

國際清算銀行 (BIS) 「氣候相關金融風險衡量方法」

本公司風管處摘譯

壹、摘要

貳、前言

參、方法論考慮因素

- 一、衡量氣候相關金融風險應考慮之因素
- 二、數據需求
- 三、氣候風險分類的目的與特點
- 四、衡量氣候相關風險主要方法
- 五、情境分析與壓力測試方法

肆、氣候相關金融風險的衡量方法

- 一、風險對應及衡量
- 二、風險量化：情境分析、壓力測試和敏感性分析

伍、未來分析探索的領域

- 一、風險對應：區分風險的困難
- 二、前瞻性評估方法：考慮氣候相關金融風險的複雜性

陸、結論

壹、摘要

本報告概述氣候相關金融風險衡量方法，以及金融機構和監理機關實際執行情況。共分為三個部分：

- 一、介紹衡量氣候相關金融風險概念，以及如何將氣候風險概念具體化。

巴塞爾銀行監理委員會 (BCBS) 於 2021 年 4 月 14 日發布。本摘譯文內容如與原文有歧義之處，請以原文為準，原文連結網址如下：<https://www.bis.org/bcbs/publ/d518.htm>

二、透過巴塞爾委員會氣候相關金融風險工作小組 (TCFR) 監理調查，檢視金融機構和監理機關目前採用或開發衡量氣候相關金融風險的方法，並於 2020 年舉辦金融業工作坊。

三、提供相關衡量方法優缺點，並評估導入和實施過程中的差距和挑戰。

報告載有五項主要結論：

一、因氣候相關金融風險具有獨特性，需要精細粒度資料和前瞻性的衡量方法。

二、金融機構和監理機關於氣候相關金融風險衡量上，重心主要放在受轉型風險影響的交易對手及投資組合暴險，至如何量化金融機構受實體風險影響程度則進展緩慢，主係因量化實體風險影響需要大量非標準資料，或因金融機構有信心能預防潛在損失。

三、現行研究中，主要聚焦於信用風險模型上，相較之下，較少關注市場風險，而對於流動性和營運風險研究更是相當有限，主係已有相關應用方法能將氣候相關風險轉化為信用風險類型。

四、儘管金融機構與監理機關仍處於將氣候相關風險轉化為可量化金融風險之初步階段，主要側重辨識氣候相關風險及相關暴險，以及試圖將相關風險變數連結至傳統風險參數（如違約機率或違約損失率），然因影響範圍具不確定性、氣候與金融風險關係之歷史資料可用性及相關性問題，以及影響的時間範圍具不確定性，故相關作業持續加緊腳步中。

五、發展完善的分析工具關鍵在於資料和風險分類方法存有測量差距，難以使用同一套標準方法評估變化萬千的長期氣候現象。

在資料蒐集方面，為評估實體風險及轉型風險需要更精細的資料，包括：反映與突發性及長期性風險有關的實體損害風險之地理資料、與轉型風險有關之各產業部門及從屬企業對於氣候變遷採取的因應策略及金融相關資料。

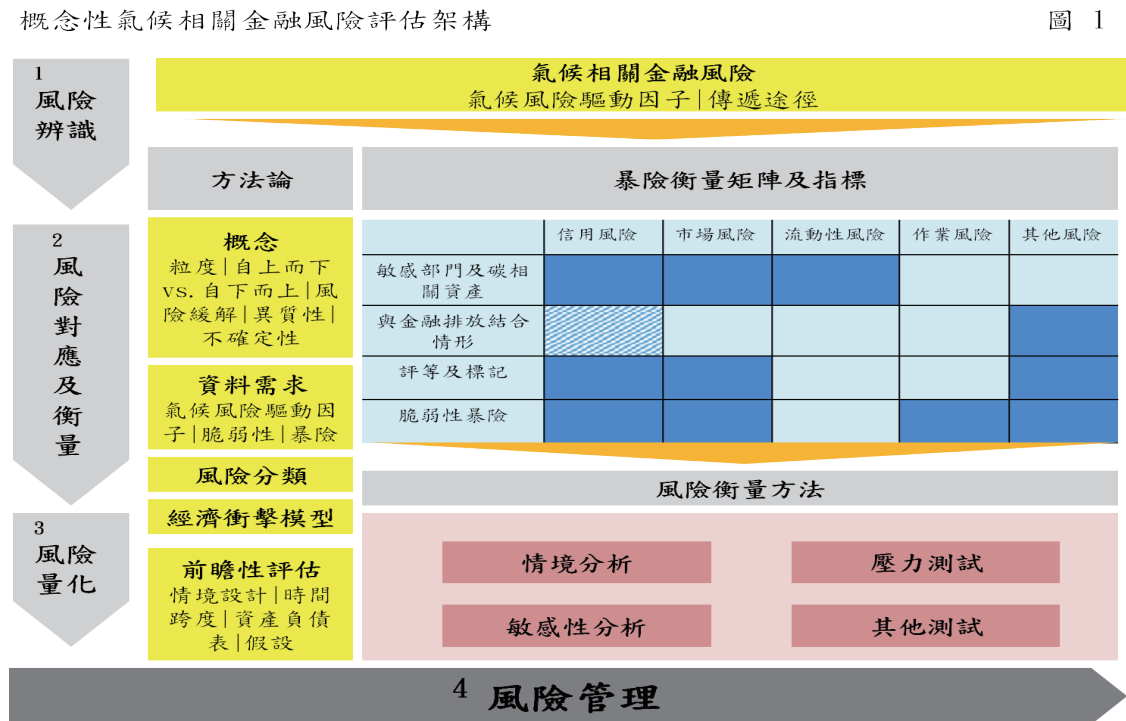
在方法論方面，基於各種不確定因素，如：實體驅動因子（以下簡稱實體風險因子）和轉型風險驅動因子（以下簡稱轉型風險因子）未來不確定性、資料缺口相關的不確定性及模型為導向的不確定性等，衡量氣候相關金融風險之方法仍有待進一步研議。

貳、前言

氣候變遷帶來的經濟和金融衝擊可能會給金融機構帶來巨額損失。有效的風險管理架構應包含三個目標：第一，辨識氣候風險驅動因子（以下簡稱氣候風險因子）及其傳遞管道^(註1)；第二，對應（mapping）及衡量氣候相關金融風險及其集中風險；第三，將氣候相關金融風險轉化為可量化的金融風險指標。

本報告旨在概述金融機構與監理機關目前正在制定或開發的衡量方法。圖 1 勾勒這項工作架構及作為納入風險管理流程之參考。

圖 1 涵蓋本報告關鍵議題，「暴險衡量矩陣及指標」中較深區塊表示該風險類別常用質化評估方法。「其他風險類型」如聲譽風險。



參、方法論考慮因素

本章節檢視金融機構及監理機關在進行氣候相關金融風險對應（mapping）和衡量時所採用的方法概念。

一、衡量氣候相關金融風險應考慮之因素

為對應及衡量氣候相關金融風險，金融機構及監理機關應導入以下新概念。

(一) 衡量實體及轉型風險應考慮之因素

氣候相關金融風險，其風險對應及衡量方法需納入金融機構針對實體風險因子及轉型風險因子所採取之應變措施，並依風險類型決定衡量方法。

一般來說，實體風險因子（實體危害）透過損害函數轉化至金融風險，考慮特定風險對資產和營運之衝擊後，將資產、營運活動及其現金流中斷等資訊納入風險模型，以衡量金融風險參數。而風險模型選用的損害函數通常取決於金融機構的技術、資源能力、資料可用性及估計目的。

此外，損害函數根據經濟部門、危害程度、時間範圍和地理空間特性計算，須考量部門暴險及實體危害相關資料的可用性及完整性。同樣地，轉型到低碳經濟的影響，也可透過模型將特定轉型風險因子連結到經濟因子，將預期現金流中斷情形納入傳統金融風險衡量模型。

雖然實體及轉型風險常被個別評估，然而氣候變遷部分特性正在加劇風險交互作用的可能性，故有必要同時考慮實體及轉型風險。由於大氣中溫室氣體濃度持續增加^(註2)，氣候系統臨界點^(註3)將有可能會被突破。一旦氣候系統變化超逾臨界點，將會帶來永久性、不可逆轉的損害，並加速非線性影響，因此轉型風險情境需同時考慮實體風險。同樣地，實體風險的發生頻率及嚴重程度^(註4)日益增加，可能會給政策制定者帶來壓力，迫使他們採取果斷行動，以緩解實體風險帶來的影響。

(二) 暴險粒度

由於金融機構與客戶和交易對手間的交易，會暴露在氣候相關金融風險下^(註5)。因此評估氣候風險因子對這些交易的影響時，為能反映個別風險，金融機構和監理機關需決定採用的暴險粒度層級，這可能會受到下列幾個因素（但不限於）的影響：

- 特定實體或轉型風險因子；

- 相關資料的可用性；
- 支持相關風險管理決策；
- 隨著資料粒度精細，計算的複雜性也隨之增加。

相關決策將影響選用哪種衡量方法，及模型結果對風險管理的效用；細粒度層級的衡量方法有利於承銷、估價或定價，但缺點是需要高計算強度和乾淨、標準化的資料；反之，複雜程度較低、對稀疏資料更寬容的方法，可能更有利於戰略規劃或投資組合配置。故採用何種類型之方法論，金融機構及監理機關面臨權衡兩難。

(三) 自上而下與自下而上的方法

風險對應和估計可選擇自上而下或自下而上的方法^(註6)。一般來說，自上而下的方法通常是估計總體風險（如部門或產業碳排放強度之平均值），並將風險按比例分配給各組成元素。然而，將風險綜合衡量結果細化至各組成元素之方法需在部門內無明顯重大差異情形，且可能會忽略因交互作用產生之個體風險。

相反地，自下而上的方法是衡量各組成元素層級之風險，再將這些個別的風險量匯總起來成為綜合風險評估。以監理機關觀點而言，自下而上的方法可以評估個別金融機構氣候相關金融風險，並加以匯集，得出整體金融機構近似風險。然而，以個體風險推算整體風險，需要瞭解潛在相關性，該相關性可能會放大或分散投資組合或金融機構風險。

(四) 考量風險緩解和降低效果

當金融機構評估如何衡量氣候相關金融風險時，他們需要估計潛在風險緩解效果，以及緩解措施可以減輕或抵銷多少風險，類似典型金融風險如對沖或淨額結算的抵銷做法。排除抵銷效果的氣候暴險稱為淨暴險，若未排除抵銷效果則稱暴險總額，淨暴險與暴險總額兩者差別在於是否有考慮風險抵減效果。

金融機構除了採取積極措施降低暴險外，還可透過交易對手因應策略來抵銷氣候相關金融風險，以適應或緩解氣候變遷的影響^(註7)。這些策略可能改變氣候風險因子與金融機構暴險模型的關係，例如：擔保品遵循建

築法規及防洪措施，則實體風險之脆弱程度較低。此外，交易對手也可以透過保險的保障，降低因危害事件使資產組合價值降低或收入中斷之不利影響。

計算資產或投資組合暴險總額至關重要，主要基於兩大理由：（1）瞭解風險抵減前之暴險總額，有助於風險決策者掌握當前氣候相關風險規模以及這些風險隨著時間如何演變；（2）緩解效果可能失效、改變、無法實現或過時，從而降低抵減風險的可靠性。例如，當保險理賠大幅增加時，保險和再保險公司可能會採取增加保費、減少保險範圍、引入政策^(註8)或不再承保特定風險或區域等作法，金融機構及監理機關，應個別衡量暴險總額及緩解效果，並瞭解相關的成本與效益。

(五) 異質性

在選擇採用何種衡量方法時，異質性為關鍵考量因素。各金融機構所處的背景環境不同，面臨的氣候相關金融風險也不同。因此，各金融機構及監理機關選擇變量或模型的標準亦有所不同，以下列舉幾個異質性：

- 地理異質性：地理多樣性造就氣候危害類型差異^(註9)。
- 部門異質性：同一經濟部門之風險特性具共通性，然而，個別客戶具不同的碳強度、能源組合及調適能力，若以部門層級為導向可能無法凸顯出部門內的異質性。
- 管轄權異質性：由於存在司法管轄權疆界，各管轄區採取不同的政策和監管制度，使氣候風險脆弱程度不一，且降低可比較性。

(六) 不確定性因素

由於存在各種不確定性，可能導致錯估氣候相關金融風險。鑑於未來氣候相關金融風險演變難以預料，在風險估計或模型校準中使用歷史資料，可能會錯估氣候相關金融風險^(註10)。然而，量化氣候相關風險需要對氣候、人類活動和經濟活動進行一系列假設，這些假設，有著相當大的不確定性，包括預測經濟行為者及決策者採取的策略、未來技術發展趨勢、因應策略及趨勢下的未來碳排放路徑、碳排放對氣候的衝擊，以及量化經濟的影響。

衡量氣候風險時，其他不確定性因素包括：氣候變遷衝破臨界點造成的潛在非線性衝擊、自然系統間的交互作用可能會放大氣候衝擊，以及地理異質性導致各地事件發生的頻率與嚴重程度不一^(註 11)。此外，技術創新不確定性，使決策者難以訂定最適化策略。有些研究人員認為，建模、資料和技術替代方案的進步有助於減少不確定性；然而也有一些研究人員認為，即使技術方法進步，也無法避免這些不確定性因素。

二、數據需求

與氣候相關的金融風險評估不同於傳統的金融風險分析，數據要能記錄風險軌跡，再將氣候風險轉換為財務風險，然而數據只有部分堪用也不符合標準。另外，探討氣候與經濟金融相關的歷史數據，可能不足以代表未來的相關性。

評估氣候相關金融風險所需的數據類型，有三大數據類別：

- 描述實體風險與轉型風險的數據：需將氣候風險因子轉化為經濟風險因子；
- 描述暴險脆弱性的數據：需將氣候調整後的經濟風險與暴險連結；
- 金融暴險數據：需將氣候調整後的經濟風險轉化為金融風險。

(一) 描述實體和轉型風險驅動因子的數據

評估氣候影響金融風險可以從實體與轉型風險數據開始。這些數據包括氣候資訊或目前的危害事件，它們被對應為影響經濟的變數，並改變現有的經濟關係。目前許多氣候風險數據係由政府機構和學術機構提供，或由商業第三方提供用於財務風險評估的數據集。

有些氣候和地質調查機構提供「現成的」數據集，可用於識別暴險於實體危害的地理區域，並提供更容易管理的氣候數據集。再依據過去的數據（例如：災難數據庫）或氣候模型做前瞻性預測。一些第三方數據已開始彙總此類數據和建構專有的數據服務，以供特定行業使用，但也只限於計算總體實體風險指數上。

各種氣候數據可能會出現在產生「最佳」碳價格的模型中，旨在將溫室氣體排放、能源需求偏好、政府補貼或預期技術中斷的外部成本內部化。此外，這些實體風險和轉型風險的數據會用於設計經濟活動。擁有足夠專

業知識和建構能力的機構，可使用這些氣候數據來估計因實體和轉型風險引起的經濟風險。然而只有少數第三方機構有能力預估氣候經濟風險。

(二)描述暴險脆弱性的數據

除了因應氣候調整的經濟風險外，金融機構和監理機關還需要瞭解金融機構面臨這些風險的脆弱性。例如：企業的地理空間數據（包括其價值鏈）、抵押品的位置數據，或交易對手在生產和分銷過程中對能源價格或碳排放的敏感性數據。在衡量方法中，這些暴險脆弱性數據有助於將氣候因素風險轉化為金融風險。就實體風險而言，金融機構的風險在於交易對手的地理位置；而轉型風險，金融機構的風險取決於交易對手在特定司法管轄區的經濟活動。

實體風險像資產庫存的減損、企業價值鏈的中斷及經濟衰退，為評估實體暴險脆弱性，廣泛比對損害與區域的關聯性，找出潛在的經濟衝擊，然後評估銀行貸款的潛在風險。此類地理數據需要跨越司法管轄範圍，價值鏈上各節點，如生產總部、製造工廠與倉庫等，都可能暴露在不同實體風險上。因此對銀行貸款而言，預估潛在損害時抵押品的位置是很重要的。

此外，藉由個人、企業、借款人之間的連結，可評估長期的氣候事件對經濟惡化的影響。交易對手間對周邊地區及需求市場的信息，可以評估實體風險對收入預測及勞動力的影響。

評估轉型風險的脆弱性需要交易對手的碳敏感數據，包括目前溫室氣體排放量、生產力與排放量的關係，以及經改革後減輕排放量的能力。

(三)氣候調整後經濟風險轉化為金融風險的數據

金融機構或監理機關通常會使用預測現金流量、價值或價格數據等傳統方式，來估計暴險脆弱性所造成的財務損失。執行金融風險分析需要瞭解投資組合及與交易對手有關聯的潛在衝擊等訊息。此外，為了模擬氣候風險對銀行流動性的潛在影響，需要反映資金提供者因應氣候風險所產生的展期、提款或定價行為。

三、氣候風險分類的目的與特點

隨著金融機構或監理機關將氣候風險與金融風險進行對照時，會面臨如何對風險進行分類與區分的決策。因此建構風險分類的關鍵，是根據氣候調整後的經濟風險脆弱性進行排序。因氣候暴險的分類與傳統分類不同，本節介紹氣候風險分類的目的，並概述其考量因素。

(一) 定義和目的

就個體審慎而論，氣候風險分類會根據與氣候相關的脆弱性來區分暴險，並依因氣候風險而引發的財務風險來進行排序、挑選、定價及管理。例如：具有類似風險的資產，其貸款價值比、償債覆蓋率或槓桿比率，可能因其地理位置、交易對手概況或到期日和部位而不同，受到氣候相關風險的影響也不同。

金融機構原有的內部風險評估系統及審慎監理標準，針對資產部位的暴險提供一致的訊息，在既有的信用風險及市場風險分類標準下，可作為決定氣候風險分類標準的邏輯基礎。然而氣候風險的異質性增加了風險分類的複雜度，另外，相較於較少異動的傳統風險分類，氣候風險分類需要納入動態特徵，以因應未來氣候影響分佈和科技的演變，或者分類要納入定期更新標準的規定^(註12)。

風險分類本身不足以規劃和監測風險，或估計氣候風險造成的財務衝擊。但有助於依風險脆弱性對暴險進行排序，是建構過程中的基本要素。

(二) 氣候風險分類的特點

在構建氣候風險分類方案時，氣候風險的幾個特殊屬性將決定相對的暴險，很可能是此類方案中的關鍵特徵。下面介紹幾個比較重要的特點。

1. 地理位置

實體風險的差異主要基於地理因素，而轉型風險的差異主係由司法管轄權疆界而定^(註13)。在考量實體風險時，風險的精確位置很重要，但實務上，要精確標示資產所在位置的危害程度，可能需要再權衡一下資源能量與計算複雜度。使用對實體危害的脆弱性及鄰近程度來對風險

進行分類，或許可以簡化暴險對應。例如住宅抵押貸款若要精確衡量氣候風險需要對結構、周圍地形等進行瞭解^(註 14)，但也可簡化以郵遞區號、鄰近水岸等特徵區分；關於轉型風險，主要與企業所在地的國家（國際）法律、地方政府法規、能源網絡和消費者市場有關，例如：碳排放政策是否嚴格、能源組合成本與脆弱性等。

2. 依營業活動分析粒度

在交易對手之間，按經濟部門分類已經是被廣泛地運用在經濟活動的分類，它們能提供初步^(註 15)與氣候相關金融風險訊息。因為一些司法管轄區按經濟部門收集和發佈有關溫室氣體排放的數據，所以轉型風險通常會依經濟部門分類。相同分類的企業會歸類為相同平均溫室氣體排放量，儘管企業間有不同經濟活動與效率，但屬同部門者皆歸類為相同轉型風險。

四、衡量氣候相關風險主要方法

金融機構和監理機關目前採用的風險衡量方法中，較為主流及傳統的做法包括：風險評分、情境分析、壓力測試和敏感性分析，如表 1 所示。

表 1 一般風險衡量方法

方法類型	方法	說明
主流 / 傳統	氣候風險評分（等）	對資產、公司、投資組合甚至國家的氣候風險進行評等。已高度發展，但在沒有交易對手資料和使用短期歷史數據情況下，與其他方法相比可能表現不佳。
	情境分析	前瞻性預測方法。情境分析藉由不同的粒度級別進行，以確定對個別風險或投資組合的影響及量化極端風險，並可洞悉氣候相關風險不確定性。能長期地評估氣候風險因子對金融風險的潛在影響。

方法類型	方法	說明
主流 / 傳統	壓力測試	屬情境分析的一種，用於評估金融機構對經濟衝擊的韌性，通常藉由資本適足率進行評估，惟由於氣候變遷風險的不確定性，估計結果與傳統壓力測試結果相較並不可靠。
	敏感性分析	屬情境分析的一種，常用於轉型風險評估，以評估特定變量對經濟結果的影響。
新興	自然資本分析	將「自然」視為資本存量，並評估環境退化將如何對金融機構產生負面影響。
	氣候風險價值	氣候風險價值（VaR）評估，應用傳統 VaR 架構衡量氣候變遷對金融機構資產負債表的影響。

五、情境分析與壓力測試方法

本節介紹金融機構與監理機關情境分析及壓力測試的概念和常見特徵。

（一）壓力測試與情境分析的範圍與用途

氣候風險情境分析，包括壓力測試和敏感性分析，這些情境是基於對世界未來可能狀態的預測，補充歷史數據所不足的前瞻性資訊。它們旨在量化銀行或金融系統可能面臨的潛在金融風險，並評估對銀行風險狀況和業務策略的影響，也同時為潛在的個體或總體審慎政策奠定基礎。

情境分析的常見步驟包括情境選擇、經濟影響建模，以及將個體和總體經濟影響轉化為金融風險因子。現今，氣候相關情境分析在範圍、時間架構和其結果的應用方面，皆與傳統的總體經濟壓力測試不同（見表 2）。

表 2 總體經濟壓力測試和氣候變遷策略

風險	總體經濟壓力測試	氣候相關情境分析
範圍	損益表與資產負債表	關注選定的暴險
時間	二至五年	短、中、長期（數十年）
當前使用 風險評估	用於監控環境，例如：估計 資本需求和規劃資本管理	瞭解並評估氣候相關風險對銀行風險狀況和 策略的潛在影響，並提高金融機構的關注

資料來源：改編自 UNEP FI (2018)

(二) 情境設計

一般來說，評估與氣候相關金融風險的情境有兩個維度：氣候全球暖化（Global warming）情形及轉型類型。氣候全球暖化情形，通常係指與參考時期相比溫度升高情形。轉型類型包括碳排放是逐漸「有序」還是突然「無序」減少。金融機構和監理機關最常使用的基本情境模型通常是 IAMs 或 IEA 世界能源模型（均係就本世紀末全球平均氣溫將升高 1.8°C 或 2°C，可能發生之情境預測）。

這些情境並未系統地轉化為更廣泛的總體經濟和金融變量，以評估對金融機構資產負債表的全方位潛在影響。此外，大多數情境不包括由實體風險因子引起的經濟損失，亦不包括極端事件的影響。

(三) 時間範圍與資產負債表假設

氣候風險影響的時間範圍，對風險量化而言是一大挑戰。傳統的資本規劃預測期限多係二至三年，但氣候變遷風險的衡量卻可能長達數十年，目前風險預測方法可能不足以捕捉氣候變遷的風險，可能需要改造現有方法或創建新方法來評估長期風險。

目前金融機構和監理機關之風險衡量已逐步納入實體風險和轉型風險（例如 FASB 預期信用損失）^(註 16)。事實上，嚴重危害事件可能會對某些高風險地區的抵押品估價和區域經濟指標造成負面壓力。同樣地，新建築

法規的實施，可能會對不符合新法規的建築物價值產生影響，這會對金融機構的抵押品價值產生負面影響。

當金融機構和監理機關採用的情境同時考慮資產及投資組合到期日時，就需針對資產負債表未來變化進行假設。通常可以假定資產負債表保持目前水平不變，也可以在規劃範圍內進行調整，每種方法都針對評估氣候風險的不同目的，並有其自身的侷限性。

- 靜態的資產負債表可以闡明當前暴險中固有的氣候風險，因此，靜態的資產負債表衡量提供了金融機構現有業務模式中潛在脆弱性的觀點。但對未來風險的合理推斷會隨評估時期越長而可靠性越低，故限制了其在衡量氣候變遷風險方面之效用。
- 動態的資產負債表有助於金融機構評估其緩解氣候風險及調整營運模式對其風險之變化，但預測管理行為因涉及高度的推測與判斷，也產生額外的不確定性。

肆、氣候相關金融風險的衡量方法

本章節主要介紹金融機構或監理機關正在使用或開發與氣候相關金融風險的衡量方法。

金融機構對於對應及衡量氣候相關金融風險之研究仍處於早期發展階段，雖然在識別、衡量與氣候相關的金融風險及投資組合方面有取得進展，但將其量化及轉換為常用的風險參數仍處於早期階段。

在監理機關層面，衡量氣候相關金融風險的方法也在不斷發展，包括調整現有審慎數據，以對應及衡量與氣候相關金融風險的暴險，及從個體和總體審慎的角度進行情境分析和壓力測試，另監理機關多數關注於轉型風險。基於對該領域專業知識需求的迅速發展，金融機構和監理機關經常求助於第三方方法論提供者，以瞭解單個指標或情境，或直接採用第三方方法論或工具。

一、風險對應及衡量

(一)金融機構層面的方法論

1.投資組合及行業別暴險

風險評估的最初組成是依據特定銀行或銀行集團的暴險輪廓，辨識重大風險傳導管道，並根據傳導管道制定監控流程。目前已發展多種指標，例如：碳排放強度、能源效率或房地產效能標示分佈的衡量，或風險地區抵押品的實體風險脆弱程度。此外，金融機構常以此類指標的熱圖^(註17)將投資組合進行視覺化，並隨著時間的推移以監控集中風險。

2.轉型風險

金融機構間的實務作法，係藉由分析衝擊的可能來源及傳導機制來進行評估，以瞭解某些產業轉型為低碳經濟會受到多大的影響及如何被影響，如：石油和天然氣、公用事業、運輸和汽車製造、金屬和採礦以及建築。有些金融機構會以近似值來估算或衡量其持有碳相關資產的轉型風險，以識別潛在風險。

另一種實務作法是，計算金融機構資產的碳足跡作為轉型風險的代理變數。即將產業或公司暴險資訊與碳排放資訊結合，衡量貸款或投資相關的「金融排放」(financed emissions)。碳足跡評估有時應用於整個資產負債表，但多數僅涵蓋那些被確定對轉型風險敏感的產業。根據碳足跡計算，金融機構間實務是導入不同碳價格以評估某些投資組合的敏感性。

在金融機構間觀察到的作法還包括使用與金融資產和房地產暴險相關的「綠色」指標，作為轉型風險的替代指標。校準方法係衡量現有投資組合與符合特定氣候目標的投資組合之間的落差，進而瞭解投資組合是否符合特定的氣候目標^(註18)，以及金融機構需要改變多少投資組合及活動內容，才能符合氣候目標^(註19)。除了風險管理用途外，金融機構對氣候目標的計劃，也具有聲譽風險或戰略定位的內涵。

此外，一些金融機構也對「綠色」和「棕色」活動的潛在風險進行

評估差異分析，如分析能源公司的評等與「綠色」活動（例如：可再生能源發電）和「棕色」活動（例如：煤和燃氣發電）進行比較的案例，通過明確的風險分類系統，可以更系統性地追蹤風險概況。

3. 實體風險

對應、衡量和監控實體風險的投資組合層級指標，目的在確定區域風險集中度、風險類型和潛在嚴重性。所謂風險評分或指標估計，係針對每個氣候風險因子所對應的指標，都能辨識及捕捉到對應的實體變化。這些指標可彙整並轉換為不同層級的分數，這分數又可做為金融機構客戶徵信調查或抵押貸款審查流程的一部分。

金融機構也開始使用地理空間對應來評估和監控可能受實體風險影響的暴險程度。例如，一家銀行對其住宅抵押貸款組合進行壓力測試，利用公開的洪水風險地圖來識別高風險區域，並對其在高風險地區的投資組合進行了地理空間調查，以確定對洪水的暴險程度。另一家金融機構評估其面臨缺水風險的企業，利用客戶資產的地理坐標來辨識客戶的風險，識別面臨缺水時的暴險狀態。

4. 客戶或專案計劃評等和評分

越來越多銀行開始評估個別交易對手（例如：大型企業）可能面臨與氣候相關的金融風險，而且金融機構的信用管理程序大多已納入客戶和專案相關的氣候風險評估，但此類方法尚不能使金融機構徹底量化該風險對財務的影響。

金融機構對客戶評鑑或評分方法大多來自內部銀行專業知識，或傳統評級機構的外部評等，通常會區分氣候相關風險評估與標準信用風險評估。實務上，依客戶面臨的實體和轉型風險或重要性對其進行氣候風險評等，或以重要性矩陣對客戶授與氣候相關風險評等。

發展評等指標可先考慮產業層面的特徵，再依公司特性進行調整。例如：同產業的碳強度標準，發電產業可用每單位能源產生的 CO₂ 作為指標，或汽車行業用每單位里程產生的 CO₂ 作為指標。除了量化每個產業的關鍵指標外，金融機構還在其評等方法中整合質化資訊，以捕

捉客戶的氣候策略、管理層對風險或機率的應對能力，及特定領域的弱點。

有金融機構將氣候風險評估作為對客戶進行積極調查和交易批准過程的一部分。這類氣候風險評估使用交通號誌燈號（紅燈 / 黃燈 / 綠燈）區分客戶對氣候相關風險的相對暴露程度，其中暴露於氣候相關風險升高的客戶被分配為「紅燈」或「黃燈」評等，可能會面臨更嚴格的信用審查。

(二) 監理方法

監理機關用來衡量氣候相關金融風險暴險的指標，通常採用投資組合、產業別或地理特徵等指標，也會考慮不同組合的轉型風險和實體風險指標。

1. 轉型風險

為了評估轉型風險對金融機構暴險的影響，監理機關依其可得監理資訊或不定期檢查，來評估金融機構暴險相關之轉型風險指標。

監理機關對於房地產暴險以外的公司，通常使用指標來描述金融機構客戶於企業或產業別的排放強度、碳足跡或對氣候政策的敏感性。常用的方法是根據國家分類架構的產業別對應到氣候政策相關的產業別（該產業通常被認為容易受到轉型風險的影響^(註20)），然後加總現有監理報告中這些產業的暴險，產出產業占全部金融產業風險暴險總額的百分比。轉型風險對於房地產暴險的分析較少。

2. 實體風險

為評估金融機構系統對實體風險因子的暴露程度，監理機關辨識在管轄範圍內最相關的風險，以及最容易受到這些風險影響的領域。為了進行分析，監理者通常以第三方的資訊來辨識風險的主要地理區域和危害程度，而資訊多來自政府機關企業的公開資訊或商業供應商提供的氣候風險評分。通常使用指標包含描述單一災害或某些地點對這些災害的弱點、複合型災害、綜合風險評分和熱圖。

監理機關依危害、地理粒度和複雜度等不同用途使用這些指標，例

如，使用洪水地圖來評估某郵政編碼區域在預定時間範圍內可能遭受洪水的可能性、氣候變遷脆弱性主要領域的評估、個別工業設施地理位置的缺水程度等。

一旦辨識出重要的實體風險因子，監理者即可評估個別受監理企業或金融機構中，易受實體風險影響的暴險程度。世界性銀行因跨不同司法管轄區，因此須考慮具相關氣候風險的司法管轄區暴險。

二、風險量化：情境分析、壓力測試和敏感性分析

(一) 金融機構層面的方法論

金融機構層面的情境分析和壓力測試方法，可提供量化氣候相關金融風險或策略規劃信息，大致上仍處於初步階段。目前氣候相關金融風險情境分析，主要是為瞭解對指定投資組合的潛在影響、改善方法論、及評估方法論的侷限和效益。金融機構重要目標是將轉型和實體風險因子轉換為金融風險因子，特別是將其納入內部模型，並在研究摸索下進行評估。

金融機構的轉型風險情境分析往往著重於特定產業的交易對手，及信用參數的影響程度。具體的例子如「影子價格」，作法係調整基本價格以評估交易對手可能受到的影響，將影子價格納入在轉型風險敏感性中或作為情境分析的一部分，目的在預測潛在的市場或政策變化，以估計改變對交易對手財務狀況的影響，並評估銀行調整後的信用風險。儘管該方法主要由高階的氣候分析機構使用，但許多金融機構已表示將規劃在決策中使用此類方法。

金融機構的實體風險分析側重於企業和家計單位（尤其是抵押貸款）暴險，並從中推斷對交易對手信用品質的潛在影響。然而特定產業（如電力公用事業）也會受業務中斷的假設，而影響其財務業績和信用風險水準。面對氣候變遷危機，應多關注對天氣長期變化較敏感的產業，及評估極端天氣對銀行房地產抵押品價值及房地產暴險的潛在影響。

(二) 監理方法

監理機關可以使用情境分析和氣候壓力測試進行個體審慎監理，並為

總體審慎政策提供資訊。在個體層面，情境分析和壓力測試可用於：(i) 量化金融機構易受特定氣候風險因子影響的金融暴險；和(ii) 瞭解金融機構業務模式在面對特定氣候情境時的弱點及對其業務策略的影響。在總體層面，可通過情境分析和壓力測試來評估金融體系中氣候風險的規模和分佈，以及這些風險是否具有系統性。

雖然監理機關使用傳統監理壓力測試，來確定金融機構資本部位對財務損失的彈性或額外資本要求的校正。監理機關指出，情境分析和壓力測試的結果及其對監理指標的影響，在很大程度上取決於假設和方法選擇。因此，監理機關目前使用的氣候情境分析和壓力測試是為了兩個主要目標：第一，作為氣候變遷對受監理金融機構風險管理和業務策略影響的理解補充，而不是依可能潛在損失來測試銀行資本適足率；第二，作為審慎政策的一部分，當作提高金融業對這些風險的認識、激勵金融機構開發適當的風險模型的一種手段。

1. 監理機關使用的衡量方法

對於轉型風險，大多數受訪者使用基於排放或排放強度的單一指標，並使用產業方法進行分析。針對於實體風險因子最常見的是洪水、乾旱和風暴，最常用的指標是綜合氣候風險指標。實體風險主要在區域或國家層面處理。

2. 監理方法和現有的巴塞爾架構

通常將氣候相關風險視為現有金融風險類別（而不是單獨的風險類別）的因子，但與氣候相關金融風險的傳遞和量化仍需研究。

當前的巴塞爾架構可能無法涵蓋氣候風險因子導致金融風險的所有情況。有必要重新檢視第一、二、三支柱之規定，目前多認為納入第二支柱為宜。

(三) 第三方研究方法

除了特定的資料或指標外，監理機關和金融機構有時會依賴第三方提供的綜合方法或工具，這些第三方方法論，包括風險對應、情境選擇、引入轉型或實體風險衝擊及評估對公司財務績效的影響。然後，方法論可能

會提供一系列風險指標或工具來計算這些指標，包括氣候風險價值、公司的 PD、預期損失等，以及與氣候目標保持一致的措施。

第三方方法包含對氣候事件的脆弱性或敏感性，另外還包括適應性能力及替代生產來源的存在性。有些評估脆弱性的方法則是基於損害函數，該函數表現出自然事件的嚴重程度（例如洪水深度）與對某些資產造成的損害（例如建築物遭毀損的程度）之間的關係。

伍、未來分析探索的領域

雖然金融風險的衡量方法在過去數年中有所進展，但實際上仍有很大的進步空間。本章節將針對本報告敘及的未來分析探索的重要領域進行討論，包括暴險監控和前瞻性評估方法，並由三個關鍵點進行說明：概念領域的挑戰、數據可用性和建模複雜性。

一、風險對應：區分風險的困難

(一) 風險分類方法之說明

1. 風險分類方法已知的限制

轉型或實體風險分類的目標是依照風險辨識標準對暴險進行分組，以反映或評估風險，例如：採按地理區域劃分的空氣排放帳戶^(註 21)或脆弱性指數等第三方提供資訊來辨識對氣候變遷風險敏感性總部位。就金融機構和監理機關來說，這種將風險予以分類再「加總」的方式操作簡單且在概念上易於瞭解。在此基礎上，金融機構可以監控集中度風險，並為策略規劃及投資組合配置提供資訊。監理機關也可以使用這些分類法來辨識金融業的變化趨勢或個別金融機構是否偏離產業平均水準情形。

雖然風險分類再加總的方法在概念及操作上具有優勢，但在實務中面臨許多限制。由於當前數據可用性問題，風險辨識標準可能不夠細緻或不夠具體，無法明確區分交易對手的風險，致出現同一地理區域內或同一產業的交易對手會有相同的風險特徵，但實際上，個別交易對手轉

型和適應變化的能力可能有相當程度的差異。另外，氣候相關資訊和金融風險參數之關聯性未經歷史驗證，因此氣候相關資訊並未被金融機構納入對金融風險的評估範圍內。

2. 風險區分及跨金融機構與司法管轄區間具可比性

「具可比性」是任何風險分類系統的理想特性。然而，為利於跨金融機構之各類風險區間具可比性，無論是在司法管轄區內或是跨轄區，均會對相關項目進行標準化或簡化程序。因此，要在風險分類水準（包含粒度及詳細程度）的期望需求，與金融機構區間比較彙總需求，二者需取得平衡。從監理的角度來看，具可比性可減少個別機構執行上的分歧，並減少風險評價錯誤。但是，制定此類標準存在幾個障礙：

- 跨司法管轄區具可比性。簡單的風險分類方式可能會掩蓋不同司法管轄區金融機構之間的重要差異。為使此類相互比較能有意義，評估氣候風險因子的方法及衡量風險的衡量尺度需要建立共同標準；或許在某些司法管轄區內的金融集團可能有通用的制度及評估方法，但制訂有用的跨司法管轄區標準仍有困難^(註22)。
- 加總觀點。另一個需要考慮的問題是集團的加總議題，尤其是對大型國際金融集團的風險加總，將遇到因跨越多個司法管轄區，金融機構難以對該公司（或企業集團）可能面臨的所有重大氣候風險特徵進行加總評估。這使得制定一份普遍適用於金融機構的風險分類法變得更加困難。

(二) 適當數據可用性方面的挑戰

近年來，數據和資訊的可用性一直是發展氣候風險衡量方法的主要障礙，根據數據來源和對風險因素之研究，想要取得有些數據是有困難的。向外部數據提供商購買資訊或許能克服部分難題，但仍需要金融機構和監理機關持續努力以克服困難。

1. 實體及轉型風險驅動因子之相關數據

實體及轉型風險因子的數據具有一關鍵問題，其資訊並不在傳統財務數據收集的範圍內。氣候數據的收集和可用性也造成研究合適方法論

時會面臨的困難。首先，可用資訊缺乏足夠的粒度，可能不完整，或者資料更新頻率低於一般衡量金融風險的頻率。在經濟和金融分析需要更高粒度的情況下，這些數據相對來說不夠精確，可能會影響分析的可靠性。最後，氣候相關數據的品質和可用性在不同的司法管轄區會有所差異，這種差異將不利於加總分析的運作。

2. 暴險脆弱性之相關數據

(1) 第三方評等資訊

外部數據提供商通常會提供評估資訊以彌補金融機構對交易對手暴險的資訊缺口，並針對這些風險對個別借款人之影響進行評等或評分。然而，氣候評等可能需要更嚴格審視。

首先，使用數據提供商評估資訊的最終使用者，可能有受評機構資訊準確程度，或數據提供商數據清理過程內容瞭解有限的問題。這種不透明性在採用外部評估資料時甚為常見，但不像信用評等所依據的財務報表資訊，已有完善的會計準則和成熟的金融信用運作標準格式，故其問題不大；與氣候相關評估的不透明性卻可能會因資訊未達到標準及使用方法論的自由裁量^(註 23)，而使問題更為複雜。

不同數據提供商所提供的資訊往往難以比較，也無法在個別風險衡量過程中整合多個不同來源的評估資訊。而方法論的完整性及可靠性只能仰賴金融機構和監理機關定期查核^(註 24)。最後一個顯著的數據缺口與受評機構樣本有關，樣本偏向（如偏向大型機構或中小型機構）可能會降低金融機構的投資組合覆蓋範圍，並影響評等樣本的代表性^(註 25)。

(2) 交易對手層級的資訊

為與金融機構建立關係，交易對手會提供其自身非公開資訊，以利金融機構進行授信審查，瞭解潛在客戶之主要特徵^(註 26)。在評估氣候相關數據可用性時，金融機構通過貸款關係所取得之客戶非公開資訊，可以解決部分數據缺口或品質問題。然而，企業取得之氣候相關數據可能會有不夠完整或不夠準確的問題^(註 27)。此外，金融機構

在貸放後常會遇到客戶怠於更新或取得困難的情形，導致現有暴險的氣候相關評估報告無法更新。

金融機構亦可能取自借款人所揭露的公開資訊，但公開資訊的數量和品質通常與公司規模相關，導致小公司與大公司難以相互比較。另外，不同司法管轄區的會計原則或財務報告應揭露事項的差異，也使交易對手間的數據難以相互比較。

(3) 監理報告數據

除了上述金融機構可採用的各種資料來源外，監理機關可透過增加申報資料的監理程序，要求銀行體系執行氣候相關分析。監理報告中包括持續提供的標準化數據，可作為氣候風險評估有用資訊。然而目前的監理報告缺乏足夠的粒度來評估轉型及實體風險，因此監理機關可能需要開發其他工具來處理現存數據，或考慮酌情修改現有的監理報告。

二、前瞻性評估方法：考慮氣候相關金融風險的複雜性

將氣候相關的金融風險量化，建立風險區分和數據收集後，接下來的挑戰是建立模型架構，以利於將氣候風險因子以前瞻性的方式轉化為金融風險參數。這項挑戰的困難點在於：（1）設計一個完全涵括氣候情境對經濟影響的模型架構；（2）評估長期影響；（3）實際執行此類評估的困難。

（一）設計模型架構完全涵括與氣候相關金融風險的困難

1. 氣候相關金融風險的複雜性和情境設計

理想情況下，代表實體或轉型風險因子的情境包括所有相關的經濟和金融變數，其粒度級別與受評風險相當，並用以估算財務損失。然而，與氣候相關的金融風險是複雜而寬廣的，氣候風險因子是易變且具不確定性的，在不同地區和部門之間存在相當大的差異。在這種情況下，金融機構和監理機關均表示，欲將各種情境納入現有風險評估流程和結構中進行建模會有以下的困難處：

- 圍繞氣候風險因子的不確定性。由於轉型和實體風險因子涉及多

層次不確定性，要將其全數涵括有困難，特別是氣候系統的變化是非線性的。因此，在評估未來可能的氣候事件影響時，需要利用相同情境設定在不同方法論上，依據各別產出的結果衡量，以使分析更加穩健。然而，探索氣候風險導致的多種情境將會耗費大量資源^(註 28)。

- 捕捉氣候情境的特定衝擊。監理機關和金融機構衡量氣候相關風險，在評估轉型風險時，金融機構和監理機關採用總經計量模型來調整碳價格變化對總體經濟的衝擊，並以能源相對價格的變化來衡量。關於實體風險因子，將這些氣候風險因子與氣候情境、經濟架構串聯起來仍然是一門研究中的課題。經濟模型架構通常只能考慮長期實體風險（例如溫度升高）的影響，而極端天氣事件或未來潛在的氣候變化對經濟的衝擊，卻經常未被捕捉。
- 模擬衝擊的整合性。建模的另一個挑戰，在選用風險相同粒度級別時捕捉氣候情境的衝擊。例如，由於沒有小地理區域的損失統計資料，以致要將實體風險因子轉換到公司風險之預期損失會有困難。在總體層面，保險承保範圍的改變或政府對自然災害防護計劃、家庭或企業對天然災害財務後果的支應能力，也將是評估的關鍵資訊。

2. 將情境輸出轉化為金融風險

金融機構和監理機關面對的另一個重大挑戰，是金融風險模型納入氣候情境變數的能力。用於信用風險的 PD 或 LGD 等風險參數需要氣候風險因子（如總經衝擊事件致失業率提高）與該等風險參數間的歷史統計關係，而此關係又需要有足夠時間長度及變異情形的歷史數據才能穩健估計。為解決此種信用風險障礙，一些金融機構和監理機關正試圖將總體壓力情境變數（例如：GDP）的變化，根據相關特徵（例如：與轉型風險有關的二氧化碳排放量），套用到對交易對手的評估模式，以推估對風險參數的影響，但由於將變化關係大幅簡化，導致難以運用在風險管理用途（如資產定價或資金轉移定價）。

(二)與時間層面相關的挑戰

氣候變遷的長期性質，使金融機構和監理機關的評估遠遠超出以前風險評估的時間範疇，致在實行壓力測試和前瞻性評估時帶來許多困難。預測越久遠以後的時間，模型預測結果不確定性就越大，亦將進一步阻礙預測的穩健程度。

目前，金融機構評估負反饋迴圈的能力有限，而這些負反饋迴圈源自放款決策的本質，以及評估風險的設計架構僅與直接短期暴險有關。由於金融機構的風險評估架構要能夠依監理標準與要求選取的時間長度，做進一步的調整，因此需要進一步思考現存衡量方法的適當性和異動性，以捕捉更長時期的風險。

個別金融機構未來投資組合的重大不確定性，長期來說使傳統的靜態資產負債表假設更具問題，雖然動態資產負債表乍看較合理，但需要先充分瞭解隱含的大量會影響風險評估結果的假設。

(三)風險衡量的操作複雜性

外圍研討小組及對監理機關問卷調查結果的要點之一是，金融機構及監理機關都應續建立與氣候相關風險的評估能力。氣候風險衡量是一項極具挑戰性的任務，需要大量資源，包括充足的系統基礎設施、相關人力資源和成熟的組織。金融機構評估其重要業務在氣候風險的總暴險，有很大程度取決於其資訊系統的品質及彙總管理大量數據的能力。

在人力資源和專業知識方面，氣候相關金融風險衡量，需要廣泛地從相關職能和業務領域取得資源，並參考氣候專家的意見。影響金融機構選擇風險衡量方法的另一個因素是金融集團的規模和多角化經營，導致需要更複雜的建模技術。而規模較小、多角化程度較低的金融集團，則可能面臨資源分配、模型複雜程度（與實際效益間）抵換的難題。

陸、結論

在衡量氣候相關暴險上，金融機構和監理機關主要集中在轉型風險，而較少強調實體風險。也就是說，許多金融機構和監理機關正在擴大他們的數據收集範

圍，並採取措施解決一些項目的數據缺口。其中包括交易對手提供的氣候相關風險數據的數量（有許多申報資料缺口，特別是對於較小型的交易對手）、此類揭露的品質（主要是資訊範圍）以及投資組合和司法管轄區間數據的一致性（使用一致的風險分類）。由於此類數據差距，鑑於內部收集資訊及專業知識不足，多家外部數據提供商目前正在向眾多金融機構和監理機關提供服務。迄今為止，金融機構和監理機關的努力主要集中在信用風險和一定程度上的市場風險，甚少關注流動性和作業風險。

將氣候變遷情境轉化為金融風險的合適架構仍處於起步階段，除相關數據取得外，還需進一步開發方法論，以充分解決氣候和金融變量併同建模，及分析超長期風險會遇到的高度不確定性。在這種情況下，保險保障缺口將是另一個議題，當無法假設能有穩定的損失緩解措施，可能需要多種方法和模型的組合，方能全面瞭解和衡量氣候變遷風險的潛在範圍。

此外，尚有幾個關鍵領域需要進一步分析研究，以加強對氣候相關金融風險的衡量、監測及管理，包括：未有全球一致的風險分類標準及數據，及需要對模型進行更多投資以加強對氣候相關風險的前瞻性衡量等。

對於監理機關而言，主動評估跨公司和司法管轄區數據和粒度水準一致適當性的行為將有很大效益。這些行為將有助於評估相關數據的可用性（包括金融和非金融公司的非金融揭露）、改進市場相關特定資訊揭露和加強風險管理效率，以及將數據適當標準化以促進相互比較性及整合性。

註釋

註 1：請參閱隨附的氣候風險因子及其傳遞管道報告。

註 2：IPCC 指出以自然過程消除人為排放的二氧化碳需耗費數萬年的時間 (IPCC (2013a))。

註 3：有關臨界點文獻，請參閱 IPCC (2018a)。

註 4：IPCC 指出 2006-2015 年全球平均地表溫度相對於 1850-1900 年上升了 0.87°C，其頻率和規模日益趨增。IPCC 認為其風險將隨著全球平均地表溫度上升而擴大。

註 5：請參閱隨附的氣候風險因子及其傳遞管道報告。

- 註 6：有關自上而下和自下而上的方法定義，各監理機關、金融機構或第三方機構可能有所不同。
- 註 7：緩解的目標為減少排放源並穩定大氣中的溫室氣體水平；適應的目標為適應實際或預期的氣候及其影響，特別是減輕或避免這些影響造成的危害，請參閱 IPCC (2014c)。
- 註 8：引入政策可以採取多種形式，如：定額式自負額機制，保險公司只承保超過預定門檻的損失；或起賠式自負額機制，損失必須超過預定門檻，保險公司才承擔全部責任。
- 註 9：氣候系統範圍涵蓋全球，但透過大氣過程、海洋環流、生物氣候帶、日常天氣和長期氣候趨勢下，顯現出來的頻率、特徵和影響方面是區域性或局部性的 (IPCC (2014a))。
- 註 10：透過使用歷史數據引起的參數不確定性意味著不能排除極端值以及由此產生的災難性後果，參閱 Weitzman (2009)。
- 註 11：Barnett 等人 (2020) 提出有關氣候模型之有效區分類型：(i) 風險（給定模型的不確定性—通過概率分析解決），(ii) 模糊性（模型間的不確定性—通過主觀概率分配解決），和 (iii) 假設錯誤（模型不確定性—由模型組合解決）。
- 註 12：近期通過的歐盟永續金融分類標準計劃定期審查和更新用於識別「環境永續經濟活動」的技術篩選標準，以反映特定經濟活動和技術創新對環境影響的變化。
- 註 13：管轄區疆界是轉型風險的主要因素，因為各個國家的轉型政策適用狀況不同。這些疆界內的定位也很重要，部分原因是不同的區域可能有不同的能源組合。
- 註 14：請參閱 Netherlands Bank(2017)。靠近河流、在高處施工、特定地形和建築材料都會影響個別財產對洪水風險的相對暴露程度。
- 註 15：差異仍將存在於可能需要額外分類的同一部門的活動和交易對手中，例如不區分化石燃料和可再生能源的子部門分類 (例如：NACE D-35.11 Production of electricity)。
- 註 16：近期會計指引已將生命週期潛在損失納入準備金計算中。IASB 的金融工具標準要求，如果信貸風險顯著增加，則需要確認全年預期信貸損失，而 FASB 的當前預期信用損失標準要求組織立即記錄其貸款組合中預期的全部信用損失。

- 註 17：熱圖可提供對銀行風險暴險（例如，跨產業或資產類別）的重要性（風險）指標的高層概覽。
- 註 18：通常指的是巴黎協定目標，要將全球升溫幅度限制在 2°C 以下，最好低於 1.5°C。
- 註 19：EBA 將「投資組合調整方法」列為衡量 ESG 風險的單獨方法（EBA (2020)）。
- 註 20：氣候政策相關部門的分類通常遵循 Battition 等人（2017）制定的架構，包括化石燃料、公用事業、能源密集型、交通和房屋等產業。作者將公司從 NACE 4 層級對應到氣候政策相關產業，該方法已被應用和改善；請參閱 Battition 等人 (2020)。
- 註 21：環境經濟核算系統 (SEEA) 中的「空氣排放帳戶」使用 SEEA 規定的結構和原則，提供企業和家庭在生產、消費和資本增值過程中向大氣排放氣體的信息。SEEA 空氣排放帳戶根據氣體或顆粒物質的類型，記錄居民經濟單位產生的空氣排放量。SEEA 已被聯合國統計委員會採納為國際統計標準。
- 註 22：類似的暴險型式—例如向在不同國家或地區經營相似產業的兩家公司提供的兩筆貸款—如果它們的地區或商業模式具有不同的初始能源組合，則可能面臨非常不同的轉型風險。各個國家或地區政府可能有不同的轉型政策、目標及時間範圍。
- 註 23：例如，源自暴險樣本的指標可能會使模型產出發生偏差。當氣候因素（如氣體排放）在不同規模、技術能力和地區的個體間進行平均時，這一點尤其突出。
- 註 24：與所有第三方供應商交易，最終用戶有責任在運用其資訊前，充分理解相關建模方法、限制和假設。可參閱 BCBS(2020c,d)。
- 註 25：為此，在使用平均分數時需要謹慎，因為對特定產業 / 國家的樣本公司逕採用平均分數可能會產生誤導。例如，如果建模樣本多採同產業中較積極參與氣候減緩活動的公司，則該產業的風險評估表現將過於樂觀，如碳排放比實際情形為低，並套用到整個產業。
- 註 26：儘管主要係關注借款人的信譽，但非貸款關係（例如資產管理、經紀業務等）中也可能出現氣候風險；因此，其他客戶的特徵（風險偏好和容忍度、財務偏好、預算限制等）也可能相關。
- 註 27：例如，在某些司法管轄區，超過規定限額（在營業額或員工人數方面）的公司需要計算和揭露其碳足跡。因此，這些資訊對於較小的公司來說不一定容易獲得。產生這些資訊可能成本很高，因為他們可能需要求助於外部專業知識。

註 28：金融機構和監理機關在建模中依賴第三方供應商的情況下，也可能遭遇建模不確定性。直接建模方法可以使用內部模型從描述實體和轉型風險因子的數據中生成經濟風險因子。相反，金融機構和監理機關可能會利用由專業供應商開發的「預先打包」模型，再依特定需求修改。這兩種方法在計算複雜性及資源利用率，與結果獨特性及效益之間有抵換關係。