

學習行為目標分類與 生物科測驗設計數例

楊榮祥 國立臺灣師範大學

在教室裏，教師就是決策者（a decision maker）。他要決定學生要學什麼，怎樣學，為什麼要這樣學，也要決定什麼時間，如何進行其學習活動。教師的決策，需要個「工具」，這個工具就是學習行為目標。

教師在教學之前，都要研究其教材，以及有關參考資料，例如教師手冊，以確定學習行為目標，然後，根據目標選擇教材，建立教學計劃（teaching strategies）。在教學活動結束之後，也要根據學習行為目標命題，以測驗學生們的學習成就。

為檢查教師自己所訂的行為目標，是否能代表各單元教材全部目標，需要一個目標分類系統。

美國的ETS（教育測驗服務社，Educational Testing Service）將測驗目標分為如下六類：

1. 基本科學概念或原理之理解能力
2. 科學概念或原理之實際應用能力
3. 數值關係運用能力
4. 因果關係之理解能力
5. 解釋數據能力
6. 實驗方法或程序之應用能力

美國的BSCS（生物科學課程研究會，Biological Sciences Curriculum Study）則將教

學及測驗目標分類為如下四類：

1. 記憶或重組所學教材之能力
2. 指出所學教材間相互關係之能力
3. 能將所學知識應用於新情況之能力
4. 運用科學過程技能（skills），以探討科學問題的能力。

布倫氏（Benjamin Bloom）則將教學目標分為認知（cognitive），情意（affective）與技能（psychomotor）等三個領域，在認知的領域下再分如下六個層次的分類：

1. 知識（knowledge）
2. 理解（comprehension）
3. 應用（application）
4. 分析（analysis）
5. 綜合（synthesis）
6. 評鑑（evaluation）

比較上面三種分類，可說各有特點。BSCS的測驗分類，已另有敘述，ETS者留待將來適當時機再論，本稿將以布倫氏分類來談測驗設計的實例，因為布氏分類早已為我國教育界所接受。

當教師設計好一份測驗題目之後，宜根據布倫氏分類法，試做分類，究竟這一份試卷中，在認知領域之內，試題分佈情形如何？是否偏重「

知識」？忽略了「應用」？或「綜合能力」的命題。

下面就是布倫氏分類的認知領域各階層各類試題範例：

1.00 關於所學知識單純的認識和記憶

1.10 認識單一瑣碎的知識

1.11 術語的知識

DNA 分子的變化，能夠由一代傳給

下一代，叫做：

- (a)突變 (c)複製
- (b)有絲分裂 (d)獨立分配

1.12 單一事實的知識

下列何者可以作為「生化催化劑」：

- (a)葡萄糖 (c)酶
- (b)病毒 (d)荷爾蒙

1.20 認識處理事物方法之知識

1.21 慣例的知識

下列符號何者表示顯性同基因型：

- (a) $X \times Y y$ (c) $XXYY$
- (b) XY (d) $x \times YY$

1.22 程序的知識

大部分生物學家所接受有關於演化發展的假說是：

- (a)爬蟲類在兩生類之後
- (b)腔腸動物在環節動物之後
- (c)昆蟲在鳥類之後
- (d)原生動物在藻類之後

1.23 分類的知識

有關生物分類的順序為：

- (a)目、門、綱、屬、種
- (b)門、綱、目、屬、種
- (c)門、目、綱、屬、種
- (d)門、綱、目、種、屬

1.24 準則的知識

任何科學實驗的結果，在建立有效的

結論之前，先要：

- (a)所有科學家都同意這個結果
- (b)廣泛地為大眾所接受這個結果
- (c)能為其他科學家所驗證
- (d)能為有經驗的科學家承認其原問題

1.25 方法的知識

「設立一個假說」，意思是：

- (a)略述實驗設計的方法
- (b)對問題作假設性的回答
- (c)指認實驗設計的謬誤
- (d)設計實驗的控制組

1.30 認識「一般」或「抽象」的知識

1.31 公理、原理和法則的知識

將最適當的字母填於 1 - 5 的敘述之前

- (a)光合作用的光反應
- (b)光合作用的暗反應
- (c)細胞的呼吸
- (d)A和C

1. CO_2 為氫所還原

2. 葡萄糖釋出氫原子

3. $ADP + P \rightarrow ATP$

4. 水分子破裂釋出氧

5. 葉綠素釋出含高能量的電子

1.32 定理、公式、學說及學理結構的知識

下列有關演化的各項因素中，「天擇」

最恰當的解釋是那一項？

- (a)遺傳變異性
- (b)族群增大的趨勢
- (c)生存競爭
- (d)生物個體不同的特性，所造成不同的生存方式

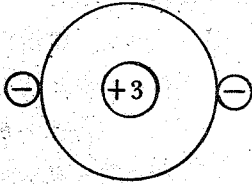
的生存方式

以上屬於 1.00 知識階層者，無論有關「單獨一個字」或「一件事」的知識，甚至於「最複雜而抽象的學說結構」的知識，都屬於單純的記憶（simple recall），是最低的認知行為。

自2.00理解階層始，均屬於認知能力和過程技能
(Intellectual ability and Process skill)
為較高階層的認知活動。

2.00 理解

2.10 轉譯



上圖所示為：

- (a) Li^{++} (c) Li^+ (e) Li
(b) Li^{+++} (d) Li^-

2.20 解釋

1. 比較相關事物的能力

a. 指出相關事物間之異同點

下列成對的特性中，何者能說明蕨類和顯花植物的異同點：

- (a) 木質部和韌皮部 (c) 莖和葉
(b) 葉綠體和孢子 (d) 花和花粉

b. 指出相關事物概念的比較

DNA 和 RNA 的相似處是：

- (a) 含胸腺嘧啶
(b) 主要功能在核內
(c) 都是遺傳物質
(d) 能形成聚合體

2. 所學知識敘述之轉換

如果喬治彼得 (George Beadle) 的
“一基因一酶”學說是正確的，我們將可以預言

- (a) 所有化學反應是由基因所控制
(b) 基因由 DNA 所構成
(c) 環境對基因的作用無影響
(d) 基因決定遺傳性狀

3. 變換各種性質之表達方式

生活在海水中的植物，若轉移至淡水中，則植物將：

- (a) 失去水分而枯萎

(b) 吸收水分而膨脹

(c) 失去氧氣而死亡

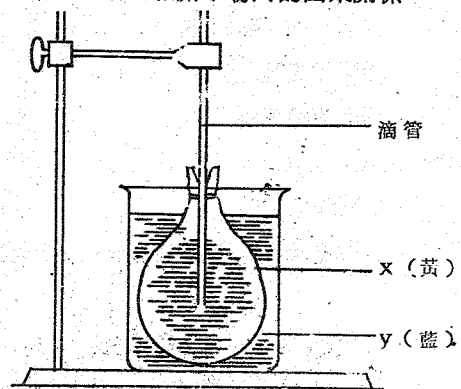
(d) 不能行光合作用

4. 解釋數據的能力

設H表示高莖（顯性）基因，h表示矮莖（隱性）基因，如以高莖豌豆配交矮莖豌豆，得到86株高莖，81株矮莖，那麼這些高莖的基因型可能是：

- (a) HH (c) hh
(b) Hh (d) H

5. 指出相關事物間的因果關係



設：溶液x中溶有黃色分子，位於半透膜的袋中，溶液y中溶有藍色分子，若這二種分子接觸則會產生綠色分子，實驗前，黃色液面位於滴管口的高度。

1. 若溶液y變成綠色，表示：

- (a) 黃色分子小於藍色分子
(b) 藍色分子小於黃色分子
(c) 發生了擴散作用
(d) 沒有水分子通過膜
(e) 膜對黃、藍分子皆是可通透性的

2. 滴管中液面的上昇，主要的原因是：

- (a) 水分子由y擴散至x
(b) 室溫增加
(c) 蒸散過程的拉力
(d) x、y二者水分子濃度不同
(e) 滴管的毛細現象

2.30 推理的能力

培養液中的草履蟲族群，在第 2 天就加倍，若有足夠的食物供給，預測 10 天後：

- (a) 族群大小為最初的 10 倍
- (b) 繼續加倍直到氧氣耗盡
- (c) 族群大小為最初的 36 倍
- (d) 資料不足以預測正確的結論

3.00 知識之應用

下列各項敘述中，何者最能描述恒定性的主要功能？

- (a) 細菌突變產生新種
- (b) 陽光下植物枯萎
- (c) 葉子氣孔的開閉
- (d) 血液的凝集

4.00 知識之分析

4.10 組成要素之分析

運動後呼吸速率會增加，最合理的解釋為：

- (a) 運動使得呼吸速率增加
- (b) 血液中 CO_2 量增加，刺激呼吸中樞
- (c) 運動時，血液中物質濃度的改變
- (d) 運動時，心跳加快

4.20 組成要素間相互關係之分析能力

設有保持生態平衡的水族箱裏面有：魚類、水生植物、蝸牛等生物。假如移去其中魚類，那麼下列何種情況最先發生：

- (a) 光合作用增加
- (b) 水變成更具酸性
- (c) 水生植物死亡
- (d) 水中 CO_2 量增加
- (e) 水中 O_2 量增加

4.30 組織原理的分析

孟德爾豌豆遺傳實驗及哈維的血液循環實驗，在解答生物問題時，二者有何共同的實驗策略？

5.00 知識之綜合

假說：如溼度降低，植物的蒸散作用率必定增加。試設計實驗以證明你的假說。（勿忘設立控制組）

6.00 知識之評鑑

解釋地球生命起源的兩個學說是：

- 1. 生命來自外太空
- 2. 生命來自地球上無生命的物質

你比較喜歡那一個學說？試說明理由。

上面諸例題只是個參考，相信每一位生物教師都能設立更好，更適合其教學環境的試題。

布倫氏目標分類，事實上就是一種教學工具，如能運用自如，當可收豐碩的教學效果。教材中任何一個單元，都含有各層次各類型的行為目標，教師要找得出來，並能根據目標來設計命題。下面就是一例：

高中生物學習行為目標與成就測驗命題一例

單元名稱：達爾文的演化理論

一般目標：理解並運用達爾文的演化理論

學習行為目標（110）：能重述達爾文學說的名稱

測驗命題：1 達爾文關於演化的學說稱為：

- (a) 自然淘汰說
- (b) 突變說
- (c) 用盡廢退說
- (d) 重演說

答案：(a)

學習行為目標（120）：能指出達爾文推論演化事實的主要根據

測驗命題：2 達爾文推論生物演化事實的主要根據就是

- (a) 化石及現代生物的形態與生態分佈
- (b) 生物細胞中 DNA 構造的演變

(c)生物的表型與基因型的關係

(d)染色體與有絲分裂的相互關係

答案：(a)

學習行為目標(130)：能指出達爾文學說的主要內容

測驗命題：3.達爾文學說的主要內容為：

(a)生存競爭適者生存

(b)突變為演化的原料

(c)兩性生殖促進演化

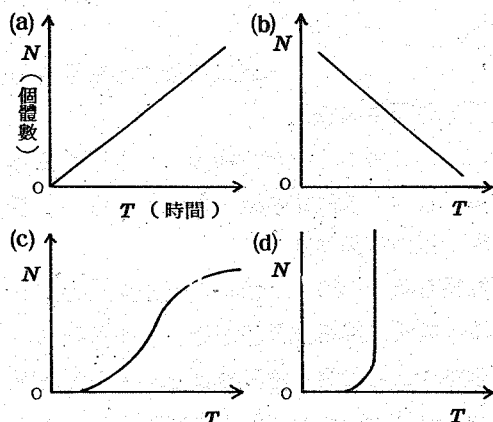
(d)DNA 支配酵素作用

答案：(a)

學習行為目標(210)：能運用曲線表(多邊圖)表示生物族群生長的特點

測驗命題：4.在一連串地殼變動之後，在海洋中出現甲乙兩新生島，起初空無一生物，後來慢慢滋生各種植物

4 - ①最初幾年各島先驅動植物族群的增殖情形大致應如：



答案：(c)

學習行為目標(220)：根據所給各種族群結構資料，推論其生存競爭程度，並指出其原因或解釋其理由。

測驗命題：5.同4題

4 - ②經數百年之後，甲乙兩島的生物密度大致相同，但甲島生物均屬極少數物種，

乙島上則棲息許多物種，顯然：

(a)甲島上生存競爭比乙島劇烈，因為甲島生物本性好鬥，死亡率高

(b)甲島上生存競爭比乙島劇烈，因為甲島生物生活所需條件均同

(c)甲島上並無生存競爭，因為甲島生物多屬同種，必能互助合作，故無競爭

(d)甲島上少有生存競爭，因為多屬同種，由於近親交配，體質衰弱，均無力競爭

答案：(b)

學習行為目標(230)：能根據所給有關生物環境現況資料，預測其將來演化趨勢

測驗命題：6.同4題

4 - ③在乙島的生物中，也有甲島上同物種的生物群，再經一段長久時間之後，甲乙兩島上這些共同物種將會：

(a)仍然保持相同的特性

(b)各有不同的演化

(c)甲島的物種比乙島者演化快速

(d)乙島的物種比甲島者演化快速

答案：(b)

學習行為目標(300)：能運用達爾文的理論，解釋課本所提以外的其他演化事實

測驗命題：7.同4題

4 - ④再過數千年之後，乙島上已生長一大片暗灰色樹皮的喬木林，林中所有的蛾類與甲蟲類也都呈暗灰色。如果以達爾文的理論來說，這些暗灰色的昆蟲就是本林中的最適者。試問還需要收集何種資料，才能證明這些昆蟲的演化事實。

(a)林中是否有以此類昆蟲為食的捕食動物

(b)檢查此類昆蟲的染色體，是否含此類體色之基因

(c)檢查此類昆蟲的化石資料

(d)設計實驗以證明暗灰體色的

基因是否顯性

答案：(a)

學習行為目標(410)：能運用達爾文的理論，以分析所給有關資料，指出其影響生物族群演化的限制或支配因素

測驗命題：8同4題

4 - ⑤數萬年之後，甲島上生物物種數仍然甚少，但其個體數量則均為豐富。根據化石資料顯示，其形態與習性，均與其原祖種相似。限制這些物種演化的主要因素應為：

- (a)環境因素條件
- (b)本島的地理位置
- (c)該物種的遷移性
- (d)該物種本身基因突變率

答案：(a)

學習行為目標(420)：能運用達爾文的理論，以分析所給資料，指出演化過程中，各物種之間的相互關係。

測驗命題：9同4題

4 - ⑥化石資料顯示，乙島上的生物各物種，幾萬年來曾不斷的改變，但始終保持其相當數量的族群與物種數。在這演化過程中，各物種之間的相互關係應為：

- (a)互為依存的食物關係
- (b)互為敵對的競爭關係
- (c)互相合作的伙伴關係
- (d)並無任何有意義的相互關係

答案：(a)

學習行為目標(430)：能運用所給有關各個不同生態環境的演化資料為例，指出達爾文學說的基本組織原理

測驗命題：10同4題

4 - ⑦加以甲乙兩島生物不同的演化情形為例，達爾文以何者為其演化學說的基本組織原理？

- (a)生物具變異性，環境支配生物的存在

(b)生物在生存競爭中發生變異，變異的結果就是演化

(c)生物在自然淘汰的力量下，向一定方向演化

(d)生物與生物之間的相互關係，促進演化

答案：(a)

學習行為目標(510)：能運用達爾文以及現代的演化學說，根據現況資料，推論過去的生物與生態環境，以其個人獨創的意見說明演化的過程與事實。

測驗命題：11臺灣雲豹與婆羅洲雲豹，喜馬拉雅雲豹，均具相同特徵，其斑紋亦極為相似，只是體色深淺頗有差異，試運用達爾文的學說，以及所學現代演化理論，推論三種雲豹的演化的過程，並說明其理由。

答案大綱：1.均為同祖

2.臺灣、印尼群島曾與大陸相連

3.隔離之後，各在不同的環境下，做不同的演化

說明：「綜合」能力，著重學生獨特的創意，任何形式的選擇題，均有暗示作用，不宜採用，以申論式為宜。

學習行為目標(520)：為說明所給演化的過程或事實，能設計或規劃具體而適當的作業計劃

測驗命題：12為證明上題所推論之事實，所需要的直接證據是什麼？應如何收集？試說明你的計劃。

答案大綱：應設計具體的計劃，以比對各地區各年代之化石

說明：同上題

學習行為目標(530)：能運用所學近代生物科學有關突變與DNA等新知，以修改或補充達爾文的理論

測驗命題：13試運用現代分子生物學關於突變與

DNA等新知，修改或補充達爾文的演化理論。

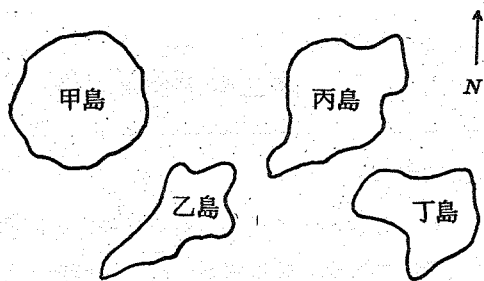
答案大綱：以DNA與突變的知識，修改後天性獲得形性之遺傳等。

說明：同上題

學習行為目標(610)：能評鑑有關演化的資料

解釋是否符合演化理論

測驗命題：14.如圖：有一群島含甲、乙、丙、丁四島，各島環境條件相同，各島上的動物調查結果如下表，試運用所學演化理論評鑑下面各組的敘述



甲 島	乙 島	丙 島	丁 島
小哺乳動物	小哺乳動物	無哺乳動物	無哺乳動物
蜥 蜴	蜥 蜴	蜥 蜴	蜥 蜴
小 型 鳥	小 型 鳥	小 型 鳥	小 型 鳥
淡 水 魚	無淡水魚	無淡水魚	無淡水魚
其他96種	其他47種	其他3種	其他99種

問題方法：每小題分別以A.B.C.D.E.作答

A：敘述Ⅰ為合理的資料解釋，敘述Ⅱ為敘述Ⅰ之證據

B：敘述Ⅰ為合理的資料解釋，敘述Ⅱ不能為敘述Ⅰ之證據

C：敘述Ⅰ為不合理的資料解釋，敘述Ⅱ乃為敘述Ⅰ之反證

D：敘述Ⅰ為不合理的資料解釋，敘述Ⅱ不為敘述Ⅰ之反證

E：認為沒有充分的證據以評鑑敘述Ⅰ

試題：

1.敘述Ⅰ：這些動物由西向東遷播

敘述Ⅱ：大陸就在本群島西邊

2.敘述Ⅰ：小哺乳動物比蜥蜴不易越過海峽而遷移

敘述Ⅱ：小哺乳動物只在甲乙島上有，但四島均有蜥蜴

3.敘述Ⅰ：乙島上先有鳥類，後來才有小哺乳動物

敘述Ⅱ：四島均有鳥類，但只有甲乙島有哺乳動物

答案：1.B 2.A 3.E

學習行為目標(620)：能運用所學有關演化理論，評鑑達爾文學說對於生物科學或人類社會的影響價值。

測驗命題：15.達爾文並非第一位發現生物演化的人，但他的理論對於生物科學以及人類的思想，都有重大的影響，試申論其價值。

答案大綱：1.達爾文學說使人類接受了演化的事實。

2.達爾文的理論，能解釋生物科學上許多現象或問題。

3.達爾文學說，使人類相信宇宙間無一物是永恒不變，一切均在演化的事實。

說明：620需要考查學生創見，不宜用選擇法以免限制學生思想範圍。

【誌謝】本稿中「布倫氏分類的認知領域各階層各類試題範例，原載Doris F. Flak的“Biology Teaching Method”一書，由本校生物系四年級學生宋德雯同學翻譯，特此誌謝。