

數學建模競賽寫作課程

W4：學術英語——精確、連貫與證據

Kenneth Sok Kin Cheng

修訂日期：2026 年 8 月 20 日

學習目標

完成本節兩小時課堂後，學生應能夠：

- 把學術寫作視為引導讀者檢視證據的工具，而非裝飾或逐字翻譯；
- 為每句分配清晰的修辭功能：主張、證據、解釋、限定或轉折；
- 運用主張-證據-解釋-含義的結構來建構段落；
- 根據可用證據的強度與範圍，校準動詞和限制詞；
- 根據資訊焦點而非習慣，選擇主動語態或被動語態；
- 對模型陳述、已完成的程序、報告的結果及建議，保持時態的一致性；
- 運用「已知-新資訊」次序、必要的重複與清晰指代建立連貫性；
- 把方程式、表格與圖納入完整論證；
- 在不刪除必要推理的情況下，修改冗長、模糊或翻譯式的句子；
- 辨認中文／粵語寫作者在英文中常見的語言轉移模式；
- 按照正確的順序執行整體層次、段落層級、句子層級和校對層次的校對；
- 產出一個精煉的競賽風格的結果段落，使其中每項主張仍可追溯至證據。

1 學術英語應協助讀者核查論證

科學寫作的價值不在於語氣有多正式，而在於讀者能否找到主張、辨認證據、理解推理，並看見結論的適用條件。複雜句式可以掩飾薄弱推理；簡潔而準確的句子反而會把推理缺口顯露出來。

啟動活動：相同結果，不同論述方式

下列三段英文都採用同一個示意性合成教學案例：四輛巴士、每日路線 87 公里、平均乘車時間由 43 分鐘降至 28 分鐘，以及乘客數超過 240 人時需要第五輛巴士。

A. “After a comprehensive and sophisticated analysis, our highly robust model perfectly determines an optimal arrangement of buses.”

B. “We used optimization. The answer is four buses. The result is good and can solve the problem.”

C. “The optimized plan uses four buses and 87 km of daily routes, reducing mean ride time from 43 to 28 minutes. Four buses remain feasible in 18 of 20 demand scenarios; a fifth is required when ridership exceeds 240.”

請在英文版本 C 中畫線標示主張、證據、比較與條件，再用中文說明：為何版本 A 語氣很有自信，提供的可核查資訊卻較少？

競賽英文的三項標準

1. 精確 (**Precise**)：數量、比較、條件和指代對象都清楚可辨。
 2. 可追溯 (**Traceable**)：讀者可以把主張對應至方程式、表格、圖、資料集或測試。
 3. 精簡 (**Economical**)：每句都履行必要功能；精簡不等於刪去證據或解釋。
- 正式詞彙並非必要；精確、可追溯與精簡才是必要條件。

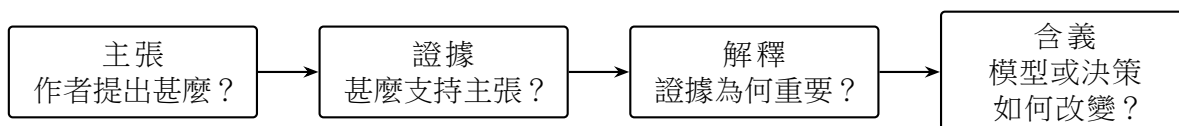


圖 1: 有力的段落先提出主張，再給證據、解釋證據，最後交代對建模或決策的含義。四項功能不一定各佔一句，但都應清楚可見。

檢查點：檢查點：資訊性還是僅僅正式性？

以下英文句子只有正式外殼，沒有實質資訊。請以指標、比較、條件或決策結果改寫。

1. “It is worth mentioning that our model is very effective.”
2. “A comprehensive analysis was conducted on the obtained results.”
3. “Figure 4 clearly shows an obvious trend.”
4. “Our method has strong practical significance.”

有用的修改應提供一個指標、比較、條件或決策的結果。

2 讓每句承擔一項功能

句子即使文法正確，若沒有清楚功能，仍會削弱段落。潤飾用字前，先判斷每句要完成甚麼工作。

五種常見的句子角色

角色	讀者問題	典型形式
主張 (Claim)	作者提出甚麼？	“The four-bus plan satisfies all baseline capacity constraints.”
證據 (Evidence)	甚麼支持這項主張？	“Maximum occupancy is 57 passengers against capacity 60.”
解釋 (Interpretation)	證據為何重要？	“The margin is small, so the plan may be fragile under demand growth.”
限定 (Qualification)	主張在哪個範圍或條件下成立？	“This conclusion applies to the observed 7:00–8:00 demand window.”
過渡 (Transition)	這如何帶出下一步？	“We therefore test higher-ridership scenarios in Section 7.”

例題 1：句子功能清晰可辨的段落

Claim. The four-bus solution is feasible but operates close to its capacity limit. **Evidence.** In the baseline assignment, the most heavily loaded bus carries 57 passengers against a capacity of 60. **In-**

terpretation. The three-seat margin is unlikely to absorb substantial enrollment growth or clustered absences from alternative routes. **Transition.** We therefore examine demand scenarios up to 260 riders before making the final recommendation.

這段英文依次呈現主張、量化證據、解釋與下一步行動，讀者不必猜測數字對決策的含義。

方法：句子功能審核

在草稿每句旁寫一個字母：C (主張)、E (證據)、I (解釋)、Q (限定) 或 T (過渡)。

- 只有 C 句的段落欠缺依據。
- 只有 E 句的段落只是堆砌資料。
- 沒有 I 句，讀者便要自行猜測建模含義。
- T 句過多，只會有路標而沒有內容。
- Q 句應該縮小主張，而不是使其難以理解。

模型檢視：一個段落，一個主導問題

每段應集中回答一個主要問題，例如：

- 為甚麼這個假設是合理的？
- 這個參數是如何估算的？
- 結果顯示了甚麼？
- 這個模型對於預期的決策是否足夠？
- 哪個參數改變了建議？

如果一段文字回答了兩個不相關的問題，請將其分開。如果兩個連續的段落回答了相同問題，請將它們合併或區分它們。

3 讓主張力度配合證據力度

審慎措辭 (hedging) 並非隨意插入 “perhaps” 或 “might” 等詞語，而是令主張的範圍與強度準確配合現有證據。

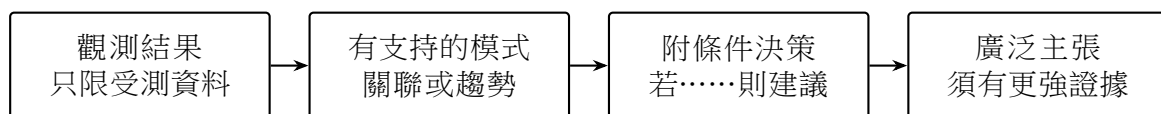


圖 2: 主張越廣泛、越接近因果斷言，所需證據便越強。競賽報告通常較能支持附有條件的建議，而不足以支持普遍斷言。

英文報告動詞的主張強度

動詞或短語	適當用法	範例
shows / gives	直接的數學或表格結果	“Equation (8) gives an early-review trigger of 236 projected riders.”
indicates / suggests	支持的模式但尚未普遍確立	“The scenario results suggest that route 3 is the main bottleneck.”
is consistent with	在不聲稱確認的情況下表示一致	“The estimate is consistent with the 2025 school count.”
supports	證據加強了主張但並未證明其真實性	“Held-out errors below 3 minutes support use for scheduling.”
recommends	在既定標準下得出的決策	“Under the tested scenarios, the model recommends four buses.”
proves / guarantees	只宜保留給數學證明或明確保證	對實證效度或現實世界的成效通常不恰當。

例題 2：過度主張、過度保留與恰當校準

過度主張 (**Overclaim**): “Our model proves that four buses are optimal for every future year.”

過度審慎表達 (**Over-hedge**): “The results might perhaps indicate that four buses could possibly be enough in some situations.”

校準 (**Calibrated**): “Under the observed road network and tested demand scenarios up to 240 riders, the shortest feasible plan found uses four buses and satisfies the capacity and ride-time constraints.”

校準後的英文句子交代了證據範圍、目標與約束，毋須依靠含糊副詞。

方法：以數值界定主張範圍

應優先寫出可量度的邊界，而不是使用含糊限定詞。

- “approximately 28 minutes” → “28.1 minutes after rounding to the nearest minute”;
- “fairly accurate” → “MAE 2.4 minutes on 12 held-out days”;
- “robust to demand” → “unchanged for total ridership from 205 to 240”;
- “usually feasible” → “feasible in 18 of 20 tested scenarios”;
- “small error” → 說明誤差，並解釋它為甚麼足以支持該項決策。

檢查點：檢查點：選擇最強的辯護性動詞

請按證據力度，從 *shows*、*suggests*、*is consistent with*、*supports* 和 *proves* 中選擇一個。

1. 一個符號推導建立了目標是凸的。
2. 20 個情境的模擬在 16 個案例中使路線 3 達到容量極限。
3. 預測的計數 232 與外部學校計數 228 有差異。
4. 留出資料的 MAE 為 2.4 分鐘，低於 5 分鐘的排程容忍度。

4 以語態與時態控制資訊焦點

主動與被動不是互相競爭的寫作風格；兩者只是把不同資訊放在主語位置。

按寫作目的選擇語態

- 當團隊的選擇、解釋或責任十分重要時，使用主動語態：“We define,” “we exclude,” “we compare,” “we recommend.”。
- 當程序或對象應佔據主語位置，且施事者已知或不重要時，使用被動語態：“Travel times were estimated from GPS records.”。
- 不要用被動語態隱藏責任：“Three data points were removed”應改為“We removed three duplicated records”，並應說明標準。
- 當“we”變得重複時，應避免強迫使用主動語態：多個連續以“We”開頭的句子通常可以圍繞模型、資料或結果進行重新組織。

例題 3：按資訊焦點選語態，不作機械輪替

選擇：“We restrict the morning period to 7:00–8:00 because demand is approximately stationary within this window.”

程序：“Link travel times were estimated from 30 GPS runs and rounded to the nearest 0.1 minute.”

解釋：“We interpret the 2.4-minute held-out error as adequate because bus departures are scheduled at 5-minute intervals.”

結果焦點：“A fifth bus is required once total ridership exceeds 240.”

實用的英文時態系統

時態	主要用途	範例
現在時	方程式、圖表、一般模型特性、當前論點	“Equation (6) enforces capacity.” “Figure 4 shows the threshold.”
過去時	已完成的資料收集、擬合、模擬或實驗	“We collected 30 GPS runs and fitted the link times.”
現在完成時	先前的研究或持續到現在的變化；應謹慎使用	“Several studies have modeled school transport as a routing problem.”
未來／條件時	未來研究、實務結果或假設情境	“If ridership exceeds 240, the school will require a fifth bus.”

不要因為開始新句便轉換時態；只有時間位置或修辭功能改變時，才應改變時態。

模型檢視：自我指涉

“We” 通常最能清楚標示團隊作出的選擇。應避免以 “the authors,” “one,” 或 “it was decided” 掩蓋責任；讀者需要知道誰設定閾值、刪除記錄、選用方法或解釋結果。

5 以已知與新資訊建立段落連貫性

若每句都由讀者已有的資訊出發，再以需要強調的新資訊收結，段落便較容易連貫。這就是已知–新資訊原則。

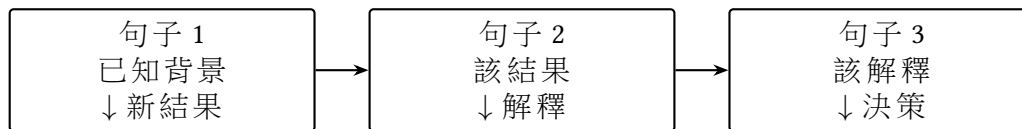


圖 3：讓前句以新資訊收結，後句再把它當作已知資訊接續，便可在毋須堆砌銜接詞下建立清晰指代鏈。

例題 4：連貫性斷裂與修正

連貫性斷裂：“The model minimizes total distance. Capacity is 60. We used 20 scenarios. Route 3 is important. A fifth bus may be needed.”

修正後：“The model minimizes total distance subject to a capacity of 60 passengers per bus. This capacity becomes binding on route 3 in 16 of the 20 demand scenarios. Because route 3 absorbs most enrollment growth, the four-bus plan fails once total ridership exceeds 240. We therefore begin an early fleet review at 236 projected riders and add a fifth bus from 241 confirmed riders.”

方法：毋須刻意換同義詞也能建立連貫性

- 當指代相同對象時，重複相同的技術術語。不要僅僅為了避免重複而輪流使用“model”、“framework”、“mechanism”和“scheme”。
- 使用名詞短語而非指向不明的代詞：上文有多個可能所指時，“This threshold”會比“This”清楚。
- 在對比發生的地方使用對比：“The analytical estimate is 15.8 minutes, whereas the simulation estimate is 16.1 minutes.”
- 只有句子結構未能清楚顯示邏輯關係時，才加入銜接詞。
- 保持符號穩定。符號的改變是連貫性的失敗，而不僅僅是數學錯誤。

檢查點：檢查點：修復指代鏈

修改以下內容，使每一個“this”、“it”和“they”都有一個單一清晰的指代對象：

“The demand estimate was compared with the route plan, and it was inaccurate. This affected it, so they were changed. This shows the model should be improved.”

6 把方程式與圖表納入論證

一個方程式、表格或圖表不會自行解釋。前後正文應告訴讀者它為何出現、哪種模式重要，以及該模式如何改變建模決策。

在正文解讀圖表的四個步驟

在介紹表格或圖表時：

1. 目的 (**Purpose**): 說明圖表回答甚麼問題。
2. 指引 (**Reference**): 引導讀者找到正確的圖或表。
3. 模式 (**Pattern**): 識別重要的比較、趨勢或閾值。
4. 含義 (**Implication**): 把模式連接至模型或建議。

不要僅僅寫“The results are shown in Figure 3.”

例題 5：把方程式寫進完整句子

弱：

$$D = \sum_{i,j} d_{ij} x_{ij}.$$

“This is our objective function.”

更強：“We minimize total daily route length,

$$D = \sum_i \sum_j d_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

where d_{ij} is the distance from stop i to stop j and $x_{ij} = 1$ when that link is used. The objective in Eq. (1) penalizes unnecessary detours but does not by itself control ride-time equity; we impose that requirement separately as a constraint.”

英文句子先引入方程式，再以標點把它納入句法，並定義符號、解釋模型含義。

例題 6：表格評論應提供額外資訊

弱：“Table 4 shows the sensitivity results. It can be seen that demand changes the answer.”

更強：“Table 4 compares the recommended fleet size across demand scenarios. The four-bus plan remains feasible up to 240 riders but fails at 245 because route 3 exceeds capacity. Demand therefore changes the decision discontinuously at a clear operational threshold rather than gradually across the entire range.”

方法：報告可供核查的數字

- 包含單位和比較基準：例如 “28 minutes, down from 43,”，而不僅僅是 “28.”。
- 表達分母：例如 “18 of 20 scenarios,”，而不是當情境數量很重要時寫 “90%”。
- 只保留資料所支持的精度。把乘車時間建議寫成 28.137846 分鐘便過度精確。
- 區分估計與目標或約束：預測等待時間、所需等待時間和允許的最大等待時間是不同的量。
- 將條件放在數字旁邊：“MAE 2.4 minutes on 12 held-out days.”
- 只有在配對次序十分清楚時才使用 “respectively”（分別）；拆成兩個子句通常更易閱讀。

模型檢視：避免沒有資訊的圖表評論

諸如 “as can be clearly seen,”、“obviously,” 和 “the figure below” 等措辭很少能增加資訊。應點明圖表編號、陳述模式，並解釋其後果。若正文逐一重複表格內的數字，便應改為概括讀者真正需要留意的比較。

7 精簡文字，但保留推理

精簡是壓縮語言，同時保留主張、證據、解釋與限定條件；頁數緊張並不是刪除證據的理由。

六種有效的英文精簡方法

草稿模式	修訂
“In order to” / “due to the fact that”	使用 “to” / “because.”
“We conducted an analysis of”	使用動詞: “We analysed.”
重複的措辭: “It should be noted that”	刪除它並陳述事實。
用逗號和 “which” 連接的幾個動作	為每個主要動作單獨組成一個句子或直接使用動詞進行協調。
空泛形容詞: “robust,” “effective,” “significant”	用指標、比較或決策邊界替換。
冗長的名詞鏈: “route demand growth threshold analysis”	使用介詞重構: “analysis of the demand threshold for route growth.”

例題 7：句子手術

草稿: “In order to carry out the validation of the model, we conducted a comparison of the predicted travel time results with the actual observed travel time data, which were collected by us during twelve different school days.”

修訂: “We validated predicted travel times against GPS observations from 12 school days.”

此英文修訂把字數由 37 個減至 12 個，同時保留了動作、目標、比較對象、來源和樣本數。

中文 / 粵語寫作者常見的英文語言遷移模式

這些只是語言遷移傾向，並非寫作者本身的缺點；把模式明確列出，便可有系統地檢查英文。

1. 欠缺明確主語的主題——評論開首: “For our model, the assumption is important.” → “Our model relies on this assumption.”
2. 逗號串連句: 分開多個獨立動作或使用協調動詞。
3. 重複的 “**which**”: 用直接動詞或分開的句子替換關係子句鏈。
4. 籠統銜接詞: “Besides” → “In addition,” “However,” 或根據邏輯不使用銜接詞。
5. 冠詞和數的一致問題: 檢查每一個單數可數名詞和每一個複數技術術語。
6. 名詞堆疊式翻譯: “make a determination of” → “determine.”
7. 不清楚的 “**this**”: 使用 “this error,” “this threshold,” 或 “this comparison.”
8. 過度使用 “**can**”: 區分數學可能性、實證傾向和建議。

例題 8：把受語言遷移影響的段落改成科學英文

草稿: “For the route result, we can see that it has a relatively good performance, and besides, the average time is decreased, which can prove our method is effective, which is very meaningful for the school.”

修訂: “The optimized routes reduce mean ride time from 43 to 28 minutes. This 15-minute reduction meets the school’s 30-minute target, supporting use of the plan for the current demand level.”

8 整合案例：潤飾巴士論證

以下沿用 W2 與 W3 的示意性合成巴士案例，把同一組證據改寫成連貫而可供發表的英文段落。

例題 9：原始草稿

“We use genetic algorithm to solve this bus problem. The algorithm gives four buses, which has 87 km route. It makes the time become 28 minutes from 43 minutes, so it is very good. In order to prove our model, we compare the data, and the error is only 2.4 minutes. Besides, after doing many sensitivity tests, we can know that the result is robust, but when the number is more than 240, it needs five buses. Therefore our model can effectively solve the school problem.”

工作坊：重寫前先診斷

請在英文初稿標出至少八個問題，包括：

- 一個語法問題；
- 一個未經支持或過於強烈的動詞；
- 一個缺失的條件；
- 一個不清楚的參考；
- 一個證據/解釋的差距；
- 一個時態或語態問題；
- 一個銜接問題；
- 一個可以縮短的措辭。

先理清段落主張與證據次序，才逐句修訂。

例題 10：可直接用於競賽報告的修訂

We solve the capacitated school-bus routing problem using a genetic algorithm with route length as the primary objective and capacity and ride time as constraints. The best solution found uses four buses and 87 km of daily routes, reducing mean student ride time from 43 to 28 minutes. On 12 held-out school days, predicted route times have a mean absolute error of 2.4 minutes, which is below the school's 5-minute scheduling tolerance. The four-bus decision remains feasible in 18 of 20 demand scenarios; however, route 3 exceeds capacity when total ridership rises above 240. We therefore recommend four buses for current enrollment, an early review at 236 projected riders, and a fifth bus from 241 confirmed riders.

修訂段落的句子功能

1. 方法和模型的範圍。
2. 帶有基準比較的標題結果。
3. 模型效度驗證以及預期的應用解釋。
4. 敏感性邊界和失效機制。
5. 有條件的建議和實務啟動條件。

段落精簡，是因為每句功能不同，不是因為刪去了證據。

分層寫作工作坊

核心路線。運用上述五種功能，改寫一個六句的結果段落。保留所有數字和條件。

挑戰路線。為巴士案例寫出兩個段落版本：一個放在摘要，一個放在結果部分。解釋哪些細節應留在正文，以及原因。

延伸路線。加入一項限制：GPS 觀測僅涵蓋正常交通。修改建議，使其在道路封閉或嚴重擠塞期間仍有參考價值，同時不誇大模型表現。

9 依四輪次序修訂

論證尚未穩定便校對文法，只會浪費時間。修訂應由整體問題逐步收窄至細節。

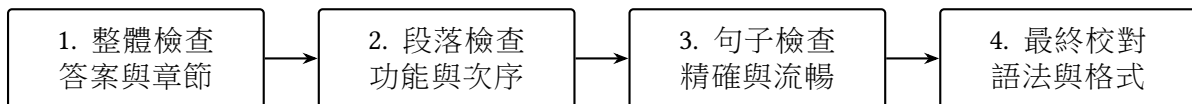


圖 4：由整體邏輯逐步檢查至表層正確性。一句潤飾的句子無法修復遺失的結果或不受支持的建議。

方法：四輪檢查

1. 整體檢查–覆蓋範圍。本節是否回答了原定問題？是否包含核心結果、證據、限制和決策？
2. 段落檢查–邏輯。每個段落是否包含一個主導問題以及一個可見的主張–證據–解釋順序？
3. 句子檢查–精確度。主語、動詞、指代、單位、比較、條件和報告動詞是否準確？
4. 最終校對–文字與一致性。檢查文法、冠詞、複數、拼寫、符號、方程式／圖表引用、標點、大寫和格式。

切勿僅執行第 4 輪檢查。

模型檢視：工具輔助修訂

文法檢查器和語言模型可以提出更清楚的表達方式，但不得編造證據、更改數字、加強主張或改變技術含義。可以用它們產生候選寫法，惟每項修改都必須回到模型、資料和預定適用範圍逐一核對，並遵守相關競賽的工具使用及披露要求。

檢查點：課末檢核

重寫你目前專案中的一個段落並提交：

1. 原始段落；
2. 句子角色標籤；
3. 修改後的段落；
4. 一個你削弱或加強的主張以及基於證據的理由；
5. 一個被刪除的詞組以及它不必要的理由。

10 核心練習與重點整理

核心練習 1：角色修復

以下段落包含主張和證據，但缺乏解釋或決策的連結。在不重複數字的情況下，添加兩句話。
 “The baseline simulation gives a mean wait of 7.8 minutes. With a second server, mean wait falls to 2.6 minutes. The 95th-percentile waits are 21.4 and 6.9 minutes, respectively.”

核心練習 2：主張校準

重寫每一項主張，使其與證據允許的強度相符。

1. 證據：在 20 個情境中，有 18 個支持相同的決策。主張：“The decision is always robust.”
2. 證據：在一個觀察性資料集中，相關係數 $r = 0.81$ 。主張：“Temperature causes demand.”
3. 證據：一個凸性證明。主張：“The numerical solver probably found a minimum.”
4. 證據：在 5 分鐘容忍度下，留出資料的平均絕對誤差 (MAE) 為 2.4 分鐘。主張：“The model is perfect.”

核心練習 3：視覺評論

就一個敏感度表撰寫三句話：

1. 確定輸出影響最大的參數；
 2. 確定改變決策的第一個參數；
 3. 陳述這些發現所指向的測量或實務行動。
- 不要重複表格中的每一個單元格。

建模—寫作挑戰

從一篇已完成的建模論文中選取 150–220 字的段落。完成全部四輪修訂，並提供一個包含以下欄位的簡短審核表：

發現問題	所做的修改	使用的證據或原理
------	-------	----------

目標不是把字數減至最低，而是寫出一段每項主張都可追溯、每句都有明確功能的文字。

W4 重點整理

1. 學術英語引導讀者檢視證據，不能裝飾薄弱推理。
2. 讓每句承擔一項功能，並讓每段回答一個主導問題。
3. 令主張強度配合證據強度；應以量化邊界取代含糊限定詞。

4. 根據資訊焦點和責任選擇主動語態或被動語態。
5. 透過已知-新資訊的順序和穩定的技術術語來建立連貫性，而非過多的銜接詞。
6. 引入方程式和圖表、辨認模式，並說明它對建模的含義。
7. 由整體邏輯、段落到句子逐層修訂，最後才校對文字與格式。
8. 清晰、可量度而可追溯的英語，勝過浮誇的正式語氣。

在 **W5**：圖表、表格與 **LaTeX** 工作流程中，我們會由文字證據轉向視覺證據：如何設計能承載論點的圖表和表格、把它們納入報告，並建立可靠的提交流程。

附錄 A：按修辭功能分類的英文句式

功能	有用的句子框架
定義範圍	“We restrict the analysis to... because...”；“The model applies when...”
引入方法	“To estimate X, we...”；“We formulate the problem as...”
陳述結果	“The model gives...”；“The optimized plan uses...”
比較	“Compared with the baseline,...”；“Whereas Model 1..., Model 2...”
解釋	“This pattern indicates...”；“The difference matters because...”
限定	“Under the tested scenarios,...”；“Within the observed range,...”
驗證	“On held-out data,...”；“The estimate is consistent with...”
報告敏感度	“The decision remains unchanged until...”；“The recommendation switches when...”
建議	“We therefore recommend... provided that...”；“If X exceeds..., then...”
限制	“This conclusion does not cover...”；“The main limitation is...”

附錄 B：常用精簡替換

長或弱形式	首選形式
in order to	to
due to the fact that	because
conduct an analysis of	analyse
make a comparison between	compare
it should be noted that	delete, or “Note that” when essential
a large number of	many, or give the number
has the ability to	can
with regard to	regarding / about / on
according to the above results	the results / Table X / Eq. (Y)
we can clearly see that	the figure shows / the data indicate
very robust / highly accurate	state range, error, scenario count, or threshold
prove the real-world model	support / validate for the intended use
obtain the result of	obtain / estimate / compute
carry out the calculation of	calculate
make use of	use

附錄 C：段落檢核表

對於每一段落，請完成以下內容：

1. 主導問題：本段落回答了哪一個單一讀者問題？
2. 主張：本段最強烈的斷言是甚麼？
3. 證據：哪個數字、方程式、圖、來源或測試支持它？
4. 解釋：證據為何重要？
5. 範圍：該主張在甚麼條件下適用？
6. 含義：下一步應作出哪項模型選擇、限制或決策？
7. 連貫性：每一句話是否都從讀者已有的資訊出發？
8. 文字：主語、動詞、指代對象、單位與交叉引用是否清晰正確？

附錄 D：最終語言檢核表

- ☐ 每段都有一個主導問題。
- ☐ 每項主要主張後都有證據或證據引用。
- ☐ 解釋不完全留給讀者。
- ☐ 報告動詞與證據強度相符。
- ☐ 條件和限制位於其所限定的主張附近。
- ☐ “This”、“it” 和 “they” 都有明確的指代對象。
- ☐ 方程式已被引入、妥善加上標點，並獲得解釋。
- ☐ 正文中的圖表說明指出了重要模式和含義。
- ☐ 數字包含單位、基準線、分母和適當的精度。
- ☐ 空泛形容詞與客套短語已被移除。
- ☐ 技術術語和符號保持一致。
- ☐ 最終校對過程未改變數學含義或證據。

模型審核卡

在信任或傳達模型之前先作審核			
目的	模型要回答甚麼問題或支援甚麼決策？	資料	哪些輸入屬觀測、推導或模擬資料？
假設	哪些簡化可能改變答案？	單位	量綱與尺度是否一致？
運算 / 程式核證	方程、程式、限制與極限情況是否已核對？	模型效度驗證	是否用獨立證據檢驗預定用途下的表現？
不確定性	測量、參數、求解器及模型結構誤差如何影響結論？	倫理	誰受益、誰承擔風險，公平準則是甚麼？
可重現性	是否記錄資料來源、版本、種子與轉換？	溝通	主張是否有條件、可追溯且與決策相關？

延伸閱讀

- 組織研究文章（IEEE Author Center）

來源、資料脈絡與授權

本講義依循 SIAM / COMAP GAIMME 報告對反覆建模與評核的觀點。競賽相關說明於 2026 年 8 月 20 日依據官方 COMAP HiMCM 規則核對；提交前仍須查閱當時最新規則。除非另有明確來源，課堂資料與數值情境均屬合成或模擬教學例子，不構成任何真實機構的實證主張。第三方參考資料沿用各自條款。Kenneth Sok Kin Cheng 的原創教材採用 CC BY-NC-SA 4.0 授權。

學生作答指引與檢核準則
封閉式計算題請列出定義、代入、單位及至少一項獨立檢查；本課的完整例題可作方法提示，但須自行完成數值。開放建模題按五項檢核：目的與輸出是否明確、資料與來源是否交代、假設與適用範圍是否合理、運算／程式核證與模型效度驗證是否可追蹤，以及不確定性、限制與建議是否互相一致。每項須附具體證據，而非只寫「已完成」。