

專題討論: 經濟史與應用個體

Adaptation to climate change

講者：B. Kelsey Jack
導讀：R13323055 薛可筠

October 30, 2025

1 What is the question of the paper?

在人為氣候變遷日益加劇的情況下，人類如何透過「調適」(adaptation)來因應氣候變遷的影響，又應如何設計公共政策以促進有效且公平的調適？作者藉由理論模型與文獻回顧，探討適應決策的經濟動機、行為限制與政策含義。

2 Why should we care about it?

氣候變遷的衝擊日益加劇，適應行為將直接決定人類社會的生存與福祉。若僅依賴私人調適，會因資訊不完全、貧窮與市場失靈而造成不平等與效率損失。了解氣候適應的經濟機制，有助於設計有效的公共政策，減少氣候災害帶來的損害，並確保弱勢群體在氣候變化中不被排除。

3 What is the author's answer?

調適可分為兩個主要管道：(1) 事後調適 (ex post)：在氣候衝擊發生後的反應性行動，如根據天氣決定是否開冷氣；(2) 事前調適 (ex ante)：基於氣候預期的長期投資，如根據預測天氣選擇耐旱作物。在理論上，若市場完善，個人會自發做出最適調適；但現實中存在資訊不足、信用與保險市場不完全等摩擦，因此政府介入具有正當性。公共政策的角色在於修正市場失靈、促進公平，並避免調適支出加劇貧富差距。

4 How did the author get there?

作者透過理論模型與文獻回顧得出結論。首先，建立一個簡化的經濟模型，將調適行為區分為「事後反應」與「事前投資」，分析兩者在不同市場條件下的最適決策。接著，作者回顧大量實證研究，涵蓋農業、生產力、健康與遷徙等領域，檢驗個體與政府在氣候衝擊下的實際行為。透過比較理論與現實的落差，作者說明市場摩擦與不平等如何限制調適效率，從而提出公共政策介入的理論依據與實證支撐。

5 Model Summary

(1) 氣候與天氣結構

$$c_t = C + \varepsilon_t$$

- c_t ：第 t 期的天氣狀態，影響決策者效用。
- C ：穩態氣候分配（steady-state climate distribution），為天氣的期望值。
- ε_t ：隨機氣候擾動，為平均為零且獨立同分佈（i.i.d.）的隨機變數。

(2) 當期效用最大化問題

$$\max_{b_t, w_t} u(c_t, b_t, w_t; (1 - \delta)^t) \quad \text{s.t.} \quad p_t b_t + w_t \leq y_t \quad (1)$$

- c_t ：第 t 期的天氣狀況（weather realization）。
- b_t ：事後調適行動（ex post adaptation），在氣候狀態 c_t 發生時或事後立即調整。
- k_t ：事前調適投資存量（stock of ex ante adaptation investment），為 c_t 發生事前所投入的耐久資本。
- y_t ：外生收入（exogenous income）。
- p_t ：事後行動價格向量（price vector for ex post adaptation）。
- w_t ：基準消費品（numeraire consumption good）。
- δ ：折舊率（depreciation rate），代表資本 k_t 的遞減速度。

(3) 事前投資問題

$$\max_k \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \mathbb{E}[u(c_t, b_t^*, y_t - p_t b_t^*; k(1 - \delta)^t)] \quad \text{s.t.} \quad rk \leq \bar{y}$$

- k ：事前調適投資（ex ante adaptation），於氣候事件發生前投入，並在未來各期以 $(1 - \delta)^t$ 的速度折舊。
- c_t ：第 t 期的天氣狀況（weather realization）。
- b_t^* ：第 t 期事後調適行動的最適反應（optimal ex post response）。
- p_t ：事後調適商品價格向量（price vector for ex post adaptations）。
- r ：事前投資價格向量（price vector for ex ante adaptations）。
- y_t ：外生收入（exogenous income）。
- $\bar{y}$ ：事前期可用的總預算上限（budget constraint）。

- β ：貼現因子（discount factor），反映未來效用的現在價值。
- δ ：折舊率（depreciation rate），代表耐久性投資的遞減速度。
- $\mathbb{E}[\cdot]$ ：期望運算子，對天氣分配（氣候）取期望。
- $u(\cdot)$ ：效用函數（utility function），取決於天氣、調適行動、收入與資本存量。

(4) **氣候變遷的總體效應分解** 氣候變遷對效用的總影響可分解為：

$$\frac{dE[u_t]}{dC} = \underbrace{\frac{\partial u}{\partial c} \frac{dc}{dC}}_{\text{直接氣候效應}} + \underbrace{\frac{\partial u}{\partial b} \frac{db^*}{dc} \frac{dc}{dC}}_{\text{事後調適}} + \underbrace{\frac{\partial u}{\partial k} \frac{dk^*}{dC}}_{\text{事前調適}}$$