

數學建模競賽寫作課程

W5：視覺證據、LaTeX 與提交工程

Kenneth Sok Kin Cheng

修訂日期：2026 年 8 月 20 日

學習目標

完成本節兩小時寫作課後，學生應能夠：

- 把方程式、表格、圖、圖說與頁面編排視為證據論證的一部分，而非裝飾；
- 按讀者需要，有意識地選擇正文、方程式、表格、統計圖、示意圖、地圖或演算法展示；
- 建立清晰的頁面層次，同時支援快速掃讀與仔細核查；
- 排版方程式時妥善處理定義、標點、編號和交叉引用，使其在修訂期間保持穩定；
- 設計具備單位、適當精度、不確定性及明確比較基準的表格；
- 選擇配合分析問題的統計圖類型，並避免誤導性的坐標軸、編碼與尺度；
- 撰寫完整圖說，說明圖中內容及編碼、點出主要發現，並連接至決策；
- 區分可重現的製圖流程與最後階段的手動格式調整；
- 組織一個可獨立編譯、適合 Overleaf、檔名可預測且不依賴脆弱外部資源的 LaTeX 專案；
- 在開始寫作前制定頁數預算與特定競賽的規則卡；
- 執行內容、視覺、技術、匿名、來源及提交前檢查；
- 把一項建模結果整理成可供競賽使用的一頁內容，當中包含文字、數學、視覺呈現及決策陳述。

1 視覺呈現是證據主張，而非裝飾

讀者不會直接看見團隊的計算過程；他們看見的是團隊放在頁面上的一連串經過選擇的元素：句子、方程式、表格、統計圖、圖說及文獻引用。每個元素都應協助讀者回答以下三個問題之一：

1. 團隊建立了甚麼模型，或計算了甚麼？
2. 有甚麼證據支持這項主張？
3. 證據導向哪項決策？

因此，經過潤飾的頁面不只是美觀，而是讓讀者核查論證的介面。

啟動活動：相同證據，不同頁面

兩份草稿均報告同一個示意性合成校巴案例：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。

草稿 A 包含一段密集文字、一張沒有標示的螢幕截圖，以及欄名只有“A”、“B”和“C”的表格。

草稿 B 先陳述核心結果，再展示附有單位的路線時間比較、標示 240 人的門檻，並用圖說解釋該門檻為何重要。

請二人一組，列出草稿 A 中「技術上存在、實際上卻難以取得」的證據；再辨認草稿 B 哪些頁面特徵，能在不改變數學內容下加快核查。

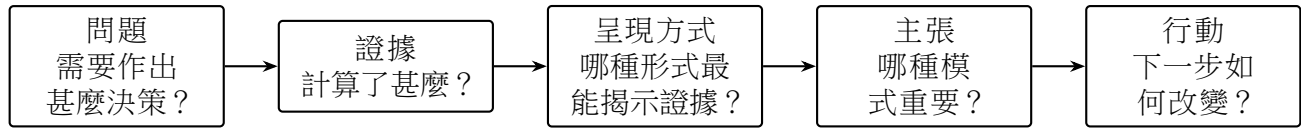


圖 1: 視覺證據鏈。只有當呈現形式揭示主張所需的證據，而主張又能支持決策時，視覺呈現才算成功。

視覺傳達準則

競賽中的視覺呈現應具備以下特質：

1. 必要 (**Necessary**)：它比單靠文字更有效地回答問題。
2. 可解讀 (**Interpretable**)：標籤、單位、符號、尺度及編碼均有定義。
3. 可追溯 (**Traceable**)：正文會引用它，而視覺呈現可連接至資料、方程式或程式碼。
4. 誠實 (**Honest**)：尺度及資料選擇不會誇大或隱藏差異。
5. 連接決策 (**Decision-connected**)：圖說或前後正文會說明該模式為何重要。

2 先選擇呈現方式，再處理格式

常見錯誤之一，是因為某種圖表看起來吸引而選用它。正確的選擇應從讀者需要完成的任務出發。

按讀者任務選擇呈現方式

讀者任務	通常採用	理由
理解一項關係	方程式配合正文	顯示變量、假設及數學結構。
比較精確數值	表格	保留數值、單位、排名及門檻。
觀察趨勢或形狀	折線圖／散點圖	顯示方向、曲率、群集及偏離。
比較類別	已排序的點圖／棒形圖	由共同基準線比較大小。
理解一項程序	流程圖或狀態圖	顯示次序、依賴關係、狀態或資訊流。
理解地理／網絡	地圖或網絡圖	保留位置、連通性與路線結構。
檢視不確定性	區間圖、分布圖、扇形圖	顯示範圍、變異或概率，而非單一估計。
追蹤演算法	偽代碼或編號步驟	在不暴露實作細節下，讓邏輯可供審核。

方法：呈現方式測試

製作視覺呈現前，請完成以下四句：

1. 讀者需要比較／定位／理解／決定_____。
2. 證據包括_____。
3. _____ 比純文字合適，因為_____。

4. 看過之後，讀者應得出_____這項結論。

若無法完成第 4 句，這項呈現便沒有清楚的分析目的。

例題 1：表格還是圖？

假設我們以總距離、最長乘車時間、運算時間及違反約束次數，比較五種路線規劃方法。

- 若讀者必須查閱四項精確指標，並判斷每種方法是否符合門檻，應使用表格。
- 若論點集中於一項權衡，例如總距離與最長乘車時間之間的關係，應使用圖。
- 只有兩者功能不同時才同時使用：圖揭示權衡，精簡表格則記錄所選方法的確切數值。把同一組資料重複兩次，只會消耗頁數預算。

檢查點：檢查點：作出選擇，不作裝飾

為每項情況選擇一種呈現方式，並說明理由。

1. 四個模型，各有 MAE、RMSE 及訓練時間。
 2. 連續四小時、每分鐘記錄一次的隊列長度。
 3. 一項包含六個階段的模擬程序。
 4. 18 個學校站點之間的路線連接。
 5. 需求超過 240 人時會改變的建議。
- 答案可以不只一個，但必須明確指出讀者任務。

3 設計方便掃讀與核查的頁面

競賽讀者會在兩種模式之間切換。在掃讀模式中，他們尋找核心答案、章節目的、關鍵視覺呈現及圖說；在核查模式中，他們檢視定義、方程式、數值細節及限制。好的頁面應同時支援兩種模式。

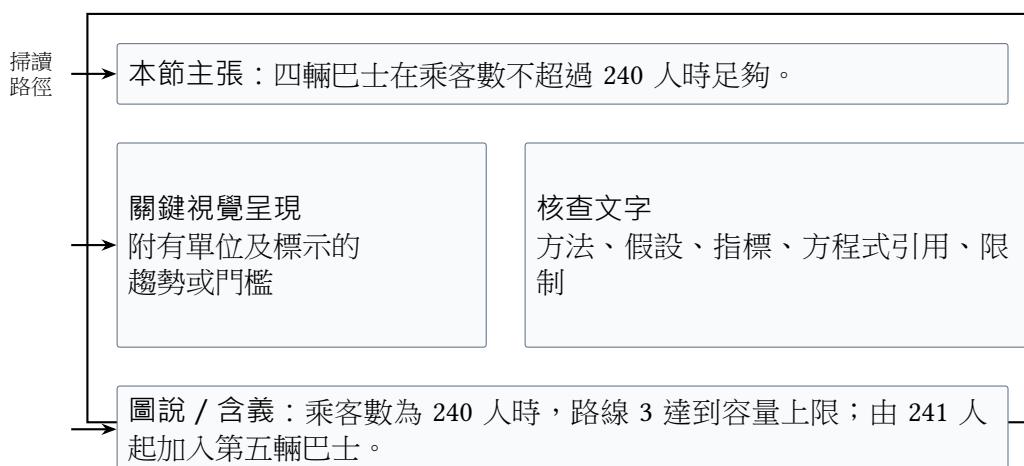


圖 2: 同時支援兩種閱讀模式的頁面層次。本節主張與圖說構成掃讀路徑；視覺呈現與解釋文字則支援深入核查。

方法：頁面層次

以意義建立層次，而非依靠裝飾。

1. 在合適時採用以主張為本的標題：“Demand uncertainty changes the fleet decision” 比 “Sensitivity Analysis” 提供更多資訊。
2. 把關鍵視覺呈現放近首次引入它的段落，避免圖表與正文相隔數頁。
3. 只把少數對決策關鍵的結果加粗，不要把整段文字都設為粗體。
4. 統一標題層級；一篇論文很少需要超過三層標題。
5. 在章節及視覺呈現周圍保留留白，不要以文字填滿每一厘米。
6. 全文採用一致的視覺語法：字體、線寬、圖說格式、小數精度及符號。

模型檢視：不要把頁面密度當作數學深度

縮小頁邊、字體、圖說或統計圖，不會令解答更有力，反而會增加尋找資訊的成本，甚至違反規則。應透過刪除重複內容、壓縮推導及優先保留決策證據來控制頁數，而不是把論文變得難以閱讀。

4 方程式必須在句子中發揮作用

方程式不會自行解釋。正文應說明為何引入它、定義當中符號，並解釋它代表真實系統的哪項特徵。

方法：目的-方程式-定義-解釋

可靠的方程式段落包含四部分：

1. 目的：正在為哪個量或機制建模？
2. 方程式：展示關係；若稍後會引用，便為它編號。
3. 定義：在首次使用附近定義所有新變量、參數、索引及單位。
4. 解釋：說明方程式捕捉了甚麼；合適時亦交代它省略了甚麼。

例題 2：可讀的模型方程式

為評估一套路線規劃，我們把總距離與違反容量限制的懲罰結合：

$$J(\mathcal{R}) = \sum_{r \in \mathcal{R}} d_r + \alpha \sum_{r \in \mathcal{R}} \max\{0, n_r - C\}, \quad (1)$$

其中 $\mathcal{R}$ 是巴士路線集合， d_r 是路線 r 的距離（公里）， n_r 是獲分配的乘客數， $C = 60$ 是巴士容量，而 α 是以「公里／超額乘客」為單位的懲罰係數。第一項鼓勵較短路線；第二項令違反容量限制的代價提高。由於 α 是建模選擇而非量得的物理常數，我們會在敏感度分析中檢驗其影響。

方程式與符號規則

- 只為稍後會引用或構成推導一部分的方程式編號。
- 採用 `eq:route-objective` 等穩定標籤，不要手動輸入編號。

- 引用 `equation (1)`，不要寫「上面的方程式」。
- 不要以同一符號表示不同概念。若 r 表示路線索引，稍後便不要再用 r 表示增長率。
- 一個量首次出現時應說明單位，並保持量綱一致。
- 把展示方程式視為句子的一部分，妥善加入標點。
- 若正文只需模型設定與結果，便把冗長的代數運算移至附錄。

Listing 1: 穩定的方程式與交叉引用寫法。

```
To penalize infeasible routes, we define
\begin{equation}
J(\mathcal{R}) = D(\mathcal{R}) + \alpha V(\mathcal{R}),
\label{eq:objective}
\end{equation}
where  $D$  is total distance and  $V$  is the number of
capacity violations. As shown in \cref{eq:objective}, ...
```

檢查點：檢查點：修正方程式段落

“We use the following formula: $Q = ab/c$. Here are the results.”

請改寫，使讀者知道 Q 的用途、 a, b, c 的含義與單位、此形式的來源，以及計算值的含義。

5 表格應揭示比較與門檻

當精確數值很重要時，表格最能發揮作用。設計應直接顯示預定的比較，毋須讀者先破解格式。

方法：表格設計檢核表

1. 在表說中提出比較問題。
2. 把單位放在欄標題，並定義評估資料集或情境。
3. 數值應一致對齊；小數位應有意義，而非越多越好。
4. 若決策取決於比較，便加入基準、目標、容忍度或標竿。
5. 若數值是估計量而非精確常數，應顯示不確定性。
6. 按分析意義排列各列，例如時間次序、排名、模型複雜度或影響程度。
7. 以註腳交代例外，不要在儲存格內放入沒有解釋的符號。
8. 不要重現所有原始輸出；只選取支持主張所需的證據。

例題 3：決策表

表 1: 不同乘客數情境所需的車隊規模。四輛巴士在乘客數不超過 240 人時仍然可行；超過該門檻後，建議改用五輛巴士。

乘客數	所需巴士	最大載客量	決策解讀
220	4	54	四輛巴士可行，尚餘六個座位。
230	4	57	可行，但後備容量有限。
240	4	60	容量邊界；須監察報讀人數。
250	5	51	須加入第五輛巴士以恢復容量餘裕。
260	5	54	五輛巴士方案仍然可行。

這張表支持附有條件的建議，而非「四輛巴士很穩健」這種含糊說法。

精度是主張的一部分

只報告資料與方法所能支持的精度。

- 若輸入的行車時間只記錄至最接近的整分鐘，把通勤時間估計寫成 28.37 min 便暗示虛假精度。
- 說明比較基準與樣本後，2.1% 的相對誤差才容易解讀。
- 只有平均值而沒有離散程度，可能掩蓋不穩定性；可考慮報告範圍、標準差、置信區間或情境數目。
- 百分比需要比較基準：應寫「比基準的四路線方案低 12%」，而非只寫「低 12%」。

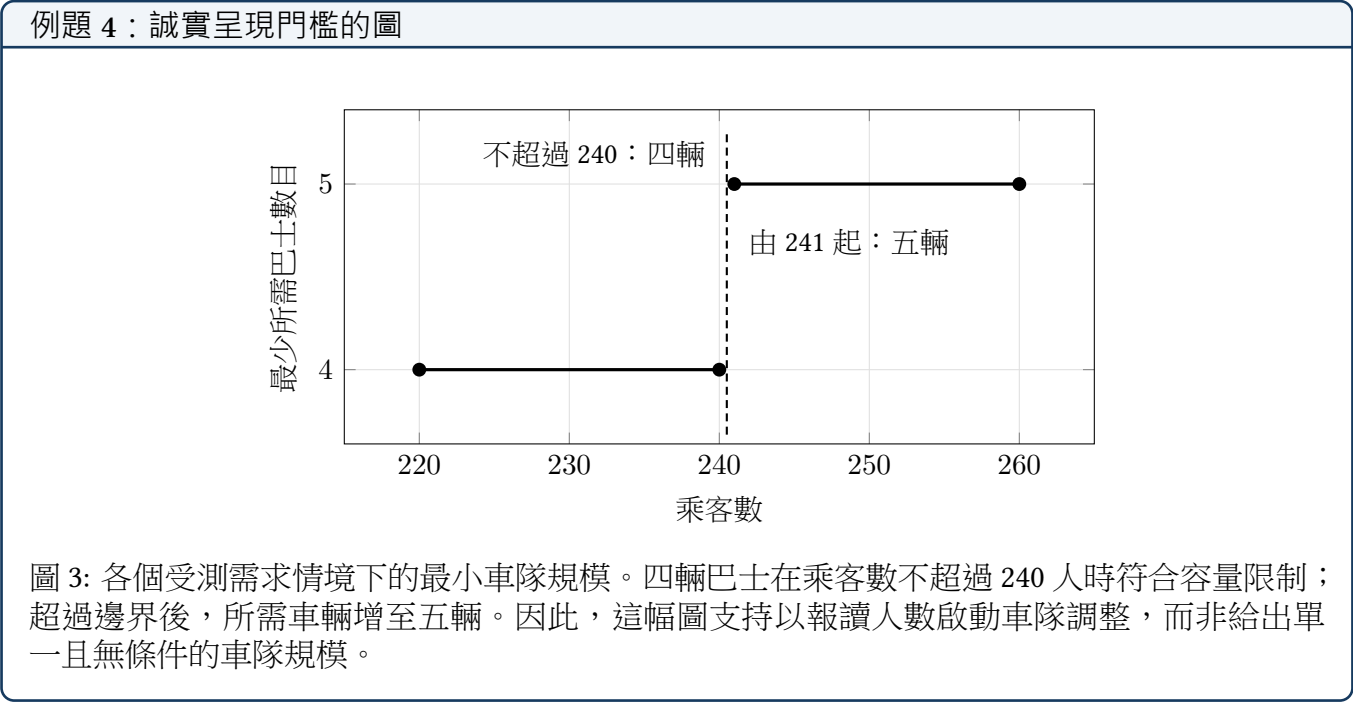
模型檢視：表格常見失敗

避免垂直線、迷宮式合併儲存格、過小字體、未解釋縮寫、每格重複單位、小數位不一致，以及每列都加粗。這些做法令表格顯得繁雜，卻沒有改善比較。

6 每幅圖只回答一個分析問題

圖能有效呈現模式、關係、不確定性及空間結構。若團隊先看過結果，才選出最能令結果顯得亮眼的編碼方式，圖便可能誤導讀者。

按分析問題選擇統計圖		
問題	首選呈現方式	應顯示的內容
一個量如何隨時間改變？	折線圖	時間單位、介入標記；若數值是估計量，亦應顯示不確定性。
兩個變量是否相關？	散點圖	個別觀測值、擬合關係、殘差／不確定性資訊。
哪個類別較大？	已排序的點圖／棒形圖	若主張涉及大小，應採用共同的零基準線。
決策門檻在哪裏？	附門檻的折線圖／階梯圖	邊界值、可行與不可行範圍、建議改變方向。
輸出有多大變異？	直方圖、密度圖、區間圖、箱形圖	樣本量、中心、離散程度、尾部及相關目標。
兩個參數如何互動？	等高線圖／熱圖	圖例、尺度、可行範圍、所選運作點。
系統如何連接？	網絡圖或狀態圖	節點／邊的含義、方向、權重及所選路徑／狀態。



- 方法：圖像誠信審核
- 匯出圖檔前，請回答六個問題：
1. 坐標軸、單位、類別、符號及樣本量是否已有定義？
 2. 尺度能否顯示模式，又不誇大差異？
 3. 若線或點是估計值，是否已顯示不確定性？
 4. 曲線或類別在灰階下是否仍可區分？
 5. 重要比較是否直接可見，抑或讀者要自行心算相減？
 6. 圖說有否陳述主要發現及其決策含義？

模型檢視：常見的誤導選擇

- 截短棒形圖坐標軸，以放大微小差異。
- 採用雙 y 軸，透過任意縮放製造表面相關。
- 以線連接沒有次序的觀測值。
- 只顯示擬合曲線，隱藏原始觀測值。
- 以圓形圖呈現很多數值接近、實際上需要精確比較的類別。
- 採用灰階下次序不明的彩虹色階。
- 把單一模擬路徑當成所有可能結果的分布。

檢查點：檢查點：圖說手術

改寫“Figure 5. Results of the simulation.” 完整圖說應回答：

1. 展示了甚麼，屬於哪個情境？
2. 線、點、陰影或分面分別編碼甚麼？
3. 主要數值或結構發現是甚麼？
4. 它帶出哪項模型或決策含義？
5. 讀者應記住哪項條件或限制？

7 建立可重現的文件，而非脆弱的成品

文件應能由原始檔重新生成。手動複製、未命名的螢幕截圖，以及在最後階段直接修改 PDF，都會破壞可追溯性並造成不一致。

方法：可靠的專案結構

```
project/
|-- main.tex
|-- references.bib
|-- sections/
|   |-- 01_introduction.tex
|   |-- 02_model.tex
|   |-- 03_results.tex
|   '-- 04_validation.tex
|-- figures/
|   |-- fleet_threshold.pdf
|   '-- route_map.pdf
|-- data/
|   '-- processed_routes.csv
|-- code/
|   |-- build_tables.py
|   '-- make_figures.py
'-- submission/
    '-- CONTROLNUMBER.pdf
```

每張最終表格或圖都應有明確來源。原始資料應與經處理資料分開，而提交用 PDF 亦應與工作檔分開。

可重現的製圖流程

1. 保存已清理資料或有文件說明的輸入。
2. 以有明確名稱的程式或穩定的 TikZ 區塊生成圖。
3. 線條圖應盡可能匯出成向量 PDF；只有本質上屬於像素影像的內容，才使用高解像度點陣圖。
4. 以受控寬度插入匯出的檔案。
5. 記錄生成圖檔的程式、參數、日期或 commit。
6. 數值改變後重新生成所有視覺呈現；不要事後手動修改標籤。

Listing 2: 簡短而穩定的插圖寫法。

```
\begin{figure}[tbp]
  \centering
  \includegraphics[width=0.78\textwidth]{figures/fleet_threshold.pdf}
  \caption{Minimum fleet size across tested demand scenarios. ...}
  \label{fig:fleet-threshold}
\end{figure}
```

As shown in \cref{fig:fleet-threshold}, the decision changes ...

模型檢視：TikZ 與競賽可靠性

TikZ 很適合製作小型數學示意圖，尤其當圖中文字需要與論文字體一致時；但它不會自動成為所有地圖、網絡圖或數據圖的最佳工具。複雜 TikZ 會拖慢編譯，亦難以在限時環境下修復。建議：

- 只以 TikZ 製作簡單、節點位置固定的示意圖；
- 由程式生成資料圖，再匯出為 PDF；
- 若圖例或外置標註更清楚，不要靠反覆試位把標籤疊在曲線上；
- 每次大幅修改視覺元素後，都應檢查實際渲染頁面。

能夠編譯的圖，不一定能有效傳達資訊。

交叉引用與參考文獻

- 為每個被引用的方程式、表格、圖及章節加上標籤。
- 使用 \cref 或同類命令，不要直接輸入編號。
- 把文獻引用放在它所支持的主張附近，不要在段落末堆放一系列無直接關係的引用。
- 按需要記錄作者、標題、年份、出版社／期刊、DOI或穩定來源，以及查閱日期。
- 全文只採用一種引用格式；一致性比選擇 APA 還是 IEEE 更重要。
- 檢查每項引用均出現在參考文獻，而每項參考文獻亦確實在正文被引用。

來源與 AI 使用披露

提交材料應清楚交代資料、程式碼、圖像、外部文字及 AI 輔助工作的來源。競賽規則會改變，團隊必須閱讀指定年份及輪次的官方指引。例如，2026 年 HiMCM 指引要求使用 LLM 或其他 AI 工具的團隊說明模型及用途，在報告正文與參考文獻引用該項使用，並另附 AI 使用

報告。提交披露報告不等於完成核查；團隊仍須逐項核對生成的陳述、引用、計算及程式結果。

8 提交工程在競賽開始前已經展開

提交失敗往往源於流程，而非數學。團隊應在建立樣板前，先把官方規則整理成一頁規則卡。

方法：建立競賽規則卡

只記錄當年、當輪官方指引列出的資料：

- 紙張大小、最低字體大小、最小頁邊、語言及匿名要求；
- 必須放在最前的頁面、信件、圖像或摘要表；
- 頁數限制，以及目錄、參考文獻、附錄及 AI 報告是否計入；
- 指定頁首／頁尾、隊號及頁碼；
- 接受的檔案格式、大小限制、檔名及上傳數目；
- 停止工作時間、提交期限、時區，以及誰可以提交；
- AI 使用、資料、程式碼及外部資源的披露規則。

不要抄用另一項競賽或另一年的規則卡。例如，2026 年 HiMCM 把 Summary Sheet、解答、參考文獻及附錄合計限制為 25 頁，而規定提交的 AI 使用報告則附在該限制以外。IM²C 的要求可能隨輪次及題目而異，因此亦必須查閱官方題目說明。

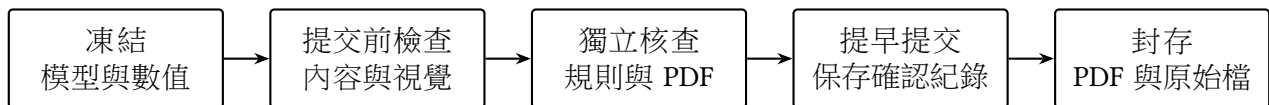


圖 4: 提交工程是一條受控流程。除非為修復關鍵錯誤，凍結後不應再加入新分析。

方法：六方面提交前檢查

1. 內容：已回答所有任務；核心結果在摘要、正文、表格與結論中一致。
2. 數學：已定義符號、統一單位，並交叉核對方程式、程式輸出與表格。
3. 視覺：圖說完整；標籤以最終頁面大小顯示時仍可讀；沒有重疊、裁切或未解釋編碼。
4. 技術：編譯紀錄乾淨；沒有未解析交叉引用；頁數正確；PDF 可在另一裝置開啟。
5. 合規：符合匿名、頁首、檔名、AI 披露及最新規則卡要求。
6. 提交：使用正確平台及檔案；在期限前確認上傳；保存確認紀錄。

模型檢視：最後一小時應避免的做法

不要加入新模型、在沒有重新編譯下全域更換符號、從聊天截圖貼上圖像、手動重建參考文獻、在沒有檢查字形下壓縮 PDF，或留待最後數分鐘才上傳。團隊應提交已核查的最佳版本，而非最新但未核查的版本。

9 綜合工作坊：製作一頁可供競賽使用的結果

沿用 W2-W4 的校巴證據組合：

- 基準平均乘車時間：43.00 min；最佳化後平均時間：28.00 min；
- 四輛巴士及每日 87.00 km 路線；
- 乘客數不超過 240 人時四輛巴士可行；超過 240 人則需要五輛；
- 留出資料的路線時間 MAE：2.40 min；
- 接近門檻時，路線 3 是達到限制的路線。

工作坊任務：頁面藍圖

製作一頁藍圖，包含：

1. 以主張為本的小節標題；
2. 運用 W4 段落弧、由兩至四句構成的結果段落；
3. 一條方程式或一項精簡方法陳述，以解釋車隊決策；
4. 一項視覺呈現：table 1 或 figure 3；
5. 說明門檻及決策含義的圖說；
6. 一項限制或條件；
7. 一項指向模型效度驗證或敏感度證據的交叉引用。

成果應在掃讀模式下容易理解，在核查模式下經得起檢視。

例題 5：結果頁正文

Four buses remain sufficient through 240 riders, with an early review at 236. The optimized plan uses four buses and 87.00 km of daily routes, reducing mean ride time from 43.00 min to 28.00 min. Capacity tests show that the plan remains feasible through 240 riders but requires a fifth bus above this level (figure 3). Because route 3 reaches 60 passengers at the boundary, we recommend four buses for current demand and an early fleet review at 236 projected riders and a mandatory fifth bus from 241 riders.

The threshold is supported by capacity constraints rather than by the route-time prediction alone. Held-out route-time MAE is 2.40 min, but clustered changes in stop-level demand could move the boundary; the school should therefore update the assignment after major enrollment or residential-pattern changes.

這段英文先以標題式主張交代決策，再依次提供效率改善、容量門檻、早期檢視條件與限制。圖表、模型效度驗證指標及建議各自承擔不同功能，而沒有把同一證據重複鋪陳。

檢查點：同儕審核：90 秒

交換頁面藍圖。在不詢問作者下，記錄：

1. 建議；
2. 數值證據；
3. 決策門檻；
4. 主要限制；
5. 讀者可在哪裏核查方法。

若同伴在 90 秒內找不到某項資料，需要的是重新設計，而不只是校對。

10 分層寫作與製作工作坊

核心路線：修復薄弱的視覺證據組合

你獲得一張沒有標示的折線圖截圖，以及一張沒有單位的表格。請提供以下內容，重新建立這組視覺證據：

1. 一個分析問題；
2. 一種合適的呈現方式；
3. 標籤及單位；
4. 完整圖說；
5. 兩句解讀；
6. 重現它所需的資料來源或程式。

挑戰路線：在兩種呈現方式之間選擇

對一項包含五個參數及二元建議的敏感度分析，設計兩種方案：

1. 以龍捲風圖形式排列各參數的局部影響；
2. 顯示建議何時改變的門檻／情境表。

說明哪一項應放在正文，以及哪一項（如有）應放在附錄。判斷必須根據論文主張，而非視覺偏好。

延伸路線：設計可重現的製作流程

制定由原始資料產生最終 PDF 的專案計劃，交代：

- 輸入檔案及模型效度驗證／資料檢查；
- 生成表格與圖的程式；
- 命名規則與輸出資料夾；
- 數值更新如何傳至摘要及結論；
- 版本控制、備份與最終封存程序；
- 由誰獨立檢查 PDF 與規則。

更改一項輸入值，再重新生成所有受影響輸出，以測試流程。

練習 W5.1：圖說實驗室

為每項內容撰寫完整圖說：

1. 12 個留出日的觀測與預測通勤時間；
2. 建議在 $\lambda/\mu = 1$ 附近改變的敏感度熱圖；
3. 顯示三條候選走廊及一條選定路線的路線圖；
4. 比較歐拉法、Heun法與 RK4 的收斂圖；

5. 顯示擬合值較大時變異增加的殘差圖。

每段圖說都須辨認呈現內容、陳述主要發現，並交代建模含義。

練習 W5.2：頁數預算審核

取一篇以往練習論文，把每半頁分類為：

- 回答任務；
- 建立模型；
- 證據／結果；
- 模型效度驗證／敏感度分析；
- 建議／溝通；
- 重複或低優先資料。

在不縮小字體或頁邊下，刪除或移走至少一頁重複內容，並記錄有否因此損失證據。

練習 W5.3：模擬提交

進行一節 45 分鐘演練，由一個可正常編譯的專案開始：

1. 改變一項結果，重新生成受影響的表格與圖；
2. 更新摘要及結論；
3. 編譯並逐頁檢查；
4. 套用規則卡及提交前檢核表；
5. 以模擬控制編號重新命名最終 PDF；
6. 在第二部裝置開啟，並放入提交資料夾；
7. 記錄每個階段所需時間。

任何未能可靠完成的階段，都應成為後續訓練重點。

11 總結寫作系列

W1-W5 證據架構

1. **W1** – 架構：協助讀者找到問題、模型、證據與結論。
 2. **W2** – 摘要：濃縮任務、策略、發現、可信度證據及決策。
 3. **W3** – 可信度：公開假設，並透過運算／程式核證、模型效度驗證、敏感度及不確定性檢驗模型。
 4. **W4** – 正文：把主張與證據寫成強度恰當、前後連貫的段落。
 5. **W5** – 視覺製作：以可供檢視的呈現方式展示證據，並交付合規且可重現的 PDF。
- 這五課不是互相分離的表面修飾，而是共同組成一套證據系統。

W5 重點整理

1. 每項視覺呈現都應由讀者問題開始，以決策含義結束。
2. 以表格作精確比較；以圖呈現模式、關係、不確定性、程序或空間。
3. 在同一頁同時照顧掃讀模式與核查模式。
4. 交代目的、定義及解釋，才引入方程式。
5. 精度、單位、基準、不確定性及門檻都是主張的一部分。
6. 圖說是精簡的證據段落，不只是標籤。
7. 可重現流程及交叉引用能減少最後階段的錯誤。
8. 競賽規則會改變；規則卡必須由最新官方指引整理。
9. 編譯、渲染、逐頁檢查，並由另一人獨立核查最終 PDF。
10. 提早提交已核查的最佳版本，再一併封存 PDF 及原始檔。

附錄 A：可獨立使用的競賽論文起始樣板

```

\documentclass[12pt,a4paper]{article}
\usepackage[margin=2.5cm]{geometry} % replace only if rules require
\usepackage{iftex}
\ifPDFTeX\errmessage{Compile with XeLaTeX}\fi
\usepackage{fontspec,xeCJK}
\setmainfont{TeX Gyre Termes}
\setCJKmainfont{Noto Serif CJK TC}
\usepackage{amsmath,amssymb,graphicx,booktabs,array}
\usepackage{caption,subcaption,float,hyperref,cleveref}
\usepackage{siunitx}
\hypersetup{colorlinks=false,pdfborder={0 0 0}}

\begin{document}
% Insert the official current-year Summary Sheet or required first page.
% Do not include names or institution if anonymity is required.

\section{Introduction and Task Interpretation}
\section{Assumptions and Notation}
\section{Model Development}
\section{Results and Recommendation}
\section{Verification and Validation}
\section{Sensitivity and Limitations}
\section{Conclusion}

% Bibliography and appendices must follow the current contest rules.
\end{document}

```

附錄 B：圖說與視覺呈現檢核表

- ☐ 視覺呈現回答一個清楚可辨的分析問題。

- ☐ 每個坐標軸、單位、類別、符號、分面、線條及陰影編碼均有定義。
- ☐ 尺度與資料選擇均誠實呈現差異。
- ☐ 估計量顯示合適的不確定性或情境範圍。
- ☐ 文字以最終頁面大小及灰階顯示時仍可閱讀。
- ☐ 正文以編號引用視覺呈現，並交代引入原因。
- ☐ 圖說辨認呈現對象及情境。
- ☐ 圖說陳述主要發現，而非只重複坐標軸內容。
- ☐ 圖說把發現連接至模型選擇或決策。
- ☐ 視覺呈現可由已知來源重新生成。

附錄 C：最終 PDF 與提交檢核表

- ☐ 題目要求的每項任務均已回答，而且容易找到。
- ☐ 摘要、正文、表格、圖及結論採用同一組最終數值。
- ☐ 單位及符號一致；重要方程式已由另一人核查。
- ☐ 沒有未解析的文獻引用或交叉引用。
- ☐ 沒有文字、表格、圖、圖說或標籤被裁切或互相重疊。
- ☐ 字體已嵌入，中英文字形均正確顯示。
- ☐ 頁數及該年度所有最新規則均已符合。
- ☐ 隊號、頁碼、匿名要求及指定首頁均正確。
- ☐ 參考文獻、資料來源、程式碼、圖及 AI 使用已按要求披露。
- ☐ 檔案格式、大小及檔名符合官方指引。
- ☐ PDF 可在第二部裝置正常開啟及渲染。
- ☐ 非作者已完成規則卡及視覺檢查。
- ☐ 正確檔案已提早提交，確認紀錄亦已保存。
- ☐ 最終 PDF、原始檔、資料、程式碼及確認紀錄已一併封存。

附錄 D：最新規則來源註記

本課 2026 年 HiMCM 例子以 COMAP 官方 HiMCM / MidMCM 指引為依據。2026 年 IM²C 國際輪官方頁面亦指出，團隊仍須遵從當期題目的特定要求。參加任何競賽時，團隊均應同時查閱最新規則與最新題目說明，因為指定文件組成可能按輪次及題目而不同。每次競賽開始前都應重新核查規則。

References

- [1] COMAP, “2026 HiMCM/MidMCM Instructions,” checked 20 August 2026.
- [2] IM²C, “Challenge Overview,” checked 20 August 2026, <https://immchallenge.org/immc-challenge/>.

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

- HiMCM / MidMCM 競賽指引 (COMAP)
- IM²C 挑戰概覽與建模要求 (International Mathematical Modeling Challenge)
- 製作研究文章圖像 (IEEE Author Center)
- LaTeX 官方文件 (The LaTeX Project)

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」。