

氣候風險情境與 壓力測試初探

INTRODUCTION

氣候變遷帶來的實體災損日益嚴峻，各國因應氣候變遷所執行的政策，也為產業發展帶來更多的機會與威脅。為了預先掌握相關的風險來源，了解氣候相關議題如何影響金融機構的投融资部位，各國監理機關開始要求金融機構以未來可能的氣候情境為基礎進行分析，透過壓力測試檢視資產可能的變化。本文整理國際相關機構提出的氣候情境，並簡單介紹荷蘭央行 2018 年所實施的氣候壓力測試，作為相關研究討論的第一步。



董珮珊 助理研究員 Pei-Shan Tung

研究領域：公司理財、金融市場

聯絡方式：tnabiki@tabf.org.tw

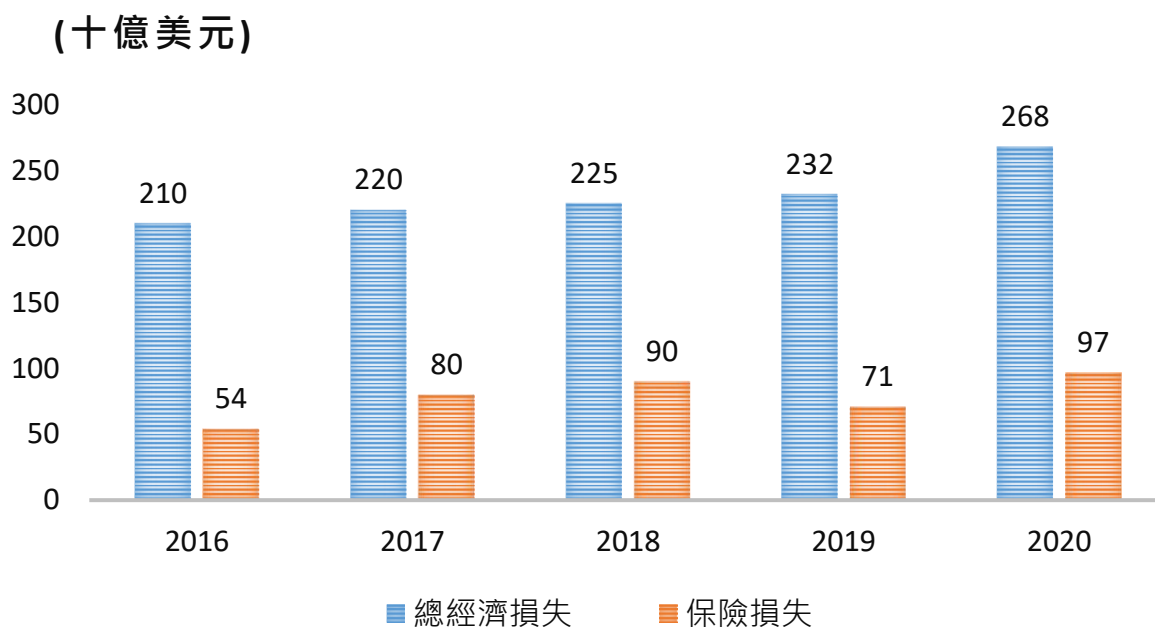
TABLE OF CONTENTS

氣候風險與金融風險的連結.....	1
有關未來氣候情境的想像.....	3
荷蘭：首例金融機構氣候風險壓力測試.....	6
進化中的氣候壓力測試.....	7

氣候風險與金融風險的連結

2021上半年大家焦慮地看著不斷下探的水庫水位，忍耐著供五停二的不便，8月上旬西南氣流隨即引發豪大雨，導致各地發生洪災，除了路毀橋斷，更造成將近10億新台幣的農損。事實上，不只台灣，美國、德國、日本、中國大陸與東南亞各地，許多地方近年來都飽受極端氣候所帶來的天災之苦，根據保險經紀公司怡安集團 (Aon) 的年度氣候災損報告 (Weather, Climate & Catastrophe

Insight)，近五年來全球天災導致的經濟損失每年都突破2,000億美元，其中已保險損失皆不超過四成，如【圖表一】所示。2021年7月，怡安估計全球上半年天災害保險損失金額達420億美元，創下10年新高，總經濟災損也恐再破紀錄。



【圖表一】全球天災經濟損失

資料來源：Aon

氣候變遷帶來的災損規模越來越龐大，減少碳排、能源轉型等企圖挽回環境的作為越來越迫切，我們不但必須面對天災帶來實體損失的風險，譬如農作物的毀損與建築物的倒塌，也必須面對改變傳統方法的轉型風險，譬如改採碳排量更少的生產方式或採用價格較高的再生能源，導致企業盈餘下滑。那氣候變遷帶來的實體損失和轉型風險會透過什麼管道成為金融機構機構應該擔心的風險

呢？國際清算銀行（BIS）在2020年發布的The Green Swan說明如【圖表二】所示，從中可發現氣候風險透過實體風險與轉型風險，對金融機構的信用風險、市場風險與流動性風險等面向造成影響。有鑑於氣候變遷帶來的災損與風險越來越嚴峻，氣候風險也成為金融機構進行風險管理時無法忽視的重要課題。

【圖表二】氣候相關風險成為金融風險的管道

	實體風險	轉型風險
信用風險	氣候風險影響客戶還款能力，導致違約率上升，或使得擔保品價值下滑。	
市場風險		產業轉型產生大規模的閒置資產，改變投資者對金融資產報酬的看法，導致拋售等行為甚至引發金融危機。
流動性風險	財報受到信用風險或市場風險影響的金融機構可能難以取得短期再融資資金，導致同業市場緊張。	
作業風險	辦公室或資料中心因天災受損，影響作業流程甚至波及價值鏈上的其他機構。	
保險風險	理賠支出大於預期	綠色相關保險商品的訂價偏低

資料來源：BIS

有關未來氣候情境的想像

傳統上，為了確保銀行在面對各種風險時都能持續穩健地營運，監管機關會設定某些情境，譬如台幣兌美元匯率大幅走升、經濟成長大幅衰退、同業忽傳跳票倒閉等情境，透過壓力測試檢視銀行的資本適足率是否仍優於法規要求，亦即銀行體質是否仍足夠穩健，能夠安然度過這些極端情況，但是相較於傳統壓力測試所設定的短期事件，氣候變遷是十年以上的長期情境，還有政府針對氣候變遷的政策反應涉入其中。

許多機構設想了未來各種可能的情境。氣候變遷跨政府委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）基於人為產生的溫室氣體濃度，以「代表濃度途徑（Representative Concentration Pathways, RCP）」（途徑所指的是濃度的變化歷程）來定義四組未來氣候變遷的情境，並以輻射強迫力（Radiative Forcing）在2100年與1750年之間的差異量當作指標性的數值來區分。四種未來可能出現的氣候情境如【圖表三】。

【圖表三】IPCC 設定的氣候變遷情境

情境分類	描述	說明
RCP2.6	2100 年輻射強迫力(radiative forcing) 增加 2.6W/m ²	暖化減緩，氣溫上升不超過 2°C
RCP4.5	2100 年輻射強迫力增加 4.5 W/m ²	暖化穩定增加
RCP6.0	2100 年輻射強迫力增加 6.0 W/m ²	暖化穩定增加
RCP8.5	2100 年輻射強迫力增加 8.5 W/m ²	暖化大增

資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台（TCCIP）

國際能源組織IEA在2020年的世界能源展望(World Energy Outlook)報告中設定了四種氣候情境，如【圖表四】。

由各國央行組成的Network for Greening the Financial System (NGFS) 於2020年依據實體風險和轉型風險的高低劃分了三大類情境，分別是有序轉型 (Orderly)、失序轉型 (Disorderly) 和全球暖化失控 (Hot house world)，2021年再細分六種情境，如【圖表五】與【圖表六】所示，希望將氣候變遷對金融機構的衝擊情境標準化。

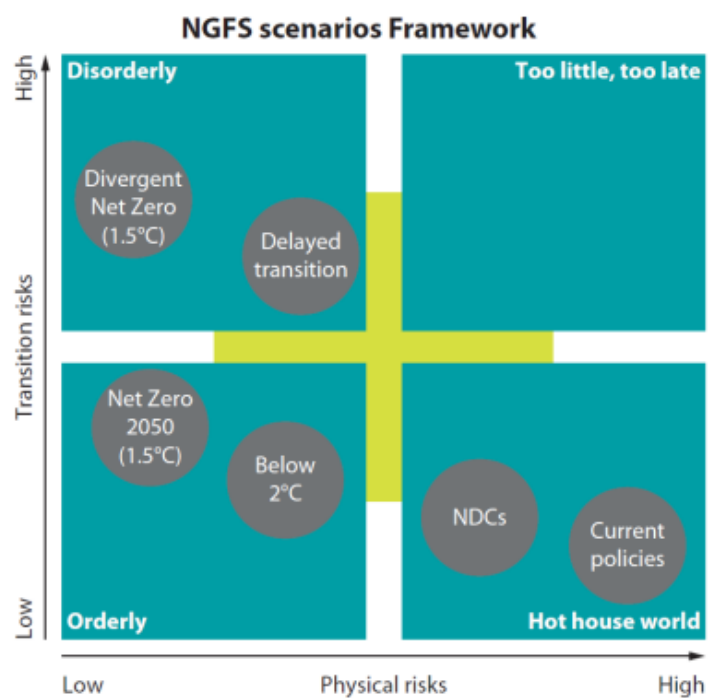
從上述三個機構所提出的情境假設，可以發現氣候相關情境的設定和傳統上總體經濟或短期爆發的事件有很大的不同，此外，IPCC的氣候變遷情境可以用來測試實體損失，而IEA與NGFS則加入了政府的氣候相關政策情境，以便捕捉氣候變遷下的轉型風險。

也許你會從NGFS所設定情境發現實體風險與轉型風險有著反向的關係。當政府沒有對於氣候風險採取積極的作為，企業就不需要負擔製程轉型帶來的成本，然而氣候變遷帶來的實體損失卻會更加嚴峻。

【圖表四】IEA 設定的氣候變遷情境

情境分類	描述
承諾政策情境 (Stated Policies Scenario , STEPS)	政府實現自身承諾，且新冠疫情在 2021 年逐漸受到控制，經濟也於同年回復疫情前的水準。
延後復甦情境 (Delayed Recovery Scenario, DRS)	政府實現自身承諾，但疫情影響長期化，經濟情況待 2023 年才回復，能源需求成長率降至 1930 年以來新低。
永續發展情境 (Sustainable Development Scenario, SDS)	綠能政策與綠能投資大增，世界能源供給系統朝著巴黎協議的永續目標前進，經濟情況與 STEPS 的設定相同。
2050 年實現零排放情境 (Net Zero Emissions by 2050 case, NZE2050)	永續發展情境的進階版，2050 年即達成零碳排。

資料來源：IEA



【圖表五】NGFS 設定的氣候變遷情境架構

資料來源：NGFS

【圖表六】NGFS 設定的氣候變遷情境

類別	情境	政策目標	政策反應	技術變化	減碳技術	各國政策差異
有序轉型	2050 零碳排	1.5°C	迅速且圓滑	快速	中	中
	2°C 以下	1.7°C	迅速且圓滑	中	中	低
失序轉型	紛亂無秩序地達到零碳排	1.5°C	迅速但紛亂無秩序	快速	低	中
	轉型延遲	1.8°C	延遲	2030 以後增快	低	高
全球暖化失控	各國自主貢獻 (NDCs)	2.5°C 以下	各國自主貢獻 (NDCs)	慢	低	低
	政策維持現狀	3°C 以上	無 (維持目前政策)	慢	低	低

*顏色代表總體金融的風險高低，藍為低風險、綠為中度風險、粉紅為高風險。

資料來源：NGFS

荷蘭：首例金融機構氣候風險壓力測試

身為氣候變遷首當其衝的國家之一，荷蘭對於減少碳排與提升再生能源比重的政策相當積極。2018年荷蘭央行就針對再生能源給金融機構（含銀行業、保險業、退休基金）帶來的轉型風險進行了壓力測試。在政策執行與技術創新兩種構面的組合下，設定了四種情境，包括：政策衝擊情境、技術衝擊情境、雙重衝擊情境、信賴衝擊情境，並透過壓力測試觀察金融機構在這四種情境下所面臨的能源轉型風險。

【圖表七】為荷蘭央行執行壓力測試的流程，在定義如【圖表八】的四種情境之後，透過 NiGEN（National Institute Global Econometric Model）的總體經濟預測模型得到四種情境五年期的GDP、股價、債券價格等變數。由於碳排量是左右企業轉型風險的關鍵，因此使用投入產出分析（Input-output analysis）計算各產業最終產品的碳排總量，並以產品占全球GDP比例為權重，建構56個產業的轉型脆弱度因子（Transition Vulnerability Factors），透過轉型脆弱度因子將NiGEN預測出來股價、債券價格等變數分解至產業層級，最後透過金融機構資產中各產業的債券、股票、公司債的比重計算衝擊程度。

以資產價值減損的多寡來觀察，銀行業與保險業分別為受轉型風險影響最小及最大

的業別，其中能源轉型風險導致的利率上揚，對持有許多長期公債的保險業者來說影響最為嚴峻。

情境衝擊

- 衝擊很嚴重但眾說紛紜
- 採用文獻回顧與專家觀點



總體經濟模擬

- 模擬每種情境下的總經變數，如市場溢酬
- 採用 NiGEM



分解至產業層級

- 將總體經濟影響分解至 56 個產業
- 採用實體碳排量



金融衝擊

- 計算金融機構曝險部位受到的影響
- 採用 2017 年底的曝險

【圖表七】荷蘭央行壓力測試流程

資料來源：荷蘭央行

除了2018年荷蘭央行進行的金融機構轉型風險，英國央行和歐洲央行也預計在2022年公布金融機構壓力測試的結果，和荷蘭僅由央行執行由上至下的壓力測試不同，英國央行與歐洲央行都會進行由下至上的壓力測試，也就是金融機構各自進行壓力測試後再繳交監理機關，且實體風險與轉型風險都必須列入考量，使用的情境則以NGFS制定的三種情境分類為基礎。

由於氣候變遷日漸嚴峻，各國金融監理機構皆開始重視氣候風險對金融機構的影響，希望透過壓力測試預先為可能的將來做好準備，然而氣候壓力測試的方法尚未出現全球一致的標準，在各種情境的假設下、訂立適當的預測模型、尋找可以充分反映實體風險或轉型風險的變數，恐怕需要不斷且持續的試誤，方能獲得離真實更接進一釐米的測試結果。

《參考文獻》

- Aon, 2018-2020. "Weather, Climate & Catastrophe Insight: Annual Report," <http://thoughtleadership.aon.com/Documents/20210125-if-annual-cat-report.pdf>.
- Bank for International Settlements, 2020. "The Green Swan," <https://www.bis.org/publ/othp31.pdf>.
- De Nederlandsche Bank, 2018. "An energy transition risk stress test for the financial system of the Netherlands," https://www.dnb.nl/media/pdnpdalc/201810_nr_7_-2018-_an_energy_transition_risk_stress_test_for_the_financial_system_of_the_netherlands.pdf.
- IEA, 2020. "World Energy Outlook 2020 Report extract Overview," <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020?mode=overview>.
- NGFS, 2021. "NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors," https://www.ngfs.net/sites/default/files/media/2021/08/27/ngfs_climate_scenarios_phase2_june2021.pdf.
- 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台，「代表濃度途徑 Representative Concentration Pathways (RCPs)」，https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/ds_02_06.aspx。

TABF

TAIWAN ACADEMY OF
BANKING AND FINANCE

台灣金融研訓院

台灣金融研訓院 院本部

地址：(10088) 台北市中正區羅斯福路三段 62 號

總機：(02) 3365-3666

傳真：(02) 2363-8968

金融研究所辦公室：(100231) 台北市中正區南海路 3 號 4 樓

金融研究所專線：(02) 3365-3677

