

2015 年第廿六屆國際生物奧林匹亞競賽 --實作試題(1)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

實作試題

實作試題一：植物解剖學、生物系統分類及演化

PLANT ANATOMY, BIOSYSTEMATICS AND EVOLUTION

總分：100 分，總操作時間：90 分鐘

簡介

演化至陸地上的植物(陸生植物)是由一統稱為Eucaryotes的單系群所組成，且極成功地適應陸地的環境。陸生植物是構成陸上的生態系且提供所有在陸上生活的生物間的生態交互作用的網絡。本實作中，我們將進一步檢視一些導致植物在陸上佔優勢的關鍵特徵之演化。

本實作的目的：植物鑑定、形態描述及祖先關係的重新建構。

本實作包括5的部分

第1部分 標本鑑定(5分)

第2部分 形態描述(36分)

第3部分 形態變異及特徵矩陣編碼(29分)

第4部分 在親緣關係樹上標示對應特徵的演化(21分)

第5部分 陸生植物關鍵特徵的演化(9分)

在開始操作此實作之前，建議你先把整個實作內容看完。

材料及器材

本實作中的材料如下所列。請確認所有材料都有，若有少，請立刻舉起粉紅色卡片通知監考人員，並請在考試的前15分鐘內提出。請小心操作這些材料，因為其他隊友仍將使用這些材料。

5張壓乾的蠟葉標本(H1 - H5)。(注意：標本上的標籤資料對於鑑定此物種並不重要)
重要：不可在所提供保護植物的報紙上做記號，否則將視為作弊。

5張活體植物的實際照片(P1 - P5)

2組活體植物(F1 - F2)

4組以酒精固定的選定植物構造(A1 - A4)

4片解剖切片標本(M1 - M4)

1個培養皿

1支鑷子

1支解剖針

1個平板電腦用的放大鏡

1支平板電腦用的觸控筆

1台顯微鏡

其他器材

1張列出所有器材照片的紙

第1題 鑑定種類 (5分)

上述這些材料歸為8個陸生植物的物種，下列是依屬名的字母順序列出。

1. *Allium ursinum* (Wild garlic) 寬葉蒜
2. *Equisetum arvense* (Common horsetail) 木賊
3. *Lycopodium annotinum* (Bristly club-moss) 杉葉蔓石松
4. *Pinus sylvestris* (Scots pine) 歐洲赤松
5. *Pisum sativum* (Garden pea) 豌豆
6. *Polypodium vulgare* (Fern) 歐亞多足蕨
7. *Polytrichum commune* (Common hair moss) 土馬騮
8. *Selaginella kraussiana* (African clubmoss) 小翠卷柏

這8個物種代表5個陸生植物的演化支系：苔類(1物種)、石松類(2物種)、蕨類及相近類群(2物種)、裸子植物(1物種)及被子植物(2物種)。注意：小翠卷柏將在整個實作中用到，且其相關答案已提供當作實例。

1. 鑑定標本

1.1 鑑定所提供的5份壓乾的蠟葉標本，指出其分別為上述8個物種的何者？

	AURS 寬 葉蕨	EARV 木賊	LANN 杉葉蔓 石松	PSYL 歐洲 赤松	P.SAT 豌豆	P.VUL 歐亞多 足蕨	P.COM 土 馬騾	SKRA 小翠 卷柏
H1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
H5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.2 鑑定5張照片(P1-P5)上的物種，指出其分別為上述8個物種的何者？

	AURS 寬 葉蕨	EARV 木賊	LANN 杉葉蔓 石松	PSYL 歐洲 赤松	P.SAT 豌豆	P.VUL 歐亞多 足蕨	P.COM 土 馬騾	SKRA 小翠 卷柏
P1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
P5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.3 鑑定2種活體植物 (F1-F2)的物種，指出其分別為上述8個物種的何者？

	AURS 寬 葉蒜	EARV 木賊	LANN 杉葉蔓 石松	P.SYL 歐洲 赤松	P.SAT 豌豆	P.VUL 歐亞多 足蕨	P.COM 土 馬騾	S.KRA 小翠 卷柏
F1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
F2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.4 鑑定所提供的酒精固定植物構造(A1-A4)的物種，指出其分別為上述8個物種的何者？

	AURS 寬 葉蒜	EARV 木賊	LANN 杉葉蔓 石松	P.SYL 歐洲 赤松	P.SAT 豌豆	P.VUL 歐亞多 足蕨	P.COM 土 馬騾	S.KRA 小翠 卷柏
A1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1.5 鑑定所提供的4張解剖切片(M1-M4)的物種，指出其分別為上述8個物種的何者？

	A.URS 寬 葉蒜	E.ARV 木賊	L.ANN 杉葉蔓 石松	P.SYL 歐洲 赤松	P.SAT 豌豆	P.VUL 獸亞多 足蕨	P.COM 土 馬騾	S.KRA 小翠 卷柏
M1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
M4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

第2題 形態描述 (36分)

將下列9個形態構造名稱，標示在正確位置，並拍照存證，記下你的鑑定依據，標示方法如圖2.1所示。

形態構造

花葯

蒴蓋

孢子囊堆

孢子葉

小葉

孢子囊

萼片

種子

花粉粒

操作步驟

1. 將平板電腦專用的放大鏡安裝在你的平板電腦的相機鏡頭上
2. 從材料中選擇一個標本，其可適當代表其對應之構造
3. 拍下植物樣片的照片，每個樣本只能上傳一張
4. 在拍下的照片中標示一個箭頭，指出構造的位置(如圖2.1所示)
5. 上傳有標示的照片
6. 重複第2-5步，拍下其餘形態構造。



圖 2.1：如何在構造上標示箭頭：土馬騮(*Polytrichum commune*) 的蒴帽(如步驟 4 所述)

每張上傳的照片中若箭頭標示在正確的構造上，則可得 3 分。照片若清晰，則可再加 1 分。所拍攝的構造必須(1)具代表性、(2)佔滿拍照範圍、(3)清楚對焦。

正確製作藍色箭頭，箭頭須正確指在所問的構造上。

2. 9 張形態構造照片(27分)以及構造清晰(9分)

2.1 花藥照片 - 3分



2.2 蒴蓋照片 - 3分



2.3 孢子囊堆照片 - 3分



2.4 孢子葉照片 - 3分



2.5 小葉照片 - 3分



2.6 孢子囊照片 - 3分



2.7 萼片照片 - 3分



2.8 種子照片 - 3分



2.9 花粉粒照片 - 3分



第3題 形態變異及特徵矩陣編碼 (29分)

分析特徵時，第一步是先要描述下列這8個物種的形態變異，以利將特徵演化對應標示在親緣關係樹上。

- 1 *Allium ursinum* 寬葉蒜
- 2 *Equisetum arvense* 木賊
- 3 *Lycopodium annotinum* 杉葉蔓石松
- 4 *Pinus sylvestris* 歐洲赤松
- 5 *Pisum sativum* 豌豆
- 6 *Polypodium vulgare* 歐亞多足蕨
- 7 *Polytrichum commune* 土馬騮
- 8 *Selaginella kraussiana* 小翠卷柏

在下列的表3.1中，共有9個對陸生植物演化的重要關鍵性形態特徵，每個特徵可分為兩種狀態 (states)。特徵的狀態代表其演化方向，'0' 代表祖徵狀態；'1'代表裔徵狀態。

表3.1：9種不同特徵的特徵狀態(0 or 1)定義

	State 0 狀態0	State 1 狀態1
Character 1 特徵1	Dominated by gametophyte phase 配子體佔優勢	Dominated by sporophyte phase 孢子體佔優勢
Character 2 特徵2	Stem without roots 莖沒有根	Stem with roots 莖有根
Character 3 特徵3	Stem without vascular tissue 莖沒有維管束組織	Stem with vascular tissue 莖有維管束組織
Character 4 特徵4	Female gametophyte released from sporophyte 雌配子體從孢子體釋出	Female gametophyte retained on sporophyte 雌配子體留在孢子體上
Character 5 特徵5	One sporangium per sporophyte 每個孢子體只有一個孢子囊	More than one sporangium per sporophyte 每個孢子體有一個以上的孢子囊
Character 6 特徵6	Sporophyll with either one sporangium or sporophyll absent. 孢子葉具有一個孢子囊，或沒有孢子葉	Sporophyll with more than one sporangium 孢子葉具有一個以上孢子囊
Character 7 特徵7	Homosporous, i.e. with only one kind of spore 同型孢子(一種型態的孢子)	Heterosporous, i.e. with megaspores and microspores 異型孢子(具大孢子及小孢子)
Character 8 特徵8	Male gametes motile 雄配子可運動	Male gametes not motile 雄配子不能運動
Character 9 特徵9	Without double fertilization 沒有雙重受精	With double fertilization 有雙重受精

3. 8個物種的特徵狀態(最多29分)

特徵分析的下一步驟是描述特徵變異構成一個表格稱為特徵矩陣。

下面的特徵矩陣是在本實作的8個物種，對應上述9種關鍵特徵所構成。

在矩陣空格中填入編碼。每個物種的每個特徵的狀態可設為 '0' 或 '1' 並填於空格中。

在圖3.1中，Selaginella kraussiana 的特徵編碼及額外的5個空格已幫你填入編碼。

在每個空格中，你可選1 或 0按一次為'1'、按二次為'0'、按三次則刪去空格中的答案。

提醒:可能會有小延遲，耐心等待，修改答案才會出現。

若只答對0-29格，沒有分。超過29格答對，則美答對1格得1分，答錯或空白則得0分。
最高29分(58格答對)。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Allium ursinum 寬葉蒜	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Equisetum arvense 木賊	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Lycopodium annotinum 杉葉蔓石松	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pinus sylvestris 歐洲赤松	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pisum sativum 豌豆	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Polypodium vulgare 歐亞多足蕨	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Polytrichum commune 土馬騮	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Selaginella kraussiana 小翠卷柏	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Character number: 特徵編號

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
plants 植物	<i>Allium ursinum</i>					1			
	<i>Equisetum arvense</i>					1			
	<i>Lycopodium annotinum</i>								
	<i>Pinus sylvestris</i>					1		1	
	<i>Pisum sativum</i>					1			
	<i>Polypodium vulgare</i>								
	<i>Polytrichum commune</i>								
	<i>Selaginella kraussiana</i>	1	1	0	1	0	1	0	0

圖 3.1：問題4的空格可填入的數值

第4題 在親緣關係樹上的對應特徵的演化 (21分)

親緣關係樹是有關所研究一批生物的祖裔關係的假說(圖4.1)。

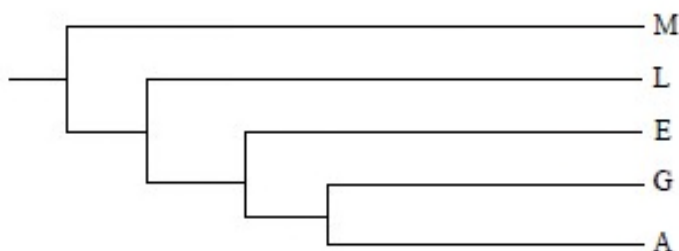


圖 4.1：此關係樹顯示陸生植物的5個主要支系的假設之親緣關係。

G = 裸子植物; L = 石松類; A = 被子植物; M = 苔類;
E = 蕨類及其相近類群 (Monilophytes)

在下一步驟，如圖4.2中所示，將特徵之演化對應在親緣關係樹上。此關係樹為現今世上針對陸生植物演化的幾種不同假說之共識版本。

我們將使用一個特徵對應原則稱為deleted transformation (DELTRAN)，依下列流程操作。

1. 特徵狀態之改變只容許由0到1。
2. 在關係樹上的特徵改變次數愈少愈好 (簡約原則)。
3. 若不可能限制某一特徵的狀態改變只發生在單一分枝上，那麼特徵改變次數就會超過一次(平行演化)。
4. 在關係樹的分枝上標示某一特徵的狀態改變，注意：當特徵改變呈現平行演化 (亦即特徵狀態改變多次)，則用兩條垂直線(II)劃記在分枝上；若特徵狀態僅為單一改變 (亦即特徵狀態只有一次改變)，則用一條垂直線(I)劃記在分枝上。最後，當特徵狀態由0

改變為 1，則須標示特徵的編號，如下列的樹狀圖上所示。

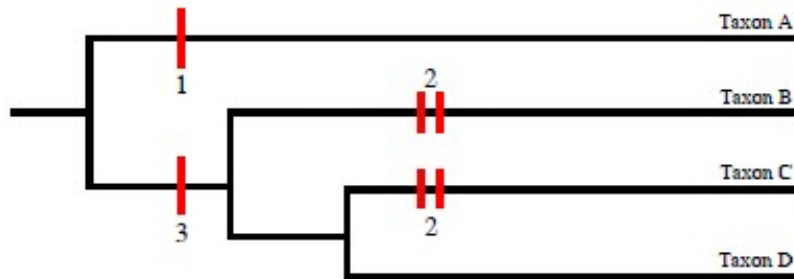
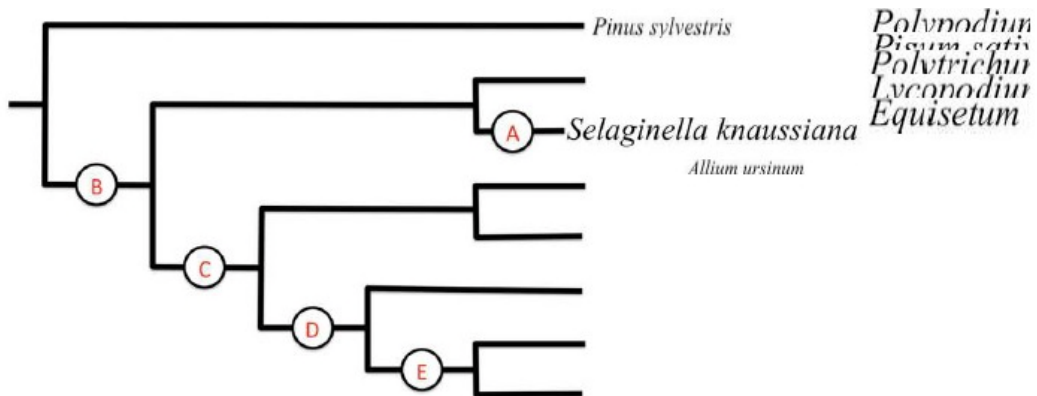


圖 4.2：4 個分類群 A - D 的親緣關係假說。

4. 8 個研究物種的親緣關係(21分)

把物種放在適當的分枝末端

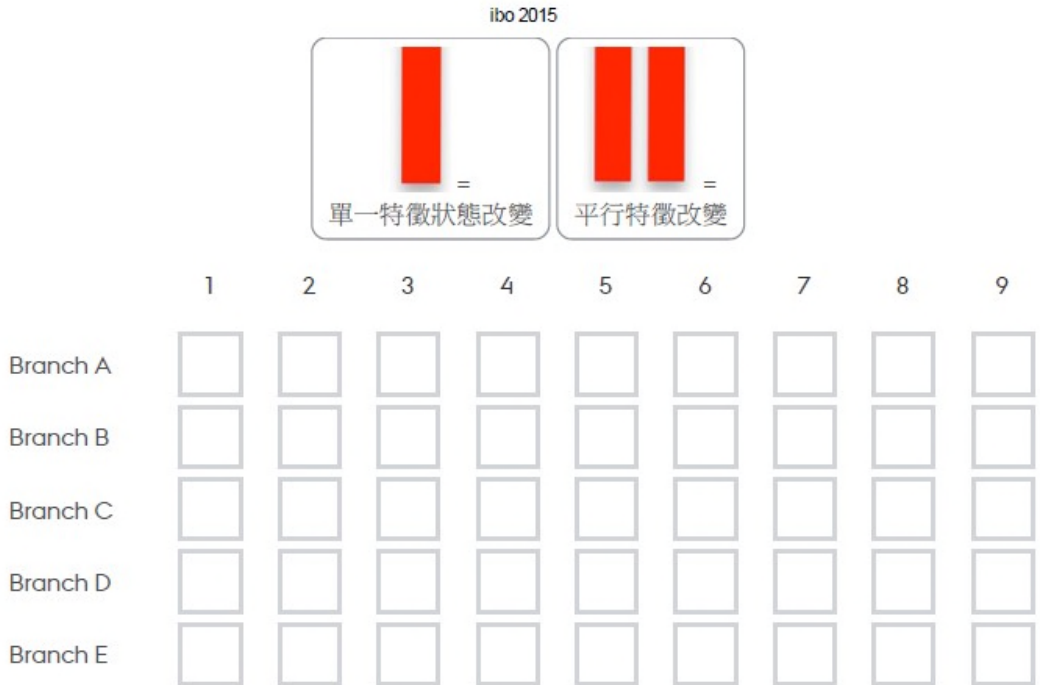


5. 在下表中，可見關係樹的分枝 A-E 在最上一列，關鍵特徵 1-9 在欄中，根據上述 DELTRAN 原則，按下每一格則會顯示哪個分支上的特徵狀態發生改變。按一下為單一特徵狀態改變、按二下為平行特徵改變、按三下則刪去每格中的內容。注意特徵改變可以不平均分布在親緣關係樹上，因此某些格子將可能會是空白。

1-15 格答對，得 0 分。

16-40 格答對，得 8 分。

41-45 格答對，得 16 分。



第5題 陸生植物的關鍵特徵之演化 (9分)

根據特徵演化的重新建構 (如同你剛進行的過程)，植物學家探討早期陸生植物的演化方式，目前有兩種假說較被接受：

假說1: 陸生植物的早期演化可反映出有性生殖不需依賴水的現象有增加的趨勢。

假說2: 陸生植物的演化可反映出適應乾燥的生態生理能力有增加的趨勢。

注意：此兩個假說並不一定會相互排斥。

6. 選擇演化假說(最多9分)

根據第4部分，在下列顯示每個特徵狀態改變，是否支持H1, H2, 兩個都有或都沒有。

每答對一格正確，則得1分。

ibo 2015

 = Support 支持	 = No support 不支持
--	--

	H1	H2
Change in character 1 特徵1的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 2 特徵2的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 3 特徵3的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 4 特徵4的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 5 特徵5的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 6 特徵6的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 7 特徵7的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 8 特徵8的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Change in character 9 特徵9的改變	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

【待 續】

轉載自：中華民國生物奧林匹亞委員會網站 National Biology Olympiad, Taiwan, R.O.C
<http://www.ibo.nsysu.edu.tw/>