

金融穩定委員會 (FSB) 與綠色金融系統網絡 (NGFS) 「按司法區劃分的氣候情境分析」 摘譯

本公司風管處摘譯

- 壹、摘要
- 貳、緒論
- 參、情境分析概要
- 肆、情境分析的相關結果
- 伍、資料缺口
- 陸、結論

壹、摘要

本報告由金融穩定委員會 (Financial Stability Board, 下稱 FSB) 和綠色金融系統網絡 (Network for Greening the Financial System, 下稱 NGFS) 聯名發布, FSB 和 NGFS 對成員國 (或地區) 發送問卷, 詢問各金融監理機關為評估氣候相關金融風險之情境分析辦理情形, 並進行分析比較。參酌各成員國 (或地區) 之執行情形萃取精華作為借鑒, 本報告重點如下:

本文係中央存保公司摘譯 2022 年 11 月 15 日發表於金融穩定委員會 (FSB) 之英文報告「按司法區劃分的氣候情境分析」(Climate Scenario Analysis by Jurisdictions), 非 FSB 官方翻譯。本篇文章無償取材自金融穩定委員會網站 (www.fsb.org), 本文中譯內容如與原文有歧義之處, 概以原文為準, 原文網址連結如下:

<https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P151122.pdf>

- NGFS 情境在各轄區情境模擬測試中發揮關鍵作用，多數轄區模擬測試情境參採 NGFS 情境，並依各轄區實務狀況微調情境。
- 大多數模擬測試旨在發展情境分析能力，雖然許多金融監理機關將「金融穩定評估」作為模擬測試目標，但受資料和方法論之侷限，此目標於現階段尚難以達成。
- 鑑於各金融監理機關對氣候情境分析目標不同，且該領域處於起步階段，各監理機關視狀況採用許多嘗試性設計，使各個模擬測試結果無法跨區比較，但這些模擬測試有助於建立風險全面性評估框架。
- 模擬測試中發現在有序轉型情境下衝擊程度較不明顯，然在無序轉型情境下嚴重衝擊 GDP 及造成金融損失，而在具有高實體風險且無序轉型情境下，損失更為可觀。雖然氣候風險的影響不小，但似乎集中在某些部門。又氣候變遷造成的尾端風險不易管理，目前模擬測試仍處探索階段，無法與傳統壓力測試相比。
- 許多受訪者強調，因模擬測試採用的指標無法捕捉第二輪效應、氣候風險非線性變化、風險管理措施成本與缺乏可用數據等狀況，模擬測試結果無法準確估計相關暴險及風險變化。
- 雖然模擬測試結果對金融監理機關具參考性，但並未轉成監理規範。許多受訪監理機關表示，有必要更好地評估金融機構及整個金融體系的潛在損失，以更準確地衡量氣候風險對金融穩定的影響，方能擬定因應政策。
- 資料缺口仍是氣候情境分析的主要挑戰，受訪者提到了資料可用性和可比較性方面的問題，跨轄區的資料可得性也是影響分析跨境傳遞氣候風險的重要因素之一。
- 金融監理機關正在試圖解決資料缺口問題，如：強化金融機構合作關係、與第三方資料提供商合作或開發相關模型。
- 需加強跨境合作，由於跨轄區氣候風險情境分析工作處於初步階段。交流建模方法和氣候情境應用方面的經驗對於促進精進分析至關重要。即除了發布氣候風險情境分析指引外，相關資訊共享有助於推動氣候風險評估任務。在這方面，受訪者強調國際組織或論壇應在此議題上扮演重要角色。

貳、緒論

氣候相關風險在時間、頻率或嚴重性方面存在重大不確定性，在此背景下，情境分析為評估氣候變化對經濟和金融體系潛在影響之重要工具。

FSB 於 2021 年 7 月發布「應對氣候相關金融風險路線圖」，以系統化方式評估及瞭解氣候相關的金融脆弱性。自 2018 年起，NGFS 持續致力於開發總體金融氣候情境，陸續發布相關報告，2021 年 10 月發布「行動情境」進展報告，盤點及彙整 31 個 NGFS 成員執行情境分析之經驗，2022 年 9 月發布第三版「情境分析」報告，優化實體風險建模方法、增強分析細緻度及開發短期情境，另關於資料缺口則於 2022 年 7 月發布氣候相關指標和資料來源報告。

參、情境分析概要

一、樣本概述

本次以問卷方式進行調查，調查對象為 FSB 和 NGFS 成員，對 38 個轄區調查其氣候變遷風險模擬測試概況，處於規劃辦理中有 11 次模擬測試，已完成 38 次模擬測試、20 次模擬測試進行中及 1 轄區無計畫；上該已完成及進行中之 58 次模擬測試有 24 次只評估轉型風險、8 次只評估實體風險、2 次評估風險待定中及 24 次同時評估轉型及實體風險。

二、情境分析主要特點

(一)目的及範圍

以分析目的而言，大多數受訪者表示主係評估氣候風險如何影響整體金融，少數表示他們的模擬測試有助於政府制定政策；以分析範圍而言，涵蓋金融部門（銀行、保險及基金）及非金融部門（家庭、政府公共機構）；以分析層級而言，過半數以交易對手為分析層級，一些則專注於排放密集產業上。

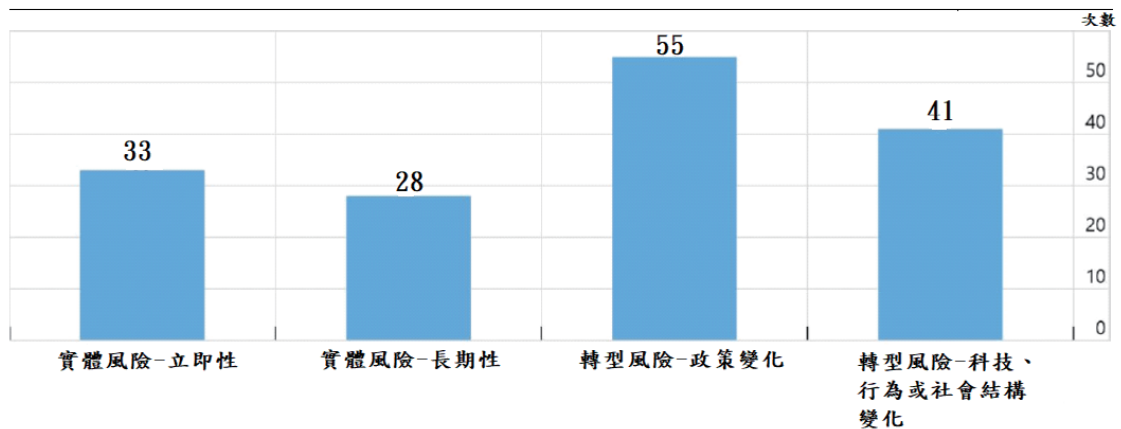
(二)情境選擇

大多使用 NGFS 情境，最常使用前 3 情境依序為當前政策、2050 年淨零排放、無序轉型，過半數會依管轄區調整情境，也有一些轄區採用 NGFS 以外的情境，以符合當地狀況。

(三) 氣候相關風險和時間跨度

關於風險類型選用上，九成受訪者評估轉型風險影響，大多使用碳價及碳稅作為鏈結指標；三分之二受訪者評估實體風險影響，當過半探討立即性實體風險影響（例如洪水和乾旱），見下圖。

圖：模擬測試選用的氣候風險類型



資料來源：FSB與NGFS調查整理

時間跨度上，短期情境通常以政策變化引起實體 / 轉型風險為出發，而長期情境更適合評估長期性實體風險或受轉型風險引發的中期結構轉變（如 2050 年淨零目標促使產業轉變）。

三、模型、方法及挑戰

雖然氣候風險評估領域已取得實質性進展，但受訪者指出仍需改良模型假設及方法論並解決資料缺口，本節簡要介紹與建模和資料相關的方法和挑戰。

(一) 模型選擇

三分之一受訪者使用總體經濟因子推估模型 (NiGEM) 產出的總體經濟

變數，一些受訪者自行建模滿足模擬測試需求，大約三分之一受訪者沒有使用總體經濟模型，主係他們選擇的情境不需要。

(二) 自上而下及自下而上方法

一半受訪者之情境分析係採自上而下方法，該方法提高結果可比較性，減少金融機構負擔，而自下而上方法隨著金融機構蒐集更細緻資料有望得到更廣泛應用，一些則採混合式，結合自上而下和自下而上方法。

(三) 動態及靜態資產負債表

八成受訪者採靜態資產負債表，主係受方法和資料限制，惟該方法有助於初步評估金融機構當前脆弱性，約二成受訪者則採動態或混合式資產負債表，以更貼近現實和精準估算，尤其評估較長期間之影響而言。

(四) 取得系統性風險的建模方法

多數受訪者表示受限資料及方法限制，只進行第一輪效應^(註1)模擬測試，少部分進行第二輪效應^(註2)模擬測試，雖有利於估計未來結果，但因估計系統性衝擊傳播或利用網絡分析傳播渠道甚為複雜及具不確定性，目前尚在嘗試探索階段。

(五) 資料選用

關於轉型風險，多數使用範疇 1 及範疇 2 碳排放資料，一些多使用特定部門 / 企業資料補強模擬測試，還有一些採用總體經濟變數和能源變數；關於實體風險，三分之一的受訪者採用洪水指標，一些則使用乾旱、野火、颱風或海平面上升指標；至於財務資料，二分之一的受訪者使用借款人 / 交易對手暴險，四分之一的受訪者使用住宅抵押貸款餘額。

大多數受訪者表示正積極填補資料缺口，以提高氣候情境分析的穩健性和準確性。

四、發展評估氣候風險的指標

金融機構已開發或採用指標來評估與氣候相關風險（見下表），大致分為兩類，即暴險指標和風險指標。

受訪者使用的氣候相關資料和指標示例

類別	子類別	例子 [使用的單位]
轉型風險	溫室氣體排放	彙總或分部門的溫室氣體排放 [most, 大多數] 特定公司 [歐洲央行, 德國央行] 金融與非金融溫室氣體排放 [歐洲央行]
	轉型途徑	淨收入組成部分 (直接排放成本、間接投入成本、資本支出、收入) [加拿大]
	碳稅 / 價格	碳價格途徑 [several, 若干] 替代碳稅對企業或家庭能源需求 / 成本之影響 [黎巴嫩央行]
	能源結構和成本	按類型劃分能源需求、大宗商品價格、建築能源價格 [英國央行, 德國央行, 歐洲央行]
	其他	新車 / 二手車登記價格 (內燃、電動或混合動力) [英國央行, 德國央行]
實體風險	實體危害指標	洪水、野火、海平面上升、氣旋風暴、健康風險、氣溫、降水、濕度、雲量、風速指標 [法國央行, 德國央行, 新加坡金管局, 英國央行, 歐洲央行, 日本央行 / 日本金融廳, 挪威]
實體經濟暴險	對國家氣候服務框架 (NFCs) 的衝擊	氣候風險對特定部門或公司影響 [most, 大多數]
	總體經濟和財務指標	透過總體金融反饋效應 / 放大與氣候相關衝擊 [加拿大]
	其他	不同碳稅水平對企業和家庭收入影響 [黎巴嫩央行]
金融系統暴險	PD 和 LGD	對貸款 PD 和 LGD 的影響 [most, 大多數]
	其他	貸款抵押品類型與數量 [芬蘭央行, 丹麥央行] 資金對高排放部門的經濟體的暴險情況 [歐洲證券及市場管理局] 債券重新訂價的損失 [歐洲央行]

類別	子類別	例子 [使用的單位]
系統風險	相互依賴和聯繫	透過相互聯繫在整個金融系統放大或傳播 [most, 大多數] 轉型風險、實體風險、實體經濟風險暴險 [英國央行] 資產重新訂價對失業率和房價的影響 [美國聯邦住房金融局]
金融部門的轉型計畫	定性評估	讓金融機構評估和審查交易對手和客戶的轉型計畫 [英國央行] 考慮大型交易對手的適應計畫並解釋風險再分配策略 [歐洲央行] 銀行和保險公司潛在管理行動的訊息 [新加坡金管局]
	動態資產負債表	資產負債表上特定行業風險暴險的演變 [法國央行，澳洲金融監理署]

(一) 暴險指標

暴險指標通常將財務風險與氣候相關的考慮因素或變量結合起來。以轉型風險而言，歐洲央行採碳排放配額缺口（碳排實際量與配額的差額）及碳密度暴險指標（碳排當量 / 銀行貸款）；以實體風險而言，最常使用洪水相關指標，還有一些模擬測試也考慮保險公司資產及負債受實體風險影響。

(二) 風險指標

由於大部分模擬測試針對信用風險或市場風險，受訪者最常使用信用品質 (PD、LGD) 與市價變化（致投資組合損失）之風險指標，另歐洲央行發展 TCI(transition-to-credit risk intensity) 及 PCI(physical-to-credit risk intensity) 指標以評估歐元區銀行貸款與氣候風險脆弱性。

(三) 識別和設計指標之考量因素

在執行情境分析時優先考慮資料可用性及可比較性，由於氣候相關資料缺口因素，許多受訪者使用現有資料以建立估計模型及生成指標。另許多受訪者提到會選擇管轄範圍內主要氣候相關因素。由於目前指標開發還處早期探索階段，仍有開發新指標的空間。

肆、情境分析的相關結果

一、氣候變化和轉型的脆弱性

(一) 暴露於氣候相關風險

由於各地地理環境及經濟產業不同，模擬測試情境設計和範圍具多樣性，致暴露或弱點有不同結果，因此無法在相同基礎下比較各轄區之測試結果。

(二) 金融脆弱性評估

基於各轄區所使用之方法、指標和模擬測試結果存在很大差異，現在下結論還為時過早。

在實體風險下，無序轉型較有序轉型，銀行的損失相對較大；在轉型風險下，則因不同產業而有不同的結果，主係產業性質或適應速度不同致違約機率變化不同。另一關鍵驅動因素是碳價格大幅上漲，導致能源用戶和能源生產商的企業貸款損失慘重。此外，無序轉型下急劇的調整過程亦導致經濟衰退，包括失業率上升和房價下跌，導致抵押貸款價值可能迅速降低。

理想情況下，測試所採用之指標應反映第二輪效應、潛在的氣候非線性變化以及企業採取的適應措施，但可用資料缺口以及建模的侷限性、不確定性等因素，是受訪者提到無法將其納入評估之關鍵原因，且表示因此目前測試初步結果可能大大低估與氣候相關的實際風險。

(三) 總體經濟和產業影響

模擬測試結果發現，與有序轉型相比，無序轉型情境下的 GDP 和金融損失更大，若再加入實體風險下的無轉型情況，經濟損失更大。但迄今為止的許多模擬測試並未發現嚴重的總體經濟和金融影響，即使在情境設定相對最嚴格的挪威 (2050 年全球碳價突然大漲)，其 GDP 可能在 2 年內最多下降 4.4%，財務影響是「可控的」。不過大多數受訪者都強調在資料與模型有侷限下，目前結果仍有極大不確定性。

在轉型情境中，影響最大的是碳密集型行業，包括石油、天然氣和煤炭開採，以及依賴化石燃料的行業和發電；在實體情境中，更嚴重和頻繁的自然災害可能對農業、採礦或建築等部門或更容易受到氣候事件影響的地理區域產生重大影響。

二、金融穩定的影響和當局的回應

(一)氣候變化對金融穩定的影響

雖然氣候風險的影響不小，但似乎集中在某些部門上。正如上一節所強調的那樣，大多模擬測試結果顯示轉型情境對總體經濟影響尚屬溫和，然而，與氣候變化相關的尾端風險可能難以管理。本次調查各受訪者的模擬測試結果顯示損失雖大，但在系統層面尚屬可控，整體而言，信貸機構的風險承受能力不會低於該司法管轄區的最低監管要求。

(二)可能的政策反應

氣候經濟建模的不確定性和方法侷限性，高度依賴於初始假設。氣候相關風險具有高度不確定性和非線性特徵，不能排除出現極端值（如尾端風險）的可能性。

改良評估公司潛在損失及總體損失方法，對於衡量氣候風險對金融穩定影響並為決策提供資訊是必要的，此外，大多數受訪者從他們的初步評估中得出結論，認為金融機構應該發展評估、監測和管理氣候相關風險的能力。

調查結果顯示，大多數模擬測試都是為了提升對金融機構風險和承受能力的理解，而沒有預期對政策或監管有後續行動。大多數轄區明確表示，他們不打算使用他們的評估結果來修改他們當前的審慎政策，例如要求額外資本或附加條件。

三、結果的可比較性和未來方法的機會

雖然大多數轄區都強調跨區可比較性的重要性，但許多轄區也強調根據其具體背景和目標調整分析之必要性。

(一) 跨界合作是必經之路

許多受訪者表示達到完美的可比較性在現實中不可行，但大多數人強調需要建立氣候情境分析基準方法，包括：

1. 使用通用的能源氣候和相關總體經濟情境，並擴大分析部門和管轄範圍；
2. 總體經濟建模方法共享，及統一分析層級；
3. 強化氣候架構，包括企業和金融機構的氣候相關披露和分類。

(二) 相關限制

雖然受訪者強調需要對假設、方法和結果進行結構化報告，但也指出以國際層面進行自上而下的總體經濟氣候情境分析的困難及侷限性。

資料仍然是一個重要的限制，特別是考慮到氣候風險的部門和地理特殊性，氣候風險分析比傳統壓力測試更需要精細和前瞻性資料。

伍、資料缺口

一、主要資料缺口辨識

在資料可用性方面，受訪者強調缺乏全面和詳細的交易對手氣候相關資料是他們分析的主要障礙，地理位置資料也是重要資料缺口之一，限制評估資產或負債脆弱性之能力。

此外，受訪者還點出一些資料缺口問題，包括：缺乏前瞻性資料，特別是關於交易對手轉型計劃相關前瞻性資料不易取得、現有行業分類代碼未能充分區別及反應經濟活動類型、利用不同來源的氣候相關資料一致性問題。

由於分析工具、能力、專家判斷和使用資料時的假設（包括情境選擇標準）的差異，使機構之間存在潛在的一致性和可比較性問題，而且會因預測時間拉長而放大一致性問題。

(一) 資料缺口對情境分析準確性和範圍的影響

許多受訪者表示，他們的模擬測試結果可能無法準確評估氣候風險，並可能低估氣候變化的影響。資料缺口明顯影響模擬測試準確性，需要謹慎解讀結果，因為氣候變化的影響可能被低估。

資料可用性和顆粒度影響了一些受訪者的模擬測試範圍，模擬測試中採用的情境及範圍均受到現有資料缺乏的限制。

二、為應對資料挑戰而採用的方法

雖然許多受訪者指出目前無法完全解決資料限制問題，但一些受訪者試圖透過自行建模方式以克服此類問題，尤其將總體層級資料降維至區域層級資料領域上。一些受訪者還依賴基於專家判斷的額外假設，超過三分之一的受訪者使用第三方資料提供資料。總體而言，受訪者表示需要與金融機構合作來補充資料和假設，全球集體努力將有助於金融機構解決這些問題。

陸、結論

NGFS 情境為許多模擬測試之基準情境，但在方法、資料或考慮的部門等差異使得結果難以相比，故需要增強國際合作關係，以分享良好做法並推動建立氣候情境分析共同框架。

因為完全標準化的做法可能無法涵蓋不同司法管轄區的獨特性，為了從氣候情境分析中獲得更穩健和有意義的結果，還需要在蒐集、驗證和資料集方面深耕，故應在標準化和當地具體情況之間找到平衡，特別是在新興和發展中的經濟體。

FSB 和 NGFS 將在氣候情境分析方面持續琢磨，並促進國際合作以推進共同和全面的框架。NGFS 將繼續改進其氣候情境，致力解決與情境使用相關的方法問題及資料缺口問題；FSB 則根據應對氣候相關金融風險路線圖，正努力更廣泛地提高氣候相關資料的可用性和跨境可比較性。

註釋

註 1：第一輪效應係指 NGFS 情境下對各金融企業本身直接衝擊影響。

註 2：第二輪效應係指在第一輪效應下，透過金融體系傳遞和擴大產生的間接連鎖效應，導致金融體系內部或金融體系與實體經濟間產生“反饋”連動效應，這種擴大效果是基於回應其他經濟衝擊。簡而言之，第二輪效應係基於第一輪衝擊，各經濟實體做出相對措施因應，此措施又進而影響整體經濟網絡。