

AR6新資料說明會暨
氣候變遷資料應用研討會

時間 2023
5/9-5/10

地點 臺大社科學院
梁國樹國際會議廳



金融業的氣候變遷 資訊需求與可能解方

FCS 曹榮軒 博士



在金融業氣候相關行動規劃可分成五種層級與對應部門

今日將著重於量化分析需求的“風險管理”進一步說明



*Fund Transfer Pricing



金融業也有依據氣候變遷進行壓力測試之必要

然於目的與做法上，皆與現行之監理壓力測試有所不同

傳統壓力測試

氣候壓力測試

執行目的

測試銀行機構在經濟大蕭條情況下是否有足夠的資本維持經營

(現階段)提高銀行業針對氣候變遷對自身影響的認知，並設法管理

危害因子

經濟蕭條造成的各項總體經濟因子變化

氣候變遷造成的各項實體、轉型衝擊

評估風險項目
(金融業分類)

信用風險
市場風險
作業風險

信用風險為主
部分地區涵蓋市場風險、作業風險

評估期距

未來一年

目前以每五年期距，評估至2050為主流

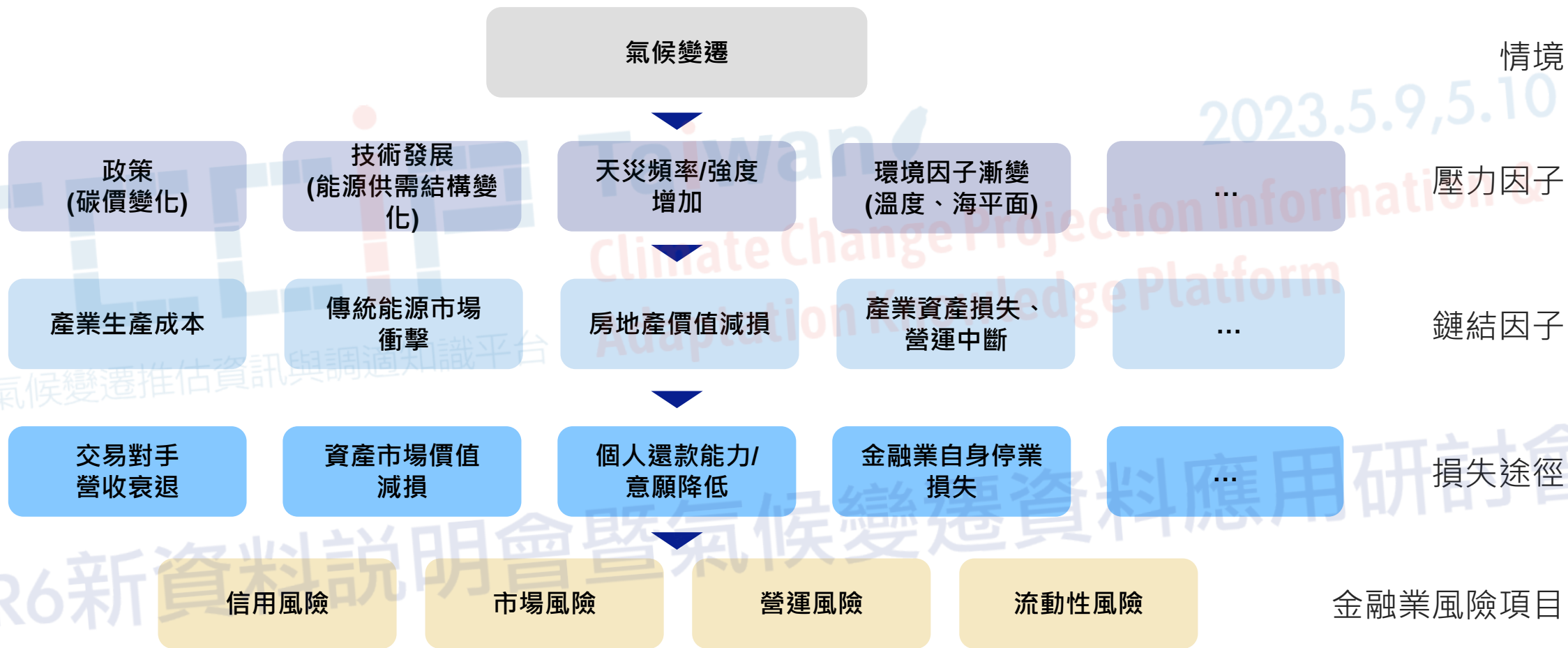
情境數量與類型

三種情境：基線、不利的、嚴重不利
情景背景為 2008 年的全球金融危機

三到五個情境，其中衝擊包含：政策、能源和食品價格、技術、能源需求或市場信心變化



氣候變遷將對金融業之業務以各種途徑產生衝擊



信用風險的定義與氣候風險的概念幾乎一模一樣

信用風險評估框架



氣候風險評估框架



危害可類比違約率(PD)



違約就是無法還款、倒帳



但違約不一定會有風險，就跟發生危害不一定會有氣候風險同樣道理

脆弱度可類比違約損失率(LGD)



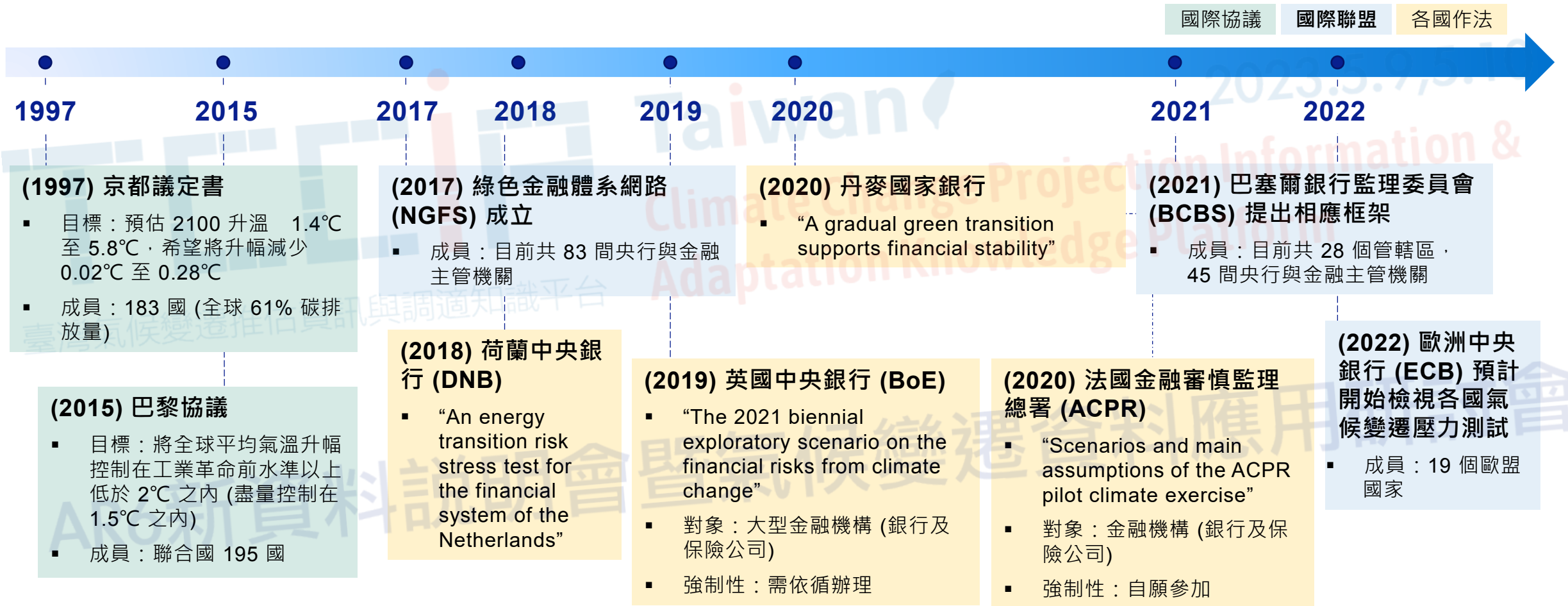
一旦違約之後的損失情形



若有擔保品(房屋)，則違約之後的損失率會較低



國際氣候變遷議題發展的重要時間軸



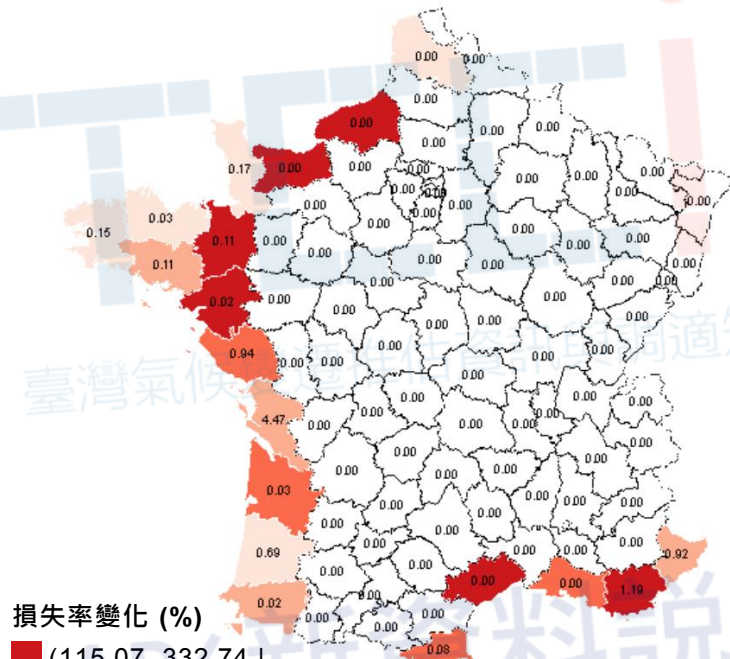
法國ACPR實體風險分析

此次測試僅用於保險業，以省為單位進行賠償與損失率分析

沿岸海淹人均賠償與損失率變化 (2019 ~ 2050)¹

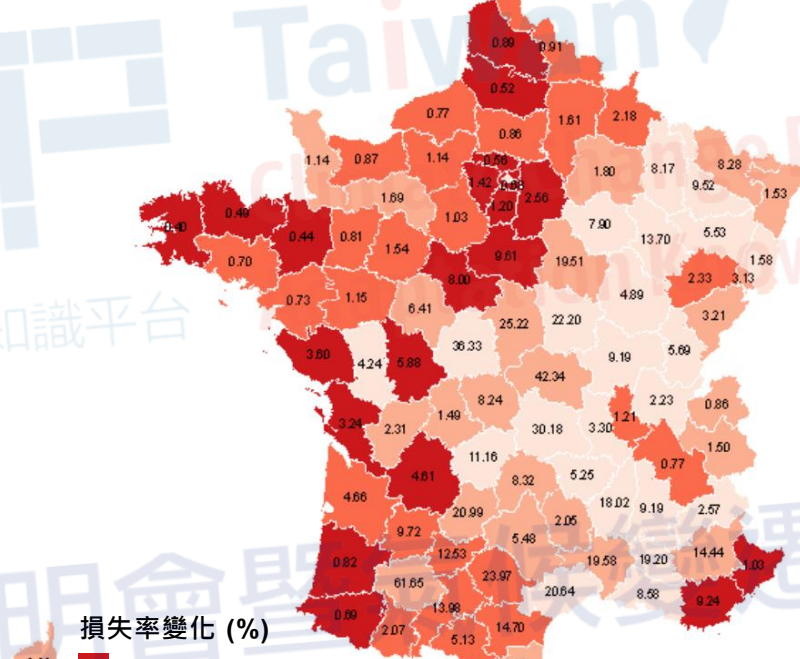
乾旱人均賠償與損失率變化 (2019 ~ 2050)¹

淹水人均賠償與損失率變化 (2019 ~ 2050)¹



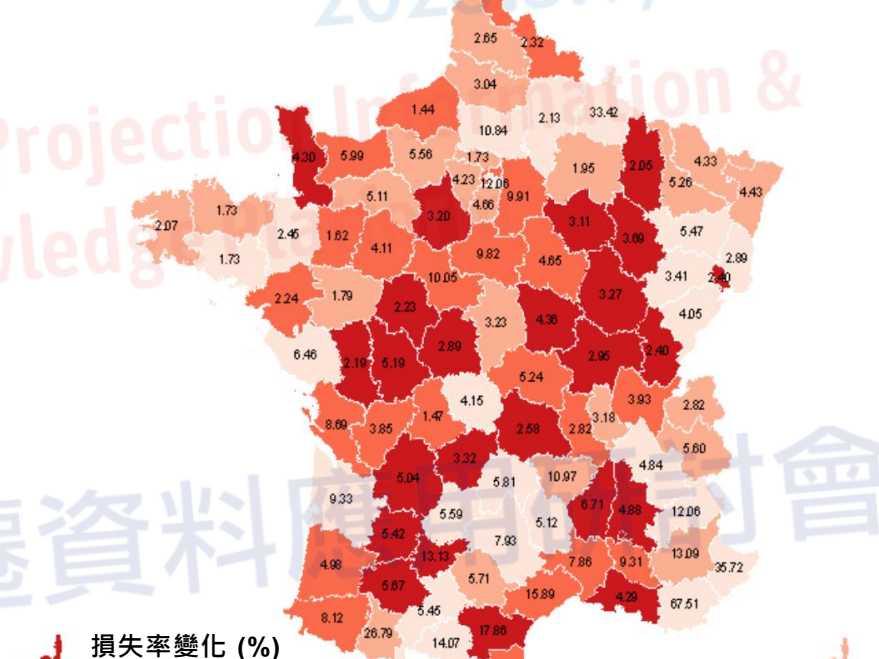
損失率變化 (%)

- (115.07, 332.74]
- (65.64, 115.07]
- (50.63, 65.64]
- [24.09, 50.63]
- 無資料



損失率變化 (%)

- (394.84, 1248.58]
- (160.51, 394.84]
- (74.90, 160.51]
- [-23.25, 74.90]



損失率變化 (%)

- (196.11, 1908.72]
- (115.35, 196.11]
- (74.98, 115.35]
- [19.67, 74.98]

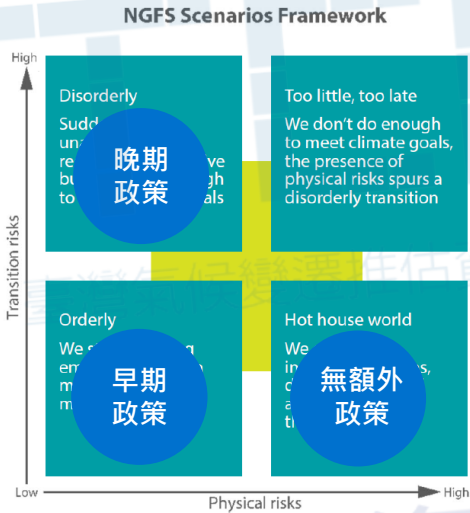
1. 採用 IPCC RCP 8.5 情境





英國央行所發布的情境定義

以 NGFS 的情境為基礎，依據國內情況做調整，最終定義了三種行動情境



	早期政策情境 Early policy	晚期政策情境 Late policy	無額外政策情境 No additional policy
轉型風險	中	高	有限
轉型開始時間	2021	2031	N/A
轉型本質	Orderly	Disorderly	僅 2021 年前既有法規
碳價最高值	900 (USD/公噸)	1,100 (USD/公噸)	30 (USD/公噸)
實體風險	有限	有限	高
全球均溫上升	1.8 °C	1.8 °C	3.3 °C
英國平均海平面上升	0.16 m	0.16 m	0.39 m
產出影響	短期成長暫緩	急劇緊縮	永久低成長與高不確定性

1 轉型風險情境

2 實體風險情境



英國央行實體風險情境著重於實體氣候事件對產能、產率的影響



降雨量增加與淹水

- 氣溫上升世界許多地區的平均降雨量大幅增加，進而導致河流流量變化、增加強降雨引發內陸洪水的風險
- 部分地區（如法國、南歐）年平均降水量將下降，造成供水與農業生產的不利影響

海平面上升

- 海水的熱膨脹、冰蓋和冰川的融化將導致海平面上升
- 中國、法國、日本和香港等地區在情境末段時，平均海平面上升約 0.4 - 0.5 米，導致沿海洪水風險增加

調適及減緩

- 氣候調適和減緩措施可以部分降低氣候相關風險的影響
 - 例如防洪和改善國家對自然災害的應對措施可以降低實體風險的影響
- 一般而言，在進行情境分析時只有已經實施且極有可能完成的調適和減緩計劃才會納入整體的損失估計
- 作為例外，考量英國的防洪系統結構複雜、可為受洪水風險影響的洪氾區提供保護，此探索式情境對整個英國的單一防洪管理策略進行了簡化假設：
 - 防洪系統持續維護以防止洪水嚴重程度增加（即故障機率保持不變）
 - 防洪系統無法升級（不能假設泰晤士河等級的防洪堤將於全國建造）

熱帶氣旋

- 氣候變遷將影響熱帶氣旋的頻率和嚴重程度，並對實體的基礎設施與供應鏈產生重大影響
- 氣溫上升將導致特定地區嚴重熱帶氣旋的頻率顯著增加

熱浪

- 在氣候變遷下，炎熱的日子變得越來越熱，越來越頻繁
- 熱浪的風險將會提高，進而導致大面積乾旱、作物欠收和野火的風險，並降低了勞動生產率



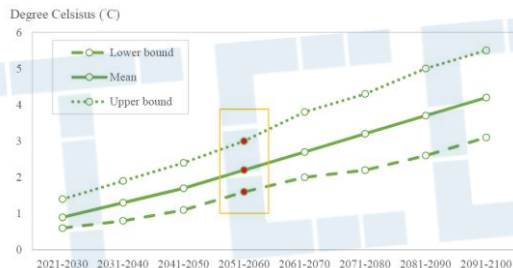


香港金管會所設定的實體風險情境與結果

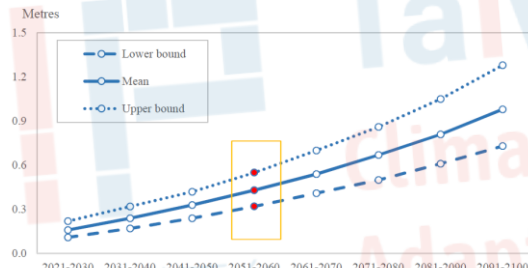
HKO* 針對 RCP 2.6、4.5、6.0、8.5 進行預測；CRST 聚焦於 RCP 8.5 進行分析

依據 RCP 8.5 進行的溫度變化與海平面變化之預測

溫度變化預測



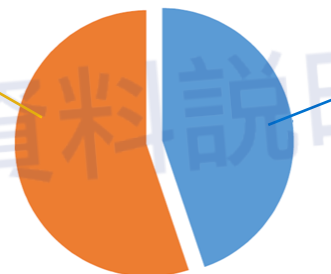
海平面變化預測



i 溫度與海平面變化之計算基準均為 1986 至 2005 間之平均值

分析標的 – 共 2.9 TN 港幣的不動產相關貸款

- 香港地區房貸
- 港幣 1.6 兆
- 佔整體授信組合 15.5%



- 其他不動產相關借款
- 港幣 1.3 兆
- 佔整體授信組合 12.5%

i 主要的實體風險來自於熱帶氣旋 (颱風) 與洪水，在低窪與沿海地區尤甚

* : 香港天文台 (Hong Kong Observatory)

分析方法與結果

參數化方法包含：

- 參考外部研究報告
- 歷史淹水對房價影響之紀錄
- 區分不同風險區域並做價格下降的壓力假設 (最高風險區域的房價下跌 50% 以上)

資產價值減損平均一年預期信用損失 (EL)：





- 房貸 – 從 HKD 7 億升至 173 億 (EL% 從 0.04% 升至 1.1%)
- 其他 – 從 HKD 60 億升至 70 億 (EL% 從 0.46% 升至 0.54%)

其他作業風險損失：

- HKD 22 億 (或 0.8% 銀行2019年之稅前損益)
- 其中包含 HKD 5億之銀行營運中斷損失



在氣候變遷壓力測試上國際做法調查與研究

	 荷蘭 DNB	 法國 ACPR	 英國 BoE	 香港 HKMA
涵蓋氣候風險	轉型風險	實體風險、轉型風險	實體風險、轉型風險	實體風險、轉型風險
時間跨度	5 年 (短期)	30 年 (長期)	30 年 (長期)	30 年 (長期)
動態 / 靜態資產負債表	靜態	前五年為靜態；2025 後為動態	靜態；每五年進行影響性評估	靜態
使用情境及變數	4 個轉型情境	3 個轉型情境、1 個實體情境	2 個轉型情境、1 個實體情境	2 個轉型情境、1 個實體情境
轉型風險變數	能源技術、氣候政策	能源技術、氣候政策	能源技術、氣候政策、消費者偏好	碳價格上升、能源轉型之支出
實體風險變數	N/A	升溫 1.4 ~ 2.6°C	全球各區域升溫路徑	升溫、海平面上升、颱風
氣候與總經鏈結模型	NiGEM	<ul style="list-style-type: none"> ■ IAM 決定碳價路徑 ■ NiGEM 決定 GDP 影響 	<ul style="list-style-type: none"> ■ IAM 決定碳價路徑 ■ NiGEM 決定 GDP 影響 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 未明述所使用之模型 ■ GDP 影響並未完整列入評估
目標變數	資產損失	<ul style="list-style-type: none"> ■ 銀行業：資產損失 (信用 / 交易對手 / 市場風險) ■ 保險業：資產價值及負債 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 銀行業：信用簿減損 ■ 保險業：資產價值及負債 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 資產損失 (信用風險)、作業風險損失
執行方式	DNB 為各銀行計算損失，再報告整體金融業的加總結果	ACPR 決定模型變數與 PD 評等模型，交由銀行執行後再由 ACPR 報告結果並提供個別建議	主要由各銀行執行，再交由 BoE 報告結果並提供個別建議	HKMA 提供情境及風險鏈結要素，交由銀行自行產製 PD 與 LGD 的影響 (類似英國的做法)



我國銀行氣候變遷情境分析(壓力測試)之整體框架，已於今年正式上路

對於氣候變遷研究而言最重要的是完成衝擊因子的界定



標的氣候衝擊因子與鏈結計算範例 (1/2)

設計銀行暴險標的：授信-企業

企業上市別	企業產業別	企業登記地區	
未上市	電子零組件製造業	新竹市(北部)	
途徑-風險類別	影響項目	衝擊-鏈結要素	影響數值
總經-轉型	使用公版表格	氣候影響總體經濟	銀行公會產出數值
個體-實體	營授比	暴雨-停工營收損失	銀行公會產出數值
		淹水-修復成本	銀行公會產出數值
		乾旱-用水額外成本	銀行公會產出數值
		擔保比率	淹水-擔保品損失
個體-轉型	營授比	碳價-額外支出	銀行自行額外計算
授信餘額	擔保品現價值	前一年年獲利	
35,000,000 NTD	27,000,000 NTD	12,000,000 NTD	



標的氣候衝擊因子與鏈結計算範例 (2/2)

實體-獲利授信比

暴雨：
對應新竹市
年獲利損失0.4%

淹水：
對應新竹市-電子零組件
製造業
損失20萬元

乾旱：
對應新竹市-電子零組件
製造業
年獲利損失4.3%

轉型-獲利授信比

碳價：
*自行額外計算
年獲利損失5.2%

實體-擔保比率

擔保品損失：
對應新竹市-商用不動產
20%

若使用對應值(電子零組件製造業)·
年獲利損失為7%

銀行輸入標的年獲利
12,000,000 NTD

加總年獲利損失
總百分比: 11.6%

氣候影響總經因子
輸入

銀行輸入標的
擔保品價值:
27,000,000 NTD

擔保品價值損失
總百分比: 20%

產出

(假設數值)電子業-2030-新竹(北部)-Orderly transition
PD表

銀行輸入授信金額
35,000,000 NTD

計算氣候衝擊
獲利授信比:
0.34 → 0.30

獲利授信授比

擔保比率	獲利授信授比			
	>0.7	0.7~0.28	0.28~0.12	<=0.12
>0.75	0.08%	0.13%	2.18%	3.15%
0.75~0.32	0.96%	1.96%	4.61%	5.59%
<=0.32	1.48%	4.09%	8.49%	9.13%

計算氣候衝擊
擔保比率:
0.77 → 0.62

銀行輸入授信金額
35,000,000 NTD

: 銀行公會數據產出

: 銀行自行計算項目

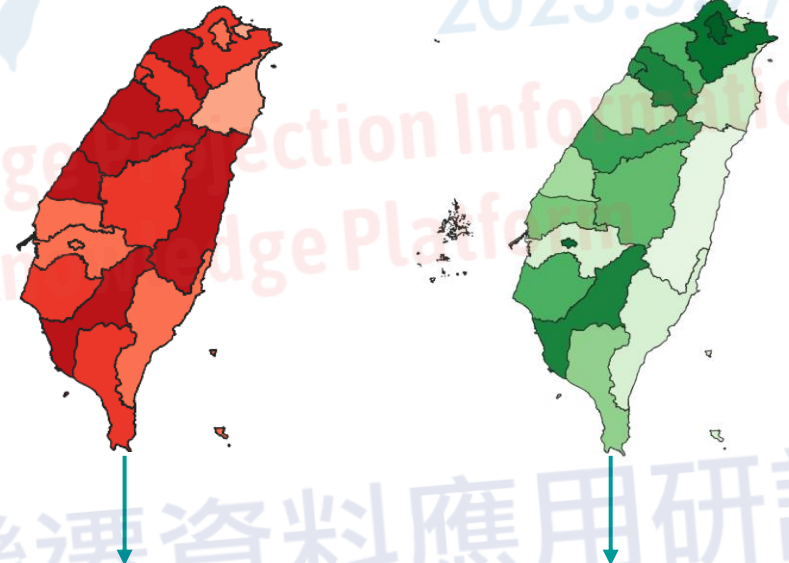
*Note: 若銀行有額外數據可自行計算標的項目損失，經過方法論以及資料驗證後，可使用自行計算數據以保持專案執行彈性

除了氣候情境分析(壓力測試)之外，亦可利用TCCIP資料進行進一步評估

應用示例1：以季雨量變化趨勢分析未來各地區降水趨勢變化與對應暴險

- i** 資料應用範例：分析未來乾季降雨量顯著低下之地區以及對應之暴險程度
- 📊** 資料範例：各氣候情境下未來季雨量推估資料
- 🎯** 資料解析度：縣市尺度
- 📍** 介接情境：取得依據已驗證方法所產製之模式氣候資料 – 未來各地季雨量變化資料作為未來長期水文的變化指標，並結合金融機構資產部位資料，衡量針對降水逐漸減少趨勢之地區，是否有相對敏感之暴險部位集中。

推估乾季雨量(2050s, 範例) 各縣市企業放款部位暴險額(範例)



縣市	推估季雨量分級	總企業部位曝險餘額(百萬)
基隆市	4(較豐沛)	20
台北市	4	1200
新北市	2	800
桃園縣	1(較不足)	120
...



除了氣候情境分析(壓力測試)之外，亦可利用TCCIP資料進行進一步評估

應用示例2:設定高溫門檻以分析各地區遭受極端高溫事件危害影響之潛在暴險情況

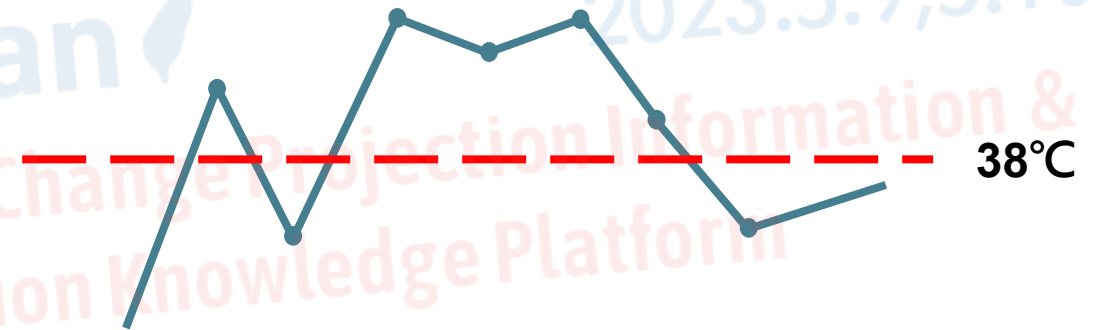
i 風險衡量示例：以特定高溫門檻之超越機率分析各地區遭受高溫危害影響之潛在暴險情況

📊 資料範例：各氣候情境下日最高溫資料

🎯 資料解析度：縣市/鄉鎮(依據需求)

⚠️ 介接情境：取得依據已驗證方法所產製之模式氣候資料 – 未來各地日最高溫資料，並且自行依據所界定之高溫度數門檻處理資料並轉換為各地區發生高溫事件的超越機率，再加入金融機構之部位資料以評估對應暴險程度。

日最高溫資料與極端高溫事件界定示意圖



高溫事件發生頻率與對應高風險產業暴險對應

縣市	推估高溫事件發生頻率(日/年)	自定義戶外勞力密集產業放款暴險額(百萬)
基隆市	2	50
台北市	5	200
高雄市	12	400
屏東縣	15	90
...

