

—— 滙基書院 ——

數學建模: 迪士尼機動遊戲之旅

徐銘恩助理校長





CONTENT



01

簡介

02

分析

03

反思

04

展望



背景資料

- 中等能力學生
- 男女校
- 安排在中二級跨學科課堂（第三學期進行）
- 透過專題研習，培養學生數學建模的能力

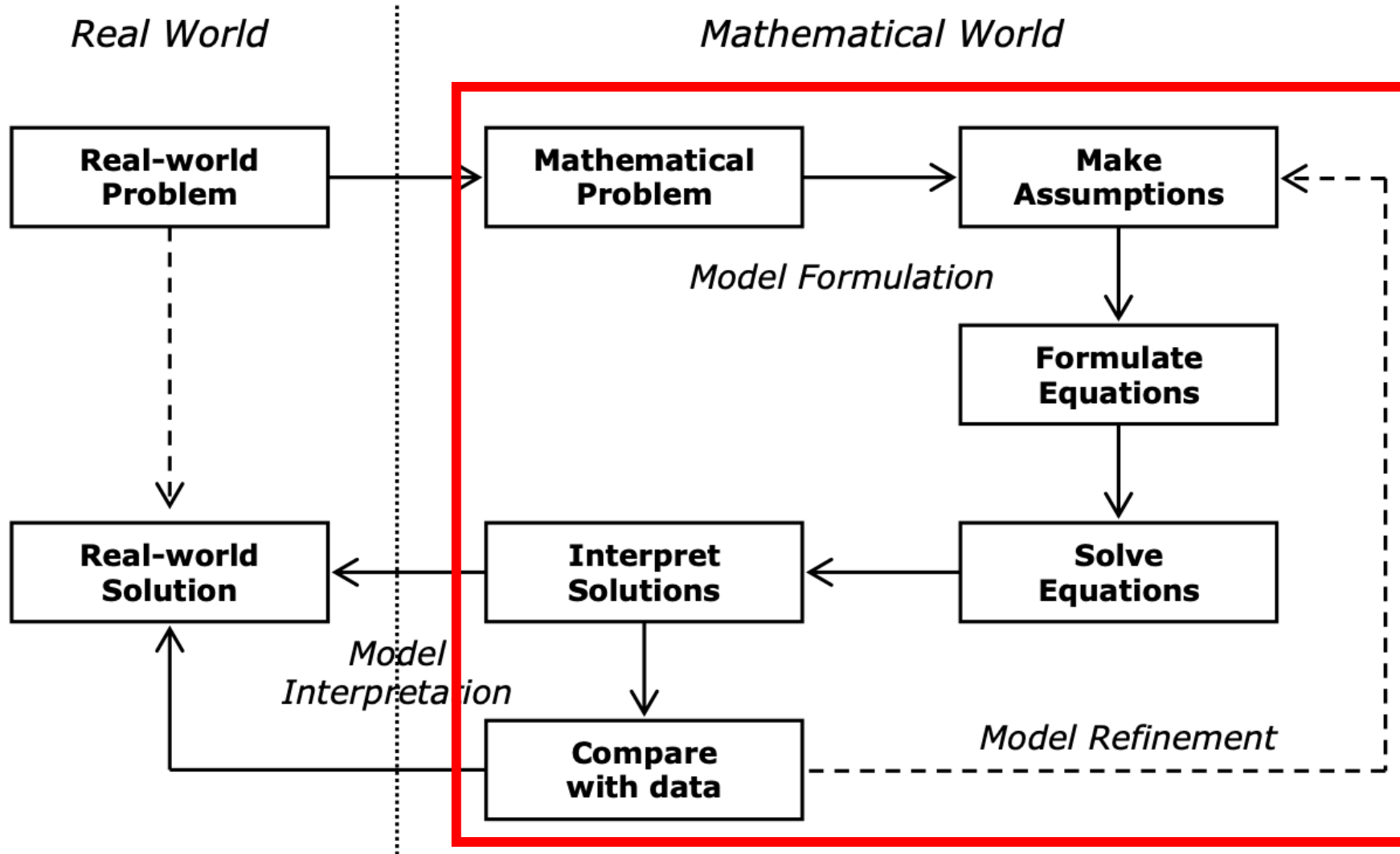


Figure 1.1: The modelling process (adapted from Ang, 2006b)



情景

你和你的組員在一次STEM比賽中突圍而出，成功奪冠。獎品是香港迪士尼樂園入場券每人一張。你們相約在6月26日（三），即考試最後一日，吃午飯後便一起到樂園遊玩。由於你們當晚需要回家吃晚飯，你們只有3小時（2:00-5:00pm）在樂園中遊玩。

你們每人都有一個想去的遊樂設施跟大家一同遊玩，所以你們達成共識，希望用最少的時間完成遊樂設施，以獲得更多時間在離園前（5:00pm）到商店街購物（即剩下越多時間越好）。

這樣，你們就想到利用數學建模，嘗試把這次到樂園遊玩的路線最佳化！

週	日期	內容
1	24.3.18-22	數學建模1：簡介
2	24.4.8-12	/
3	24.4.15-19	數學建模2：排隊時間
4	24.4.22-26	數學建模3：設施距離
5	24.4.29-5.3	/
6	24.5.6-10	數學建模4：整合1
7	24.5.13-17	數學建模5：整合2
8	24.5.20-24	數學建模6：匯報前預備
9	24.5.27-31	數學建模7：匯報1
10	24.6.3-7	數學建模8：匯報2
11	24.6.10-14	備用

UCC S2 STEM 第三學期

數學建模

ADM IT
ONE

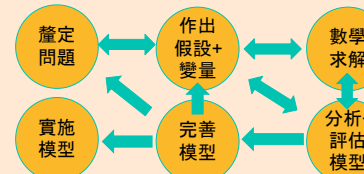
數學建模是什麼？

數學建模是一個過程，它應用數學對現實世界的現象進行表達、分析、預測或進行其他方式的深入探究。

數學建模的定位



數學建模的過程



數學建模的例子



數學建模不僅是一個知識方法，更是一種應用方法。

期望學生展現的能力

問題解決	報告解決
<ul style="list-style-type: none">● 能判斷特定問題的複雜性● 能將問題分解成更小的子問題● 能根據問題的特點選擇合適的數學模型● 能利用數學模型對問題進行預測● 能對預測結果進行驗證	<ul style="list-style-type: none">● 能選擇合適的解決方法● 能利用工具、軟件或收據數據● 能使用合適的工具● 能利用合適的數據對數學模型進行驗證
模型解釋和驗證	模型評估和改進
<ul style="list-style-type: none">● 能解釋數學模型在現實情境中的意義● 能根據數據驗證模型的準確性● 能根據結果改進模型	<ul style="list-style-type: none">● 能評估模型的合理性● 能根據需要改進模型

第三學期分組

3-4人一組
每組均需要選出1位記錄員
每堂全組同學完成工作紙後
負責遞交上 Google Classroom

數學建模：
迪士尼
機動遊戲之旅

背景資訊（參活動工作紙）

你和你的組員在一次STEM比賽中突圍而出，成功奪冠。獎品是香港迪士尼樂園入場券每人一張。你們相約在6月26日（三），即考試最後一日，吃午飯後便一起到樂園遊玩。由於你們當晚需要回家吃晚飯，你們只有3小時（2:00-5:00pm）在樂園中遊玩。

你們每人都有一个想去的遊樂設施跟大家一同遊玩，所以你們達成共識，希望用最少的時間完成遊樂設施，以獲得更多時間在樂園前（5:00pm）到商店街購物（即剩下越多時間越好）。

這樣，你們就想到利用數學建模，嘗試把這次到樂園遊玩的路線最佳化！

活動目標

- 建立一個數學模型，將每組所設計的路線最佳化
- 不需要跟其他組「鬥快」
- 只需要跟自己組的路線作比較
- 着重思考的過程、模型的建立、匯報技巧

獎品

匯報活動除了決定同學第三學期的STEM科成績外，全級表現最優秀的組別將會獲得一個機會，進入香港迪士尼樂園實測他們所建立的數學模型！詳情稍後公佈。

課堂時間表

堂	日期	內容
1	26.6.22	匯報活動 1 (匯報 1)
2	26.6.22	數學建模 1 (匯報 2)
3	26.6.23	數學建模 2 (匯報 3)
4	26.6.23	數學建模 3 (匯報 4)
5	26.6.23	數學建模 4 (匯報 5)
6	26.6.23	數學建模 5 (匯報 6)
7	26.6.23	數學建模 6 (匯報 7)
8	26.6.23	數學建模 7 (匯報 8)
9	26.6.23	匯報
10	26.6.23	匯報
11	26.6.23	匯報

任務1.1 (5分鐘)

到香港迪士尼網站找出樂園的遊樂設施列表，並選擇5個遊樂設施作為這個學期的數學建模探究活動目標。

<https://www.hongkongdisneyland.com/zh-hk/?ocated=true>

任務1.2 (5分鐘)

分組討論：

除個人意願外，當同學完成一個遊樂設施之後，

你覺得有哪些因素會影響他去選擇下一個？

任務1.3：路線設計體驗（10分鐘）



反思：

這條路線的設計理念是什麼？

你考慮了什麼因素？

還有什麼其他因素值得你收集數據並作考慮？

任務 5.1: 資料整理

假設你們當日會在二時正由閘口開始移動及遊玩。試運用任務 1.5、2.2、4.3 及 4.4 的成果，為六條路線預測到達各站遊樂設施之時間，以及當時所需要的排隊等候時間。

資訊 路線	第一站 簡寫	預計到達第一站的時間及到達時的排隊等候時間	第二站 簡寫	預計到達第二站的時間及到達時的排隊等候時間	第三站 簡寫	預計到達第三站的時間及到達時的排隊等候時間	總排隊等候時間
路線 1							
路線 2							
路線 3							
路線 4							
路線 5							
路線 6							

任務 5.3: 資料整理

利用任務 4.1、4.4、5.1、5.2，完成下表。

資訊 路線	第一站 簡寫	第二站 簡寫	第三站 簡寫	[總距離]	[總距離] 間距	[總排隊 等候時間]	[總排隊等候 時間] 間距	[先玩較有興趣的 設施] 加成 (✓)	其他因素 (如有)
路線 1									
路線 2									
路線 3									
路線 4									
路線 5									
路線 6									

任務 5.2: 小組討論

試跟組員達成共識並完成下表。

- 我們認為設施之間的移動距離對整個遊玩體驗是相對較 (a) 重要 / 不重要，所以我們建議每 (b) 100 米 / 200 米 / 300 米 / 400 米 / 500 米 / _____ 米 為一個間距。
- 我們認為設施的排隊等候時間對整個遊玩體驗是相對較 (a) 重要 / 不重要，所以我們建議每 (b) 5 分鐘 / 10 分鐘 / 15 分鐘 / 20 分鐘 / 30 分鐘 / _____ 分鐘 為一個間距。
- 我們認為先玩較有興趣的設施對整個遊玩體驗是相對較 (a) 重要 / 不重要，所以我們建議 (b) 考慮 / 不考慮 這個因素去建構數學模型。
- 我們認為 (a) _____ 對整個遊玩體驗是相對較 (b) 重要 / 不重要，所以我們建議 (c) _____ 去建構數學模型。

任務 5.4: 數學模型建立

利用任務 5.3，建立一個數學模型，並利用模型為六條路線評分。

這是我們所建立的數學模型：

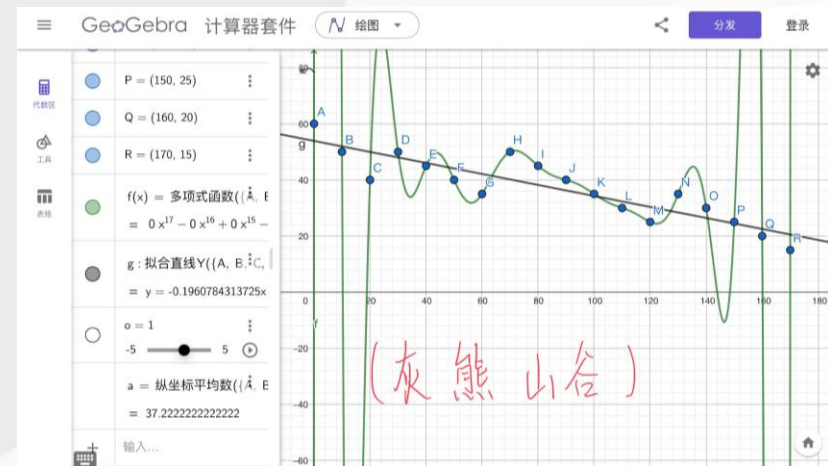
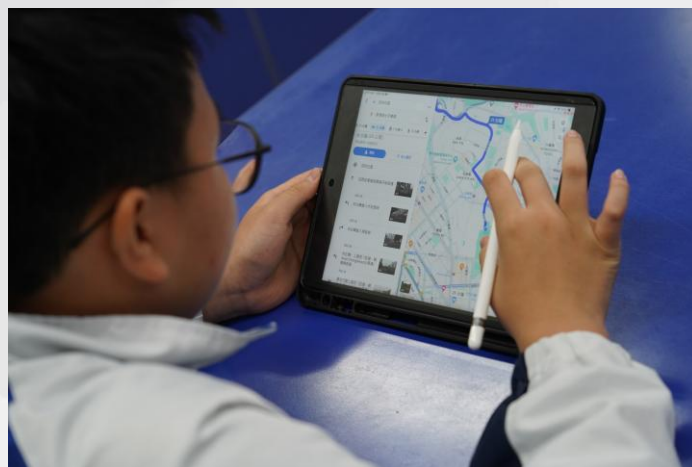
資訊 路線	第一站 簡寫	第二站 簡寫	第三站 簡寫	數學模型計算	推薦 (✓)
路線 1					
路線 2					
路線 3					
路線 4					
路線 5					
路線 6					

以我們所建立的數學模型計算，被受推薦的遊玩路線是路線 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6。

$\frac{\text{總距離}}{\text{間距}}$

+

$\frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}}$



$\frac{\text{總距離}}{\text{間距}}$

+

$\frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}}$

評分框架

項目	3分	2分	1分
a. 對情境的理解	對情境的理解清晰明確， 包含 所有關鍵細節。	對情境的理解基本正確， 但 缺少一些關鍵細節。	對情境的理解模糊，缺乏關鍵細節。
b. 做出適當的假設	假設明確、 合理 且與問題緊密相關。	假設基本 合理 ， 但 缺乏一些關聯性。	假設不明確或不適用於問題。
c. 辨識問題中的因數/變數	全面、明確地辨識問題中的所有因素或變數。	辨識的因素或變數有限，缺乏完整性。	未能明確辨識問題中的因素或變數。
d. 利用適當工具收集數據	選擇了適當的工具並有效地收集到數據。	選擇了基本 合適 的工具， 但 收集過程存在一些問題。	選擇的工具 不合適 或使用不當。
e. 使用相關且正確的數學概念來處理數據	正確且全面地應用了相關的數學概念來處理數據。	應用的數學概念基本正確， 但 存在一些錯誤或不完整。	未能適當地應用數學概念來處理數據。
f. 向 AI 提出適當問題	提出與研究問題緊密相關的問題。	提出的問題基本 合理 ， 但 缺乏一些深度或意義。	提出的問題與研究問題不相關。
g. 使用邏輯正確的模型	使用的模型邏輯清晰、完整且 合理 。	模型邏輯基本正確， 但 存在一些不完整或不一致之處。	所使用的模型邏輯不清晰或存在嚴重的錯誤。
h. 正確解讀模型結果在情境中的意義	正確解讀模型結果並能提供有意義且完整的解釋。	解讀的模型結果基本正確， 但 缺乏一些關鍵的连接或解釋。	未能正確解讀模型結果或未能將其與情境相關聯。
i. 最佳路線介紹	最佳路線介紹清晰、有邏輯且提供了充分的解釋。	最佳路線介紹基本清晰， 但 缺乏一些關鍵細節或邏輯連接。	最佳路線介紹不清晰或未能提供充分的解釋。
j. 滙報表現、分工	滙報表現清晰、有組織且展示出有效的團隊分工 和合作 。	滙報表現基本有組織， 但 仍存在一些混亂或分工不平衡。	滙報表現混亂、無組織或分工不清晰。
k. 簡報設計	簡報設計美觀、清晰且運用了適當的視覺元素來支持滙報內容。	簡報設計基本清晰， 但 仍存在一些混亂或視覺元素不適切。	簡報設計混亂、難以理解或缺乏適當的視覺元素。

背景資料

在 2 月 23 日 09:00-12:00 去迪士尼 只有 3 小時遊玩

用最少的時間完成遊樂設施

我們獲得更多時間在樂園別處逛街購樂園遊玩的最佳路線!

收集數據

設施之間的距離

準確度較低
距離太近無法顯示準確的距離

大約預計之間的距離

設施	1	2	3	4	5
1	400	400	700	700	650
2	700	300	100	20	170
3	700	170	30	40	180
4	700	170	30	40	180
5	650	170	170	180	240

我們的數學模型

考慮以下因素

- 興趣
- 用最短時間
- 設施之間的距離
- 各設施不同時段的排隊時間
- 各個因素的重要性

最佳路線展示

共用 30 分鐘
餘下時間去商店街購物

運用以下數據

收集資料

數學建模包含三大要素

將實際問題抽象成數學問題，即數學模型

將數學問題進行求解，即模型計算

運用得出的結論去解決實際問題，探索奧秘發現真理，即模型應用。

收集數據

排隊時間

準確度較低
不能準確地預測到當日的排隊時間及人數

預計星期三平均排隊時間

設施	1	2	3	4	5
1	28	22	27	17	0
2	28	20	25	20	0
3	28	20	25	17	0

我們用以下方法預測以下時間段的排隊時間：

Arithmetic, Chi-Square, Mean(Yt) (適合我們的選擇)

人工智能諮詢

我們不會採納人工智能的意見

例如遊樂設施，建議考慮體力狀況，但我們覺得正常情況下大家都有充足體力參與，若考慮意見，反而會破壞了原先較完美的路線，令路線更加混亂。

數學模型認證

我哋最終選擇數值最高的路線，既能省時間間路程，亦是建於我哋興趣之上。如下次拿到更真實即時數據來自網上的數據，例如一手資料，希望結果可以更準確。

數學建模的概念

數學建模是一個過程，它應用數學對現實世界的現象進行表達、分析、預測或進行其他方式的深入探究。

數學建模是指利用數學概念和語言描述現實世界的情況，測試構思並通過數學計算和分解對情況作出估計。

假設、考慮因素

排隊時間
興趣
總距離
天氣

收集數據

近日天氣都多雨，當日可能會受影響，因此我們預鬆了時間，避免突發情況發生。

Day	Temp	Wind
Today	28°	30°
Tue	28°	30°
Wed	28°	30°
Thu	28°	30°
Fri	28°	30°
Sat	28°	30°
Sun	28°	30°
Mon	28°	31°
Tue	28°	31°
Wed	28°	30°

數學模型運算解釋

$100 - (\frac{\text{總距離}}{\text{間距}} + \frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}}) + \text{興趣}$

總距離及總排隊時間越大代表越不理想，考慮與其他因素以高分顯示，我們使用減去總距離及總排隊時間間距，因總距離及總排隊時間單位不同，所以運用間距將其變成數值。而我們在總排隊時間用了一個較小的間距，代表著這個因素較為重要。例如當排隊時間除以這個較小的間距時，數值相對變得較大。

機動遊戲之旅

麥庭恩 王曉潼 鍾詩欣 黃凱晴

目標

建立數學模型，將所設計的路線最佳化。

不需跟其他組比較，只需要跟自己組的路線作比較。

著重思考的過程，模型的建立，匯報技巧。

收集數據

興趣

根據人與興趣達成的共識

設施	1	2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	7
3	4	5	6	7	8
4	5	6	7	8	9
5	6	7	8	9	10

數學模型運算

以我們所建立的數學模型計算，按受推薦的游玩路線是路線 1, 2, 3, 4, 5, 6。

路線	1	2	3	4	5	6
1	U	D	B	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{22}{20}) + 9) = 44.8$		
2	U	B	D	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{27}{20}) + 10) = 48.36$		
3	U	D	B	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{25}{20}) + 8) = 44.32$		✓
4	D	U	B	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{25}{20}) + 5) = 43.28$		
5	B	U	D	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{27}{20}) + 7) = 41.28$		
6	B	D	U	$(80 - (\frac{28}{28} + \frac{27}{20}) + 6) = 41.8$		



班際比賽



級際比賽



得獎組別

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

1. 以學生的語言進行解釋
2. 抄襲網路資料
3. 未能準確地表達數學建模的概念

例子：

- 是一種利用數學公式來描述、分析和解決現實世界中的問題的過程和方法。
- 它涉及現實世界的問題轉化為數學的問題，並使用數學方法來將問題簡單化，有利於解決問題。

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

同學起初以為最好的路線為最快完成，
未有考慮其他因素



例子：

1. 在不同的原則下，哪條線會餘下的時間較多
2. 建立一個數學模型，將所設計的路線最佳化，以最快的速度，最喜歡的機動遊戲和以最短的距離去玩機動遊戲。

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

未能提出一些與數學相關的假設

假設

Q：活動初期的假設 原則

假設

- 1.當日是复活节假期
- 2.所選設施是我們喜歡的
- 3.那天天氣晴朗
- 4.每十分鐘為一個組間距

原則

- 1.做最壞的打算（假期人流量多）
- 2.按興趣愛好選擇
- 3.園區裡人較多
- 4.收集的時間更準確



數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

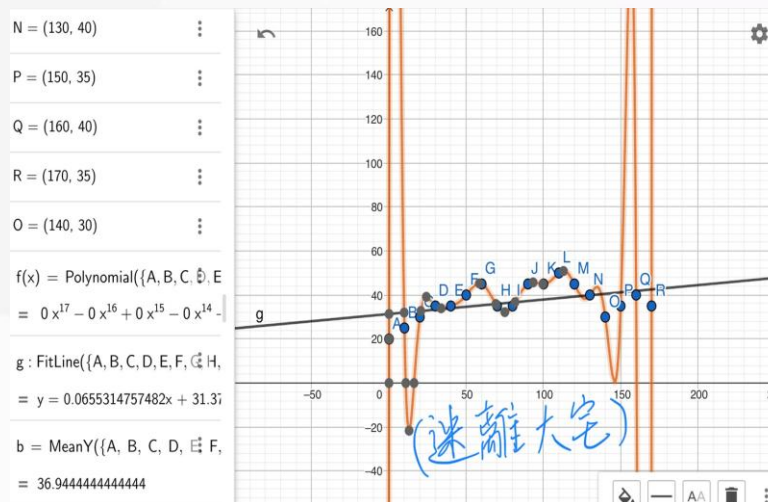
組員反思

1. 所有同學都能透過表格整理數據
2. 少數同學甚至能運用不同的軟件來整理數據

中二級 STEM 數學建模 活動工作紙

2:30p.m.	35min	35min	50min	40min	10min
2:40p.m.	35min	40min	45min	45min	15min
2:50p.m.	40min	35min	40min	50min	20min
3:00p.m.	45min	40min	35min	45min	25min
3:10p.m.	30min	30min	50min	30min	30min
3:20p.m.	35min	25min	45min	35min	35min
3:30p.m.	40min	20min	40min	40min	40min
3:40p.m.	45min	15min	35min	35min	35min
3:50p.m.	50min	20min	30min	30min	30min
4:00p.m.	45min	25min	25min	25min	25min
4:10p.m.	40min	30min	35min	20min	35min
4:20p.m.	30min	35min	30min	30min	40min
4:30p.m.	35min	20min	25min	35min	30min
4:50p.m.	40min	15min	20min	30min	25min
5:00p.m.	35min	10min	15min	20min	10min

設施 \ 時間	1. 迷離大宅	2. 彈簧狗	3. 灰熊山谷	4. 星戰极速穿梭	5. 森林河流之旅
2:00p.m.	20 min	30min	60min	30min	15min
2:10p.m.	25 min	35min	50min	35min	10 min
2:20p.m.	30 min	40min	45min	35min	5 min



數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

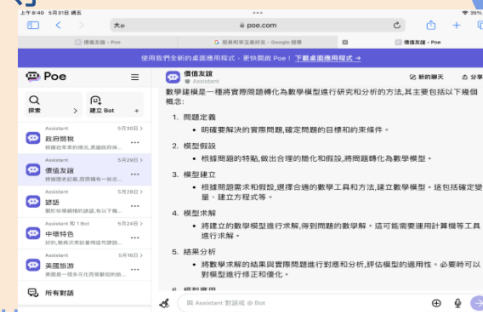
組員反思

1. 同學未能提出有效的問題（提示）
2. 同學未有進一步追問
3. 同學未能分析AI的回答，以改善計劃

人工智能諮詢

直到現在，我們設計迪士尼遊玩路線會考慮的設施的排隊時長，之間的距離、你們的興趣及 / 或設施遊玩時長

我們會採納人工智能的建議，因為可最大化增加遊樂設施的體驗，亦可節約時間，避免減少時間遊玩設施和避免過度疲勞等



數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

1. 所有同學都能建立數學模型
2. 只有少部分同學能有效解釋該模型

A.

$$50 - \left(\frac{\text{總距離}}{\text{間距}} + \frac{\text{總排隊等候時間}}{\text{間距}} \right) + \text{較有興趣近處}$$

B.

$$\frac{\text{總距離}}{\text{間距}} + \frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}}$$

C.

$$\frac{\text{總距離} + \text{總排隊等候時間}}{\text{間距}}$$

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

數學模型運算解釋

$$100 - \left(\frac{\text{總距離}}{\text{間距}} + \frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}} \right) + \text{興趣}$$

"100-" 因總距離及總排隊時間越大代表越不理想，考慮與其他因素以高分顯示，我們使用100減去總距離及總排隊時間

"間距" 因總距離及總排隊時間單位不同，所以運用間距將其變成數值。而我們在"總排隊時間"用了一個較少的間距，代表著這個因素較為重要。例如當排隊時間除以這個較少的間距時，數值相對變得較大。

按興趣程度加不同分數 e.g.10,9,8

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

數學模型運算

U=沖天遙控車
B=玩具兵團降落傘
D=轉轉彈簧狗

$$100 - \left(\frac{\text{總距離}}{\text{間距}} + \frac{\text{總排隊時間}}{\text{間距}} \right) + \text{興趣}$$

資訊 路線	第一站 簡寫	第二站 簡寫	第三站 簡寫	數學模型計算	推薦(✓)
路線1	U	D	B	$100 - \left(\frac{1520}{25} + \frac{85}{25} \right) + 9 = 44.8$	
路線2	U	B	D	$100 - \left(\frac{1460}{25} + \frac{81}{25} \right) + 10 = 48.36$	✓
路線3	D	B	U	$100 - \left(\frac{1460}{25} + \frac{82}{25} \right) + 8 = 46.32$	
路線4	D	U	B	$100 - \left(\frac{1460}{25} + \frac{83}{25} \right) + 5 = 43.28$	
路線5	B	U	D	$100 - \left(\frac{1560}{25} + \frac{83}{25} \right) + 7 = 41.28$	
路線6	B	D	U	$100 - \left(\frac{1520}{25} + \frac{85}{25} \right) + 6 = 41.8$	

以我們所建立的數學模型計算，被受推薦的遊玩路線是路線 1/2/3/4/5/6。

數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

最佳路線展示

起點 門口	到達 時間	排隊 時間	遊玩 時間	結束 時間
➔迷 離	2:10 pm	25min	6min	2:41pm
➔灰 熊	2:42 pm	45min	3min	3:30pm
➔星 戰	3:37 pm	40min	4min	4:21pm
➔大 街	4:24 pm			5:00pm



數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

1. 從因素上能找出部分值得懷疑的地方
2. 認證未能與數學建立連接

數學模型認證

(取計算結果最小的為最佳路線)

Q：對於數學模型的選擇，你們覺得合理嗎？有沒有值得懷疑的地方，如何令其更完善？

合理，但能更加完善

值得懷疑的地方：排隊時間會根據天氣和日期所變動

如何令其更完善：需要結合公眾假期和平日的排隊時間，同時考慮天氣因素，取這兩個影響因素情況下排隊時間的平均值



數學建模的概念

探究問題

假設

數據收集

人工智能諮詢

數學模型

數學模型運算

數學認證

組員反思

1. 認識並欣賞如何運用數學建模解決日常生活問題
2. 利用表格或軟件來整理數據
3. 在建立數學模型的過程中，了解到應該考慮到各種不同的影響因素
4. 提高對數學的興趣

「種籽」計劃：將數學建模融入中學數學以促進STEAM 教育

- 提供不同的資源，並共同設計此次活動
- 優化工作紙的內容
- 觀課後提供建議和改善方法

中學數學教師建模增潤證書課程

- 了解到不同的數學建模教學方法
- 透過與其他同學共同設計數學建模的教學，從而優化此次計劃
- 學習到如何建立評分標準

香港數學和科學課程領導上海交流團

參觀

- 復旦大學
- 華東師範大學
- 上海師範大學UNESCO教師教育中心
- 香港中文大學上海中心
- 上海五角場創新創業學院
- 上海數學與交叉學科研究院
- 上海市教育科學研究院

中、小學觀課

格致中學 (STEAM Education 課堂)

上海市黃浦區蓬萊路第二小學 (數學)



在交流團對此計劃的反思：

1. 除了與學生生活相連接，並加強素養學習，希望學生能學習到永續發展目標
2. 認識如何加強在數學建模中假設和認證的學習
3. 在教學過程中，不斷重複數學建模的循環
4. 需要進一步強化電腦軟件和人工智能的應用
5. 從上海的課業設計中學習，以優化這次的工作紙

展望

- 已申請香港教育局教育研究獎勵計劃2023/24接納，將於八月提交論文，題目為「優化迪士尼樂園遊覽：通過ChatGPT整合增強數學建模」。
- 將於2024年7月在2024 International Conference on Open and Innovative Education (ICOIE 2024) 分享在 Infusing Artificial Intelligence (AI) in teaching secondary school mathematics 地點為香港都會大學。
- 已邀請香港大學莫雅慈教授及香港都會大學鄭永健高級講師共同研究如何在數學建模中運用AI。
- 參與2024-2025年香港教育局「種籽」計劃「將數學建模融入中學數學科以促進STEAM教育」。

— END —
THANK YOU

