

# 第 1 週

## 課程說明

先備知識	基本的觀察能力
學習目標	觀察與提問能力的訓練
時間分配	本主題總計 2 節（合計 100 分鐘） 第 1 節：進行活動說明與練習 第 2 節：於校園內進行觀察、拍照紀錄與討論
評量方式	作業單



## 教學指引

第 1 週教師需讓學生盡情發揮，只要經過思考，言之有物，這堂課可以大膽提出個人意見，絕對沒有標準答案，教師的功能是規範原則與引導學生的討論。

## 一、科學由「觀察」與「提問」開始

◎「觀察」與「提問」可謂為科學進展最重要的基石。觀察時，可注意的目標包含「人、事、時、地、物」：

1. 「人」包含觀察的對象是什麼？若是生物，其年齡、性別、身體狀況為何？
2. 「事」包含觀察對象的功能、作用，若是生物，牠／它正在做什麼？
3. 「時」包含觀察或觀察目標進行作用的時間，若是生物，其特性行為發生與進行多長的時間？是否常常進行？還是偶爾出現一次？這些行為是否有規律？
4. 「地」包含觀察者或觀察對象分布的地點，若是生物，其分布的區域、發生特定行為的地點，是否具地域性？
5. 「物」包含觀察對象的組成為何？這些物質具有何物裡、化學或生物性質？若是生物，其生長於什麼介質？哪些環境因子影響它的生活？

◎如何觀察呢？觀察工具包含「眼、耳、鼻、口、心」：

1. 「眼」為最常使用的觀察方式，直接用眼睛，或攝影機、照相機進行觀察與紀錄。
2. 「耳」是利用耳朵聽，或利用錄音機、錄音筆、聽診器等器材，進行環境背景的聲音記錄、觀察對象發出之聲響。
3. 「鼻」是指記錄環境背景的氣味，與觀察對象所散發出的氣味。
4. 「口」包含在必要時可品嚐觀察對象各部。

## 2 第1週 觀察與提問

5. 「心」是指感受所觀察之事物的可愛之處，特別是生物，並換個立場，如果我是這株植物、這隻動物，我想要做什麼，我的心情如何，我最喜歡／討厭什麼，我希望人類如何對待我等。

◎發問的內容可包含這是什麼（What）、在哪裡（Where）、何時（When）、發生何事（What happen）、如何發生（How）、為何發生（Why）等，但較好的提問問題，必須包含以下特質：

1. 沒有直接或明顯的答案。
2. 提問的內容與觀察所獲得的資訊息息相關（提問是基於觀察）。
3. 主問題還可以延伸許多子問題。
4. 問題背後的答案（機制、原理、目的等）深具科學意義或應用價值。

### 二、「基於觀察而提問」之範例與練習：

請觀察以下照片，先舉出觀察到什麼資訊，再依這些資訊提出第一個問題（主問題），再由主問題延伸出數個子問題。

#### 範例一

##### 1. 觀察對象



校園內的梨樹枝條與樹葉。

##### 2. 觀察到什麼資訊？

此枝條中，若由基部沿著枝條向上，葉子的方向呈現左、右交替的現象（葉子為互生），也就是莖與葉柄的生長方式與方向具有規則。

### 3. 依觀察提出第一個問題（主問題）

枝條在生長延伸時，如何決定新葉是由右側還是左側生長？

以此枝條為例，若上一個葉子為右側生長，下一個新葉如何決定為向左側生長？

### 4. 由主問題延伸出數個子問題

植物的體制屬於哪一種？不對稱、輻射對稱還是兩側對稱？如何定義葉子為互生的枝條中，何為左側葉子？何為右側葉子？

梨樹的葉子生長過程中，是否有左右偏好（左撇子或右撇子）？也就是新的枝條在生長時，第一片葉子通常是向右側還是向左側？

上一子問題的現象是否會受環境（不對稱的光照、溫度、濕度）或植物本身（營養狀態、葉子受感染或蟲害）的因子變化而有所差異？

## 範例二

### 1. 觀察對象



校園內的一段朽木

### 2. 觀察到什麼資訊？

此段朽木有白蟻蛀蝕的痕跡，但其他仍有綠葉的樹幹則無。

### 3. 依觀察提出第一個問題（主問題）

白蟻是否只蛀蝕死亡的樹木，而不會侵犯仍具生命現象的植物個體？

## 4 第 1 週 觀察與提問

### 4.由主問題延伸出數個子問題

為何具生命現象的植物個體，不容易被白蟻蛀蝕？是因植物的防禦作用使得白蟻不易入侵？還是白蟻一開始就不侵犯仍活著的植物？

白蟻如何知道此木頭已死亡？此機制或原理是否可應用於木質傢俱的白蟻防制？

白蟻為何不以營養豐富的植物果實，或根、莖、葉等器官為食？而選擇不易分解、吸收的纖維素（木材）為主要的營養來源？

### 練習一

#### 1. 觀察對象



清晨校園中的單子葉小草與蕨類植物的葉子。

#### 2.觀察到什麼資訊？

只有單子葉小草邊緣具有水珠，但蕨類葉子皆無水珠。

#### 3.依觀察提出第一個問題（主問題）

（換你練習）

#### 4.由主問題延伸出數個子問題

（換你練習）



練習二

1. 觀察對象



(換你練習)

2. 觀察到什麼資訊？

(換你練習)

3. 依觀察提出第一個問題 (主問題)

(換你練習)

4. 由主問題延伸出數個子問題

(換你練習)

### 練習三

#### 1. 觀察對象



(換你練習)

---

---

#### 2. 觀察到什麼資訊？

(換你練習)

---

---

#### 3. 依觀察提出第一個問題（主問題）

(換你練習)

---

---

#### 4. 由主問題延伸出數個子問題

(換你練習)

---

---

### 三、正式進行「出門找問題」活動

以各組為單位，於校園內或其他規定範圍的場所，觀察各種事物、景象、現象，各組經觀察與討論後，決定觀察的主題對象，藉相機或手機拍照紀錄。同組同學經討論後，基於觀察所得資訊而提出疑問，將以下資訊填入作業單中：

1. 觀察對象（若引用他人，請標註來源）。
2. 觀察對象的描述。
3. 我要問的問題，包含主問題與延伸出的子問題。
4. 我的問題有什麼正面的特質？

下一週除繳交作業單，亦將進行「出門找問題」的分組口頭報告，請先分配各同學的角色與任務，並妥善擬稿與練習。

# 「出門找問題」觀察與提問 作業單

班級：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ （繳交日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日）

1. 觀察對象（若引用他人，請標註來源）：（可浮貼照片）

2. 觀察對象的描述：

---

---

---

3. 我問的問題為：

主問題：\_\_\_\_\_

---

---

---

子問題：\_\_\_\_\_

---

---

---

4. 我的問題有什麼正面的特質？

---

---

---

---

---

---

---



## 第5週

## 課程說明

先備知識	基本數學能力
學習目標	介紹量化技術在科學研究上的角色與例子，各組討論量化計畫
時間分配	兩節課皆進行分組口頭報告與互評
評量方式	作業單

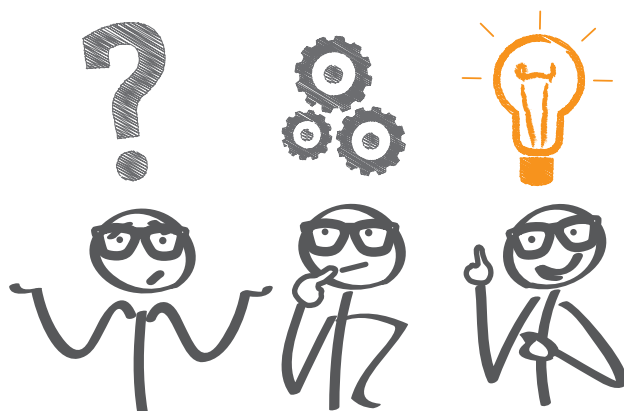


## 教學指引

1. 可傳達：科學研究的量化方法倚重的是清晰具邏輯的思維，而非各種科學儀器。
2. 需提醒：本週的練習主題為量化技術，而非「實驗設計」，短期內所得的量化結果，可能仍無法作出科學上的結論。

## 一、「量化技術」在科學研究中的角色？

科學研究需說服他人，最重要的一個步驟就是量化，也就是獲得有價值之數據的技術。透過量化，可將觀察的現象轉為數據，再透過適當的實驗設計，例如實驗組與對照組的設置，才可進行比較、統計，得到歸納結果或規則。量化的方式非常多種，以下以幾個簡單的行為分析為例，不需要複雜的儀器設備，只要有企圖的心、有邏輯的腦，隨時隨地皆可將身旁的現象進行量化，並從中尋找有意義的結果進行討論，就可領略「留心處處皆學問」的境界。





## 二、以「量化技術」比較、分析男女的行為 —— 以溜滑梯的行為分析為例

生活中常見男女的行為好像具有差異，例如下列的例子。

冒險行為（圖1A、1B，男孩子似乎比較喜歡做容易受傷的行為？）

玩具的種類（圖2，男孩子似乎比較喜歡玩機器人與汽車玩具？）

玩碰碰車的方式（圖3，男孩子似乎比較喜歡自己一人操作碰碰車而不希望與他人共用？）

我們雖常常觀察到人類許多行為，但這些行為的意義在未量化比較前，很難有所結論，故量化的過程是重要的。



圖 1A、1B 男孩子似乎比較喜歡做容易受傷的行為？



圖 2 男孩子似乎比較喜歡玩機器人與汽車玩具？



圖 3 男孩子似乎比較喜歡自己一人操作碰碰車而不希望與他人共用？

現在以溜滑梯為例：兩座相鄰的溜滑梯（圖4），一座較長較高，另一座較為低矮，以下影片為於該溜滑梯前的錄影紀錄，以此為例說明可以哪些指標進行量化。

人類溜滑梯行為的錄影紀錄：

<https://www.youtube.com/watch?v=fr93rvmIXYw>



在此影片中，可提出以下各種指標進行量化、比較：

1. 溜此兩組滑梯的人類個體中，成年與未成年個體各有多少人？比例為何？
2. 溜此兩組滑梯的人類個體中，男性與女性個體各有多少人？比例為何？
3. 溜「高滑梯」與「低滑梯」的人類個體中，各有多少人？比例為何？
4. 溜滑梯的過程中，可歸納出幾種操作姿勢，例如：頭下腳上、趴著、逆流爬上等，各有多少人？
5. 溜滑梯的過程中，與前一位使用者的距離為何？
6. 未成年個體在溜滑梯的過程中，家長是否參與？是否與同伴一起參與？
7. 溜滑梯的過程中，使用者發出聲音與未發聲的人次各為多少？
8. 上述各指標間，是否具有關係？例如：是否未成年個體多為男性／成年個體多為女性？



圖4 兩座相鄰的溜滑梯，一座較長較高，另一座較為低矮。

### 三、以人類行走行為的觀察紀錄影片作為練習

以下為一個寬大走道上記錄人類行走的記錄影片，請觀察此影片中所呈現的資訊，你覺得在此影片中，可以提出哪些可以量化且具科學意義的指標？

育樂中心大門附近之走道的觀察記錄：

<https://www.youtube.com/watch?v=pQ9fVtSPxsM>

我提出的量化指標：




---



---



---



---

我覺得此量化指標具有以下科學意義：

---



---



---



---

### 四、以蟑螂逃亡行為的觀察紀錄影片作為練習

以下為一隻雄性美洲蟑螂逃亡行為的記錄影片，請觀察此影片中所呈現的資訊，你覺得在此影片中，可以提出哪些可以量化且具科學意義的指標？

美洲蟑螂在跑步機上逃亡的影片：

<https://www.youtube.com/watch?v=raUvl4OJsCw>

我提出的量化指標：




---



---



---



---

我覺得此量化指標具有以下科學意義：

---



---



---



---



### 五、分組討論、規劃量化技術的觀察目標與量化指標

本單元量化技術的練習活動，是請同學在日常生活中，尋找適當的現象、對象、主題進行觀察與量化。以分組方式，各組自行討論、規劃研究主題，以適當之人、事、時、地、物進行觀察、記錄與量化（方法、形式不拘），並以一篇短文的方式討論其研究過程與發現，透過各組口頭報告量化成果，再透過同學之間相互評析，達到邏輯論證與學術攻防的訓練目的。

### 六、科學量化實作範本

以下為過去同學進行量化技術實作的成果，可作為參考。圖 5 為以量化落塵量進行比較、圖 6 為捷運中乘客的行為分析。

主題：何處落塵多？

時間：2009.4.5

地點：室+五處 ①客廳窗台 ②陽台(由洗衣房)窗台 ③廁所窗台上 ④臥室窗台(門口) ⑤主臥室窗台上

量化對象描述：空氣中的懸浮顆粒(纖維、塵、蟬絮...)

量化方法描述：以紙板刻出 3cm x 3cm 的小方格洞，再黏貼上封箱膠帶，黏紙朝上，45度集落塵，並在隔小時以 15x 放大鏡(或 LEU)觀察記錄。

結果(含分組、平均、取樣數、簡易結論等)：

時間 \ 地點	①	②	③	④	⑤
12:20	4	2	0	6	0
14:30	4	4	0	11	1
16:30	4	4	4	13	3
18:30	8	5	6	13	5

結論：以通風口的臥室窗台之落塵量最大，且因空氣時流較不穩定，因此臥室窗台之落塵量較小。

註1：由於不能同時觀察5個窗台的集板，原定2小時的誤差是5分鐘，時間空位1小時5分。

註2：肉眼可見的塵埃集板，18:30的測量值即為6小時以來的落塵總量。

圖 5 以量化落塵量進行比較的量化實作成果範本

主題：人們在捷運上都做些什麼？

時間：98年4月5日，下午12:07~12:37

地點：捷運車箱內

量化對象描述：搭乘捷運的人

量化方法描述：觀察人列行為並紀錄

結果(含分組、平均、取樣數、簡易結論等)：

分組：男、女、小孩(共取樣36人)

(16) (14) (4)

男		女		小孩	
14	2	6	8	10	6

上排		下排		其他	
5	10	1	1	3	2

以上為大致上列分組統計，其餘因太少不易分類。

結論：男生所表現列行為較被動，女生較主動，但均受朋友影響。女生較重交際，男性重面子，小孩列行為表現和大人相反。

圖 6 捷運乘客行為分析的量化實作成果範本

## 七、科學量化實作

經本週討論、規畫後，同學可以開始分組進行量化實作，並將觀察、記錄與量化之人、事、時、地、物等資訊填寫於作業單中，描述其研究過程與發現。經過兩週科學量化實作後，請以口頭報告各組的量化成果，再透過同學之間相互評析，達到邏輯論證與學術攻防的訓練目的。

本活動的作業單需填寫以下項目，這些項目是以科學論文的格式為範本：

1. 我所量化的項目與我的目的（簡單描述，前言）
2. 我如何進行量化？（方法）
3. 量化的紀錄（結果）
4. 我的發現與結論（討論與結論）





## 量化技術 作業單

班級：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ （繳交日期：\_\_\_\_月\_\_\_\_日）

1. 我所量化的項目與我的目的（簡單描述，前言）

---

---

---

---

---

2. 我如何進行量化？（方法）

---

---

---

---

---

3. 量化的紀錄（結果）

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. 我的發現與結論（討論與結論）

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

