**102-2 生物教學工作坊 第二次會議記錄**

**研習主題：能量教學(竹北高中林上濤老師)教案分享及研討**

**時 間：**103年3月20日(四) 下午12點10分至16點10分

**地 點：**新竹高中新民樓二樓會議室

**出席人員：**新竹女中劉月梅老師、實驗高中馮蕙卿老師、楊亦筑老師、竹北高中

張秀瑤老師、江淳卉老師、林上濤老師、竹東高中韓中梅老師、苗栗

高中饒世君老師、內壢高中趙秀嫻老師、楊璧如老師、新竹高中傅慧

鳳老師、彭寬輝老師、許慶文老師、陳慕璇老師、劉淑娟老師、謝季

蓉小姐

**主 持 人：**新竹高中傅慧鳳老師

**紀 錄：**劉淑娟老師

**一、主席致詞：**感謝各位夥伴的參與，秉持學習共同體的精神，大家一起來學習。

竹北高中林上濤老師開放他的課堂，他將以學習共同體的教學模式，進行「基

礎生物1-4細胞及能量」的教學，以師生問答結合小組活動及討論的方式，

來幫助學生釐清概念。

二**、**教案分享及研討

* 1. 教案內容如附件，由林上濤老師說明教案架構流程，請與會老師進行討論並給予建議。
  2. 林上濤老師：
     1. 本教案之架構主要依循清大葉世榮教授在之前的研習活動中所建議的關鍵概念－「能量哪裡來？能量的種類？生物體最適合使用的能量？」來設計，課堂中會採取學習共同體的方式進行，將班上分為8組，每組5~6人。
     2. 延續上一節課「酵素」催化化學反應的內容，由「合成及分解反應均伴隨能量變化」導入本節主題－能量，拋出Q1－「能量哪裡來的？由誰直接供應呢？」。依序問答Q2~Q7，完成本節課程內容，並針對兩個常見的迷思進行提問及說明。關於「粒線體有氧呼吸」及「葉綠體與光合作用」之細節，則留待下一節課作說明。
  3. 許慶文老師：Q1進行時，可能學生已答出Q4的答案－ATP，最好預想如何因應；目前Q1~Q7的發問順序是否恰當流暢，宜再斟酌。
  4. 傅慧鳳老師問：如何引導學生回答問題?

林上濤老師回：以圖片或生活的例子，提出現象後引導討論。

* 1. 劉月梅老師建議：教案花了相當多心思設計，但能量的概念還是抽象。「能量」的存在需透過「流動」來感受，能量有高低階之差，透過釋放及吸收來轉換，可舉例「實驗中燒杯加熱、攪拌這些操作都跟能量有關」。也可提問「一塊脂肪是否為能量？」、「誰會是細胞共通可用的能量？能量貨幣是什麼？」來引導學生思考。能量教學最好還能結合人生哲學。
  2. 張秀瑤老師：ATP的組成、結構特色及重複磷酸化等特性也是相當重要的教學內容，目前的教案並未涵蓋。
  3. 彭寬輝老師：此範圍的教學，我是從「複習代謝」開始，生物體要存活就要進行代謝、就要有能量，例如光合作用及呼吸作用，透過「C-H鍵能」來建立或釋出能量。Q2列出的各種能量間並不等位，學生不易抓到相互比較的關鍵點。能量在轉換過程中會耗損，如「1克醣類燃燒產生4大卡，一個葡萄糖最多產生38ATP，經換算後者僅前者的40%。」可從這一點切入，引起討論。
  4. 傅慧鳳老師：
     1. 建議上濤老師在目前的架構前再加入一段鋪陳，幫助學生進入主體，最好由生活經驗中連結。要落實學共的精神，多費時間是必要且值得的。
     2. 提醒學生從「細胞層級」來探討能量。
  5. 張秀瑤老師：學共的精神是學生透過自助、互助來學習，目前的課程設計是引導式教學，未能提供學生「透過小組討論而學習」的機會。可考慮發給每小組白板，讓學生更容易進行討論且將討論的結果以圖文呈現出來。
  6. 韓中梅老師：我的個人經驗中，小組討論的進行方式分兩大類，一為封閉式題目，答案明確單純、讓各組搶答；另一類為讓小組充分討論後，依序(或挑選組別)上台發表，最後由教師依照發表的內容進行整理或補強。另外，曾經讓學生討論「植物進行光合作用與呼吸作用的目的？」發現幾乎沒有學生提到「光合產物可以構成體質」這一點，反映出這是教學上容易被遺漏或誤解的點。
  7. 許慶文老師：總結大家的意見如下，
     1. 可參考寬輝老師的經驗，由生物為了存活必須攝食來獲得能量切入，引出能量的來源。
     2. 小組討論的題目設計是關鍵，如：「一葡萄糖分子直接燃燒可產生約680大卡，經呼吸作用僅轉換成7.3\*38大卡，為什麼細胞要選擇後者？」引導學生思考能量釋放「一步到位 v.s. 分批到位」的差別及對細胞所造成的不同影響。
     3. 考量課堂時間有限，必須捨棄目前教案中的部分Q，請上濤老師預估小組進行討論及發表所需的時間。預定流程完成後，若有剩餘時間，則可介紹ATP的組成等其他特性。

三、下次研習時間：

1. 4月10日(四)學習共同體之觀課及議課技巧，由麗山高中藍偉瑩老師進行分享，地點在新竹高中新民樓二樓會議室。
2. 4月24日(四)竹北高中觀課，由竹北高中林上濤老師進行教學，請屆時在場觀課的老師僅做觀察(以學生的學習狀況為主)，不干預任何課程的進行。

**附件**

[1-4細胞的能量] 架構流程：

一.”能量”概述 5min~

什麼是”能量”呢? 🡪任何物質皆含有能量，**方看這些能量能不能放出被其他物質接收使用！**(將能量流轉傳遞出來)

[Q:一根木炭與一塊肉，誰能量高呢? 如果一塊1g的鈾礦呢??] 吃進體內?燃燒?進行核反應?

能量是可以傳遞的，像手握一杯熱水杯，熱能可經由接觸傳給手。燈泡通電後，電流的能量傳給了鎢絲，將能量轉換成光與熱的形式**釋放出來**。 (其實人的生命也是這樣，每個人都有大量的能量，看妳有沒有辦法找到能夠發揮的形式將你的能量傳遞出來！王建明用棒球的形式、周杰倫用音樂的形式、…… 形式對了，能量才能作用!! 你能不能找到將自己能量大量傳遞出來的形式呢?也許很多人一輩子就在尋找這個!)

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

二.**生命**的”能量” 5min~

我們在1-1介紹了許多”生命現象”，其實能量的運用流轉形式，也是一個最根本且獨特的”生命現象”!! 自然界中的物質，正常狀況都傾向朝最穩定的狀態去變動，越穩定的狀態所含的能量通常就越低(熱水🡪冷水；快速移動的物體🡪靜止；高山湖泊的水🡪海裡的水)。但是生命是一個逆著能量變動趨勢的集合體！生物體本身不斷把許多物質的能量加高(或加入高能物質到體內)，並在每個細胞內進行大量的能量轉換(高高低低的能量變換) **(活著!!! 流動的感覺)**

大家想想，你要怎樣才能夠活著? 必須吃東西(攝入能量)

生物體內進行代謝：必有能量轉換!!

eg: 合成反應(多為吸**能**) (配合反應活化能圖形回顧)

分解反應(多為放**能**)

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Q1：能量的”形式”有很多種，例如「熱能、電能、位能、化學能、動能、核能、光(太陽)能、……」生物體比較適合使用哪類的能量? (能隨時釋放拿來使用) ??Q1(1)為什麼? (以上形式缺一組)

Q1 (2)八組各依序分配一種能量形式來描述：若使用此形式能量的生物，可能長什麼樣子，該有什麼構造或特性。 (各組討論5min，接著發表共5min) (小白板畫出長相)

Q1老師結語5min

大家推得了化學能最適合生物體使用，其實化學能是一種分子鍵結形式的位能！

A+能量🡪B (B的”結構”中總共含有比A更高的化學能) 舉例來說~為何同樣1g脂質vs醣類/蛋白質，脂質的熱量是9kcal另兩個是4kcal (2.25倍) [對照PPT醣類,蛋白質,脂質結構，帶大家看碳氫鏈數。計算同單位重量下，脂質的碳氫鏈數約為糖與蛋白質的2.25倍!]

(並且這些能量形式是能互相轉換的！如電鰻將化學能轉換為電能、螢火蟲將化學能轉換為光能等，建立學生能量轉換的概念。)

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

簡介ATP：5min

各種儲藏的化學能如何使用? 生物演化產生了一種生物反應共同接受使用的”能量貨幣”：ATP

什麼是”能量貨幣”??

Q：你能不能拿你的手機、手錶、或一顆鑽石到街上去買一個便當?? (貨幣的重要!)

(非貨幣的有價值物也可能被當石頭丟掉)

[PPT講解] ATP結構；運作模式:ATP + H2O 🡪 ADP + Pi + 能量

補充Q：是否只有ATP一種貨幣? 不只! 美金、歐元、日元、台幣 (預告下節NADPH等)

------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Q2[跳躍]： (提醒這邊較困難要專心!!) 已知燃燒1mol葡萄糖會釋放出686kcal熱量，而  
1mol ATP🡪ADP+Pi釋放出7.3kcal能量 (見[附表1])。生物進行有氧呼吸，分解1mol葡萄糖最多形成38個ATP (7.3x38=277.4kcal) 不到葡萄糖直接燃燒產生熱量的一半!! (約40%)

Q2：為何生物要使用能量轉換效率較低的ATP形式供能，而不把葡萄糖直接燃燒(放出更多能)使用呢? 討論5min (因上方講述提示明顯，預計應該不會太難得出答案~)

(若卡住無法思考，提示1.”快速放出大量能量(如燃燒)的優缺點? 可能會出現什麼狀況??”)

提示2.剛剛說了”能量貨幣”，有什麼特色啊?

有理出系統成果的組別自願報告(1~2組) (發表5min) (小白板條列式)

Q2討論老師結語5min

(補充資料單張ATP介紹)

統整ATP的特性、使用方式(磷酸化，壽命短(不很穩定)無法長久儲存，多用途(RNA組成成分)……)

Q3：對照你的日常生活，ATP可以像是生活中的什麼物品? 討論3min，發表2min (小白板)

Q4：當細胞內ATP/ADP 比值高時，會做哪些事? 討論3min，發表2min

細胞內ATP/ADP 比值高低，會做哪些事? (小白板條列式，八塊一起放黑板快速呈現)

迷思：5min

ATP是個能量形式? 還是個物質? (口語敘述得到(產生)一個ATP/失去(消耗)一個ATP，其實實際是?)

ATP含兩個"高能磷酸鍵"說法的迷思。 打斷鍵是吸能還是放能??

預告下節：需要這麼多ATP，細胞如何產生ATP呢?

第二節課：

如何獲得ATP?

[粒線體的有氧呼吸] (探討能量如何由葡萄糖轉換到共通貨幣ATP中)

(醣解、克式循環、電子傳遞鏈)

發酵作用(酒精發酵、乳酸發酵) 討論：為何以發酵方式獲得ATP? (有何限制、環境因素等)

生物要利用化學能就必須攝取含能的化學分子(醣類、脂質、蛋白質)，這些分子哪裡有? 夠所有的生物長期使用嗎? 🡪引入”自營生物”、”物質、能量循環”概念。

[葉綠體與光合作用] (先探討光能被葉綠體光反應接收轉換，此能量推動碳反應將二氧化碳的碳分子還原，將能量轉儲存於葡萄糖中) 能量流轉跑過後，再稍微細講光反應碳反應內容，補充NADPH

Q：光合作用與有氧呼吸作用，應該是誰先出現的呢? 為何如此推測呢?

(演化對應環境需求概念)

[附表1]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 反應 | ΔG kcal/mol | kJ/mol |
| 葡萄糖+6O2+🡪6H2O+6CO2(燃燒) | －686 | －2870 |
| ATP→ADP+Pi | －7.30 | －30.5 |
| ADP→AMP+Pi | －7.30 | －30.5 |
| AMP→腺苷+Pi | －3.40 | －14.2 |
|  |  |  |