

陳同學	回饋建議
書審老師A	整體排版非常整齊，因此閱讀起來很舒服。 此外作品中的圖、表、流程與心智圖都運用的恰當，讓人立刻就知道重點。 除此之外，這份檔案中最大的亮點； 即是每次實驗課程都會帶給學生不同的反思，並且學生也從反思中努力的成長。 總而言之，這份檔案能感受到學生的認真與努力。
書審老師B	課程學習歷程詳實，且佐附各類實驗成果、分析所知所得，更能夠了解自我的成長軌跡，非常值得鼓勵！雖可以理解難以割捨兩份全心投入的作品，仍建議以物理科及地球科學科不同科別及檔案投稿競賽，避免評委前後對比放大缺遺之處。
書審老師C	學習成果作品具體展現了核心學習與探究能力，包含問題解決與深度反思，是一件相當優秀的探究實作成果作品。建議可以打破物理與地科單元，以科學探究能力呈現最後成果與應用。 繼續努力，期待看到更精彩的成果！

物理與地球科學 探究與實作

學校：成功高級中學

班級：114

座號：23

姓名：陳同學

指導老師：鄭隆傑老師、張硯香老師

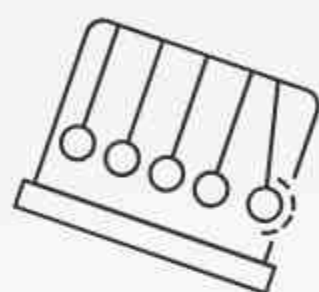


課程學習成果

目錄

百字簡述.....	P.1
-----------	-----

一、物理部分



01課程介紹.....	P.2
02課程成果.....	P.2
03學期綜合統整.....	P.8
04心得與反思.....	P.9

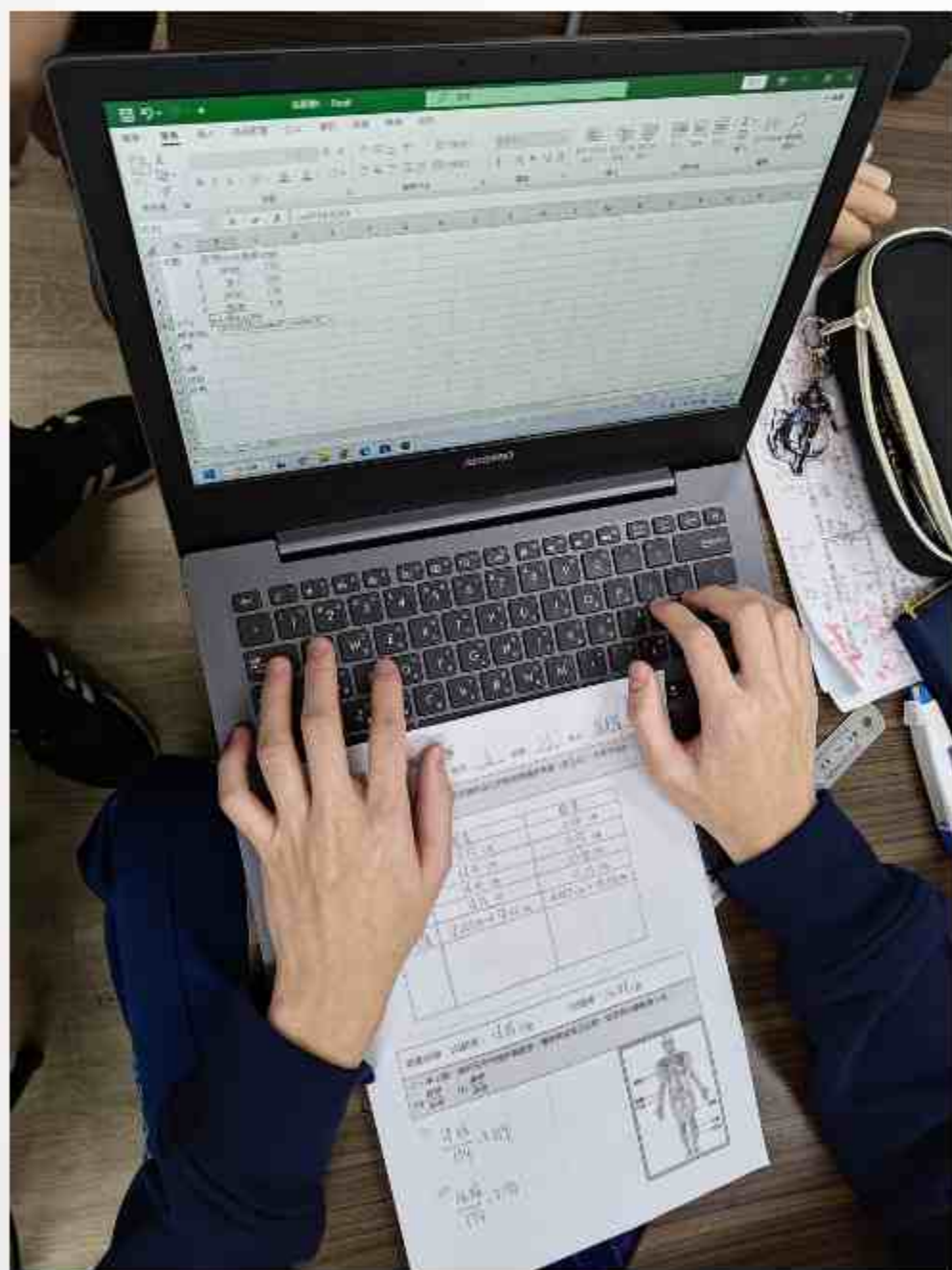
二、地球科學部分



01課程架構.....	P.10
02課程學習內容與成果.....	P.10
03參加競賽.....	P.19
04學期綜合統整.....	P.20
05心得與反思.....	P.21
06附錄-期末簡報.....	P.22

百字簡述

本學期的課程分為物理探究和地科探究兩部分。物理探究強調補充物理知識，引導測量觀念，實驗數據分析。地科探究則培養觀察、問題發現、實驗設計及報告技能。我體會到探究的核心在於自我解決能力的提升，而非僅在實驗結果。



數據分析

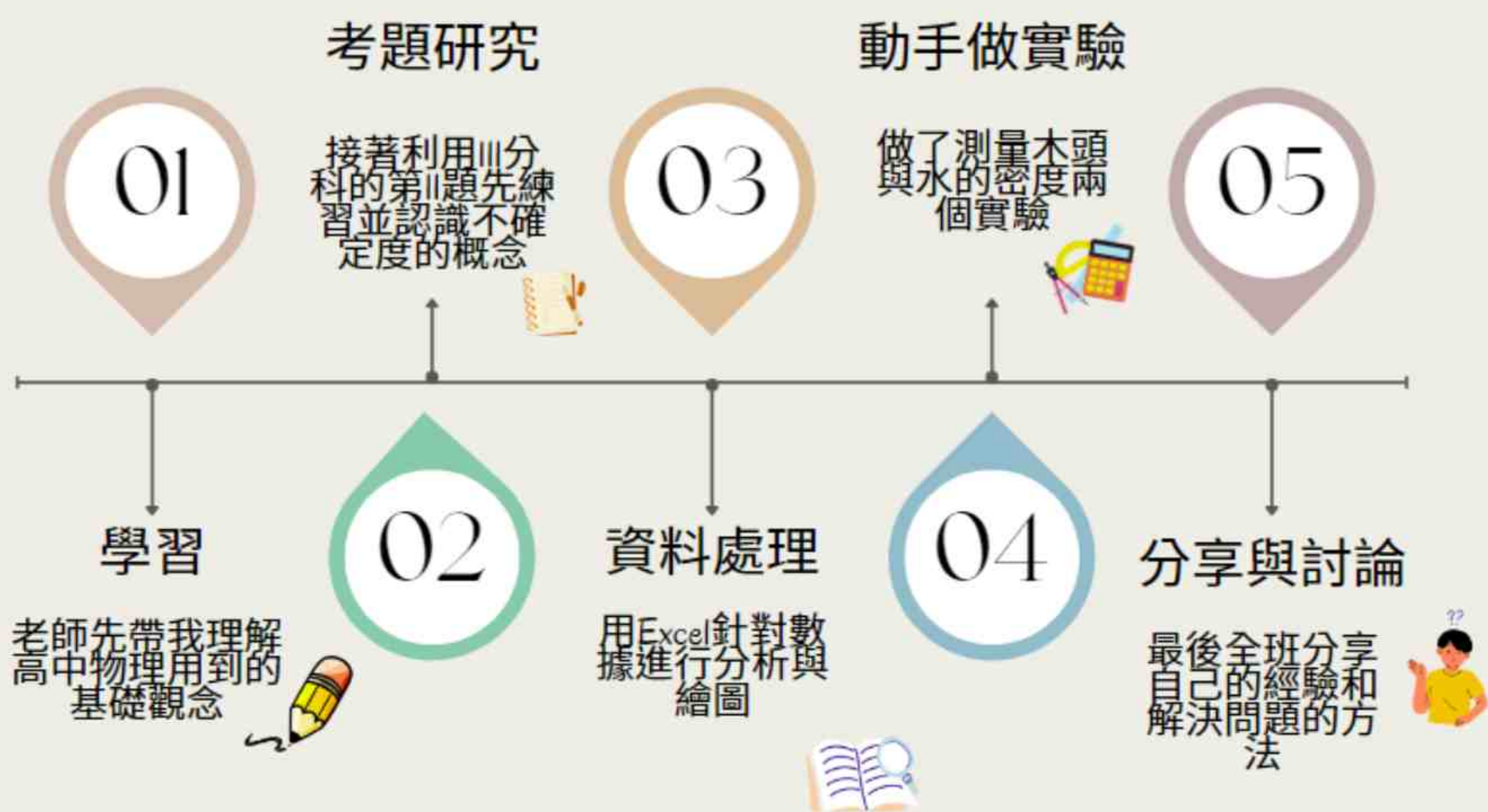


地科探究-設計實驗

物理部分

01課程介紹

物理探究 學習歷程



物理探究課程步驟

02課程成果

課程一：物理量、SI單位與因次

1.內容

我們先了解物理的定義，接著認識物理量和國際SI單位，最後認識幾個常用的導出量。

2.遇到的問題

在遇到運動學時，高一數學的知識不夠應付向量、微積分的運算，只能使我暫時透過抄寫筆記來理解，無法自行運算。

3. 解決方法

除了上課聽講以外，我也會在課餘時間簡單研究運動學相關的知識。透過閱讀書籍、上網蒐集資料，我努力理解上課學習到的理論知識。同時，我也進行自主學習，透過網路上的科普影片(參考youtube-吳旭明x蔡佳玲-物理學習網這個頻道)來擴充我的知識。這樣的學習方式讓我能夠更初步地理解物理與數學的觀念，並更有效地應對在上課過程中遇到的困難。

貳. 基本量

(一) 基本量與其SI單位:

中文		英文		SI單位		因次
基本量	基本量	中文	英文	符號	符號	符號
質量	mass	公斤	kilogram	kg	(M)	(M)
時間	time	秒	second	s	(T)	(T)
長度	length	公尺	meter	m	(L)	(L)
溫度	temperature	克耳文	Kelvin	K	(Θ)	(Θ)
電流	electric current	安培	Ampere	A	(I)	(I)
光強度	luminous intensity	燭光	candela	cd	(J)	(J)
物質量	amount of substance	莫耳	mole	mol	(N)	(N)

P13 P14

(二) 單位的前置詞:

英文	中文	符號	舉例
tera	兆	T	1TB = 10 ¹² Byte = 1兆位元組
giga	吉	G	1Gm = 10 ⁹ m = 1吉公尺
mega	百萬	M	1Mpc = 10 ⁶ pc = 1百萬秒差距
kilo	千	k	1km = 10 ³ m = 1千公尺

英文	中文	符號	舉例
milli	毫	m	1mm = 10 ⁻³ m = 1毫米
micro	微	μ	1μm = 10 ⁻⁶ m = 1微米
nano	奈	n	1nA = 10 ⁻⁹ A = 1奈安培
pico	皮	p	1ps = 10 ⁻¹² s = 1皮秒
femto	飛	f	1fm = 10 ⁻¹⁵ m = 1飛米

英文	中文	符號	舉例
hecto	百	h	1hPa = 10 ² Pa = 1百帕
deci	分	d	1dB = 10 ⁻¹ B = 1分貝

P15 P16

上課物理基本量筆記

一. 平均加速度 (average acceleration):

(一) 公式: $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$

(二) 為 向量.

1. 平均加速度的 方向 與 瞬時速度變化 有相同的方向.

2. 平均加速度的 量值

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

P37

(三) SI單位: $\left[\frac{\text{公尺}}{\text{秒}^2}\right] = \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$

(四) 因次分析:

1. 由公式: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$

2. 因次為: $[\text{m}][\text{s}]^{-2}$

3. 由 2 個基本量所組成.

(五) 物理意義:

1. 速度變化 除以 時間變化.

2. 速度 對 時間 的 變化率.

3. 速度的 時變率.

P38

四. 瞬時 加速度 (instantaneous acceleration):

(一) 公式: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

(二) 為 向量.

1. 加速度的 方向 與 極小速度變化 有相同的方向.

2. 加速度的 量值

$a = \frac{dv}{dt}$

P39

(三) 物理意義:

1. 極小的 速度變化 除以 極小的 時間變化.

2. 瞬時速度 對時間 微分.

3. 瞬時速度 對時間 圖形 的 切線斜率.

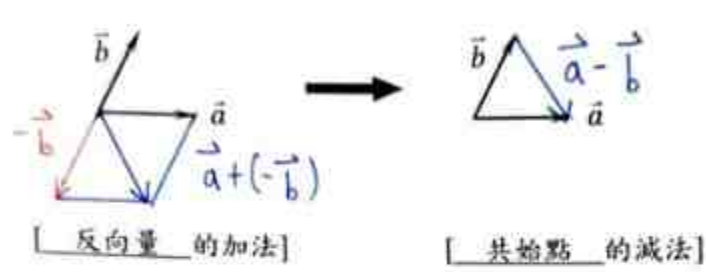
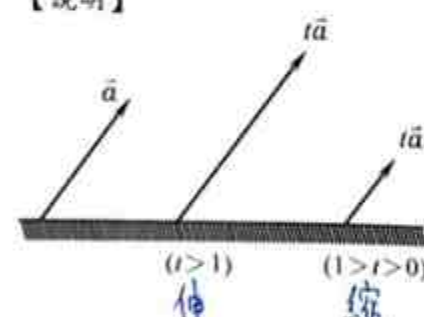
P40

上課物理加速度筆記

4. 收穫

這堂課使我了解到數學是物理的語言，也從自主學習中從錯誤中學習的道理。這也使我反思，我們經常只尋求得得出標準答案，錯誤的想法常常被忽略，因此這堂課使

我重新詮釋科學的價值，除了學會已知的現象與定理，更使我想起科學只是暫時性的真理，因此我學會帶著批判與獨立思考的態度以及不怕犯錯與嘗試的道理面對之後的挑戰。

8. 導數的速度意義 設一個運動質點 P 其位移函數為 $s(t)$，t 表時間，則： (1) 質點 P 的速度函數為 $v(t)=s'(t)$ 質點 P 在 $t=t_0$ 的瞬時速度為 $s'(t_0)$ (2) 質點 P 的加速度函數為 $a(t)=s''(t)$ 質點 P 在 $t=t_0$ 的瞬時加速度為 $s''(t_0)$ 【練習】 1. 一運動質點 P 其位移函數為 $s(t)=50t+\frac{4.9}{2}t^2$，$t$ 表時間，則 (1) 此質點 P 在時刻 $t=3$ 的瞬時速度為 <u>64.7</u> (2) 此質點 P 在時刻 $t=3$ 的瞬時加速度為 <u>4.9</u> 1) $4.9t+50=14.7+50=64.7$ 2) 4.9 2. $s(t)=s_0$ 靜止 $\Rightarrow v(t)=? 0$ $s(t)=s_0+v_0t$ 等速 $\Rightarrow v(t)=? V_0$ $s(t)=s_0+v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 等加速 $\Rightarrow v(t)=? V_0+at$	5. 向量的減法 (1) 意義：反向量 的加法 (2) 圖解法：  (3) 座標表示法：設 $\vec{a}=(x_1,y_1)$，$\vec{b}=(x_2,y_2)$，則 $\vec{a}-\vec{b}=(x_1-x_2,y_1-y_2)$ 6. 向量的係數積 (1) 意義：將向量加以 伸縮 或 反轉 【說明】  (2) 定義：設 $\vec{a}$ 為向量，t 為純量，則： ① $t > 0$ 時，$t\vec{a}$ 與 $\vec{a}$ 同向，大小為 $t\vec{a}$ ② $t < 0$ 時，$t\vec{a}$ 與 $\vec{a}$ 反向，大小為 $t\vec{a}$ (3) 單位向量：長度為 1 的向量，$\vec{a}$ 方向上的單位向量記作 $\vec{u}_a = \frac{\vec{a}}{ \vec{a} }$ (4) 座標表示法：設 $\vec{a}=(x,y)$，$t \in \mathbb{R}$，則 $t\vec{a} = t(x,y) = (tx,ty)$，$t \in \mathbb{R}$
課後自學微分初認識	課後自學向量初認識

課程二：測量與不確定度

1. 內容

我們從111分科測驗考題欣賞開始，接著透過閱讀指定資料，半聽課半自學的方式了解不確定度，並用Excel實際操作。

2. 遇到的問題

剛開始面對這個部分無法記住這麼龐大的資訊量。

3. 解決方法

我利用口訣的方式幫助我自己記憶，像組合不確定度我就用類似畢氏定理的概念記住。

4. 收穫

這堂課使我了解到計算不確定度的方法，也加強了我的數學觀念。除了掌握基本理論外，我還透過解題練習和實際應用來深化對數學概念的理解。此外，這堂課還訓練了我的邏輯思維和表達能力。通過分析問題、提出解決方案以及清晰地表達自己的想法，我學會了如何將抽象的數學概念轉化為算式計算。這樣的學習經歷不僅擴展了我的知識領域，也提升了我的問題解決能力。

四、測驗三：團體測驗（閱讀素養題）：〔作答時間 20 分鐘〕（每題 10 分）

(一)下列有關不確定度的概念，何者正確？〔多選題〕

- (A)所有的測量都存在不確定性，只有在同時給出「測量值」與其「不確定度」的情況下，測量結果才算完整
- (B)不確定度會受到環境及人為誤差的影響
- (C)不確定度會受到測量儀器的不同而造成影響
- (D)測量的次數愈多，不確定度的數值愈小；因此，測量的次數只要無限大，不確定度會降為零
- (E)使用最小刻度為 1 公分的米尺測量手臂的長度，若測量 10 次的數據均為 58.2 公分，則此次測量的不確定度為零。

Ans: ABC。

(二)請寫出平均值 $\bar{x}$ 的公式（如有代號須說明其意義）。

Ans: $\frac{\sum_{i=1}^N (x_i)}{N}$ ($\sum$ 級數和, N 個數) x_i 為第 i 次測量的數據, N 為測量的次數 8

(三)請寫出標準差 s 的公式（如有代號須說明其意義）。

Ans: $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$ ($\bar{x}$ 為平均值, $\sum$ 級數和, N 個數) x_i 為第 i 次測量的數據, N 為測量的次數 8

(四)請寫出不確定度的 A 類評估 u_A 之公式（如有代號須說明其意義）。

Ans: $\frac{s}{\sqrt{N}}$ (s 標準差, N 個數) N 為測量的次數 9

(五)請寫出不確定度的 B 類評估 u_B 之公式（如有代號須說明其意義）。

Ans: $\frac{\text{最小刻度}}{2\sqrt{3}}$ 10

(六)請寫出的不確定度 u 的公式（以 u_A 及 u_B 來表示）。

Ans: $\sqrt{u_A^2 + u_B^2}$ (u_A 不確定度 A 類, u_B 不確定度 B 類)

第 5 頁/共 8 頁



QR碼

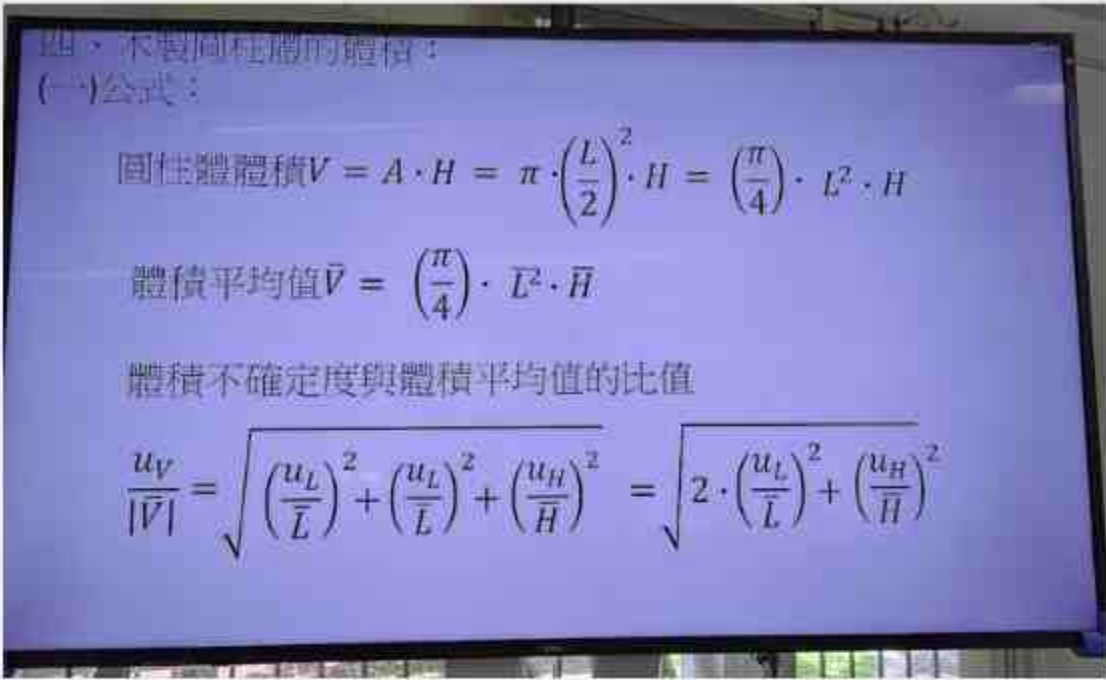
課堂閱讀資料與
111分科試題練習

課程三：木製圓柱密度的測量

理解實驗

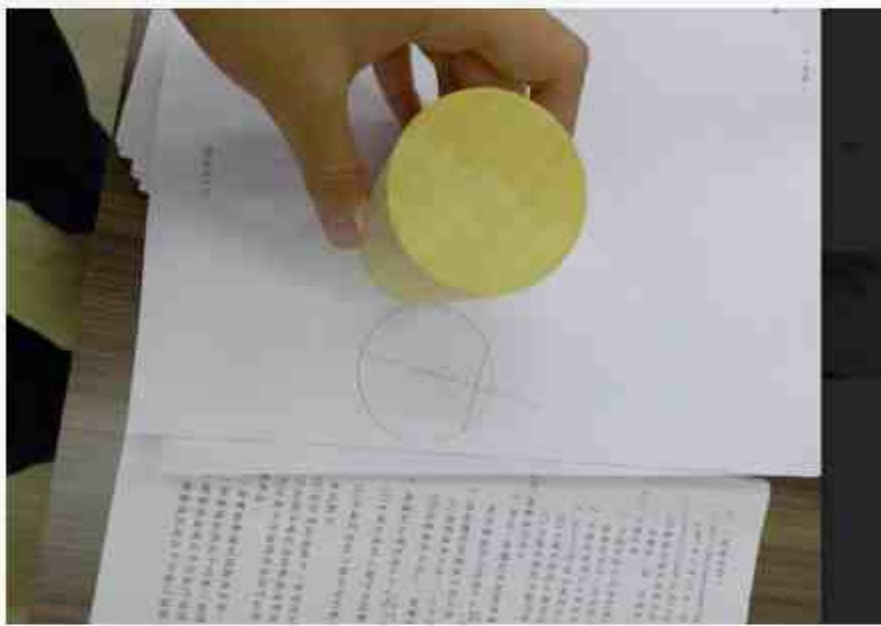
實驗流程：

- (1)熟悉實驗的計算公式
- (2)測量木製圓柱的高度8次
- (3)測量木製圓柱的直徑8次
- (4)測量木製圓柱的質量8次
- (5)計算與分析



理解實驗公式

操作實驗



測量木製圓柱直徑



用磅秤測量質量

計算不確定度

	A	B	C	D
1		直徑	高度	質量
2	1	5.81	8.91	82
3	2	5.83	8.92	81
4	3	5.82	8.9	83
5	4	5.82	8.93	81
6	5	5.84	8.87	83
7	6	5.81	8.89	84
8	7	5.81	8.88	81
9	8	5.83	8.91	81
10	平均值	5.82125	8.90125	82
11	標準差	0.01125991626	0.02031009601	1.195228609
12	A	0.003980981573	0.007180703308	0.4225771274
13	B	0.02886751359	0.02886751359	2.886751359
14	不確定度			

數據分析時畫面



QR碼

完整5頁報告+心得

課程小心得：
在做完實驗後，我發現原來一個簡單的實驗背後有許多值得注意的細節，因此也提醒我做事要仔細，不能忽略任何小事。

撰寫報告與心得

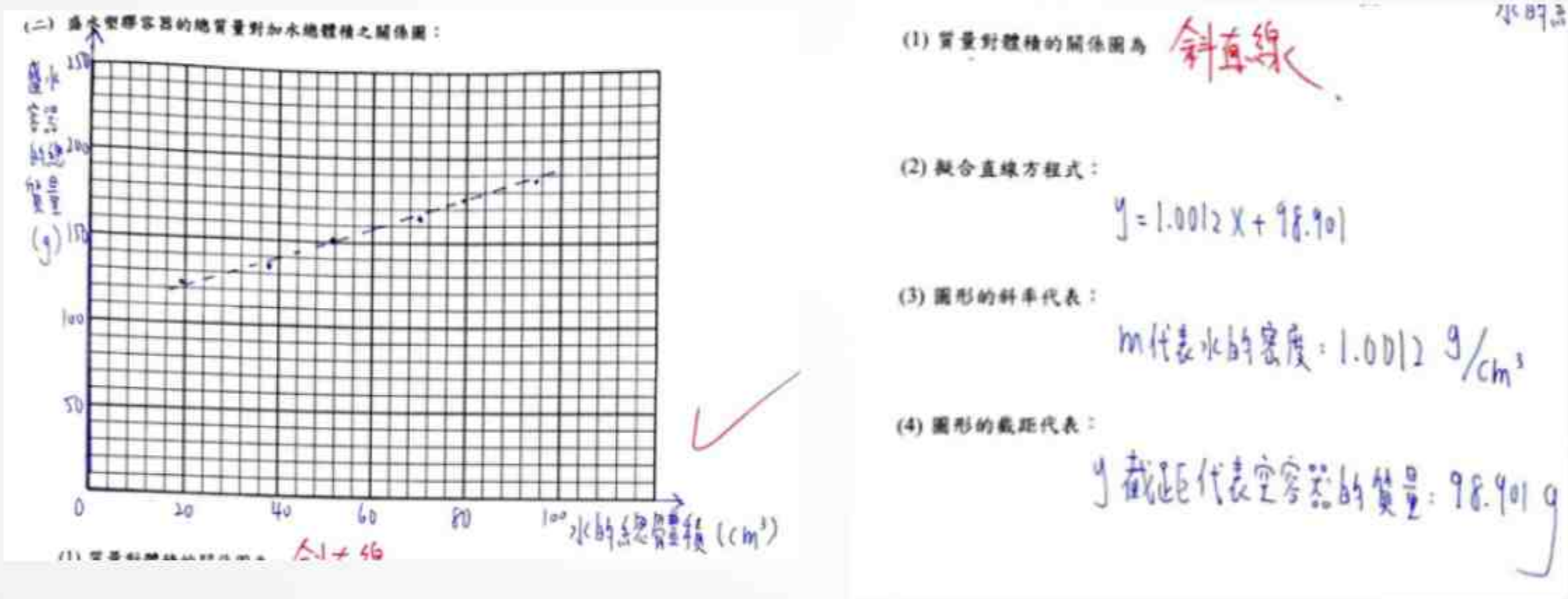
課程四、水密度的測量

測量質量的儀器	☒ 磅秤 ☐ 電子秤						
儀器的規格	最大限度：3000 (g) 最小刻度：10 (g)						
測量同學	1	2	3	4	5	6	平均值
塑膠容器質量 $m(g)$	100	101	103	102	100	101	101.2

實驗設置

測量值 加水次數	水的總體積(cm^3) $\bar{V}_t = \bar{V}_1 + \bar{V}_2 + \dots + \bar{V}_i$	盛水塑膠容器的總質量(g) $\bar{M}_i$
$i=1$	19.32	118.8
$i=2$	36.38	135.7
$i=3$	51.68	150.5
$i=4$	67.78	165.2
$i=5$	79.10	177.9
$i=6$	90.62	191.0

紀錄水的總體積與容器總質量



製圖與分析

捌、省思與展望：

- 1. 因為此次量質量的磅秤最小刻度為10g，導致質量測量不夠準確，希望下次能夠用較精準的儀器以減少誤差。
- 2. 因此次實驗因為每個人讀出數字不同、水的溫度不確定、環境干擾(桌子不平、電扇吹拂...)，所以有些許誤差。
- 3. 此次實驗我從測量水體積時學會大家取得共識並集思廣益，還有學習繪製圖表的能力，使我受益良多。

省思和展望

設置實驗

操作實驗

製圖

撰寫報告與心得

03學期綜合統整



在這學期的物理探究與實作課程中，我吸收了許多知識和學習到很多經驗。首先，我先認識了物理量、SI單位與因次，幫助我在做實驗時先認識與了解這些現象的觀念與測量方法，也有助於推測現象的可能成因，更為之後的數據分析、假設驗證、判斷實驗變因設下基礎。

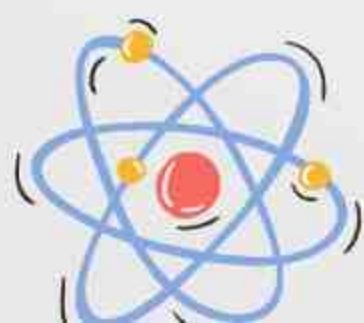
接著我先透過111分科測驗物理考科的題目認識不確定度的觀念，這不僅使我了解每個測量都存在誤差以外，更讓我了解每組實驗都需要3個數據取平均才能代表實驗結果的道理，使我釐清疑惑，並有條理地思考問題。

再來，我做了測量木製圓柱體的密度這個實驗，跟國中不同的方面是我們是自己動手擬定研究計畫，選擇適合的器材，並推導出兩物理量相乘除後的不確定度計算方式，並利用資訊與數學等方法有效整理資料數據，提出分析結果與相關證據，最後提出結論和問題的解決方法。

在課程中後部分，我做了另一個實驗：測量水的密度，這次實驗我加強了數據分析與圖表繪製這方面的計算與處理，並漸漸學習如何在有限的時間內跟同組組員分工合作，運用各種資源與他人分享科學資訊，並使用正確的科學名詞與符號呈現自己的成果。

在最後一堂課，我透過每組分享自己的研究歷程來學習。在最後，我學到了完整實驗的流程，與藉由認識別人的錯誤，加深自己不足的觀念，以及向同學提出改善方案和不足處、合作討論這兩項重要的探究學習價值。

綜合本學期的學習內容，我學到了重要的領導能力，提升了高層次的批判與思考能力，更讓我把一些看似簡單的內容，利用自我修正自我精進的方式，把實驗中的每個細節與變因徹底討論研究清楚，也加強了團隊合作的能力。



04心得與反思

$$f = \frac{n}{t}$$

1. 用科學的角度看世界

物理探究與實作這門課使我用不一樣的角度看世界上所發生的平常現象，在學習我不熟悉的物理中，我學習到了要**主動地思考**，我們也不應該把標準答案看作是物理的全部，應該要透過實際操作，真正鑽研課本以外的知識，儘管看似很簡單的實驗，背後也藏著很多細節與道理，因此使我領悟**從實際探究與錯誤中學習**才是學一門知識的方法。

2. 團隊合作，了解問題

在這堂課中牽涉到數學與資訊等領域，一個人的能力有限，我學會**分配工作與分工合作**，一個人自己做反而容易有缺失甚至模糊了問題的焦點，因此透過大家集思廣益，了解問題的癥結，才能破解問題，得出完整且有條理的結果。

3. 設計實驗，促進思考

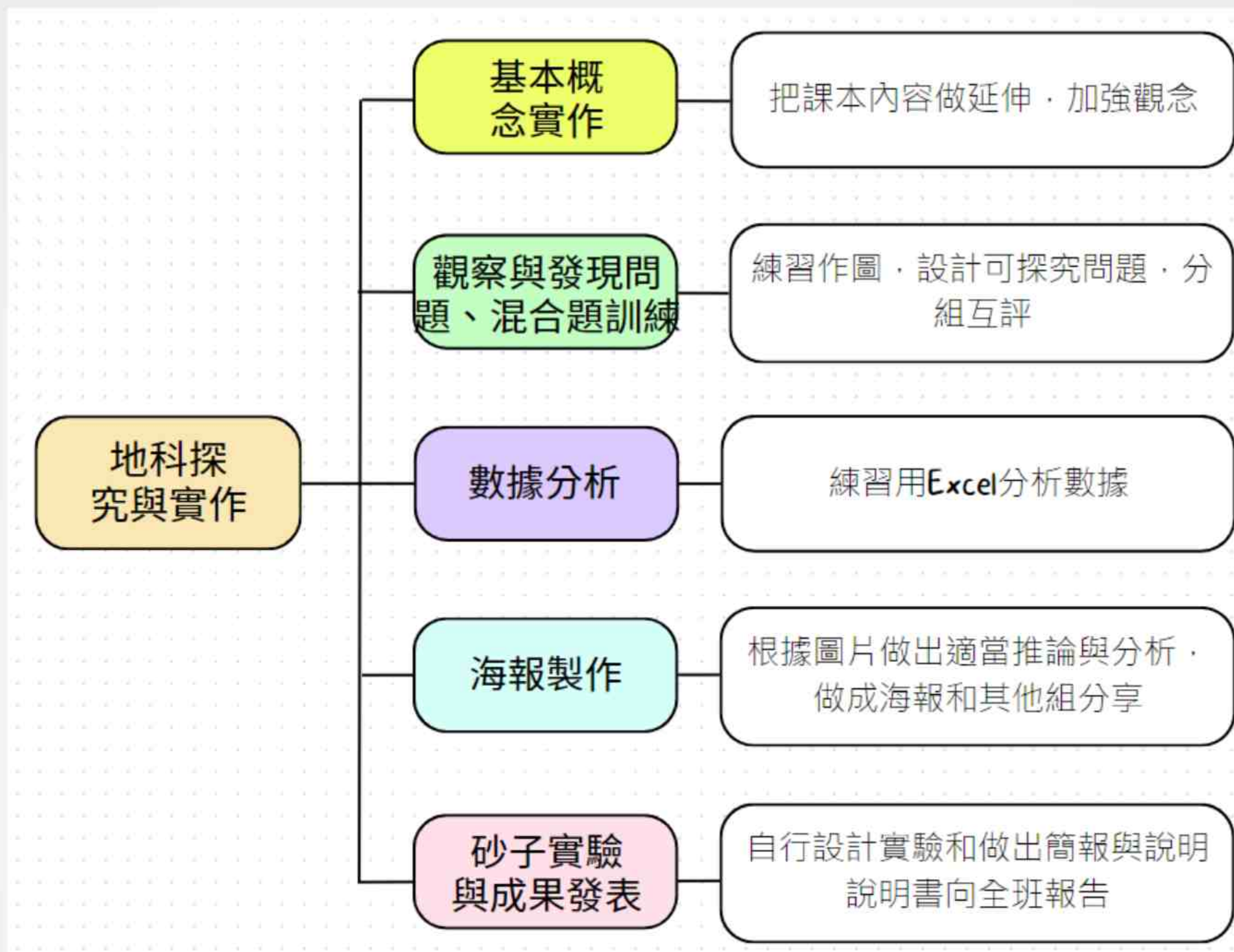
這堂課中，我學會藉由操作過程的詳細記錄，得出合理的結論，並試著**分析誤差的來源**，比較與判斷自己對於科學資料的解釋在方法與程序上的合理性，這樣自我探究與實作的過程，使我不斷**思考與修正**，提升自己的**批判與分析**能力。

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E = m \cdot c^2$$

地科部分

01課程架構



地球科學探究課程架構

02課程學習內容與成果

課程一：基本概念實作

1.內容

配合高一基礎地球科學課程，我在課堂中分別做了三個活動：認識不同種類的岩石、畫圖計算震央在哪裡、乾濕計的操作。

2.過程

面對這些議題，我首先先透過觀察，初步掌握這些活動的架構，接著運用簡單的數理演算公式及科學證據及理論，理解其前因後果，最後在綜合腦中知識，完成學習單。

3.過程中遇到的問題

因為都是第一次接觸到相關內容，在過程中難免會因為基礎概念不夠穩健導致卡住無法往下的狀況。

4.我的解決之道

面對卡題時，我先利用看圖分析訊息，在檢索比對周邊的課本相關資料，並和同學討論，一同提出解決方法。

5.收穫

這些課使我學會整合知識和技能，並培養閱讀理解的能力，讓我學習面對不熟悉的題目時，要先觀察並拆開題目的包裝，用自己所學的事情破解長句。



火成岩的認識

【震央在哪裡？】學習單

班級：114 座號：23 姓名：林

一、請完成下表：震央距離請利用圖一並從下列數字(200、250、300、350、400、450、500、550、600、650、700)中挑選，圖上長度指的是將震央距離以圖二比例尺換算後之長度(30分)

測站	到達時間		兩者時間差 (秒)	震央距離 (公里)	圖上長度 (公分)
	P波	S波			
亞齊省	08:31:17	08:32:19	62	600	6
普吉島	08:30:59	08:31:47	48	450	4.5
暹甸	08:30:41	08:31:13	32	300	3

二、請在圖二中使用圓規作圖，畫出震央位置(20分)。

三、回答下列問題：(50分)

1. 至少要有幾個測站資料才能準確地找出震央的位置？

答：3個 #

2. 地震發生的時間可能在幾點幾分呢？(請列計算過程，無計算過程不計分)

答：300km → P波需40s

08:30:41 + 40s = 08:30:01

⇒ 8點30分 #

3. 請問地震震央的經緯度座標分別為多少？(經緯度請以整數作答)

答：(11°N, 96°E) #

4. 假若地震後引發海嘯，海嘯平均速度為每小時 800 公里，請問普吉島在地震波到達後，經過多久會受到海嘯的侵襲？(請列計算過程，無計算過程不計分)

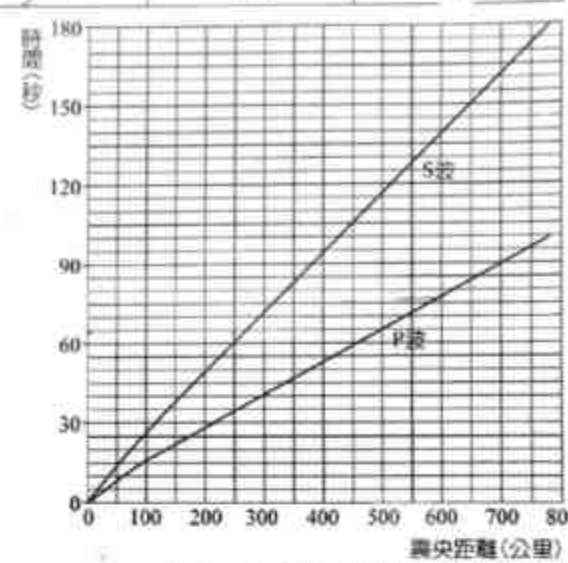
答：450 ÷ 800 = 0.5625 小時 = 2025 秒

2025 - (08:30:59 - 08:30:01)

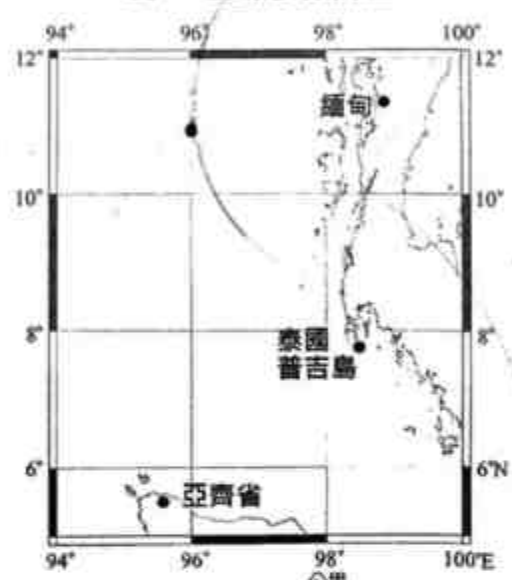
= 1969 秒後 #

5. 對照課本全球板塊邊界圖，這次的地震可能是哪兩個板塊碰撞所引起的？

答：歐亞板塊、印度板塊 #



圖一 震波走時曲線圖



圖二

計算震央學習單

濕度練習題

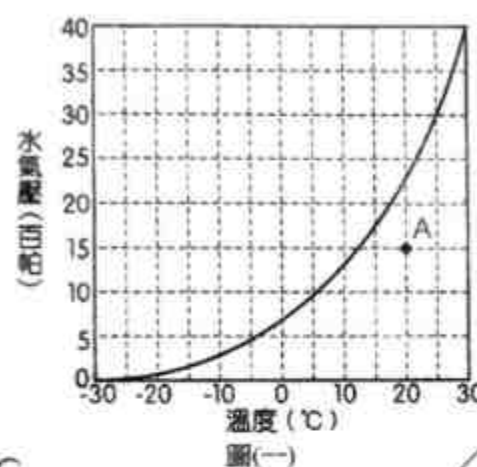
班級：114 座號：23 姓名：林

1 題 5 分，滿分 100 分。

【重點整理】

- ① 氣溫越高 ⇒ 飽和水氣壓越大
- ② 相對濕度 = 實際水氣壓 / 飽和水氣壓
- ③ 露點：在壓力與水氣量不變的情況下，降低溫度達飽和時的溫度
- ④ 實際水氣壓越大 ⇒ 露點越高
- ⑤ 氣溫與露點越接近 ⇒ 相對濕度越大
- ⑥ 乾球溫度 = 濕球溫度 = 露點
- ⑦ 出現濃霧 ⇒ 相對濕度 = 100% ⇒ 氣溫 = 露點 ⇒ 乾球溫度 = 濕球溫度
- ⑧ 空氣越乾燥 ⇒ 相對濕度越小 ⇒ 乾、濕球溫度差越大 (大致如此，不是絕對正確)

【單選題組一】圖(一)為飽和水氣壓曲線圖，請依圖回答下列問題。



表(一)

項	教室	甲	乙	丙	丁
氣溫 (°C)		16	18	18	18
水氣壓 (百帕)		10	10	12	14

1. 若室溫為 30°C，測得水氣壓為 20 百帕，相對濕度約為多少？
(A) 20% (B) 35% (C) 50% (D) 65% (E) 80%
C 20/40
2. 承上題，露點約為多少？(A) 13°C (B) 15°C (C) 18°C (D) 20°C (E) 22°C
C 18
3. 圖中 A 點的相對濕度約為多少？(A) 57% (B) 67% (C) 77% (D) 87% (E) 97%
B 18/27 = 0.68
4. 圖中 A 點的露點約為多少？(A) 13°C (B) 15°C (C) 18°C (D) 20°C (E) 22°C
A 18
5. 若日出時相對濕度為 100% (出現濃霧)，氣溫為 20°C，假設水氣量不變，則當溫度升高至 30°C 時，相對濕度約為多少？
(A) 56% (B) 61% (C) 66% (D) 71% (E) 76%
D 22/46 = 0.55
6. 承上題，露點約為多少？(A) 13°C (B) 15°C (C) 18°C (D) 20°C (E) 22°C
B 15
7. 已知甲、乙兩地，氣壓相同，實際水氣壓也相同，但相對濕度分別為 90%、60%，則兩地之氣溫比較，何者正確？(A) 甲 > 乙 (B) 甲 < 乙 (C) 甲 = 乙 (D) 無法比較
C 甲 = 乙
8. 承上題，兩地之露點比較，何者正確？(A) 甲 > 乙 (B) 甲 < 乙 (C) 甲 = 乙 (D) 無法比較
D 無法比較
9. 甲、乙、丙、丁四間教室，在某日的中午，氣溫及水氣壓如表(一)所示，則哪一間教室露點最高？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁
B 乙
10. 上題，哪一間教室相對濕度最低？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁
B 乙

臺北市立成功高級中學

濕度學習單

課程二：觀察與發現問題、混合題訓練

1. 內容

這堂課中我先認識「現象的特性」，再利用自身的在校經驗做舉例練習，接著我藉由閱讀科普文章練習CER的架構，透過陳述自己的主張(Claim)，並提出證據(Evidence)，在推論解釋原因(Reasoning)。最後我練習近兩年學測「探究與實作」混合題，用畫圖和論述完整闡述自己的觀點。

2. 遇到的問題

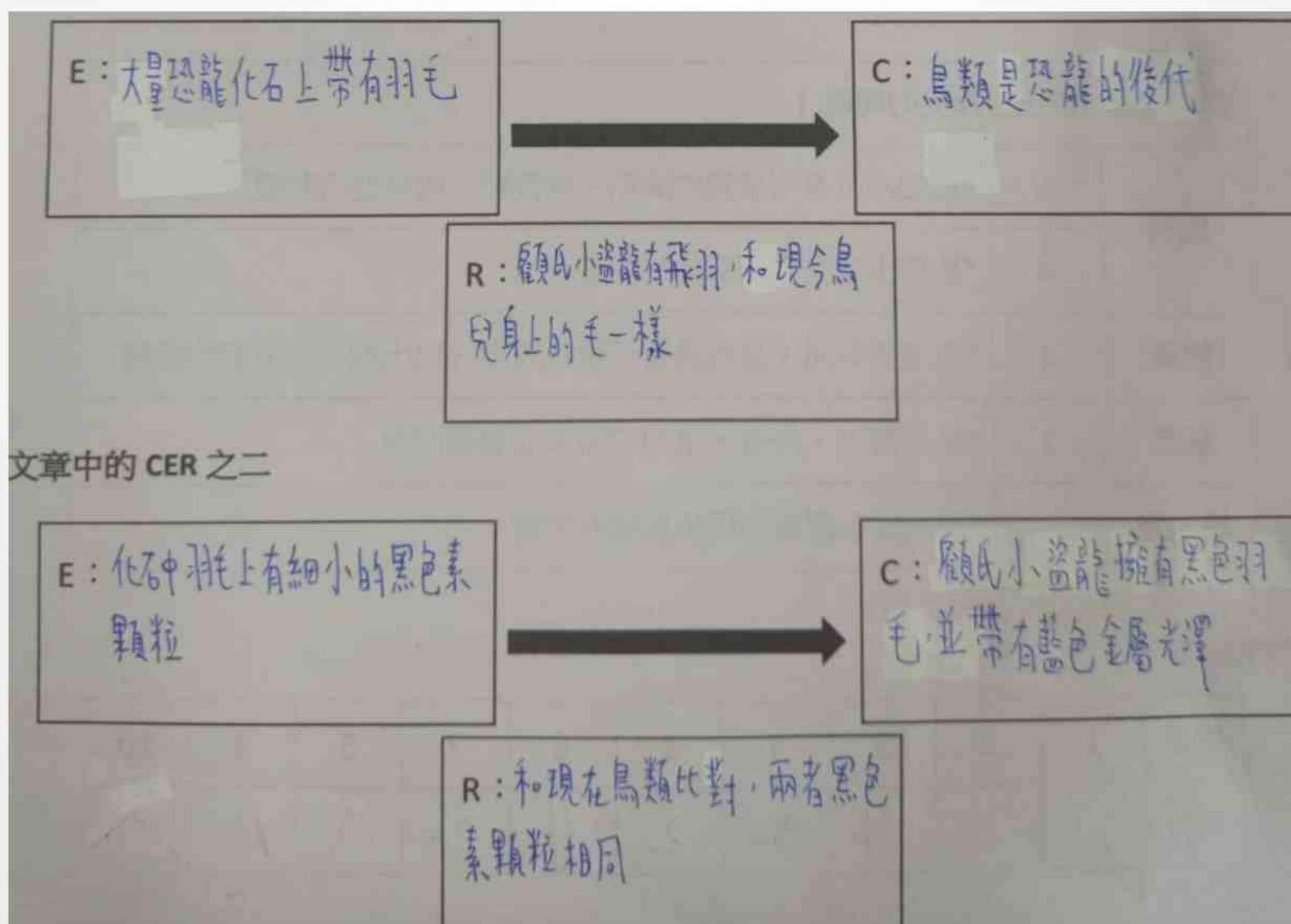
面對CER的問題時，我較難找出支持自己主張的原因。

3.我的解決之道

和同學討論，並整合自己身邊的資料，再來理解自己主張和證據的關係，比較與連結自己的經驗與學過的內容，最後推導出合理的原因。

4.收穫

在上完這幾堂課後，從原本的懵懵懂懂，到現在已了解如何真正地觀察出現象的細節，並提出具體且融入變因的問題，這訓練我的邏輯。另外，面對新的考試趨勢，我也學習到如何作圖，和拿捏刻度的間隔，使我了解要以客觀清楚的圖像做為傳達實驗結果的工具，確實描繪出某件科學事實與物體，藉此正確地傳達訊息。

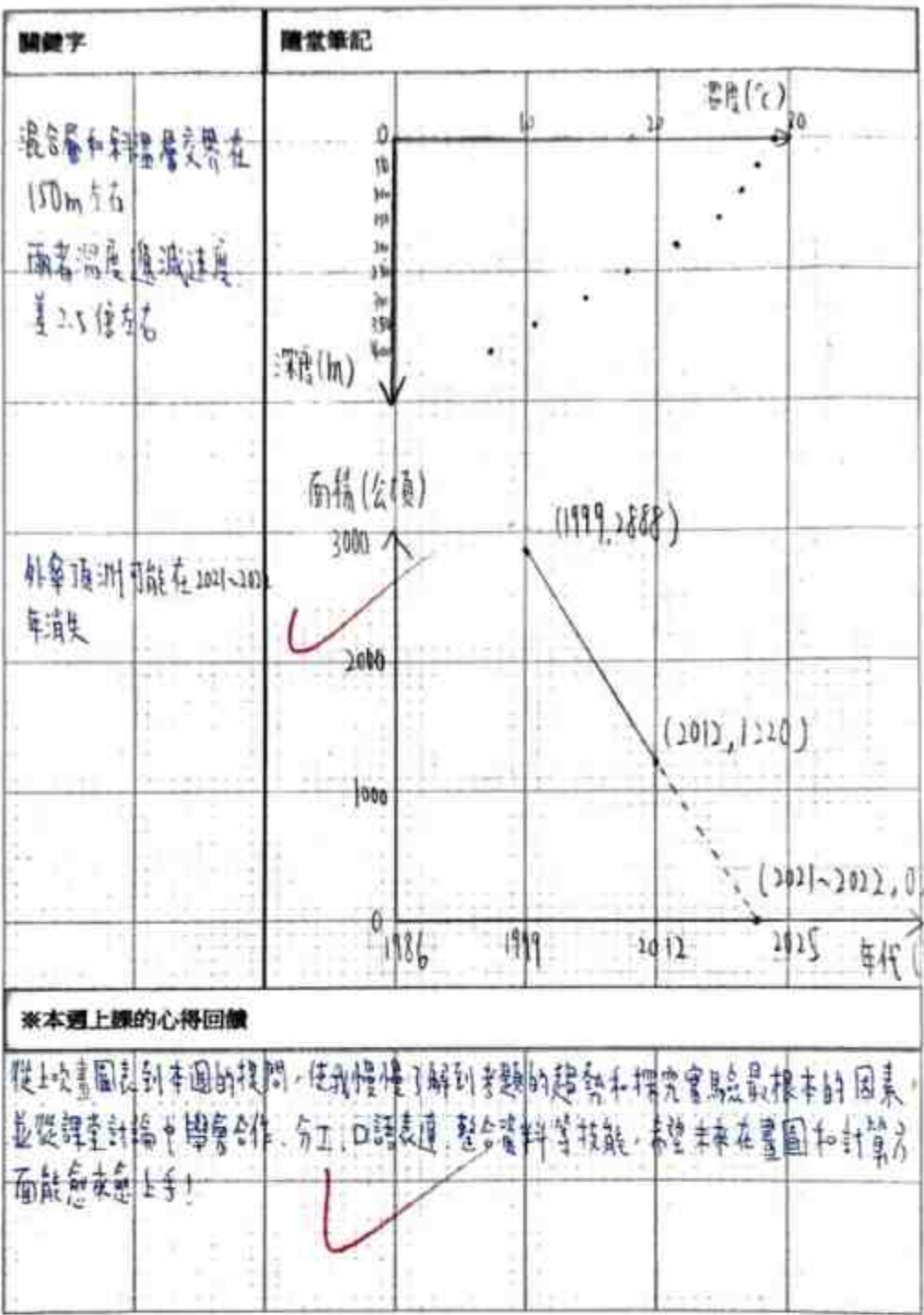


CER學習單

觀察現象	提出問題
任務一	
1. 請在校園中，觀察 1 個現象，要符合「現象的特性」，並用簡要描述之。	2. 請將左側所觀察到的現象，效法科學家思考，從中提出 1 個可探究的問題。
在中午時，熱食部的人數會比操場打球的人數多	Why: 為何中午時段打球的人比較少，熱食部的人比較多? How: 學生飢餓程度如何影響不同地方的人數? What: 什麼原因使一部分學生放棄打球去熱食部?
任務二	
1. 請分別用 1 個句子，描述在印痕照片中觀察到的現象。(共 2 個現象)	2. 請將左側所觀察到的現象，改寫成可探究的問題。(共 2 個問題)
①. 沙地中凹痕有重疊	①. 重疊先後順序是否和自然現象、人為、生物互動有關?
②. 每個凹痕深淺不同	②. 凹痕深淺如何因為重量不同而不同?



觀察與發現問題學習單



混合題作圖訓練

課程三：數據分析

1.內容

這幾堂課我透過電腦以及手頭上的資料，練習不確定度的計算與表達，結合資訊科技所學到的操作，練習繪製圖表與深入學習自然科相關的內容，也學到如何精準表達數據。

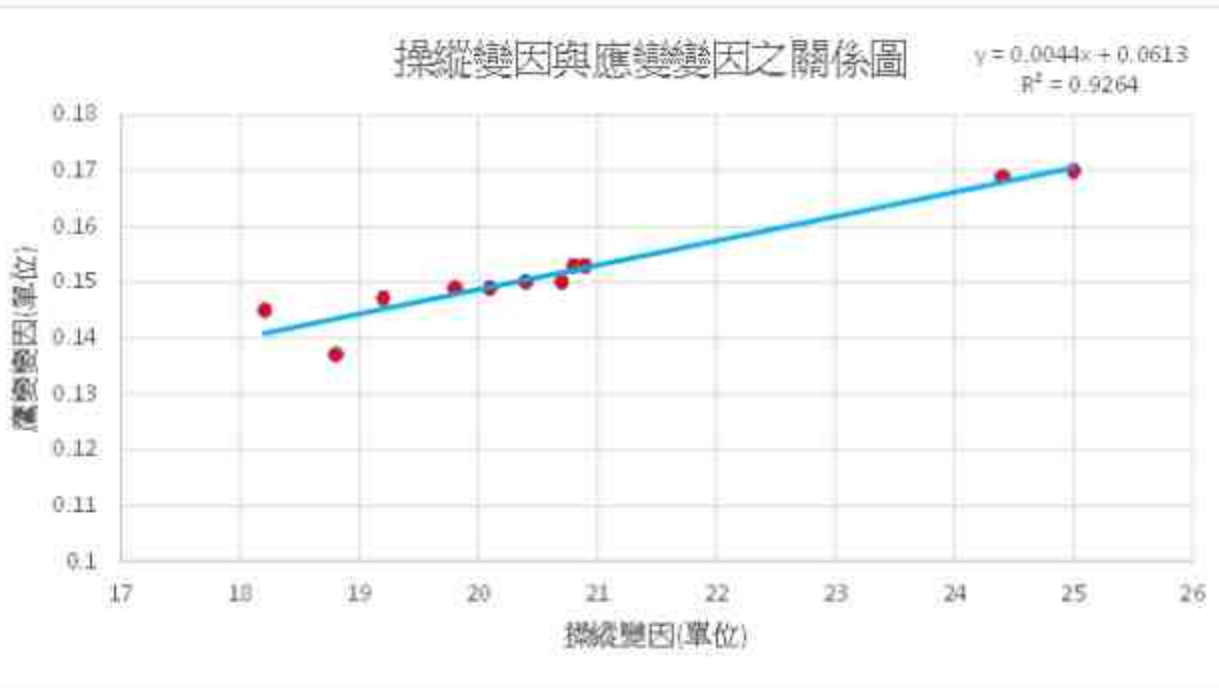
2.收穫

這些課使我更了解Excel的使用方式，不在侷限於紙本上的操作，在操作中我拓展了自己的視野，適當運用科技的輔助，合理製作圖表與理解變因的關係。我也學習實驗要重複取樣的重要性，實驗往往會有誤差，需要多次做實驗取平均數。



操縱變因	應變變因
18.2	0.145
18.8	0.137
19.2	0.147
19.8	0.149
20.1	0.149
20.4	0.15
20.7	0.15
20.7	0.151
23.7	0.16
23.9	0.164
24.4	0.169
25	0.17

	操縱變因(單位)	應變變因(單位)
1	18.2	0.145
2	18.8	0.137
3	19.2	0.147
4	19.8	0.149
5	20.1	0.149
6	20.4	0.15
7	20.7	0.15
8	20.8	0.153
9	20.9	0.153
23	24.4	0.169
24	25	0.17
總共	228.3	1.672
平均	20.75	0.1520
標準差s	2.134649215	0.00969536
A類不確定度	0.65	0.003
B類不確定度	0.029	0.0029
組合不確定度	0.66	0.0042
測量結果	20.75±0.66	0.152±0.0042



Before

After

	函數參考		備註
開根號	$\wedge 0.5$	$\wedge (1/2)$	SQRT(N)
平方	$\wedge 2$		
加總	SUM(X1:Xn)		
無條件進位	ROUNDUP(數值,小數點後位數)		
平均	AVERAGE(X1:Xn)		X1~Xn為儲存格範圍
標準差s	STDEV.S(X1:Xn)	STDEV(X1:Xn)	
A類不確定度	$s/\sqrt{N}$	s=標準差	不確定度皆需取有效位數2位
		N=樣本數	平均值取的位數取決於不確定度的位數
B類不確定度	最小單位/ $\sqrt{12}$		
組合不確定度	$\text{SQRT}(ua^2 + ub^2)$		
平均&"±"&組合不確定度			

課程中學到的重點

課程四：海報製作

1.內容

這次先從測量自己的橈骨和脛骨開始，練習透過查表來推斷自己的身高。接著老師給我們一張照片，內容是一張恐龍脛骨的照片，旁邊有一位160公分的女生。我們要藉由少量的提示推測恐龍的高度。首先，我們這組依照旁邊告示牌比例計算出人到脛骨的距離(63公分)，接著用教室的器具模擬差63公分時的縮放比例倍數(2.5倍)，並把人在圖上的高度縮小2.5倍後和脛骨比較得出脛骨長度，之後我們從旁邊的模型推測這隻恐龍為4腳的尖角龍，上網查詢資料得出身高比例和身長比例，算出恐龍高50.4公分，長121.8公分，最後畫海報和別組分享。

2.問題

面對陌生的領域時，我不知如何解決拍攝時近大遠小，且線索不足的問題，且網路上找不太到透視、恐龍身長和化石關係的資料。

3.解決

我因為查不到資料，所以我們打算自己動手操作驗證，透過模擬代替搜尋。

4.探討與討論

第一，照片拍攝角度並非水平，所以計算時大小會比實際大。第二，我們模擬實作多次實驗每次得出比例皆不太一樣，我們最後取平均，而我推測是因為直尺的刻度不夠小。最後，我也不確定該恐龍的種類，只能臆測，所以我應該找現在生物和恐龍親緣關係較相近者來查比例應較準確。

5.收穫

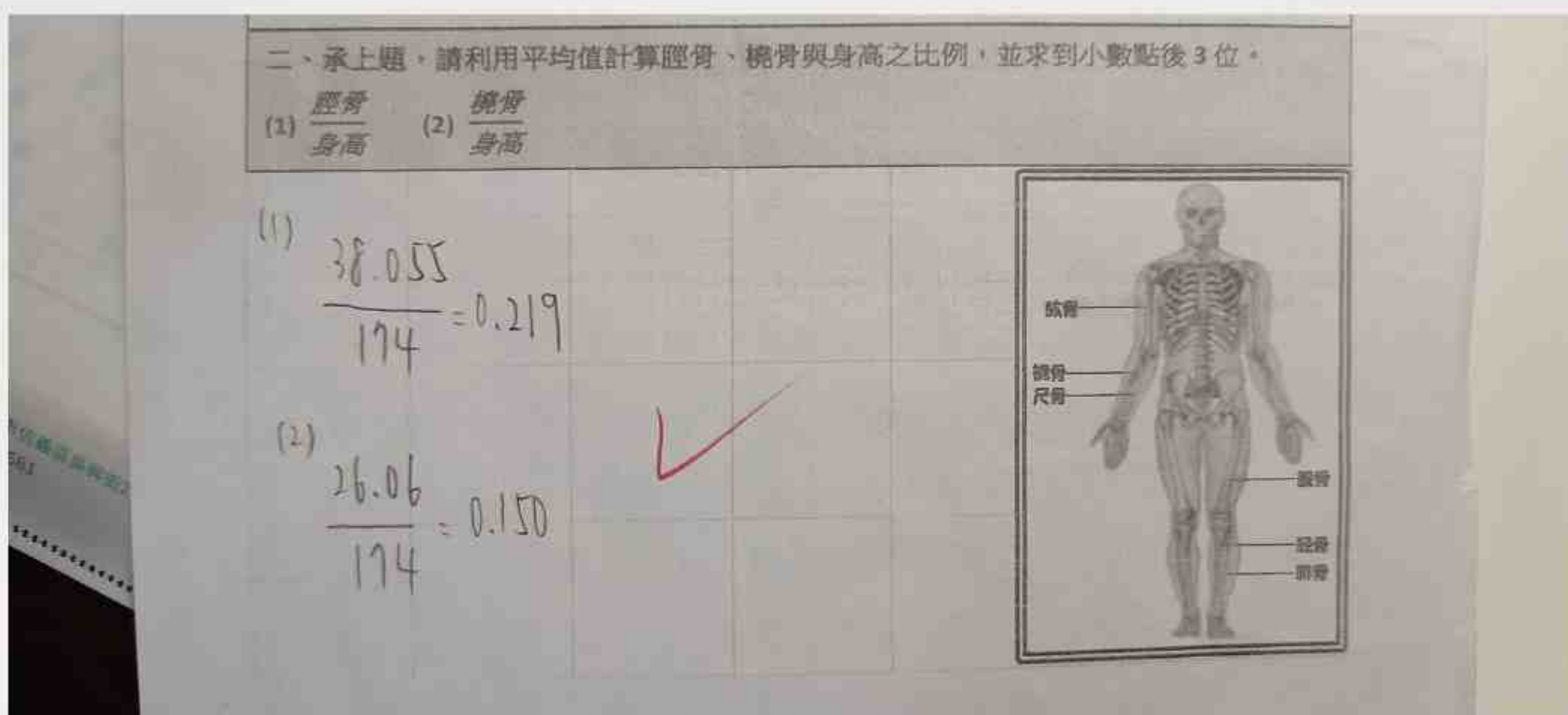
過程中雖然跌跌撞撞，但我知道這都是成長的一部份。我從此過程中學到數學與地科的跨領域知識，以及時間管理，並了解計畫趕不上變化的道理，因此要懂得隨機應變才是王道。



測量自己的橈骨



計算自己脛骨、橈骨與身高之比例



測量結果紀錄



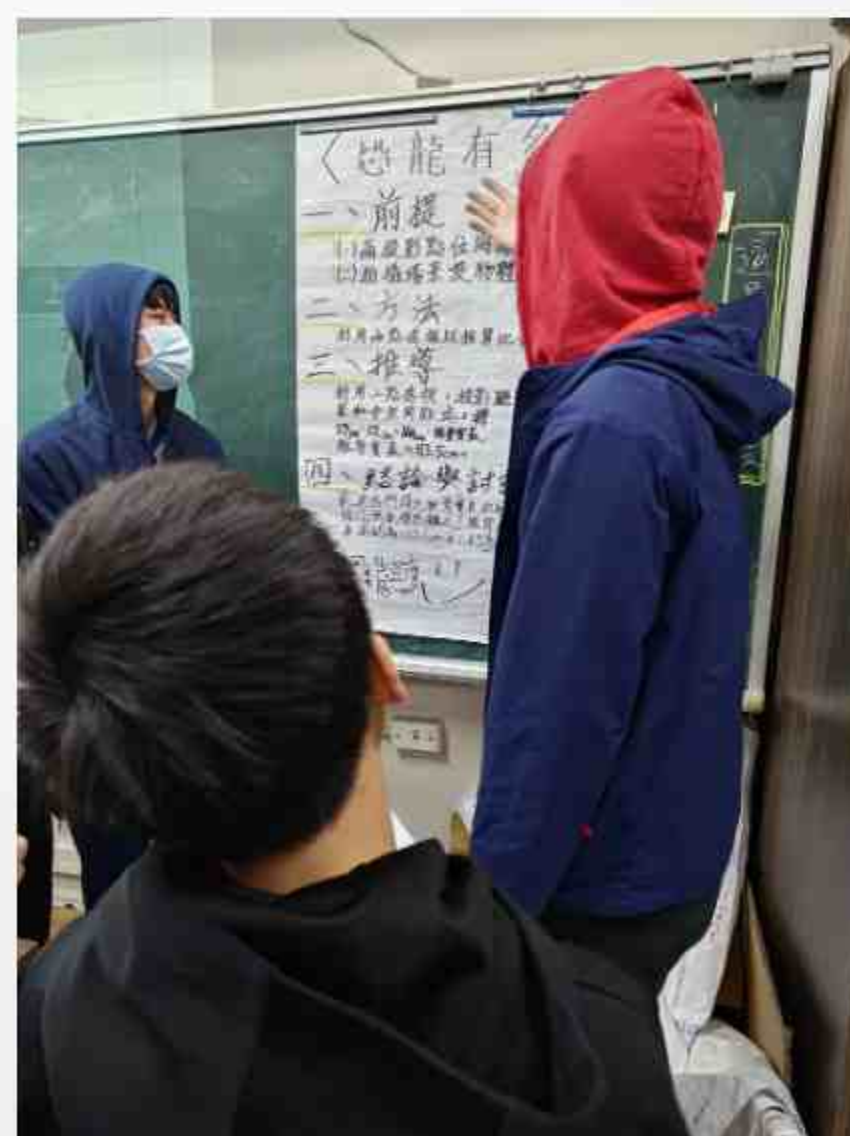
研究的照片



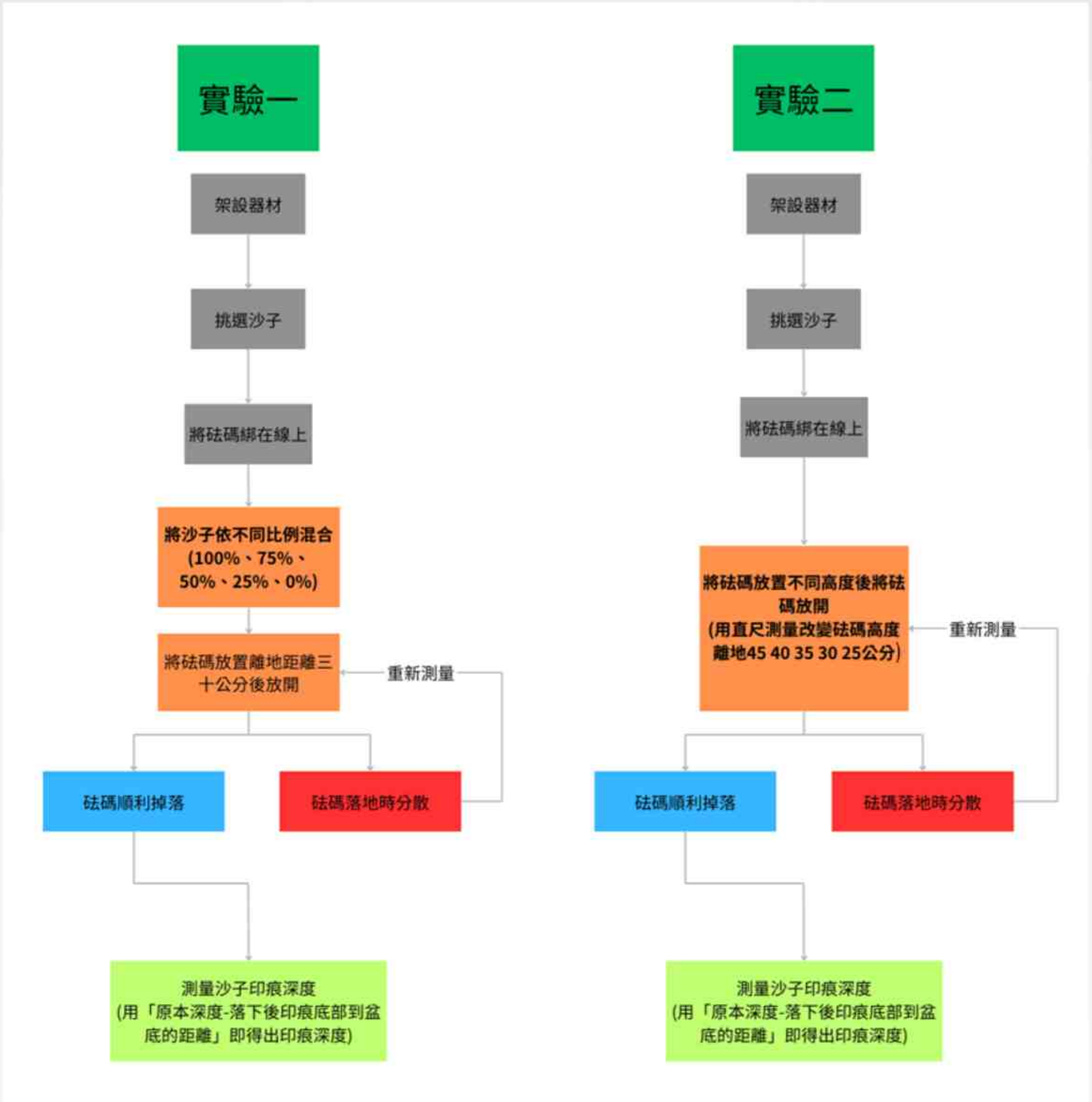
繪製海報過程



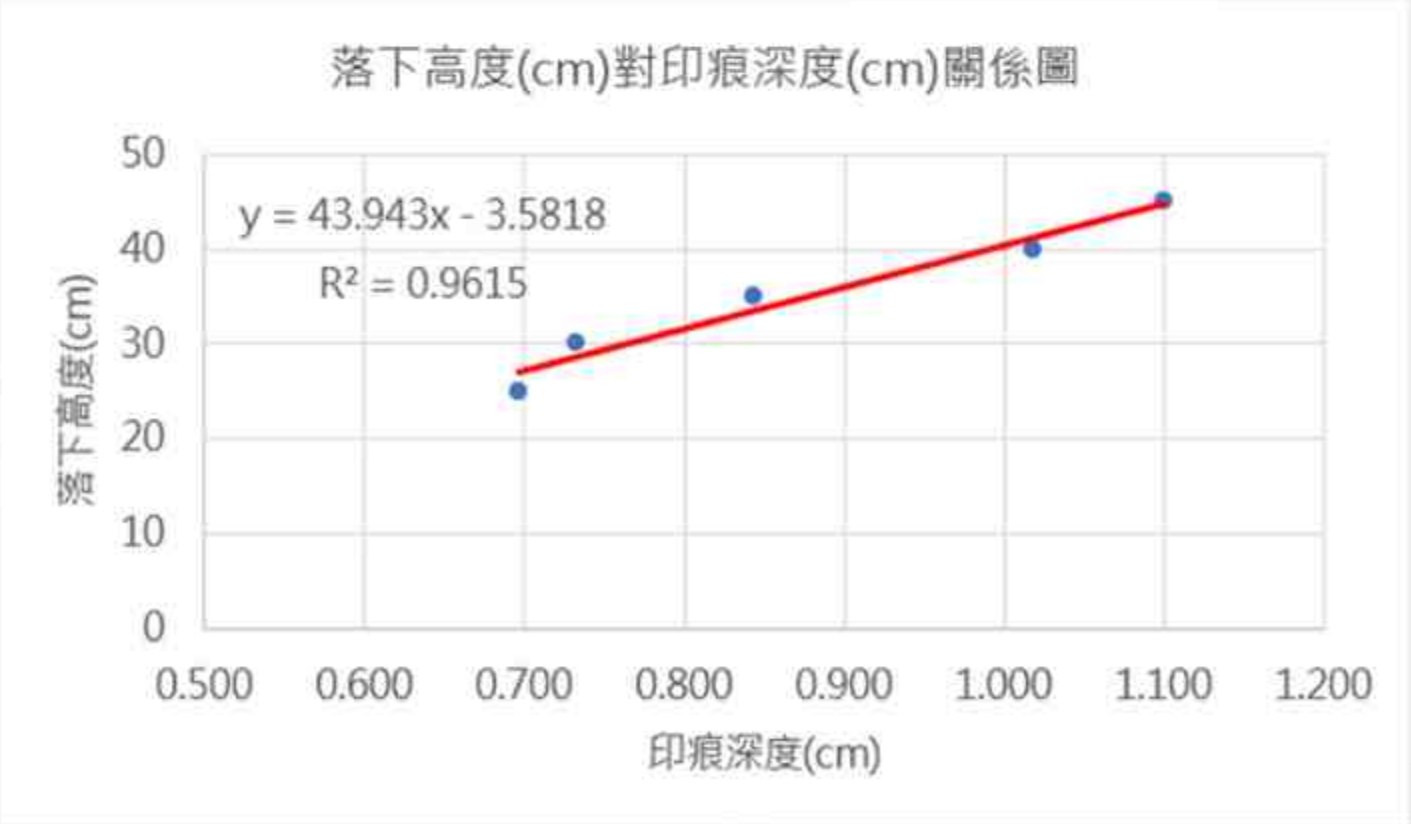
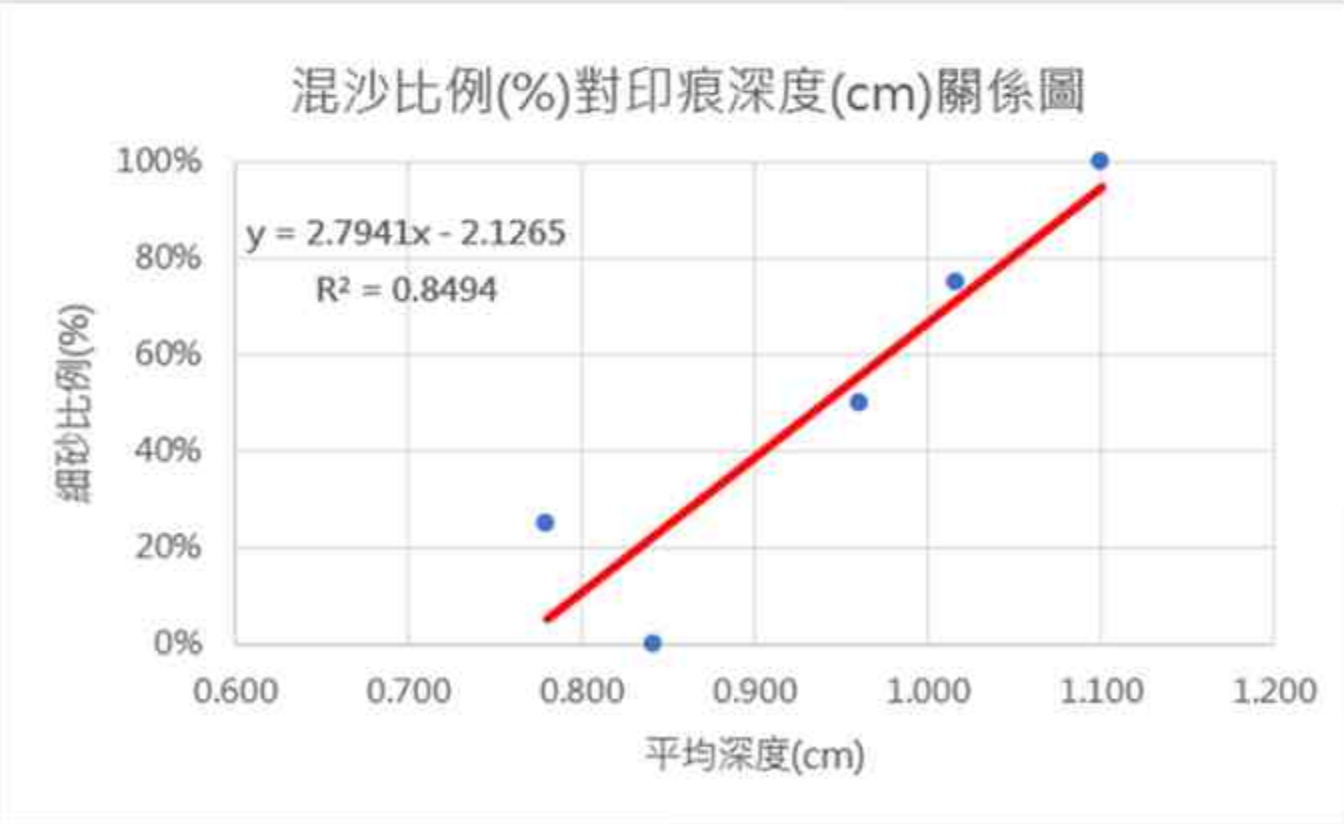
與海報合照



聆聽別人的推論過程



實驗流程圖



實驗成果

03參加競賽

1.內容

在上完大部分的高一地球科學和探究與實作，我對於地球科學有一點興趣，所以報名了期末的校內奧林匹亞比賽。

2.準備過程



3.收穫

我從中學習到許多寶貴的經驗，我重新探討如何學習，以及從和老師檢討相關題目中，進而分析自己為什麼做到一半就卡住的原因，從錯誤中學習成長。我也從中體會到自己還有許多的不足，學海無涯，自己還要繼續保持用心學習的態度，面對未來的挑戰。

112學年度地球科學奧林匹亞校內選拔競賽複賽入選名單							
班級座號	姓名		班級座號	姓名		班級座號	姓名
11217	張OO		11607	林OO		12203	吳OO
11303	吳OO		11611	洪OO		12204	李OO
11304	吳OO		11615	張OO		12214	洪OO
11305	呂OO		11618	陳OO		12215	范OO
11310	林OO		11624	黃OO		12221	陳OO
11319	張OO		11731	蔡OO		12223	黃OO
11333	謝OO		11812	林OO		12225	葉OO
11410	周OO		11914	高OO		20423	陳OO
11412	施OO		12027	葉OO		21012	林OO
11414	張OO		12035	關OO		21415	唐OO
11423	陳OO		12106	何OO		22204	吳OO
11424	彭OO		12107	呂OO		22207	汪OO
11512	洪OO		12109	林OO		22220	董OO
11602	王OO		12110	林OO		22230	蘇OO

此入選名單依照班級座號排序
最低錄取分數：74.4分
錄取人數：42人

1	14	23	陳OO	二等獎
---	----	----	-----	-----

參賽證明

04學期綜合統整



在這學期的地科課與探究與實作課程中，我學習到很多新的事物和技能。首先配合高一課程，我認識了岩石、練習計算震央座標以及使用乾濕計測量濕度，這不僅結合了地理課所學過的知識，也培養我的計算力與分析圖表的能力以及精準作圖的方法。

在每週的探究課中，我首先學會觀察與發現問題，並針對現象的特性提出可探究的問題(why-how-what)，並正確地善用網路系統查詢正確且具有公信力的資料，培養我分析與判斷真偽的能力。

在做實驗時，我學到如何挑選適當的器材和提出合理的假設，正確且安全的操作器材設備，並學習和我們同組的組員互相分工與討論，同時也讓我了解自我修正的重要，在實驗中我們遇到許多大大小小的問題，我懂得透過和組員討論以及上網查資料來解決，接著勇於嘗試並找出問題的癥結，使我受益良多。

而在做完實驗時，我學到畫出適當的表格整理資料，和利用電腦軟體分析數據和繪製圖表，這不僅複習和加強我學過的數學觀念，也學習有系統性的收集資料數據，解釋和推理數據的變化趨勢與蘊含的意義、形成的原因，並在最後比較自己以及同學資訊與證據的合理性和正確性。

在成果發表時，我學會利用簡潔的文字闡述自己的研究歷程與結果，和傾聽他人的報告，從互相交流中提出建議和改善方案，並學習合作討論，從別組中學習他人的優點彌補自己的不足，而我從中也體悟到：了解科學知識是人們理解現象的一種解釋，但不是唯一的解釋。

綜合這學期的課程，從觀察到設計實驗，再來分組討論與繪製海報，最後分享交流。我學到探究的精神不在實驗本身，而是在研究過程中自主行動、表達、積極參與實務的精神。



05心得與反思

1.學會隨機應變，讓自己更有效率

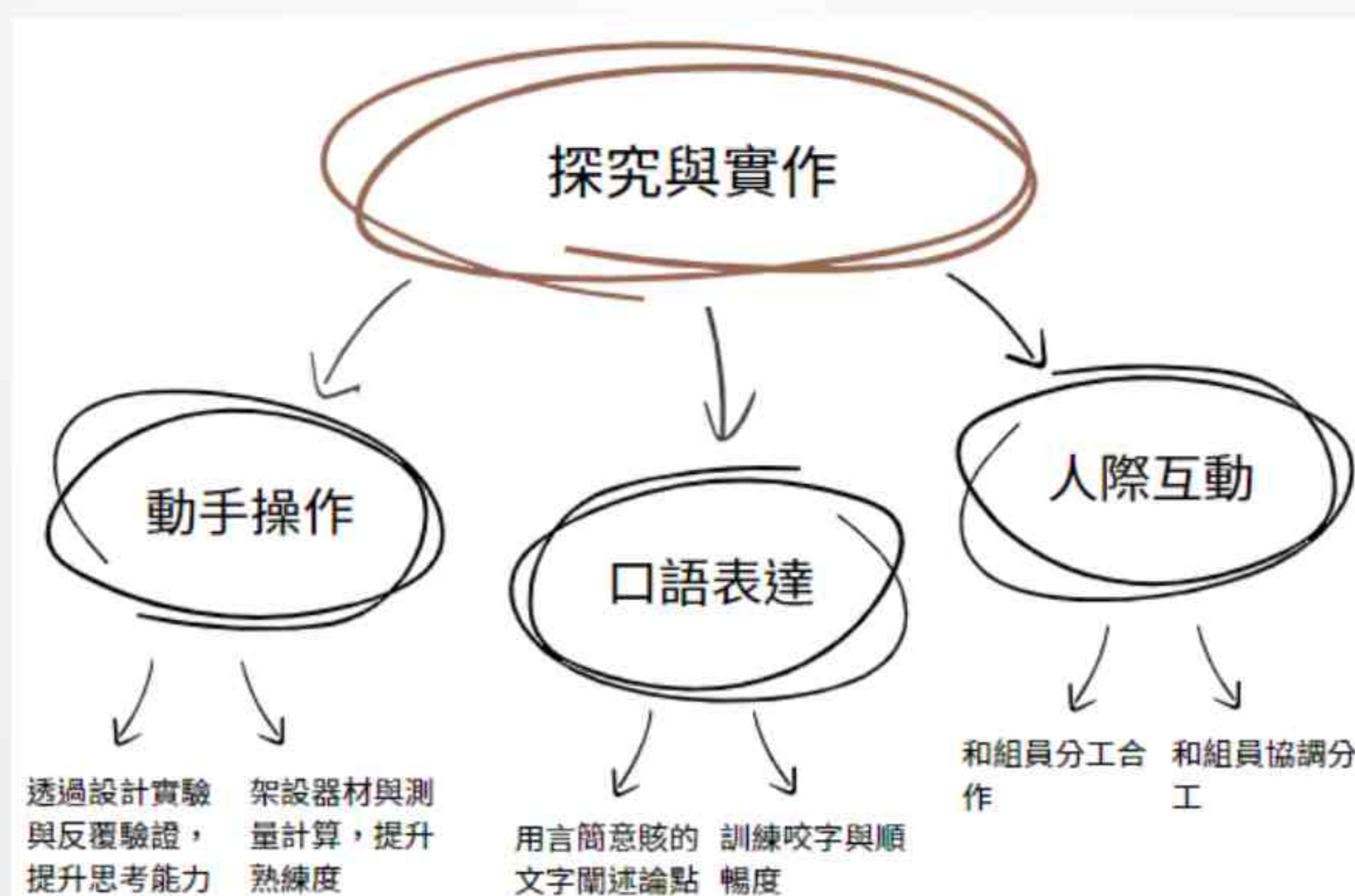
在這堂課中發生了很多充滿不確定性的問題，有時候不能一直執著於當下，要**放下原本是事物，執行可行的方案**，並透過**分工與合作**，大家發揮自己的專長，來彌補各自的不足，這樣才能讓事情執行起來有效率，並且在有限的時間內完成。

2.透過練習，成就台上的發表

在這堂課中，我學會了許多**說話與發表技巧**，包括語速的調配、咬字、站位、音量等等，我發現能運用**適當的手勢或比喻**把艱澀難懂的術語完整闡述給閱聽者，我也透過課後的剩餘時間，訓練自己的膽量與正確回答聽眾的疑問。

3.自我精進，享受過程，展望未來

綜合這學期，我不但學到自然科的專業知識，也體驗了研究員研究的過程，從過程中培養**發現問題、認識問題、問題解決三大重要能力**，並希望在未來實驗中應用所學的基礎觀念，並繼續學習新知，擴展我的視野，更深入了解實驗的精神與過程。



課程中學習的事

06附錄-期末簡報

地科探究與實作期末報告

探討混沙比例和離地距離
與印痕深淺之間的關係

壹、研究目的

一、操縱變因-混沙比例(灰砂 粗/中)



圖一



圖二

藉由了解兩種不同粗細的灰砂以不同比例混合和印痕的深淺關係，得知哪種比例的混沙最不容易下陷，供建築選地參考。

二、操縱變因-離地距離



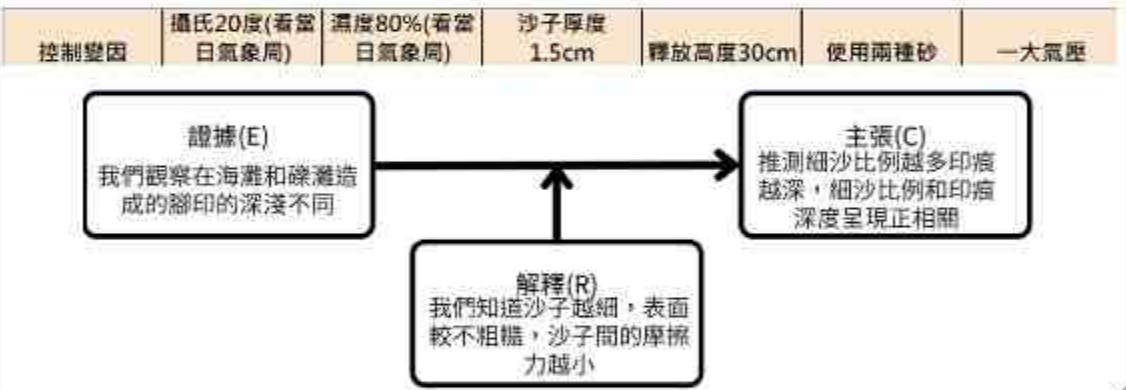
圖三

想了解不同高度對印痕深淺之間關係，以模擬恐龍踩踏高度不同所造成的不同深度。

貳、實驗假設

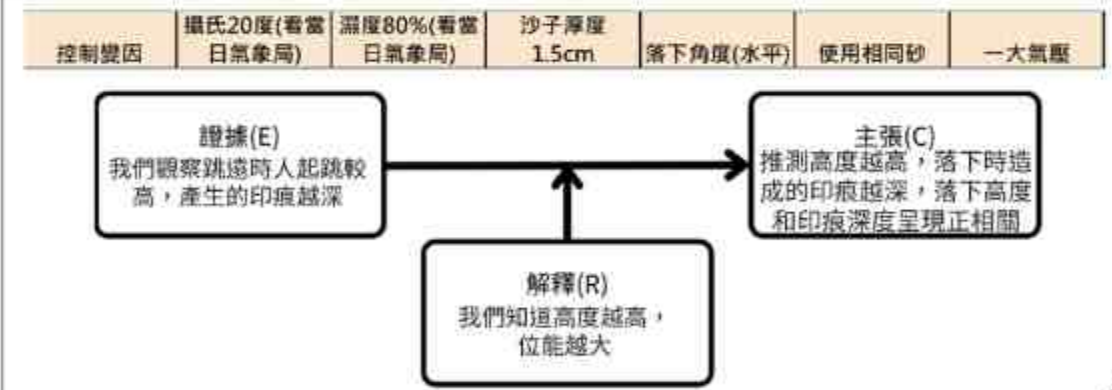
一、混沙比例對印痕深度關係

前提:此實驗皆在相同溫度、濕度、重力、壓力環境下



二、落下高度對印痕深度關係

前提:此實驗皆在相同溫度、濕度、重力、壓力環境下



參、實驗器材

沙子



圖三



圖四



圖五

粗 ← → 細

砝碼兩個

直尺
(30公分)

篩網



圖六



圖七



圖八



圖九

滑輪



圖十

鐵架



圖十一

細繩
(100公分)



圖十二

塑膠燒杯



圖十三

電子秤



圖十四

塑膠盆
板擦(把灰砂抹平)



圖十五

肆、研究過程或方法

實驗一實驗流程

(一)架設器材



依示意圖擺設器材
圖十六

(二)挑選沙子



我們選擇兩種粗灰砂
和中灰砂
圖十七

(三)將砝碼綁在線上



把兩個砝碼疊在一起，並打
結使砝碼掛在繩子上
圖十八

(四)將沙子依
不同比例混合



用量杯分成細砂比例
100% 75% 50%
25% 0%
圖十九

(五)放下滑輪



用手拉住繩子，拉
高砝碼，並放下
圖二十

(六)測量沙子印痕深度



用「原本深度-落下後
印痕底部到盆底的距
離」即得出印痕深度
圖二十一

示意圖



圖二十二

實驗一：改變混砂比例

實驗二實驗步驟

(一)架設器材



依示意圖擺設器材
圖二十三

(二)挑選沙子



我們選擇粗砂
圖二十四

(三)將砝碼綁在線上



把兩個砝碼疊在一起，並打
結使砝碼掛在繩子上
圖二十五

(四)變更砝碼高度



用直尺測量改變砝碼高度
離地45 40 35 30 25公分
圖二十六

(五)放下滑輪



用手拉住繩子，拉
高砝碼，並放下
圖二十七

(六)測量沙子印痕深度



用「原本深度-落下後
印痕底部到盆底的距
離」即得出印痕深度
圖二十八

示意圖



圖二十九

實驗二：改變砝碼離地高度

伍、研究結果

實驗一、細沙比例和印痕深淺

表一

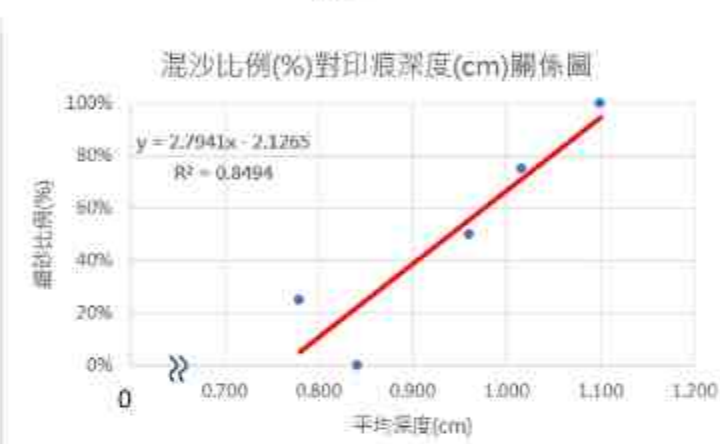
細沙比例	第一次(cm)	第二次(cm)	第三次(cm)	第四次(cm)	第五次(cm)	平均(cm)
100%	1.10	1.05	1.15	1.08	1.12	1.100
75%	1.10	0.95	1.00	1.05	0.98	1.016
50%	0.90	1.00	0.90	0.90	1.10	0.960
25%	0.85	0.70	0.80	0.75	0.80	0.780
0%	0.83	0.92	0.81	0.74	0.91	0.842

表二

平均值(cm)	標準差(cm)	A類不確定度(cm)	B類不確定度(cm)	組合不確定度(cm)	測量結果(cm)
1.100	0.038	0.017	0.029	0.034	1.1±0.034
1.016	0.059	0.027	0.029	0.040	1.016±0.04
0.960	0.089	0.040	0.029	0.050	0.96±0.05
0.780	0.057	0.026	0.029	0.039	0.78±0.039
0.842	0.075	0.034	0.029	0.045	0.842±0.045

實驗一、細沙比例和印痕深淺

表三



分析：我們觀察細沙比例越高，印痕深度越深，符合我們的假設。

實驗二、落下高度和印痕深淺

表四

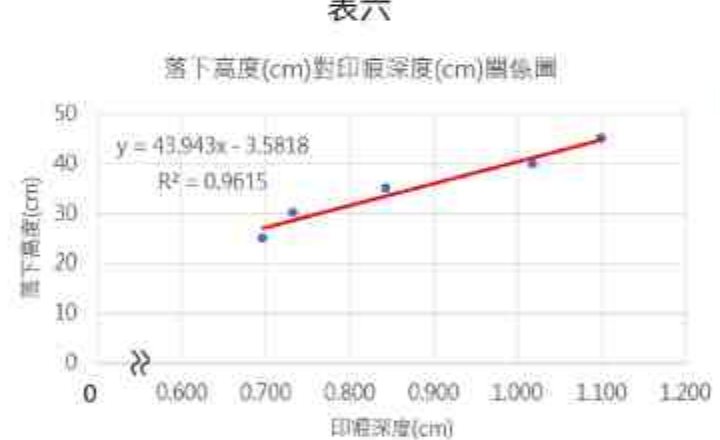
落下高度(cm)	第一次(cm)	第二次(cm)	第三次(cm)	第四次(cm)	第五次(cm)	平均(cm)
45	0.98	1.11	1.14	1.12	1.15	1.100
40	1.01	1.03	1.06	0.97	1.02	1.018
35	0.91	0.81	0.72	0.87	0.91	0.844
30	0.83	0.71	0.61	0.73	0.78	0.732
25	0.65	0.73	0.69	0.70	0.71	0.696

表五

平均值(cm)	標準差(cm)	A類不確定度(cm)	B類不確定度(cm)	組合不確定度(cm)	測量結果(cm)
1.100	0.069	0.031	0.029	0.043	1.1±0.043
1.018	0.033	0.015	0.029	0.033	1.018±0.033
0.844	0.080	0.036	0.029	0.047	0.844±0.047
0.732	0.083	0.038	0.029	0.048	0.732±0.048
0.696	0.030	0.014	0.029	0.033	0.696±0.033

實驗二、落下高度和印痕深淺

表六



分析：我們觀察落下高度愈高，印痕深度越深，符合我們的假設。

陸、討論

一、實驗一結果討論

- 1、實驗結果為細沙比例越高，印痕比例幾乎越大，我們推測原因是細沙較輕，被砝碼擠壓之後較容易往旁邊擠，且因為一開始將沙子鋪平時，並沒有用力往下壓將沙子壓緊密，所以細沙中還有空隙。
- 2、25%和0%的實驗結果雖然和設想的有些不同(R平方值約0.85)，不過我們猜測可能是因為細沙太少，會直接沿著粗砂的縫隙掉落，造成表面皆是粗砂所以0%和25%的印痕會差異不大甚至因為有些誤差使數據不準。

二、實驗一方法之討論

- 1、我們選擇粗砂因為好清理，且在篩的過程中容易分類，但後來實驗後發現粗砂因為體積較大而導致插入尺測量時不好操作會卡到。
→解決方法：把砝碼先套回去並用手指標記印痕深度，拿出砝碼測量標記長度即可。
- 2、做實驗時我們因為用一條繩子固定砝碼，導致砝碼不穩和繩子滑動等問題，落下時有時並非水平。
→解決方法：選擇鉤子短一點的砝碼，並用膠帶固定打結處。

三、實驗一過程優缺點

- 1、實驗過程中可能會因尺的刻度不夠精細、看尺刻度的角度不同而有所誤差。
→解決方法：利用手機微距鏡頭先拍照放大後確認。
- 2、在混沙過程中，可能因為混合不均勻而使結果有所不同。
→解決方法：不能用震動盆子混合，因為會導致重的粗砂往下跑，應利用兩個盆子互倒才能比較均勻混合。

四、實驗二結果討論

1、實驗結果為落下高度越高，印痕越深，我們推測是因為高度越高，位能越大，故落下時動能越大，造成的印痕越深。

五、實驗二方法之討論

- 1、我們選擇兩個砝碼合併是因為我們想要重量較重且接觸面積小使印痕明顯。
- 2、我們選擇離地45公分為最高離地高度原因為我們要避免高度過高落下時造成晃動使落下時不水平造成實驗誤差。

六、實驗二過程優缺點

- 1、測量落下高度時可能會因為沒有立直而有所誤差。
→解決方法：可以在立尺得時候在旁邊放一個立方體，讓尺和地面呈現九十度。
- 2、因為我們是用粗顆粒，所以沙子的顆粒大小就算相似還是會有所差異。
→解決方法：這次挑選了粗砂，下次應該試試看細沙，顆粒大小差異較少。

柒、結論

捌、未來展望

- 一、細沙比例和印痕深淺呈現正關係
- 二、細沙比例和印痕深淺之方程式為：
 $y = 2.7941x - 2.1265 \quad R^2 = 0.8494$
- 三、落下高度和印痕深淺呈現正關係
- 四、落下高度和印痕深淺之方程式為：
 $y = 43.782x - 3.4407 \quad R^2 = 0.9545$

1、實驗一中，我們發現細砂比例越高，承載外部荷重越小(即相同重量印痕越深)，但在討論建築選地時，還須討論是否潛在土壤液化的問題，所以我們希望未來可結合水的實驗，決定出建築最不容易陷入的土質與含水量。

2、實驗二中，我們從得出的結論，推測出恐龍跑時印痕應比走時深，因為跑時腳抬腿較高。我們希望之後能結合移動速度與接觸面積做進一步探討，找出印痕最深的恐龍。



THANK YOU!

本份學習歷程到此結束
感謝觀看

