境對轉型風險進行壓力測試。高盛集團透過產出風險衝擊因子(如：權益風險衝擊、信用利差衝擊等)。
3. 高盛之轉型風險模型使用二氧化碳排放資料、預期排放路徑，以及股權之歷史價格、信用利差，以及信用評等數據，預測公司投資組合在轉型期間的變化及損失。

3. TRANSITION RISK STRESS TEST PROCESS

Our transition risk model takes current carbon dioxide emission data, projected emission paths and historical empirical relationships among equity prices, credit spreads and credit ratings as inputs, and produces estimated risk factor shocks (for example, equity shocks) on the firm's portfolio when transitioning from the base scenario to a stress scenario. Losses, under various RCP scenarios, are then estimated using these shocks.

Using our current approach, we have estimated the magnitude of potential losses in equity investments and wholesale loans across RCP scenarios. These estimates assume that changes in climate policies have an immediate impact on market prices and related economic and market variables. Under this approach, we are actively monitoring the estimated loss impact from transition risk to the firm but deem the impact to be manageable. We will continue to refine our estimates and methodologies.

As a firm, we are beginning to integrate climate scenario analysis and the associated proprietary physical and transition risk stress testing capabilities into our Risk Management Framework. Further integration efforts are captured in the Risk Management section.

圖 34、Goldman Sachs 轉型風險壓力測試流程

資料來源：Goldman Sachs Accelerating Transition (2021)

二、投信標竿揭露現況

(一) Allianz

安聯將整合分析工具使用於所有投資組合的風險考量當中，每季定期對其管理的基金執行壓力測試，並每年度固定複合該方法學。三種壓力測試是以英格蘭銀行(Bank of England)2019 年發布之一般保險壓力測試(Bank of England General Insurance Stress Test)為基礎。其中兩個情境假設巴黎協定的目標在不同的情況下實現；另一個情境則假設目標未實現，從而對全球氣候變遷產生重大影響。安聯認知情境分析出的結果得以提供具有價值的看法，包含實體和轉型風險對資產和投資組合產生的潛在負面財務影響。最新開發的模型得以讓投資者和利害關係人評估潛在的風險以及該如何調適並減緩氣候變遷，更進一步將氣候風險評估納入管理制度當中。

Name	Key assumptions	Temperature rise	Year
Scenario A	Sudden disorderly transition (Minsky moment) that follows from rapid global action and policies	Below 2° C by 2100	2022
Scenario B	Long-term orderly transition that is broadly in line with the Paris Agreement	Well below 2°C by 2100	2050
Scenario C	No transition and a continuation of current policy trends	Exceeding 4°C by 2100	2100

圖 35、Allianz 氣候情境分析

資料來源：Allianz TCFD (2021)

安聯環球投資透過第三方數據提供者評估實體風險，並將各公司的實體風險分為水資源壓力、熱浪、寒流、龍捲風、洪水、海平面上升，以及野火七大項目。前述七項風險會套用 IPCC 的三種情境(低、中、高度氣候變遷情境)，同時，也分三種時間長短(2020 年、2030 年，以及 2050 年的情境)進行模擬。轉型風險的資料亦來自外部提供者，利用歷史數據以及預期至 2050 年的範疇一與範疇二排放量，套用至低於 2°C 以及遠低於 2°C 的情境，審視未來排放路徑是否貼齊低碳經濟情境。

(二) Blackrock

貝萊德在 2020 年首次採用氣候相關風險的情境分析，並在 TCFD 報告中分析其結果。隨著氣候變遷造成的實際損失以及全球過渡於轉向淨零排放目標，在 2021 年貝萊德開發阿拉丁氣候財務分析工具(Aladdin Sustainability)致力於量化投資組合中的氣候風險。在新的模型中，協助投資者評估氣候變遷以及協助評估投資組合面臨低碳轉型將面對的財務風險。

貝萊德選定重大之氣候風險執行情境分析，並於實體風險及轉型風險下，各採用兩個情境代表最佳及最壞情況，以充分考量氣候變遷對特定業務的影響程度。最後依據分析結果制定相應之策略，以加強集團面對氣候相關議題之韌性，並於報告書中明確說明情境分析結果執行及應用之限制。

Exhibit S.8: New Climate Scenarios in 2021 Analysis

	Orderly – Net Zero 2050	Disorderly – Delayed Transition	RCP 4.5 – Some Climate Action	RCP 8.5 – No Climate Action
Description	Stringent climate policies and innovation, reaching global net zero CO ₂ emissions around 2050	Climate policies are delayed, which forces a very aggressive policy response starting in 2030	Emissions peak around 2040 then decline	Global emissions grow through the rest of the century
Expected Temperature Rise *	1.5°C	1.8°C	2.4°C ** (1.7°C to 3.2°C)	4.3°C (3.2°C to 5.4°C)
Transition or Physical	Transition	Transition	Physical	Physical
Source	NGFS	NGFS	IPCC	IPCC

** Expected temperature rise by 2081-2100 relative to 1850-1900. Numbers in parenthesis correspond to the likely range

** The physical risk models in Aladdin Climate were developed utilizing the Fifth Assessment Report of the IPCC

Sources: IPCC, 2014: Climate Change 2014, Chapter 2. Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/> Network for the Greening of Financial Services (‘NGFS’). ‘NGFS Scenarios Portal’. Available at: <https://www.ngfs.net/ngfs-scenarios-portal/explore/>.

圖 36、Blackrock 氣候情境分析

資料來源：Blackrock TCFD Report (2021)

(三) Robeco

Rebeco 依據荷蘭中央銀行(Dutch Central Bank)所公布的 4 種氣候轉型情境，分別為以下：

- 信心衝擊(C Confidence Shock)：由於政策和科技的不確定性，企業和家庭延遲投資與消費行為。此情境分析下僅對股票市場造成衝擊。
- 雙重衝擊(Double Shock)：由於額外的政策和措施，全球碳定價上升達一公噸 100 美金，並且再生能源在技術上有所突破。
- 政策衝擊(P Policy Shock)：由於額外的政策和措施，全球碳定價上升達一公噸 100 美金。
- 科技衝擊(T Technology shock)：再生能源在技術上有所突破。

分析氣候風險對 Rebeco 收入的影響，並與最低資本要求和可用資本比較。2021 年的壓力測試結果發現，信心衝擊對 Robeco 的收入影響最高達 8.3%，其餘依序則是雙重衝擊、政策衝擊和科技衝擊。然而，無論在何種情境下，Robeco 皆自我評估為營運情形健康且可營利的公司。

Impact of climate risk scenarios on Robeco's revenue (in %)

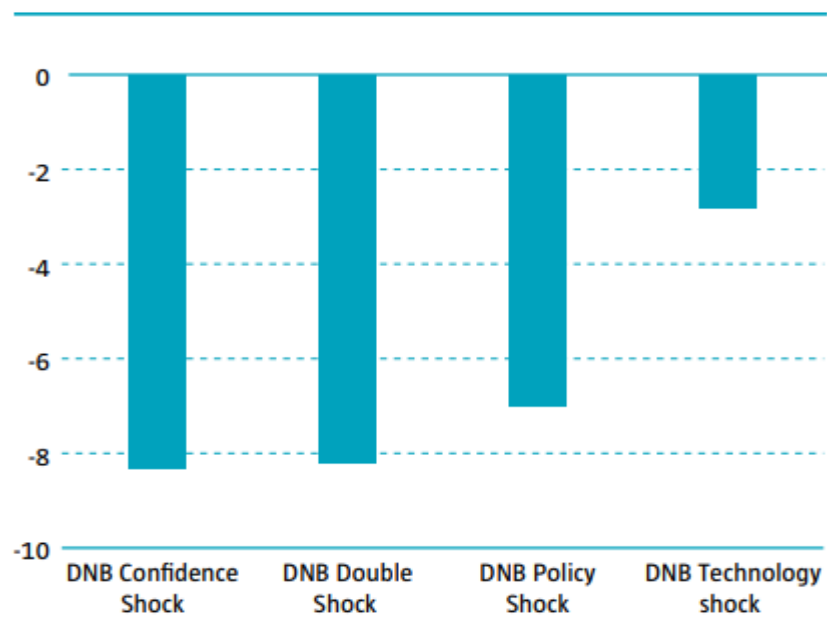


圖 37、Robeco 氣候風險情境分析

資料來源：Robeco (2022c)

伍、結論

氣候情境分析之目的為探索不同氣候情境下，自然環境與經濟社會相關參數組合可能樣貌；而這些經情境分析所探索、發展出之自然環境與經濟社會相關參數組合，可視管理目的之不同而有不同之應用。大部分的情境設計是針對潛在氣候相關衝擊做出全球且宏觀的評估，並將結果告知政策制定者。最初設計目的並非提供公司執行氣候情境分析所使用，這些氣候相關情境的透明度、資料輸出範圍以及支援金融或投資環境下的應用工具不一定是理想的。對於試圖評估不同司法管轄區、地理位置的各種能源及技術路徑或碳限制措施的公司而言，資料的可取得性和詳細程度也是一項挑戰。

綜整本次研究報告內容，本團隊羅列出下列公司在使用氣候模型時所面臨之挑戰：

- 一、資料顆粒度(granularity)：氣候模型簡化的假設、長期時間範圍及全球覆蓋範圍，讓模型所得的結果可能缺乏風險管理所需的資料顆粒度及細節。
- 二、不確定性(Uncertainty)：氣候模型為含有大量假設的複雜模型，因此大幅增加不確定性。
- 三、模型侷限性(Design limitations)：總體經濟模型通常使用歷史數據，假設經濟隨著時間的推移保持穩定，可能導致無法反映較高溫情境的實際經濟情況。
- 四、歷史數據(Historical data)：氣候模型通常使用歷史數據，導致無法完整評估潛在氣候風險的影響，降低氣候風險評估的準確性。
- 五、缺乏了解(Lack of understanding)：由於缺乏氣候風險與總體經濟之間的了解，金融機構難以校準和驗證氣候模型。

除上述整理之挑戰因素外，使用氣候情境分析來評估潛在商業影響仍處於發展階段，儘管有少數大型公司和機構投資人已在策略規劃及風險管理過程中採用氣候情境分析，然而考量多數公司仍在初步導入TCFD、對氣候情境分析仍在學習探索階段，故標竿揭露案例中缺乏詳細的氣候情境分析過程也是讓一般公司無所適從之原因之一。

氣候情境分析為中立的工具，目的為探索、發展出不同氣候情境下的自然環境與經濟社會相關參數組合之樣貌；而參數組合之樣貌可被應用於壓力

測試。本報告建議制定TCFD指引時，將TCFD官方文獻的主要條文及其核心概念列為指引「應」遵循之項目；將國際標竿案例的分析所歸納出之進階作為列為指引「宜」循序漸進推動之項目；將國際標竿案例中，所得出具有推動政策發展、落實氣候情境分析、數據引用及管理實務等列為指引「得」參考之藍圖。

本報告期許指引的「應」遵循之項目即成為我國證券、期貨、投信三業TCFD最小限度作法。而完整遵循指引的「應」「宜」「得」，即代表已執行較完整的氣候情境分析評估程序。

氣候情境分析使用氣候模型的建議：

- 一、確定氣候模型所需的參數，公司應決定需要建立模型的國家、地區及部門。
- 二、在氣候模型中定義每一模型的目標、輸入和輸出以及所需的參數。
- 三、制定相關標準來明確所需使用的氣候模型類型。
- 四、了解現有氣候模型和提供者，並使用相關標準明確所需使用的氣候模型和提供者。
- 五、公司應調整其內部模型架構以納入氣候相關風險。如：內部信用評級模型可識別氣候變遷導致的信用風險。
- 六、增加與外部學者溝通，以擴展氣候情境並提高對不同氣候模型的理解。
- 七、加強與研究機構合作，以開發內部模型並提升內部模型納入氣候相關因素的適用性。
- 八、在監管機構提供的氣候模型指導和規範下，進一步發展內部建立模型的能力。

陸、參考文獻

英文文獻

1. Allianz Global Investors. (2021). *TCFD Report 2021*. <https://www.allianzgi.com/en/our-firm/esg/sustainability-report-2021>
2. BlackRock. (2022a). *TCFD Report 2021*. <https://www.blackrock.com/corporate/literature/continuous-disclosure-and-important-information/tcf-report-2021-blkinc.pdf>
3. Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL). (2019). *Transition risk framework: Managing the impacts of the low carbon transition on infrastructure investments*
4. CIFOR. (2008). *Climate Scenarios: What we need to know and how to generate them*. <https://www.tcfithub.org/resource/climate-scenarios-what-we-need-to-know-and-how-to-generate-them/>
5. Goldman Sachs. (2021). *Accelerating Transition*. <https://www.goldmansachs.com/accelerating-transition/accelerating-transition-report.pdf>
6. IAMC. (2022). *Model Documentation - REMIND-MAgPIE* https://www.iamcdocumentation.eu/index.php/Model_Documentation_-_REMIND-MAgPIE
7. IAMC. (2020). *MESSAGEix-GLOBIOM*. <https://www.iamconsortium.org/resources/model-resources/message-globiom/>
8. International Energy Agency. (2021). *World Energy Outlook 2021*. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/4ed140c1-c3f3-4fd9-acae-789a4e14a23c/WorldEnergyOutlook2021.pdf>
9. IPCC. (2021). *Climate Change 2021 the Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
10. JGCRI. (n.d.). *GCAM v6 Documentation: Global Change Analysis Model (GCAM)*. <http://jgcri.github.io/gcam-doc/index.html>
11. Keywan Riahi. (2017). *The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

12. NGFS. (2020). *Climate Scenarios Database Technical Documentation*. https://www.ngfs.net/sites/default/files/ngfs_climate_scenario_technical_documentation_final.pdf
13. Potsdam Institute for Climate Impact Research. (n.d.). *LPJmL - Lund-Potsdam-Jena managed Land*. <https://www.pik-potsdam.de/en/institute/departments/activities/biosphere-water-modelling/lpjml>
14. Potsdam Institute for Climate Impact Research. (n.d.). *Remind*. <https://www.pik-potsdam.de/en/institute/departments/transformation-pathways/models/remind>
15. Potsdam Institute for Climate Impact Research. (2020). *The REMIND-MAgPIE model and scenarios for transition risk analysis*. https://publications.pik-potsdam.de/rest/items/item_24665_4/component/file_24697/content
16. Robeco. (2022a). *Sustainability Report 2021*. <https://www.robeco.com/docm/doc-robeco-sustainability-report-2021-online.pdf>
17. Robeco. (2022b). *Sustainability risk integration & organizational impact*. <https://www.robeco.com/docm/docu-robeco-sustainability-risk-policy.pdf>
18. Robeco. (2022c). *Sustainability Policy*. <https://www.robeco.com/docm/docu-robeco-sustainability-policy.pdf>
19. Task Force On Climate-related Financial Disclosures. (2022). *2022 Status Report*. <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2022/10/2022-TCFD-Status-Report.pdf>
20. Task Force On Climate-related Financial Disclosures. (2022). *The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate-related Risks and Opportunities*. <https://www.tcfddhub.org/scenario-analysis/>
21. UNEP Finance Initiative. (2019). *Changing Course*. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2019/05/TCFD-Changing-Course-Oct-19.pdf>
22. UNEP Finance Initiative. (Dec 2021). *Finance Initiative's Comprehensive Good Practice Guide to Climate Stress Testing*. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2021/12/Good-Practice-Guide-to-Climate-Stress-Testing.pdf>

23. World Resources Institute. (2021). *Assessing Physical Risks From Climate Change: Do Companies And Financial Organizations Have Sufficient Guidance?*, <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/assessing-physical-risks-climate-change.pdf>
 24. World Resources Institute. (2021). *Assessing Physical Climate Risks For The European Bank For Reconstruction And Development's Power Generation Project Investment Portfolio*. <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/2021-11/assessing-physical-risks-european-bank.pdf?VersionId=3c.B94pePo8fnuchFRpkrtPOXIjbam3n>
 25. World Resources Institute Official website. (n.d.). *Data Platforms*. <https://www.wri.org/data/data-platforms>
 26. World Resources Institute. (n.d.). *Aqueduct Water Risk Atlas*. https://www.wri.org/applications/aqueduct/water-risk-atlas/#/?advanced=false&basemap=hydro&indicator=w_awr_def_tot_cat&lat=-14.445396942837744&lng=-142.85354599620152&mapMode=view&month=1&opacity=0.5&ponderation=DEF&predefined=false&projection=absolute&scenario=optimistic&scope=baseline&timeScale=annual&year=baseline&zoom=2
 27. Zeke Hausfather. (2018). *Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change*. <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change/>
 28. Zeke Hausfather. (2019). *CMIP6: the next generation of climate models explained*. <https://www.carbonbrief.org/cmip6-the-next-generation-of-climate-models-explained/>
-

中文文獻

1. 金融監督管理委員會(2021)。本國銀行氣候風險財務揭露指引。取自：
<https://www.fsc.gov.tw/uploaddowndoc?file=news/202111301608270.pdf&filedisplay=%E9%99%84%E4%BB%B6+-+%E6%9C%AC%E5%9C%8B%E9%8A%80%E8%A1%8C%E6%B0%A3%E5%80%99%E9%A2%A8%E9%9A%AA%E8%B2%A1%E5%8B%99%E6%8F%AD%E9%9C%B2%E6%8C%87%E5%BC%95.pdf&flag=doc>
2. 金融監督管理委員會(2022)。綠色金融行動方案 3.0。取自：
<https://www.fsc.gov.tw/websitedowndoc?file=chfsc/202209281336330.pdf&filedisplay=%E7%B6%A0%E8%89%B2%E9%87%91%E8%9E%8D%E8%A1%8C%E5%8B%95%E6%96%B9%E6%A1%883.0.pdf>
3. 香港金融管理局(2021)。金管局公布气候风险压力测试试验计划结果。取自：
https://www.hkma.gov.hk/gb_chi/news-and-media/press-releases/2021/12/20211230-3/
4. 臺灣期貨交易所(2022)。期貨商風險管理實務守則。取自：
[https://www.taifex.com.tw/file/taifex/CHINESE/11/attach/1110117%E5%87%B D\(1\).pdf](https://www.taifex.com.tw/file/taifex/CHINESE/11/attach/1110117%E5%87%B D(1).pdf)
5. 簡書(2021)。GCAM模型学习（一）—— 简介。取自：
<https://www.jianshu.com/p/670c6530ea92>
6. 證券暨期貨法令判解查詢系統(2022)。證券投資信託事業風險管理實務守則。取自：
<http://www.selaw.com.tw/LawContent.aspx?LawID=G0101051>
7. 證券櫃檯買賣中心(2022)。證券商風險管理實務守則。取自：
https://dsp.tpex.org.tw/storage/eb_data/11101/110007323922-2.pdf

柒、附錄

附錄一、中英對照表

英文	中文
Bank of England, BoE	英國央行
Climate Biennial Exploratory Scenario, CBES	氣候雙年探索情境測試
Climate Disclosure Standards Board, CDSB	氣候揭露標準委員會
Commercial mortgage backed securities	商業不動產抵押貸款證券
Estimated Generation Losses, EGL	洪水營運損失
European Bank for Reconstruction and Development, EBRD	歐洲復興開發銀行
Federal Emergency Management Agency, FEMA	聯邦緊急事務管理署
General Circulation Model, GCM	全球氣候模型
Geographic Information System, GIS	地理資訊系統
Global Reporting Initiative, GRI	全球報告倡議組織
Illustrative Mitigation Pathways, IMPs	說明性減緩路徑
Insurance Advisory Council	保險諮詢理事會
Integrated Assessment Model, IAM	氣候情境模型整合評估模型
Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC	聯合國政府間氣候變遷專門委員會
IPCC General Guidelines on the Use of Scenario Data for Climate Impact and Adaptation Assessment, IPCC-TGICA 2007	IPCC 氣候衝擊與調適評估之情境數據使用指引
Nationally Determined Contributions, NDCs	國家自主貢獻
Net Zero Emissions by 2050 Scenario, NZE	2050 年淨零碳排
Network for Greening the Financial System, NGFS	綠色金融網路
Reference Technology Scenario, RTS	參考技術情境
Regional climate model, RCM	區域氣候模型
Riverine and Coastal Inundation Datasets, RCID	全球洪水與沿海洪水數據資料庫
Shared Socioeconomic Pathway, SSP	共用社會經濟路徑
Sixth Assessment Report	第六次評估報告
Sustainability Accounting Standards Board, SASB	永續會計準則委員會
Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP	臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫

United Nations Environment Programme Finance Initiative, UNEP FI	聯合國環境規劃署金融倡議組織
World Economic Forum, WEF	世界經濟論壇
World Energy Outlook, WEO	世界能源展望
World Meteorological Organization, WMO	世界氣象組織
World Resources Institute, WRI	世界資源研究所

附錄二、期中報告及期末報告審查意見之提問或建議

項次	期中報告審查意見之提問或建議	安永顧問回應
一	<p>建議對”以交易為目的”的高流動性投資資產，不硬性要求作”轉型風險”相關分析。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 轉型風險如升溫等情境為長期影響且氣候變遷情境最短以年為單位；而投資機構持有之”以交易為目的資產”部位變動快速，建議以控管(如不投資高碳密度標的)取代轉型風險分析。 	<p>謝謝長官意見，本項目安永無意見，待日後主管機關決議適用之資產類別。</p> <p>情境分析是分析的工具，並未限定其用於特定用途。</p>
二	<p>建議發展公版”氣候變遷情境”及公版”情境分析報告”，可用最簡單的國內外股債資產為例供會員效尤。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 投信公司共同使用公版的情境分析不但能減少資料庫及顧問諮詢費用，而且才能互相比較學習。 	<p>謝謝長官意見，國內外常見的公開免費之資料庫如NGFS、XDI、TCCIP等。</p>
三	<ul style="list-style-type: none"> ● 請教第壹大項前言中所列之技術文件分析之選取標準為何？ ● 有特別推薦給國內業者參考之部分？ <p>投信公司共同使用公版的情境分析不但能減少資料庫及顧問諮詢費用，而且才能互相比較學習。</p>	<p>謝謝長官意見。氣候情境選擇為實施情境分析的關鍵步驟，建議選擇國際通用且具科學研究基礎的氣候情境，情境設定的嚴謹程度，為決定該品質的關鍵因素。</p>
四	<ul style="list-style-type: none"> ● 建議明定執行氣候情境分析週期：例如一年一次。 ● 建議增訂氣候情境分析內容，可將氣候情境分析分為初階版本及進階版本，讓業者依自身規模及能力選擇採用初階版本或進階版本。如此 	<ul style="list-style-type: none"> ● 依照TCFD原文，並未規定“只能一年一次”，安永建議不應限制相關頻率，以利業者積極評估。

	<p>亦有利建立一致化氣候情境分析標準。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 已說明初階版本可使用質化，並逐步考量進階量化。TCFD原文也提到：對於剛開始使用情境分析的組織來說，採用隨著時間而深化的質化方法是較為合適的。
五	<ul style="list-style-type: none"> ● 本指引囊括全球先進國家/組織所提出之有關氣候變遷的方法論(如:TCFD, Gov. UK Pension scheme, NGFS, ECB…),建議給予業者得自行選擇符合其內部實務運作的方式,並簡化評估程序,否則業者將同時符合各類型的方法論,難以落實. 如:參採國內金控的氣候報告書,相關方法論是由金控內部討論後決定。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 研究報告中僅是以NGFS做為執行案例說明,氣候變遷之方法論目前是開放自由選擇,還請長官參考。
六	<ul style="list-style-type: none"> ● 應/宜/得於文中交錯出現,不利業者判讀條文的合規時程,建議初期先以「應」之項目為主,此後循序漸進。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 不建議,指引之目的本就是提供大中小型業者依據其能力進行可執行之事項,還請長官參考。
七	<ul style="list-style-type: none"> ● 針對第二、三、四、五章,建議明定公司得採用母集團對氣候情境分析之準則、揭露及相關資源:考量不少投信業者為國內金控或國際性金融集團之子公司,若母集團已針對氣候風險訂定集團一致性準則與管理方式,並採集團角度進行氣候風險評估與情境分析,建議參照”投信事業風險管理實務守則”,明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前是持開放態度,並不限制遵循母公司之情形,另母集團之揭露報告須明確說明涵蓋相關子公司(之投資組合或相關營運活動)。考量指引另有非金控之其他業

	定公司得採用母集團對氣候情境分析之準則、揭露及相關資源，並於指引中提供範例或具體說明。	者，安永不建議額外說明。
八	<ul style="list-style-type: none"> 建議增加「證券投資信託事業得採用母集團關於情境分析之相關流程，包含但不限於辨認氣候情境分析的工作目標、氣候情境分析之方法與情境選用、影響評估與氣候情境參數和氣候情境分析之運用與管理等。」：實務作業上，母集團多半要求其子公司採用同一套情境分析之相關流程，以便進行集團整體之氣候情境分析。故建議增列可適用母集團關於情境分析之相關流程，以增加作業彈性。 	<ul style="list-style-type: none"> 母集團之相關流程應以該集團之方法學為主，指引無從針對該集團方法學進行流程說明，但指引目前開放各自遵循母集團之流程。
九	<p>指引4：氣候情境分析可以是質化，仰賴描述、文字敘事，或是透過數據與模型量化，或是兩者的結合。質化情境分析是在僅有很少或沒有數據可用時、資料不易取得時，針對關聯性及趨勢進行探究；量化情境分析則是採用模型及其他分析手法，針對可量化的趨勢及關聯性進行評估。兩者均仰賴內部一致、合乎邏輯且建立在明確的假設及限制基礎上，推導出未來的發展路徑。</p> <ul style="list-style-type: none"> 依本句說明所述，是否後續在進行質化分析說明時，皆須另行佐證無數據可用？故建議刪除文字。 	<ul style="list-style-type: none"> 不建議刪除，應保留以避免業者有可用數據時仍刻意避免使用量化分析。
十	<p>指引4.2：氣候情境分析必然面臨未來情境的不確定性和複雜性，因此，證券、期貨及投信投顧業者應避免過度依賴任何單一組的情境分析資料集(dataset)作為風險管理和制定組織策略的唯一依</p>	<ul style="list-style-type: none"> 目前情境分析資料集採開放態度，不應限制於特定資料集以限制業者發

	<p>據。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 此處所述之「情境分析資料集」是否有明確定義或舉例？ 	<p>展。</p>
十一	<p>指引4.3：基於執行氣候情境分析的目的不同，單一組氣候情境參數不見得能夠同時達成多種工作目標，例如：瞭解資產(組合)對於氣候相關風險的暴險；持續改善投資或募集資金的策略；辨認得以降低氣候風險的舉措；或，辨認責任投資之議合活動的優先次序。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 如若需要很多不同組參數來評估各項情事，實務執行上是否會有其困難度？能否提供更明確的參數說明？ ● 建議提供氣候情境參數的範例以利業者參考：例如因應各種不同目的，推薦適用的氣候情境參數。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 例如轉型風險與實體風險常見使用兩套以上的情境參數；有關應用案例請參酌研究報告。 ● NGFS應用之參數包含(CO2 emissions, carbon price, GDP等等)。至於情境分析選擇的自由度宜開放業者自行選擇。
十二	<p>指引5：證券、期貨及投信投顧業者應使用氣候情境進行氣候風險分析，以作為持續精進公司整體之氣候減緩與調適行動的考量依據之一。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 資產規模在一定範圍以下之期貨公司是否有代替”氣候情境進行氣候風險分析”之較簡易模式？ ● 一定資產規模以下之公司其分析結果是否有可能不太有統計或實務意義？ 	<p>謝謝委員意見。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 透過情境分析，公司可以探索並掌握氣候變遷帶來的實體風險和轉型風險如何影響業務、策略和財務績效。另根據TCFD原則：組織應根據投資決策以及風險管理之相關資訊進行情境分析。但建議考量主管機關之政策預期路徑。 ● 實務意義包含以情境分析探索公司面

		對氣候相關影響之韌性。
十三	<p>指引8.4：氣候政策：通常包含政策時間點、政策機制、政策確定性或政府間合作程度。氣候情境通常可以描述達成氣候政策的技術演變，但並非總是能夠描述達成氣候政策的政策機制。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 請確認”但並非總是能夠描述達成氣候政策的政策機制”乙句，所要表達之涵義？ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 氣候情境可說明全球總體氣候政策，如聯合國巴黎協定（攝氏兩度以下）或我國2050年淨零碳排放，但針對詳細政策機制，即如何達成，不應是氣候情境一定得描述或必備之項目。 <p>所謂的政策機制包含：是否針對特定行業的補貼、提供稅務減免，並非總是包含於氣候情境之中。</p>
十四	<p>指引9.2：如業務涉及農業、交通暨實體基礎建設、保險業及旅遊業等，通常有較高的實體風險影響，應於我國或當地政府提供實體風險數據之情況下進行評估與揭露，以逐步接軌國際標竿案例。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 公司本身並無自有不動產，業務面亦無投資房地產相關業務，更無承作不動產融資放款、授信等業務，與銀行業或保險業的業務差距甚大，因此公司在評估投資對象實體風險較為困難，應無執行此實體風險評估之必要。 	<p>謝謝委員意見。</p> <p>若有9.2提及之情況不適用之情況，應說明其原因，例如依照產業別或業務性質排除特定風險評估的之相關理由。</p> <p>但仍應完整考量氣候衝擊路徑(Climate impact pathway)，例如涉及高氣候風險相關之業務，若沒有持有部位，仍可能因商譽風險造成金融服務收入的影響。</p>

<p>十五</p>	<p>指引11：公司宜優先從國際通用的情境（例如由IPCC、IEA或NGFS）或主要營運地區的氣候相關情境中挑選轉型風險情境和實體風險情境。</p> <p>指引11.2實體風險情境應至少採用符合氣候升溫攝氏4度以上之相關情境。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本公司以NCDR國家災害防救科技中心公布之公開資料計算自有營運據點實體風險之情境分析，雖含有氣候升溫攝氏4度以上情境(RCP 8.5)，但考量此將取決於NCDR後續分析使用之情境，擬建議調整：11.2實體風險情境「宜」採用符合氣候升溫攝氏4度以上之相關情境。 	<p>建議不調整。依照國際標準案例與政府機關所主辦之氣候壓力測試，如英國CBES或法國APER之氣候壓力測試，皆明確考量RCP 8.5 (4度以上) 情境作為實體風險主要壓測情境。</p> <p>若不採用RCP 8.5之情境，則可能無法符合國際現行標準與規範，也是金融機構應發揮影響力與我國相關研究機構持續溝通之處。</p>
<p>十六</p>	<p>指引13：公司所取得(來自外部)或使用(來自外部或自行發展)的氣候情境參數：</p> <p>13.1：轉型風險相關之氣候情境參數，應至少包含附件二中所列示之參數類別。</p> <p>13.2：實體風險相關之氣候情境參數，應至少包含附件三中所列示之參數類別。</p> <p>13.3：對於內部資源較有限之公司，可參考政府機關、具公信力之組織或研究機構應用前述氣候情境來源的氣候情境參數進行之公開研究成果，以簡化公司的分析過程。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 想詢問此條規定係指有包含附件二及三之氣候情境參數即可，或是全部參數皆要納入評估，本公司目前主要使用及考量之氣候情境參數， 	<p>謝謝委員意見。</p> <p>最低限度參數的要求是為了確保氣候情境之嚴謹度；情境內之參數，公司則可視情況適當引用。</p> <p>透過良好的氣候情境可以充分反映氣候風險相關的變數。</p>

	<p>主要係對於投資部位價值影響較高的參數。考量氣候風險議題屬於初探階段，未來仍有加強的空間。建議初期是否不需包含所有參數，保持適當調整的彈性予業者。</p>	
十七	<p>指引15：公司應定期評估或執行氣候情境分析。</p> <p>15.1：氣候情境分析執行成果應定期將結果呈報於其氣候風險或永續發展相關之委員會或工作小組。</p> <p>15.2：若有必要，氣候情境分析執行成果宜定期透過氣候風險或永續發展相關之委員會或工作小組呈報予董事會，或得定期直接呈報予董事會。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 國內金控及國際性金融集團通常指定工作小組採集團角度進行氣候風險評估與情境分析，而不會於集團內各事業體分別設置工作小組或執行氣候情境分析，建議對於採用母集團氣候情境分析之準則、揭露及相關資源者給予適度彈性，若有必要，將分析結果呈報與董事會。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 若母公司之相關報告明確說明涵蓋範圍包含相關子公司則可接受本條。若否，應額外單獨報告。 <p>下方舉例Central Bank of Malaysia政策文件financial institutions operating in Malaysia may leverage their group or parent company’s climate-related policies and procedures to meet the requirements of this policy document.</p>
十八	<p>指引18.1：公司宜定期制定當年度或下一年度之氣候情境分析計畫。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 何謂氣候情境分析計畫？應記載及評估之內容為何，請提供更完整說明，以利後續執行。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 情境分析計畫=>於本處為使用實體與轉型情境說明量化或質化之風險分析結果，並無一定要求樣式，也不應該有要求一致性之情形以保留大中小型業者之業務不同性質。

	<p>指引18.3：若公司與國內外之標竿相關分析結果有巨大差異者，公司宜進行不同氣候情境來源之敏感性分析。若仍無法解釋者，公司宜持續改善情境分析之資料品質或分析方法學以建立更完善之評估機制。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 此處內容是否指要跟國內外之標竿企業進行比較分析？或是與權威機構發布的分析結果進行比較？能否提供建議的機構名單？ <p>如為前者，有些明細資料恐涉及商業機密未必有辦法取得，且計算涉及多種參數與情境分析，假設不同結果也會有很大的差異，是否與自身前一年度之數據進行比較即可，且各公司之參數假設恐有不同，因此與自身比較之實質意義較大。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 不建議修改。但例如，若業務涉及高氣候風險產業，公司的氣候風險排序與國內外之標竿具有重大差異時，建議仍應仍應進行分析其中差異。
<p>十九</p>	<p>指引附件：考量列舉於附件一、附件二、附件三的參數，若於研究報告所示之網站查詢相關數據，尚無法作為計算使用；考量於證券業及銀行業佈建的投資部位所面臨的氣候風險議題並無二致，建議券商公會是否可參考銀行公會委請聯徵中心及外部顧問研究出可應用於計算轉型風險及實體風險的相關參數，也可應用於證券業計算？或是由券商公會參考銀行公會模式委請外部顧問發展證券業可用於計算轉型風險及實體風險的參數(例如:PD、LGD)、以供證券業者使用，這樣於比較分析上也較有一致性的標準？</p>	<p>謝謝委員意見。</p> <p>指引參數為最低限度參數，並也鼓勵有能力執行之金融機構往國際標竿案例延伸計算。</p> <p>既有的轉型風險參數附件已有基本的碳稅費範例，已最低限度協助一致性考量轉型風險影響。</p> <p>且目前銀行公會委外發展參數模型之形式無法隨國際氣候資料完善演進而更新資料（需另找</p>

		顧問起案更新)，建議以國際主要資訊源公開之氣候資訊為主進行評估，方能協助券商建立氣候評估能力。
二十	同上，請問附件全部類別都要有嗎？若是，可採用多個情境分析分別模擬嗎？若採用外部公開研究成果，沒有涵蓋全部參數，可以使用嗎？	<p>1.是，建議全部類別都有。</p> <p>2.可以，分別模擬後依據各模擬成果可綜合呈現受影響之上下限範圍做為揭露。</p> <p>3.可以使用，但應從源頭說明其最低限度要求，例如依照產業別是否排除特定參數及相關理由。</p>

項次	期末報告審查意見之提問或建議	安永顧問回應
一	<p>指引許多條文之來源為”參酌GOV.UK Scenario Analysis – resilience of the pension scheme to different climate scenarios,” 依本公司了解此參考分析適用對象為信託受託人或資產管理人，並非期貨商或證券商，建議可研究是否有更符合期貨商之情境分析指引範例作為實務參考。</p>	<p>綜整國際上研究情境分析的案例，此份參考文件兼具實務可行性、大小業者分流，較適合台灣推動，其他有關銀行業、保險業及資產管理者等相關指引較為嚴格，經評估較不適合。</p>
二	<p>指引5.1：公司首次進行之氣候情境分析可能著重於特定資產(組合)，並且可能只包含上市櫃公司之股票和債券。隨著時間經過，公司宜視管理需求進一步擴展情境分析至更完整的資產涵蓋範圍，並且延伸考量對於其負債、權益之財務影響。</p> <p>如業務範圍僅為國內期貨自營商(含期貨造市業務)，並無投資買賣上市櫃股票或債券，希望可進一步釐清可評估之資產為何？</p>	<p>感謝委員意見，若無投資買賣上市櫃股票或債券，可透過質化的方式例如描述、文字敘事等方式說明。</p>
三	<p>指引9：資源有限應優先著重產業或資產類別</p> <p>實體風險因地點不同有很大差異，是否可以考慮納入指引。</p>	<p>實體風險因資料可取得性具有高度地區化的差異、地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）等系統多數並未達到金融機構可應用的等級，故國際實務上於初步導入階段皆以先考量轉型風險為主。</p>
四	<p>指引11公司宜優先從國際通用的情境</p>	<p>建議不調整。依照國際</p>

	<p>(例如由IPCC、IEA或NGFS)或主要營運地區的氣候相關情境中挑選轉型風險情境和實體風險情境。</p> <p>指引11.2：實體風險情境應至少採用符合氣候升溫攝氏4度以上之相關情境。</p> <p>本公司以NCDR國家災害防救科技中心公布之公開資料計算自有營運據點實體風險之情境分析，雖含有氣候升溫攝氏4度以上情境(RCP 8.5)，但考量此將取決於NCDR後續分析使用之情境，擬建議調整：11.2實體風險情境「宜」採用符合氣候升溫攝氏4度以上之相關情境。</p>	<p>標竿案例與政府機關所主辦之氣候壓力測試，如英國CBES或法國APER之氣候壓力測試，皆明確考量RCP 8.5 (4度以上) 情境作為實體風險主要壓測情境。</p> <p>若不採用RCP 8.5之情境，則可能無法符合國際現行標準與規範，也是金融機構應發揮影響力與我國相關研究機構持續溝通之處。</p>
五	<p>指引13.3：對於內部資源較有限之公司，可參考政府機關、具公信力之組織或研究機構應用前述氣候情境來源的氣候情境參數進行之公開研究成果，以簡化公司的分析過程。</p> <p>此條文之意思是否為公司如因資源考量，無法依13.1及13.2進行氣候情境分析，可選擇遵從13.3做法？</p>	<p>是的，若無法依13.1及13.2進行氣候情境分析，可選擇13.3做法。</p>
六	<p>指引18.3：若公司與國內外之標竿相關分析結果有巨大差異者，公司宜進行不同氣候情境來源之敏感性分析。若仍無法解釋者，公司宜持續改善情境分析之資料品質或分析方法學以建立更完善之評估機制。</p> <p>造成公司與國內外之標竿相關分析結果有巨大差異之原因眾多(如模型方法、情境假設、引用參數…等)，加上國內外之標竿氣候情境分析過程亦較難以全面得知，執行上可能有所困難。</p>	<p>不建議修改。但例如，若業務涉及高氣候風險產業，公司的氣候風險排序與國內外之標竿具有重大差異時，建議仍應仍應進行分析其中差異。</p>

	<p>公司本應逐年持續精進資料品質或分析方法更趨完善，以提高氣候變遷情境分析之完整度。</p> <p>建議刪除18.3前段文字，保留後段內容如下：「公司宜持續改善情境分析之資料品質或分析方法學以建立更完善之評估機制。」</p>	
七	<p>指引20：若須公開揭露氣候情境分析，公司應至少包含以下揭露範圍：</p> <p>應是否可更改為宜，由公司自行決定適合揭露之範圍？</p>	<p>依照上市上櫃公司氣候相關資訊=>若使用情境分析評估面對氣候變遷風險之韌性，應說明所使用之情境、參數、假設、分析因子及主要財務影響。故建議維持原指引說明。</p>