運用模型促進學生的科學探究
– 小學天文教學工作坊

唐永康老師(五邑鄒振猷學校)
吳木嘉先生(高級學校發展主任)

為甚麼會有四季?

一個由哈佛大學進行的研究發現:

25個哈佛大學畢業生中，只有3個能以地軸傾斜解釋四季成因

A Private Universe Project (1988),
Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics

香港一班學生對四季成因的解釋

季節的成因是氣候變化 春夏秋冬 x3

混淆因果，表述現象

和太陽的近遠。 x2

距離

因地球自轉 x6 是因為太陽自轉的關系。

自轉

因為地球是斜的全沒有面對著太陽的方向是冬天

太陽公轉的時候，若太陽在你头上就會感得很熱，相反就冬天。

就是夏天

隱隱約約的解釋

是地球的公轉問題。

因为地球自轉的同時，也繞著太陽公轉。

因為地球斜轉形成四季

我覺得有可能是因為地球是傾斜地轉。

學生的科學素養

「常識」 Vs 建基於證據的解釋

(Common sense) (Evidence-based explanation)

有證據可以否定四季不是「距離」造成的嗎?

- 為甚麼香港是夏天時，澳洲卻是冬天?
- 為甚麼夏天會日長夜短，冬天卻會日短夜長?
- 要多遠的距離才可以造成夏天與冬天的溫差?

科學教育的目標

科學知識

客觀、系統化的知識

觀察、實驗搜集數據

人對自然世界的求知

科學方法

科學精神

甚麼是科學?

源於 人對自然世界的求知

透過 觀察、實驗搜集數據

建構 客觀、系統化的知識

科學素養 (Science Literacy)

- 不僅是學生能知
- 也包括學生能做
- 及學生能想

科學探究的多樣性

- 科學家需要因應所研究的對象和實際情境，設計合適的探究方案
- 科學探究並不是一成不變，倒模式的流水作業

AKSIS Project (英國)

檢視學校科學課堂的活動，把探究活動歸納為:

- 公平測試
- 鑑別與分類
- 找出規律
- 探索現象
- 以模型引導探索
- 設計與製作
- ……

以模型引導探索

- 多用於抽象或較難直接觀察的現象
- 不只是展示教具
- 透過具體的模型，讓學生對相關現象作出探究

三個層面的考慮

- 運用模型進行教學的可行性
  - 物料、時間、複雜程度……
- 透過模型認識有待探究的現象
  - 從相似之處了解現象
  - 從辨識相異之處了解現象
- 透過具體探究經驗，發展學生探究技能
  - 觀察、記錄、分析及演繹數據等科學過程技能
  - 培養學生主動探究的科學精神

太陽系模型

讓我們一起製作太陽系模型:

- 將八大行星按次序貼上尼龍繩上
- 把繩結貼在課室中央，繩子的尾部貼在課室的四周牆壁上

為何要製作模型？

製作模型對學生學習的好處？

製作模型耗課時？

太陽系模型資料 *(學生版二)*

	模型比例(cm) (按 1:5x10^{8}比例)	模擬與太陽距離(cm) (按 1:1x10^{12}比例)
太陽	278	- - -
水星	1	6
金星	2.4	11
地球	2.5	15
火星	1.3	23
木星	28.4	78
土星	24	143
天王星	10.2	288
海王星	9.9	459
冥王星	0.7	590

太陽 ⌣ 水星 ⌣ 金星 ⌣ 地球 ⌣ 火星 ⌣ 木星 ⌣ 土星 ⌣ 天王星 ⌣ 海王星 ⌣ 冥王星

星體間的距(cm): 6 5 4 8 55 65 145 171 131

(為了方便製作，「星體直徑」與「離太陽距離」所應用的比例並不一致，故此星體離太陽的距離應放大 2000 倍)

透過模型認識有待探究的現象

從與模型*相異*之處認識太陽系：

- 不是平面的紙板
- 不會停在同一直線
- 不會有繩索連繫
- 太陽及行星距離
- 太陽的偉大與孤獨的行星 (體積與長度比例不同)

透過模型認識有待探究的現象

建基於模型提供的具體經驗作出***推論***：

- 行星分類 (類地與類木行星)
- 肉眼可見的行星
- 行星的表面溫度
- 行星的公轉周期

豐富課堂討論空間

- 學生投入課堂討論
- 建基於模型，提出例證支持
- 透過觀察模型作出推論
- 打破學生的思想框框

科學思維的訓練
觀察、推論、例證

課堂實際操作的考慮

製作模型耗時？

如何節省時間？

備課充足
掌握學習重點

太陽系模型製作

運用模型進行教學的可行性

- 物料 (魚絲→尼龍繩)
- 複雜程度 (量度距離→預定位置)

如何節省課時

減省不必要的操作 (提供數字，不用量度)

- 令模型製作過程更暢順
- 有更多時間作課堂討論

如何節省課時

- 預習活動
  - 安排學生回家為八大行星著色及蒐集資料
  - 引發學習興趣(自主學習)
- 減省不必要的操作-提供數字，不用量度
  - 令模型製作過程更暢順
  - 有更多時間作課堂討論

兩班各組學生在4-9分鐘內完作模型的製作

太陽系模型教學考慮

- 課堂學習的焦點
- 討論問題的選取

學生有能力推論嗎？

模型能否幫助學生解釋？

能否啟發學生的科學思維？

太陽系模型活動小結

- 不單是知識性的認知
- 學生的學習動機提昇
- 豐富課堂討論空間
- 藉模型提供的具體經驗，學生討論層面可以更細緻
- 誘發學生對天文的興趣

自主學習

科學思維

打破課本限制

示例二：四季成因

學生看得明課本嗎?

天文課題的課文內容常以:

- 平面圖像解釋立體的情況
- 外太空角度的繪畫作出解釋

這些做法固然有其好處，卻也會引起學生的誤解。

四季成因

課題抽象
學生難明白

能否具體化？

模型提供觀察、探究平台
學生透過活動自己探究現象

四季成因

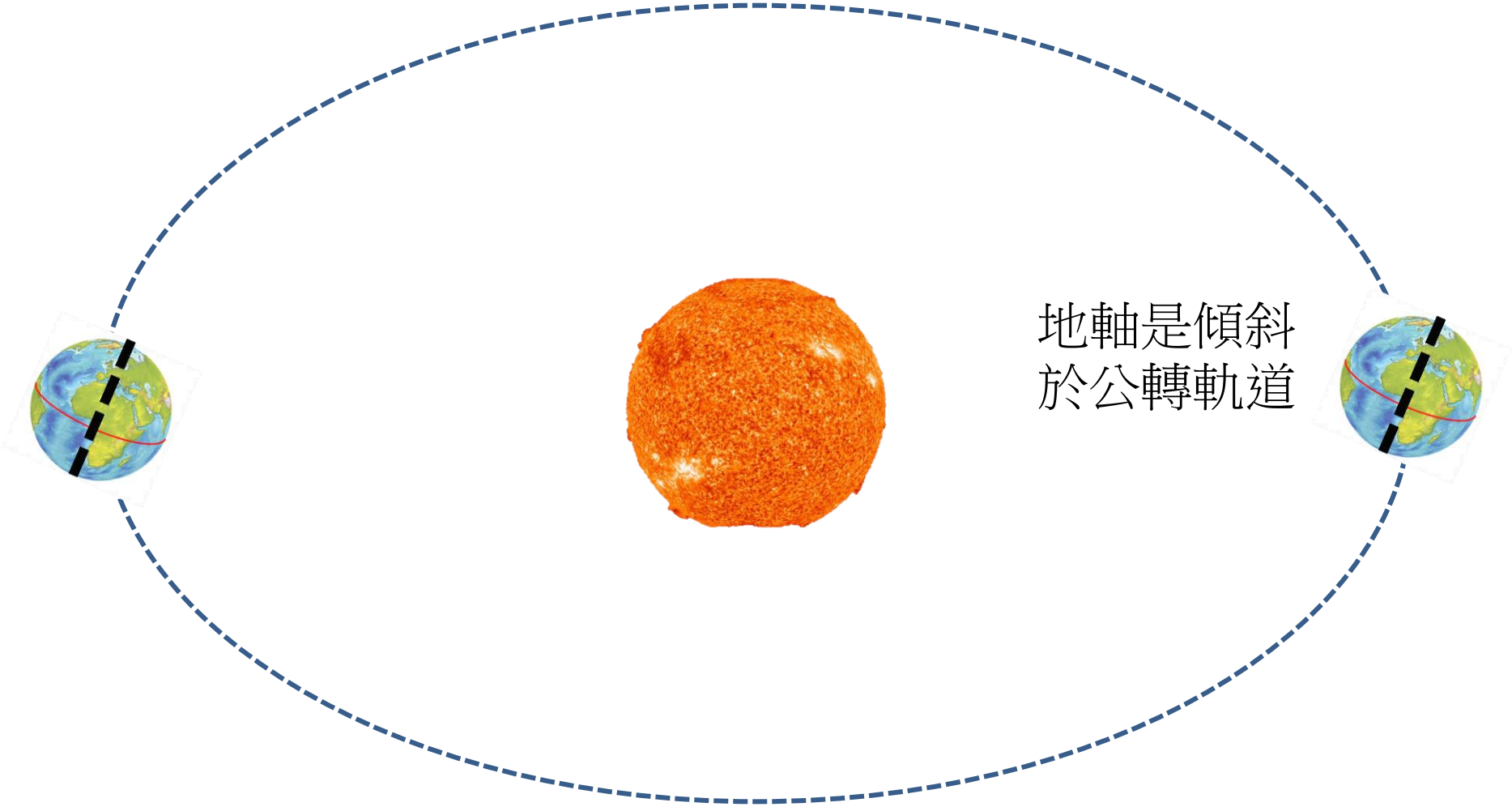
- 活動吸引
- 容易明白四季的成因

課堂如何操作？

學生有能力掌握嗎？

如何引導學生探究？

四季成因模型



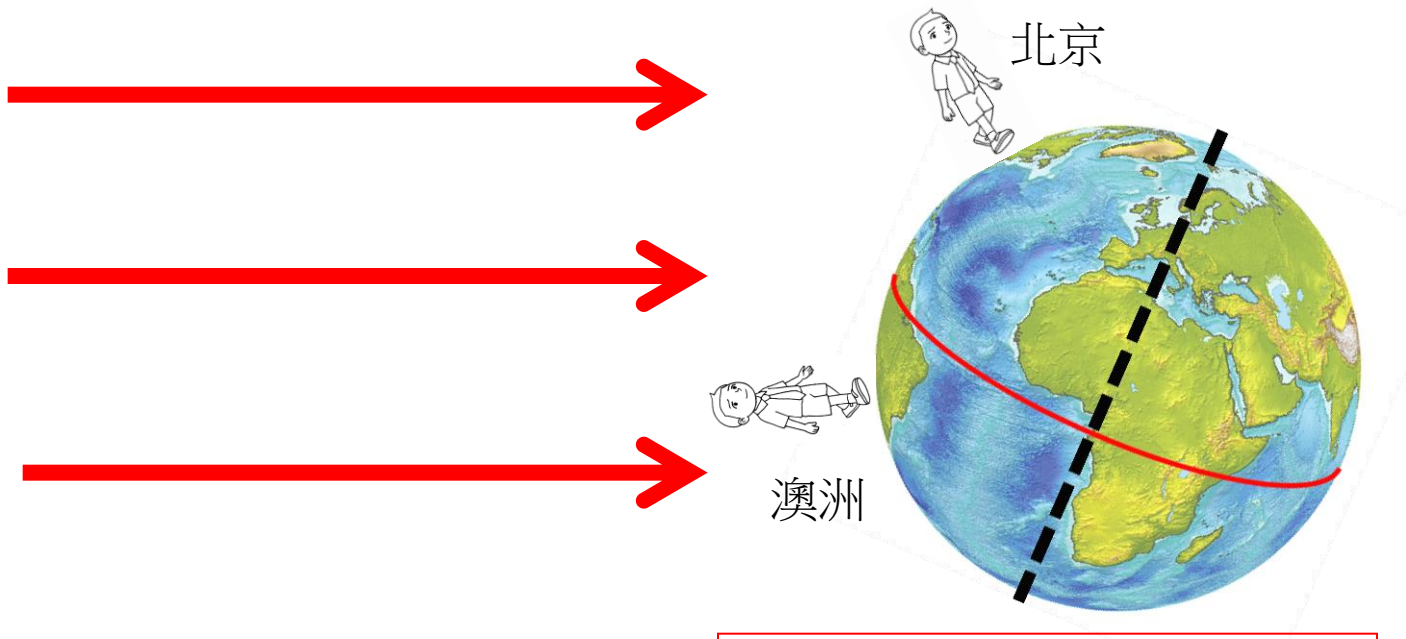
在公轉過程中，地軸的傾斜角度維持不變。

四季成因模型

- 地球儀 ➔ 地球
- 眼睛 ➔ 太陽
- 眼睛看地球儀時必須是水平
- 公轉期間，必須保持地軸傾斜的方向相同
- 觀察見到兩個公仔的角度，你會看見:
  - 公仔的 臉 ，還是 頭頂 ？

陽光斜射身在中國的人臉，卻是直射身在澳洲的人頭頂。

	1月
北京的平均溫度 (攝氏)	-4.3
悉尼的平均溫度 (攝氏)	22.6



當陽光斜射時，那裡接收的熱力較 (少 / 多)，所以氣溫會較 (低 / 高) 。

由於地軸傾斜，引致*南北半球*接收陽光的角度不同，故此在同一時間，*南北半球*會有各不同的季節。

四季成因

- 活動吸引
- 容易明白四季的成因

課堂如何操作？

學生有能力掌握嗎？

如何引導學生探究？

四季成因

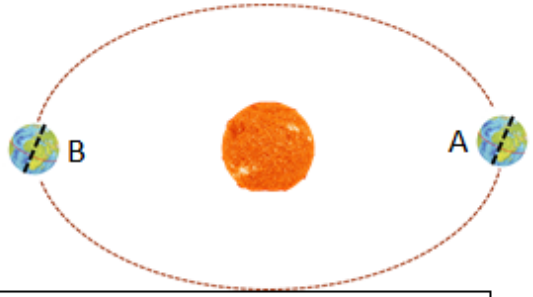
- 學生代入太陽的視角，從不同的角度去理解現象
- 讓學生結合生活經驗
- 引導學生作科學思考

（一）將兩個公仔分別放在北半球（中國）和南半球（澳洲）的位置。（面向赤道）

	觀察	推論對氣溫的影響
比較觀察到兩個公仔的角度	**北半球：（中國）** 我看見公仔的（ 臉 / 頭頂 ），所以陽光是（ 斜射 / 直射 ）公仔。	**北半球：** （ 斜射 / 直射 ）的陽光熱力較（ 少 / 多 ），所以北京的氣溫會較（ 低 / 高 ）。
	南半球：（澳洲） 我看見公仔的（ 臉 / 頭頂 ），所以陽光是（ 斜射 / 直射 ）公仔。	**南半球：** （ 斜射 / 直射 ）的陽光熱力較（ 少 / 多 ），所以北京的氣溫會較（ 低 / 高 ）。

全班22人中，19人正確聯繫「臉」、「斜射」與熱力

B. 將公仔放在北京的位置。(面向赤道)



細心的觀察地球在 A 和 B 兩個位置的情況。

	觀察	推論對氣溫的影響
當地球分別在上圖中兩點時，公仔的模樣有何不同?	A: 能看到澳洲人的頭頂和中國人的臉 B: 能看到中國人的頭頂和澳洲人的臉。	太陽直射澳洲，所以澳洲的氣溫高，相反太陽斜射中國，所以中國的氣溫低。 太陽直射中國，所以氣溫高，相反，太陽斜射澳洲，所以氣溫低。
比較觀察到的南/北半球面積	A: 北半球較小，南半球較多。 B: 北半球較多，南半球較少。	高 低

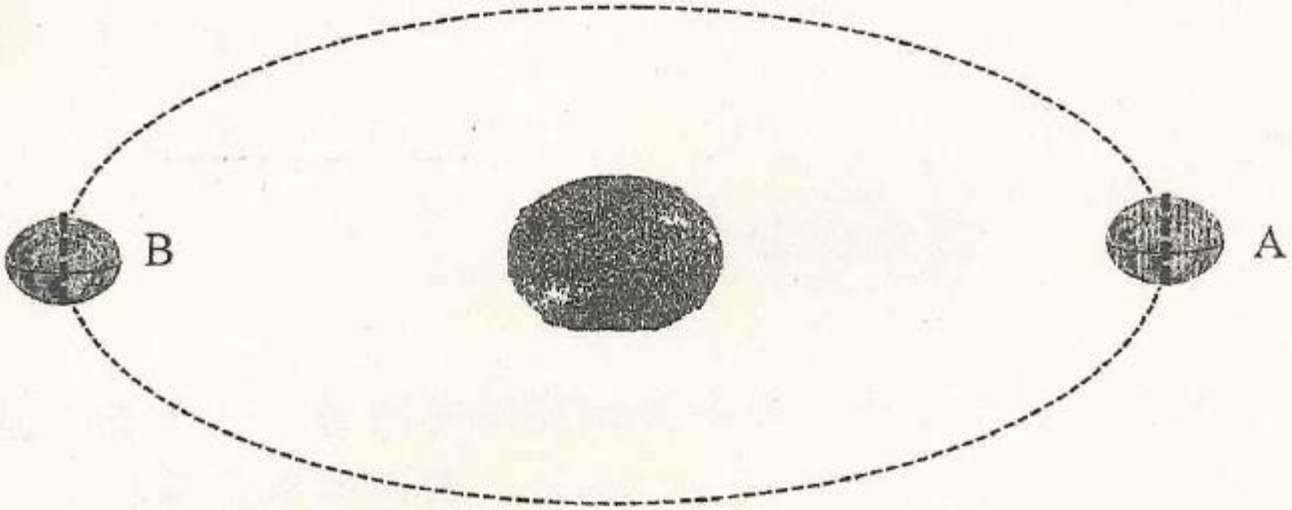
四季成因

- 提供適切反例
- 啟發學生思考
- 釐清學生謬誤

如果地軸沒有傾斜……

（三）將公仔放在中國的位置。（面向赤道）

如果地軸沒有傾斜，觀察在兩個不同位置的公仔。



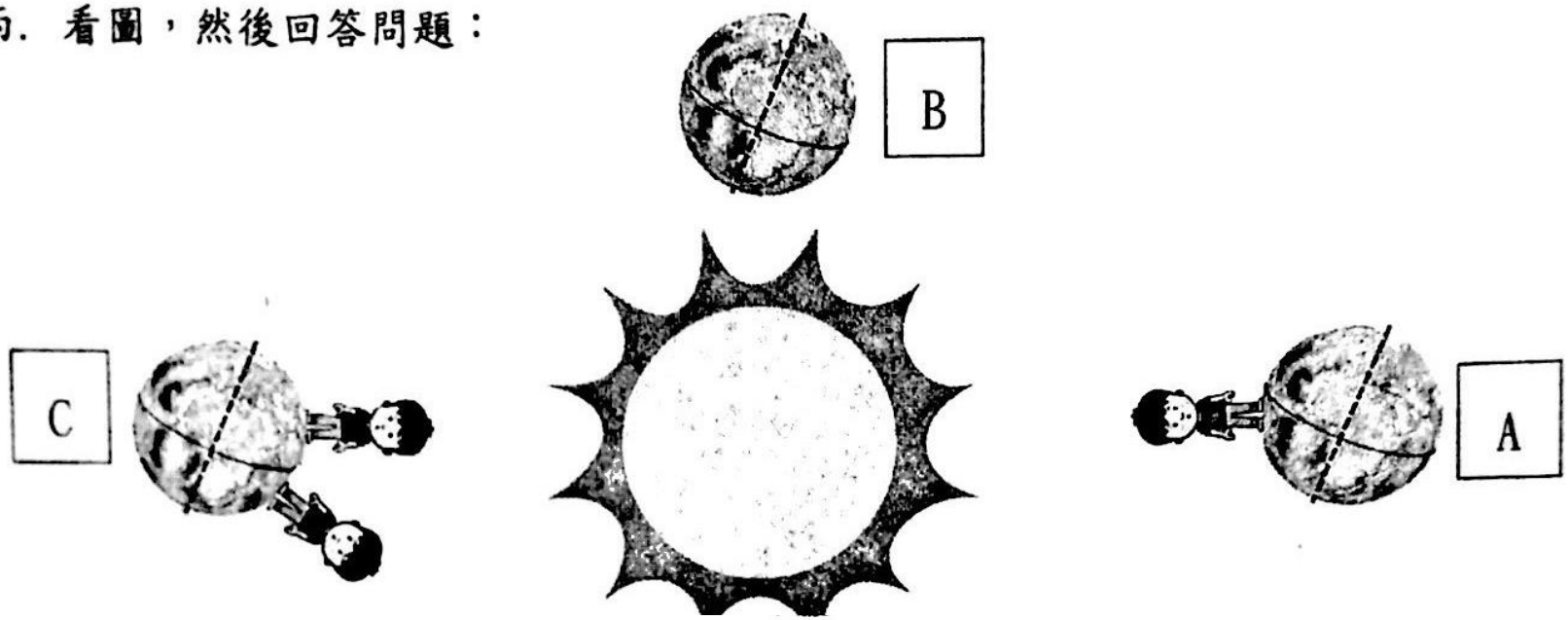
細心的觀察地球在 A 和 B 兩個位置的情況。

	觀察	推論對氣溫的影響
當地球分別在上圖中兩點時，公仔的模樣有何不同?	A: 南半球都是夏天	氣溫都是相同
	B: 北半極都是夏天	氣溫都是相同
比較在兩個不同位置觀察到的南/北半球面積	A: 面積都是相同	接收的熱力都是相同
	B: 面積都是相同	接收的熱力都是相同

總結:

如果地軸沒有傾斜, 北半球和南半球的天氣都是相同。

丙. 看圖，然後回答問題：



1. 圖A 地球上的人正處於哪一個季節？(1%)

夏季

2. 圖C 北半球和南半球的人分別處於哪一個季節？(2%)

北半球是 夏天 ；南半球是 冬天 。

3. 圖 B 及圖 D 太陽照射北半球和南半球情形如何？ (2%)

A. 太陽照射北半球面積較大　　B. 太陽照射南半球面積較大

C. 太陽不能照射南、北半球　　D. 太陽照射南、北半球面積一樣　　3. (D)

4. 假如地球不是傾斜，對季節有何影響？(2%)

如果地球不是會令南北半球的季節相同

實際課堂教學的考慮

- 活動設置
- 學生操作指引
- 觀察的焦點
- 討論問題
- 工作紙的設計
- ……

四季成因總結

- 模型把抽象概念具體化
- 透過模型認識有待探究的現象
  - 從相似之處了解現象
  - 從辨識之處了解現象
- 豐富課堂討論
- 學生主動學習

總結

以模型引導探索

✗	✓
不只是展示教具	藉模型提供親身探索經驗
不單是認識課本知識	更細緻深入的認識，培養科學素養

在課堂採用模型的三個層面考慮

- 運用模型進行教學的可行性
  - 物料、時間、複雜程度……
- 透過模型認識有待探究的現象
  - 從相似之處了解現象
  - 從辨識相異之處了解現象
- 透過具體探究經驗，發展學生探究技能
  - 觀察、記錄、分析及演繹數據等科學過程技能
  - 培養學生主動探究的科學精神

科學教育的定位及其引申意義

	教科書取向	培養科學素養
學習內容	學習經典的科學論理	探索自然世界與生活的關係
對象	精英學生	所有學生
產出	繼續研習科學的專才	成為科技年代的公民
課堂模式	認識科學理論	從概念以至科學與生活的意義
	教師解說	學生說科學
	學生個人學習	個人與群體互動並重
	食譜式科學實驗 (按部就班地完成預定結果)	多元化的探究互動 (就特定現象作探究)