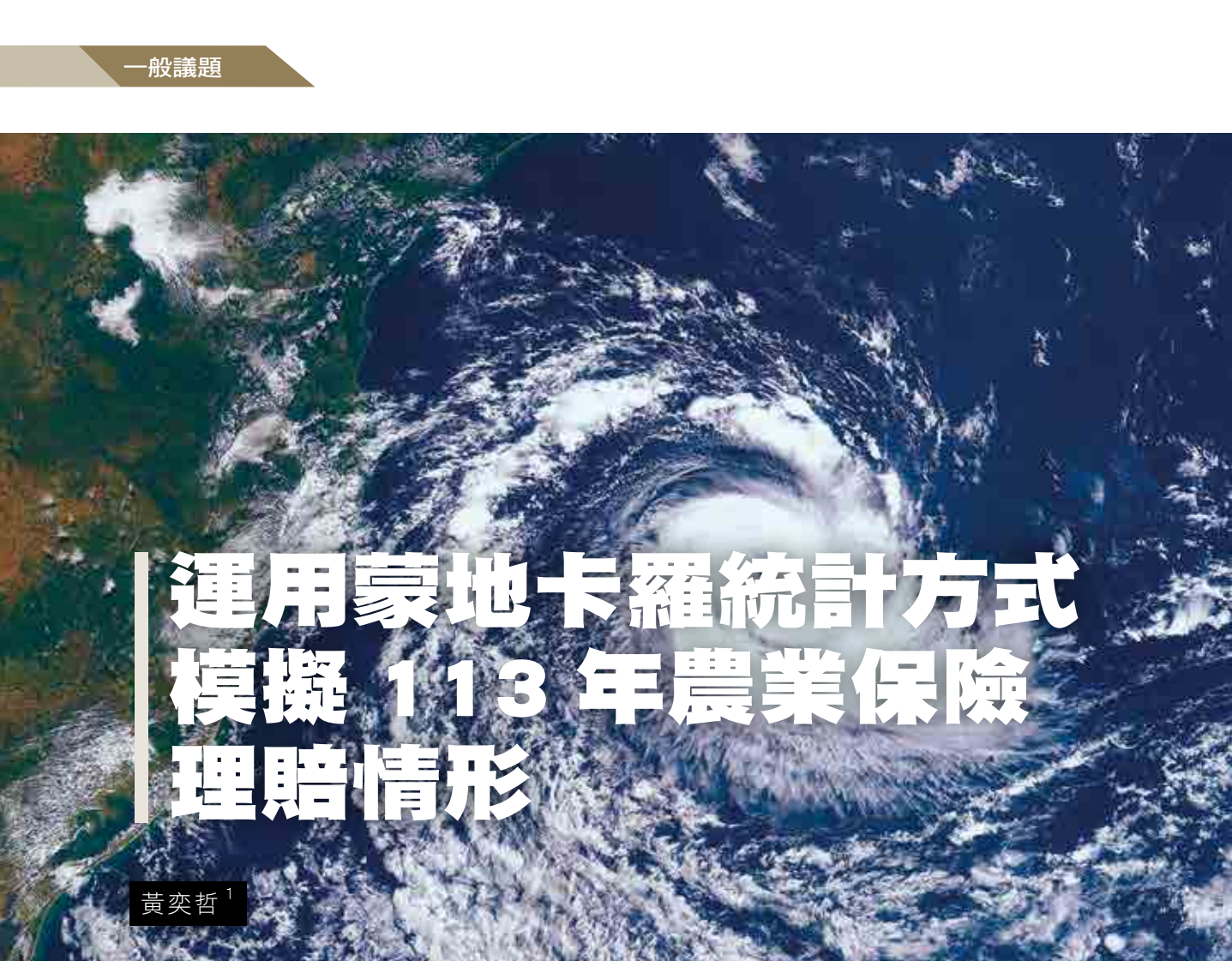




運用蒙地卡羅統計方式 模擬 113 年農業保險 理賠情形

黃奕哲¹

圖片來源：Shutterstock

壹、前言

臺灣位於西北太平洋颱風活躍區，颱風的強風和豪雨往往對臺灣帶來重大的災害損失，尤其近年氣候變遷加劇，天災發生頻率高且損失幅度大，農業生產風險日益增加，專家預測未來的氣象災害，對於農作物的破壞將更為可觀。因此為填補天然災害或其他事故對農、林、漁、牧業之損失，提高農業經營保障，安定農民收入，政府建立農業保險制度，並訂定農業

保險法，全面推動農業保險政策。

臺灣目前開辦的農業保險分為「政策型農業保險」與「商業型農業保險」，有關理賠款項，政策型農業保險之100%由農業保險基金再保；商業型保險之80%由農業保險基金再保。農業保險基金就上開承擔之風險，每年擬定危險分散方案，同時，為移轉風險並符合法令規範及平穩財務波動，透過再保險方案以達收支穩定之效益。

■ 註1：任職於財團法人農業保險基金

觀察近二、三年（民國110年至112年），政策型農業保險損失率波動非常大，原因歸屬過去風險發生時，其損失幅度過大，基此，為擇定恰當之危險分散方案（例如：再保險），需進一步了解損失率分布情形，推演113年度政策型農業保險之損失率分布。

本研究為假設農作物損失、生產成本及損失率之危險發生的頻率與幅度遵循規律性之隨機亂數模型分布，且歷史資料於未來期間內，風險因素變動與過去相同，爰使用蒙地卡羅統計方法，根據歷史資料波動的趨勢，模擬農業保險之損失率、產量、價格。此外為更精準模擬農作物特性，以及颱風對農作物的影響，亦將農作物品項進行分組，以呈現真實情境。

如使用上述蒙地卡羅統計方法，可模擬農業保險之最大損失率，並將模擬值作為政策參考，以預為準備以面對臺灣農業的各種風險。

貳、模擬方法

本專題運用之蒙地卡羅亂數模擬法是一種概率模型，其來源是1940年代美國研發核子武器時，由於無法計算爆炸的威力，也不能隨意測試，因此改採用電腦模擬進行研究，利用機率以及亂數來模

擬中子碰撞造成核子分裂的情況來估算產生的能量。由於這樣的模式頗有賭博的意味，便以當時摩納哥最著名豪華的賭場「蒙地卡羅」來命名。由於早期電腦運算效能不佳，直到1970年代末期才開始被廣泛運用。

蒙地卡羅亂數模擬法預測不確定事件的可能結果，包含未知性或隨機性元素，此方法可分析過去的歷史資料，根據資料波動的趨勢，預測一系列多個可能的結果，基於大數法則的實證方法，當實驗的次數越多，其平均值也就會越趨近於理論值，因本研究假設資料數據的變動符合隨機亂數模型，故以模擬一萬筆資料進行113年農業保險損失率預估。

政策型保險各品項模擬損失率計算公式如下：

$$\text{損失率} = \frac{\text{理賠金額}}{\text{保險費收入}}$$

其中計算水稻、香蕉、釋迦模擬理賠金額時，需取得每公頃基準產量與每公頃基準價格，依據上開品項保單條款，採用之計算方式為「奧林匹克平均」（或可稱裁剪平均值）²，為統計學上用來衡量集中趨勢的一種方法，類似於平均數和中位數，經捨棄掉概率分布或樣本中最高及

註2：Bialik, Carl. Removing Judges' Bias Is Olympic-Size Challenge, 2012年。

最低的資料後，再計算出的平均值。因此根據前五年（不含當年）當期資料，取得各鄉鎮市區之每公頃基準產量與每公頃基準價格。經彙整各品項理賠金額計算方式如次：

一、水稻

（一）基本型³

基本型理賠金額=（每公頃基準產量×0.8－模擬每公頃實際產量）×每公頃賠付18,000元

（二）加強型

加強型理賠金額=（每公頃基準產量×0.95－模擬每公頃實際產量）×每公頃目標價格×投保面積

二、香蕉

（一）理賠金額=（該地區收入保障程度－模擬每公頃實際產量×模擬每公頃實際價格）×投保面積

（二）每公頃理賠金額不超過40萬元。

三、釋迦

（一）理賠金額=（每公頃基準產量×每公頃基準價格×收入保障程度）－

（模擬每公頃實際產量×模擬每公頃實際價格）×投保面積

（二）每公頃理賠金額不超過30萬元。

本次模擬將使用兩種模擬方法模擬113年政策型農業保險損失率，第一種模擬方法為「損失率模擬法」，適用於家畜三險與高粱保險；第二種模擬方法為「產量與價格模擬法」，適用於水稻、香蕉及釋迦收入保險⁴。有關模擬方法分述如下：

一、損失率模擬法

損失率模擬法所需之係數為近年度損失率之「平均數」與「標準差」，透過取得家畜三險與高粱收入保險近年度損失率之平均數與標準差，即可模擬113年損失率（如表1）。

其中家畜三險為豬隻死亡保險、豬隻運輸死亡保險、乳牛死亡保險，觀察上開三險近15年之損失率非常穩定，標準差僅不到2%，且過去氣象因素對該保險之影響不顯著，因此以近三年家畜三險損失率之平均數與標準差作為模擬亂數之係數，模擬113年損失率。

另由於高粱收入保險觀察年度不

■ 註3：水稻收入保險之保障區分為基本型與加強型。

■ 註4：包括大目釋迦及鳳梨釋迦。

足，且無法取得完整歷史產量資料，因此以近二年損失率之平均數與標準差作為模擬亂數之係數。

二、產量與價格模擬法

產量與價格模擬法係由三種方法組合而成，分別為「產量模擬法」、「價格模擬法」及「氣象參數模擬法」，依序說明如下：

（一）產量模擬法

依據政策型農業保單理賠約定，水稻、香蕉及釋迦品項，其理賠率係計算產量而得，經取得各鄉鎮地區近年產量，取最高與最低者，作為蒙地卡羅亂數均勻分配（Uniform）之上、下限值，取得113年度模擬產量（如表2）。

此外，為考量生產技術精進及氣候變遷因素，加入產量係數計算。依據臺中區農業改良場研究⁵，預估日夜均溫每上

表 1、家畜三險與高粱保險觀察年度區間

品項	觀察年度區間	模擬方法（均勻分布）
家畜三險	98年至112年	以近三年損失率之平均數與標準差，設定為模擬113年產量之蒙地卡羅均勻分布範圍。
高粱	111年至112年	以近二年損失率之平均數與標準差，設定為模擬113年產量之蒙地卡羅均勻分布範圍。

資料來源：農業部農業金融署

表 2、水稻、香蕉、釋迦觀察年度區間

品項	觀察年度區間	模擬方法（均勻分布）
水稻	98年至112年	取觀察年度區間之最高產量與最低產量，設定為模擬113年產量之蒙地卡羅均勻分布範圍。
香蕉	101年至111年	
釋迦	106年至111年	

資料來源：農業部農業金融署

■ 註 5：吳以健、陳裕星，氣候變遷下的水稻災害與因應策略，2022 年。

升攝氏1°C，產量將降低10%，另依據中央氣象署測站觀測資料，臺灣年平均氣溫在過去110年（1911年至2020年）上升約攝氏1.6°C，因此同時考量生產技術精進及氣候變遷因素下，將產量係數以均勻分布亂數模擬，設定下限值為90%，上限值為101%⁶。

（二）價格模擬法

依據政策型農業保險保單理賠約定，香蕉與釋迦品項損失率之計算包含價

格，因此香蕉與釋迦品項之模擬價格，係以過去產量與價格，採迴歸方式計算取得斜率與截距，便可根據模擬之產量，計算模擬之價格，其中香蕉與釋迦迴歸曲線經去除離群值修正後，R平方（R squared）皆大於0.8，具統計解釋意義，表示模型與資料配置佳，同時保留母體真實數據之解釋意涵，各品項迴歸係數依序說明如次：

1.香蕉

（1）高屏地區⁷：觀察101年至111年香



圖片來源：Shutterstock

■ 註6：農民在技術精進下，若耕種面積不變，推估儘可能增加1%的產量。

■ 註7：依據保單條款，當年度所有承保區域之青蕉產地價格，依產地分為高屏地區價格與高屏以外地區價格。

蕉產量與價格迴歸曲線，R平方為0.4325，為取得較佳之統計解釋意義，經去除106年及111年較偏離迴歸曲線之年度資料（離群值）後，該曲線之R平方修正為0.8923，可顯著提升模型預測能力。

（2）非高屏地區：觀察101年至111年香蕉產量與價格迴歸曲線，R平方為0.5996，為取得較佳統計解釋意義，經去除109年與110年較偏離迴歸曲線年度資料（離群值）後，R平方修正為0.9039，可顯著提升模型預測能力。

2.釋迦

觀察106年至111年釋迦產量與價格迴歸曲線，R平方為0.81，可具統計解釋意義。

（三）氣象參數模擬法

經觀察二期水稻、香蕉及釋迦生長環境特性，其同時主要受到夏秋季颱風影響，為排除不合理之理賠情況，如香蕉收入保險模擬損失率較高，但釋迦收入保險模擬損失率較低等不合理情境，因此將不受颱風影響之家畜三險、高粱分為同一組；二期水稻、香蕉、釋迦分為同一組；一期水稻另分為一組（如表3）。

由於天災具不可預測性，因此採標準均勻分布（平均數為0；標準差為1），分別模擬表3之三組氣象參數，並依據均勻分布值轉換為PR值，各組則依據PR值，於模擬損失率曲線中，取得該年度損失率。PR值係指百分等級（Percentile Ranks）的縮寫，是一種表達相對地位的統計指標，用來表示某個分數在團體中所占的等級是第幾位的量數。舉例如第二組氣象參數PR值為85，於模擬100次之損失率中，取得排名第85之損失率。

表 3、各品項分組模擬

組別	品項	備註
一	家畜三險、高粱	不受颱風影響
二	二期水稻、香蕉、釋迦	受到同颱風影響理賠率
三	一期水稻	受颱風影響

資料來源：本研究整理

參、模擬結果

一、各品項模擬損失率

經查豬隻死亡保險、豬隻運輸死亡保險、乳牛死亡保險預估113年度無異常波動情形；高粱收入保險由於觀察年度不足，因此預估113年度損失率與近二年相似；水稻收入保險經過奧林匹克計算方式後，僅去除112年度較低之產量，對於預估損失率尚無修勻平緩之效果；香蕉收入保險由於近五年損失率波動情形較大，亦

無奧林匹克計算之修勻效果，尚難有效精準預估；釋迦收入保險經過奧林匹克計算後有明顯修勻平緩損失率效果，預估113年損失率有下降趨勢。

二、模擬總體損失率

總體損失率之計算公式為：

$$X = \frac{(\text{各品項保險之保費收入} \times \text{模擬113年度損失率})}{\text{各品項保費收入總和}}$$



圖片來源：Shutterstock

查111年與112年農業保險實際總體損失率分別為131%與182%，經本次模擬之政策型農業保險平均損失率為131.40%，標準差為33.70%。

觀察模擬結果，平均損失率與近年損失率貼近。此外有將近八成模擬結果損失率大於100%，代表與現實保險業比較，損失率已然有偏高情形。因此建議農業保險基金應妥適擬定113年度危險分散方案，以移轉風險及穩定收支波動。

肆、結語與建議

綜上所述，本次研究使用之蒙地卡羅模擬法，優點為無母數方法，不必有模型分配的假設，故不存在模型風險；同時計算上無須考慮繁雜的變異數、共變異數問題，且程式設計簡易，容易操作。惟蒙地卡羅的缺點為歷史資料中的趨勢可能扭曲結果，容易忽略資料集合外之風險考量。面對政策型農業保險的設計，某些年度資料可能失真，且其風險值可能受到極端值或結構性改變的影響。

有關模擬之結果，一萬次模擬結果中，損失率高達八成為100%以上，參採一般產險業最常用以評估經營績效的方法，多以綜合比率（損失率＋費用率）評估是否獲利，其中如損失率小於100%

者，為損失率安全經營，反之亦然。因此建議農業保險基金應持續安排再保險方案，以面對未來巨大之風險。

未來在科技的快速發展下，使用蒙地卡羅統計模擬方法可借助電腦的高速運算能力，讓原本費時費力的實驗過程，變成了快速和輕而易舉的事情，亦使資訊能理解與掌握。根據本次模擬結果可發現，顯示模擬方式具參考價值，除作為農業保險基金安排再保評估使用外，亦期望能給予政府及農業相關單位參考。若後續有可精進的方法，建議可於本研究基礎下持續開發。

本研究依據過去15年之產量與價格，取得模擬損失率後進行分析，其數據樣本可再精進，若未來需進行後續研究，建議增加樣本年限，同時刪除離群值，可使模擬數值更貼近歷史趨勢，期望能建立完整的農情資料庫，以利未來計算損失率。

參考文獻

- 吳以健、陳裕星（2022）。氣候變遷下的水稻災害與因應策略。
- Bialik, Carl. (2012) Removing Judges' Bias Is Olympic-Size Challenge