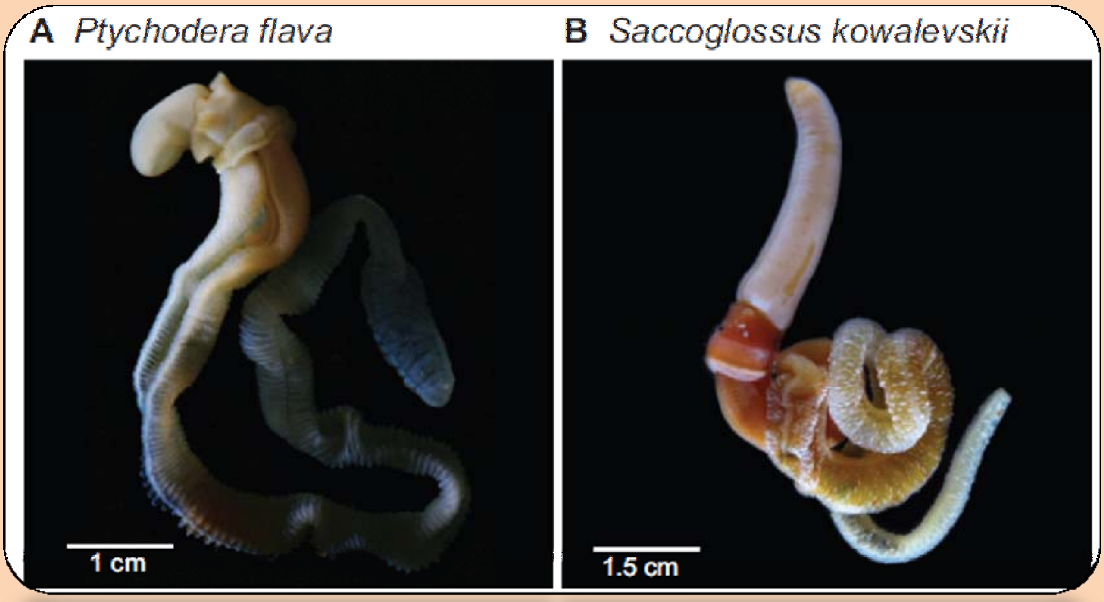
半索動物 - 玉柱蟲
(acorn worm)

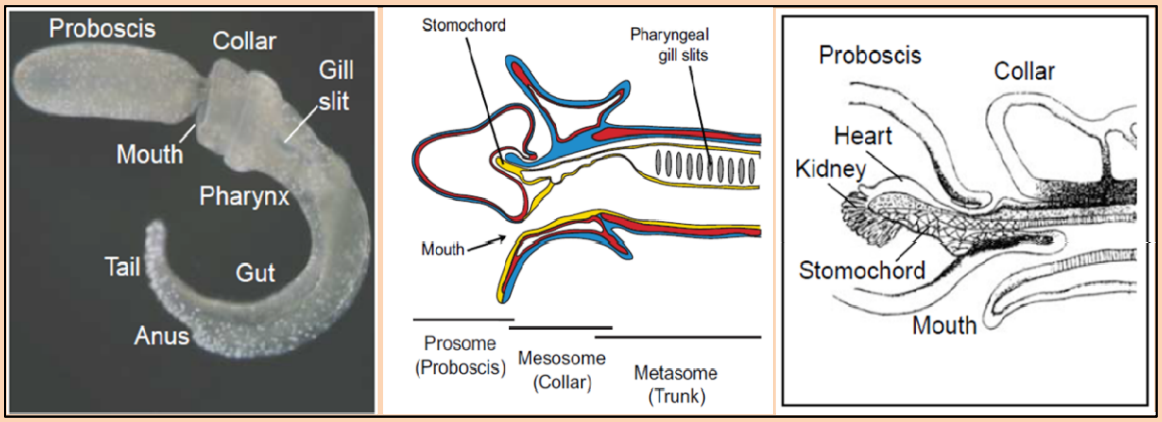
盧貞伃/臺灣大學基因體暨蛋白體醫學研究所
蘇怡璇/中央研究院細胞與個體生物學研究所 助研究員

第一次認識這個模式生物，便覺蟲如其名，碩大的吻部，的確與“玉柱”有幾分形似，而究其蟲名(**acorn worm**)，**acorn**譯為橡實，遂不那麼臉紅心跳些！世界上報告過的玉柱蟲，大約一百種，牠們是一種海洋底棲的半索動物(**hemichordates**)，體軸成兩側對稱，屬於後口動物門(**deuterostomes**)，因其具有腮裂，且在頭部發現類似脊索的構造，被認為是最接近脊索動物者，而有所謂前脊索動物(**prechordates**)之稱。

最常被用來研究半索動物生長發育的玉柱蟲種類為：***Ptychodera flava (P. flava)***以及***Saccoglossus kowalevskii (S. kowalevskii)***，見圖一，其身體可分為吻部(前體)、領部(中體)與軀幹(後體)三部分，其領部有一由消化管前端，向前伸入吻部之囊室，稱為口索(**stomochord**)，是一支持心臟/腎臟的構造，被推測與脊索動物的脊索同源，見圖二；大部分的玉柱蟲會用吻部以蠕動的方式在沙地上挖洞，透過濾食或是食碎屑(利用吻部分泌的黏液(有漂白水味)網羅沉積物)方式進食；玉柱蟲為雌雄異體，會將精、卵自由排放於水中，行體外受精，見圖三。



圖一 最常被用來研究半索動物生長發育的玉柱蟲種類為：
(A) ***Ptychodera flava (P. flava)***，以及
(B)*Saccoglossus kowalevskii (S. kowalevskii)*。
Development.2012 Aug;139(15):2655-62.



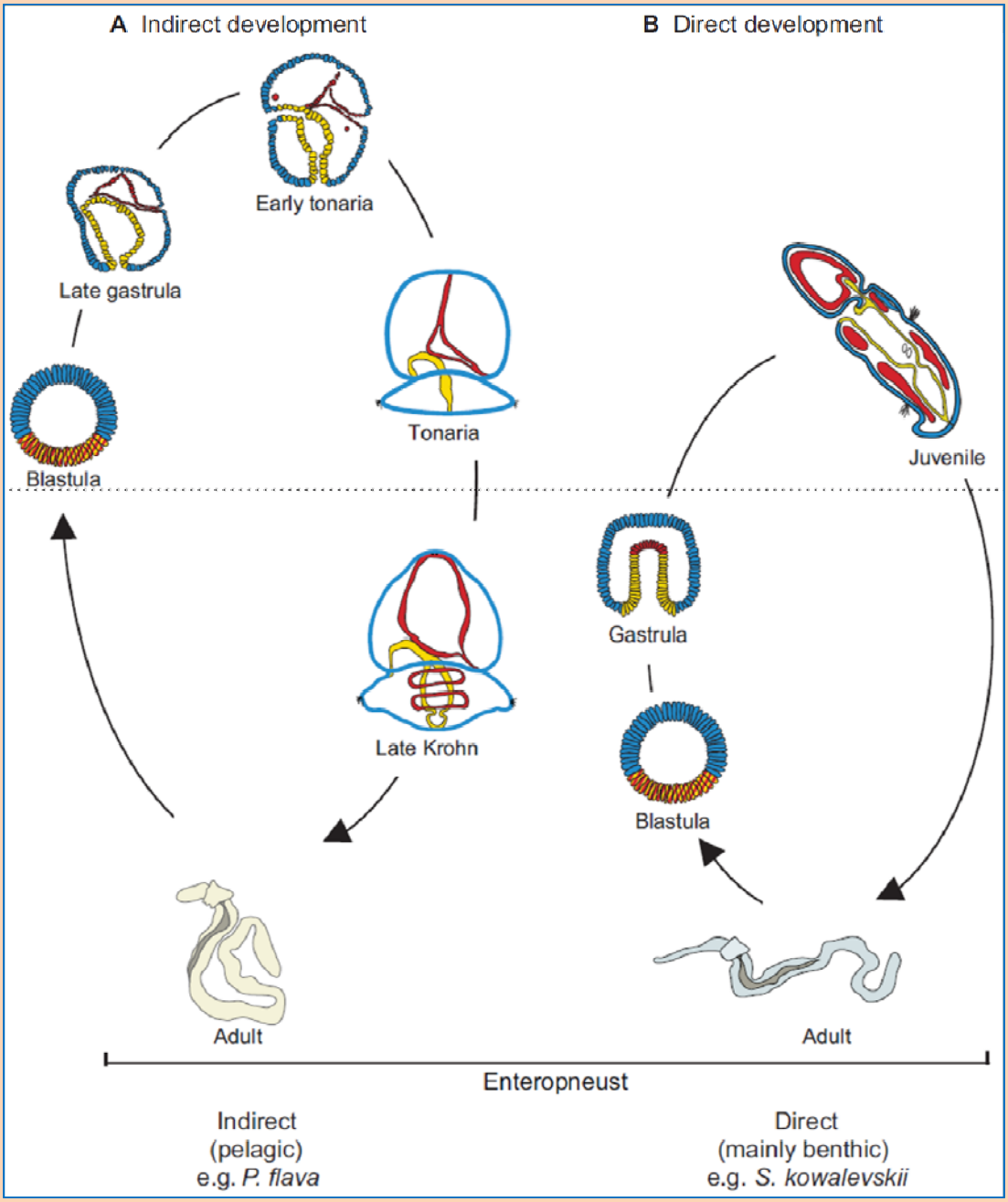
圖二 玉柱蟲的外型及結構。可分為：吻部(前體)，**Proboscis (Prosome)**、領部(中體)，**Collar (Mesosome)**，以及軀幹(後體)，**Trunk (Metasome)**三部分；其領部有一由消化管前端，向前伸入吻部之囊室，稱為口索**(stomochord)**，是一支持心臟/腎臟的構造，被推測與脊索動物的脊索同源。

***Curr Opin Genet Dev.*2005 Aug;15(4):461-7., *Development.*2012 Aug;139(15):2655-62.**

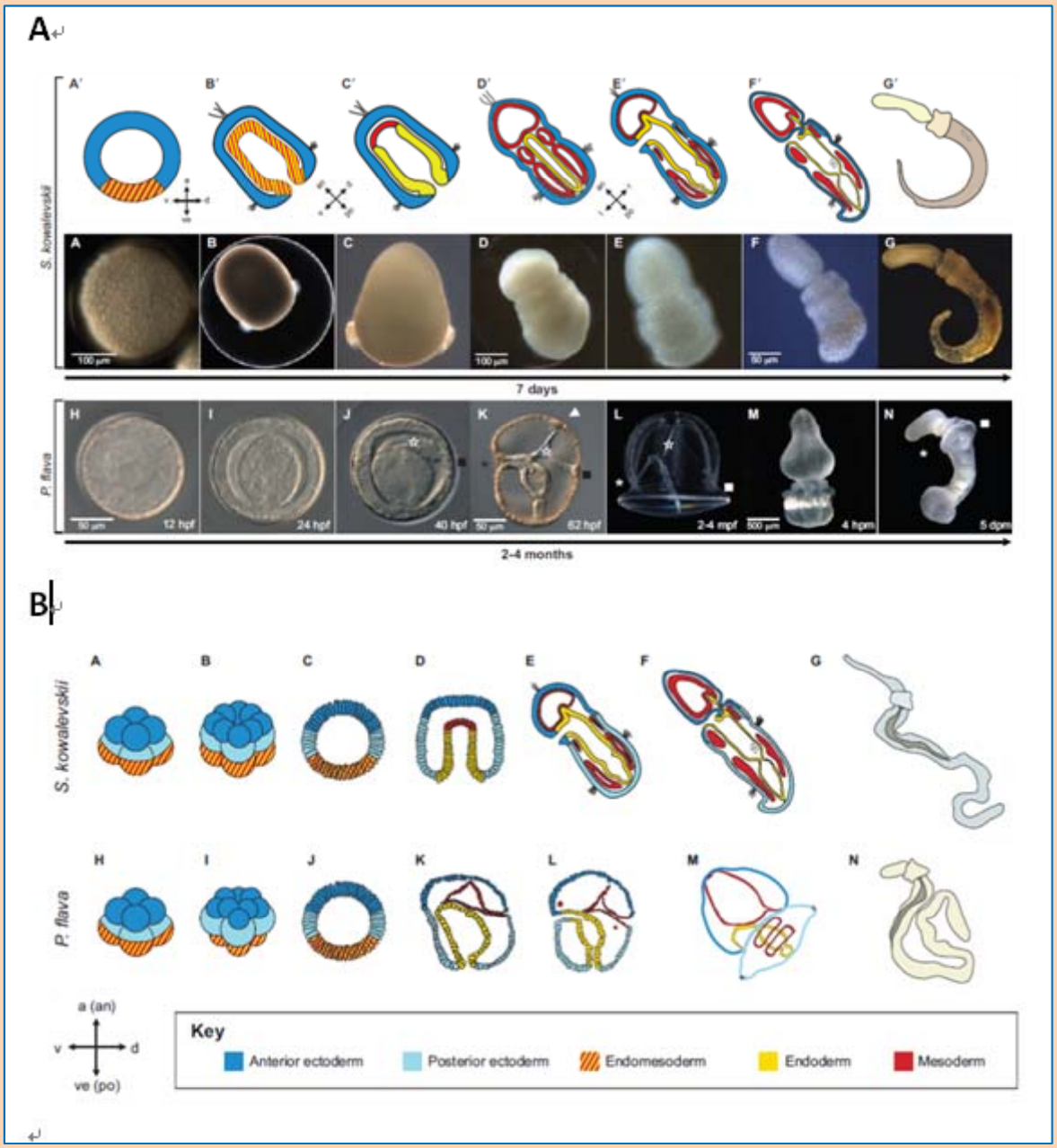
圖三 正在排出精子的玉柱蟲***P. flava***。
截圖自網路影片(**http://www.youtube.com/watch?v=UP0anlbzKAo**)。

P. flava為間接發育，會有很長的浮游體**(tornaria larvae)**時期，見圖五，可在夏威夷群島的淺海及印度洋的平坦淺礁區採集到，主要以夏威夷為大宗，具生殖能力的成熟體採集期約為**12**月到**1**月，而在**4**月到**5**月則可採集到浮游體。蘇老師實驗室採集的玉柱蟲為，台灣澎湖縣白沙鄉歧頭地區潮間帶的***P. flava***，具生殖能力的成熟體採集期約為**9**月到**11**月，玉柱蟲在沙地上會挖一個**U**型的洞，糞便會排在洞口，見圖四；浮游體一般會飄將近**4-5**個月，而實驗室目前已可將其縮短至**1-2**個月，但仍無法培養為成體，也還無法進行**microinjection**，不過有趣的是，蘇老師發現，在玉柱蟲身上有一種寄生蟲，雌雄異體、體長差異很大，有卵鞘，是一新種，將其命名為***Ive ptychoderae***。***S. kowalevskii***為直接發育，沒有浮游體時期，可直接發育到成體，見圖五，廣泛分布在美國東部沿海地區，在春天到夏末可以採集到具生殖能力的成熟體，利用溫度控制可以誘發雌性排卵，每一隻約可排出**200-1000**顆卵子。雖然兩種玉柱蟲的發育模式不同，但他們在早期發育(從輻射狀卵裂到形成中空囊胚)，卻很相似，見圖六。

圖四
蘇老師實驗室於台灣澎湖縣白沙鄉歧頭地區潮間帶採集玉柱蟲***P. flava***。玉柱蟲在沙地上會挖一個**U**型的洞，糞便會排在洞口。圖片來自蘇老師。



圖五 玉柱蟲的生命週期。
*(A) P. flava*為間接發育，會有數個月的浮游體(tornaria larvae)時期。
(B) (B) *S. kowalevskii*為直接發育，沒有浮游體時期，可直接發育到成體。
*(C) Development.*2012 Aug;139(15):2655-62.



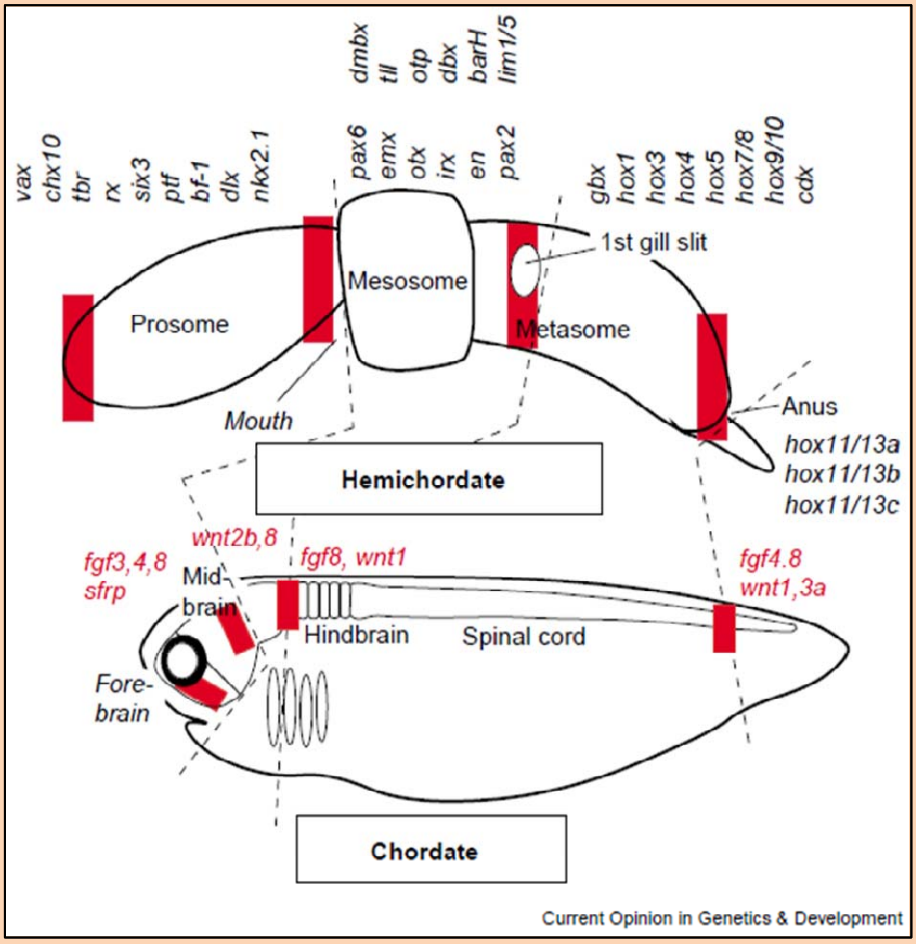
圖六 玉柱蟲的發育過程。

(A) ***S. kowalevskii***為直接發育，沒有浮游體時期，可直接發育到成體，***P. flava***則為間接發育，會有數個月的浮游體**(tornaria larvae)**時期。

(B) **(B)**兩種玉柱蟲的發育模式不同，但他們在早期發育，從輻射狀卵裂到形成中空囊胚，卻很相似。

(C) Development.**2012 Aug;139(15):2655-62.**

脊椎動物的起源，以及演化是怎麼發生的，一直是令人好奇且難以定論的，除了傳統的胚胎學外，近年分生技術的進步，將有助於解答演化的奧秘。半索動物和脊索動物在解剖學上雖有差異，但他們之間與神經相關的32個基因表現區域，卻極為相似，見圖七。***P. flava***(間接發育)以及***S. kowalevskii***(直接發育)的**genomes**完全解開後，對於發展新穎的比較方法及研究工具，有很大的幫助，使我們能更進一步了解脊索動物的演化、浮游體的起源、早期的胚胎發育，以及生殖細胞的發育。



圖七 比較脊索和半索動物與神經有關基因的表現區域。表現在脊索動物前腦(**forebrain**)、中腦(**midbrain**)、後腦(**hindbrain**)及脊索(**spinal cord**)的基因，分別可對應到半索動物的前體(**prosome**)、中體(**mesosome**)及後體(**metasome**)的第一個腮裂(**gill slit**)、後體(從第一個腮裂之後)的基因表現。

***Curr Opin Genet Dev.*2005 Aug;15(4):461-7.**

參考資料

1. Gerhart J, Lowe C, Kirschner M. (2005). Hemichordates and the origin of chordates. *Curr Opin Genet Dev.* 15(4):461-7.
2. Hilbrant M, Damen WG, McGregor AP. (2012). Evolutionary crossroads in developmental biology: the spider Parasteatoda tepidariorum. *Development.* 139(15):2655-62.
3. 台灣脊椎動物誌(上冊)，原著：陳兼善，增訂：于名振。
4. *Ptychodera flava* male spawning.
http://www.youtube.com/watch?v=UP0anlbzKAo
5. *Ptychodera flava* female spawning.
http://www.youtube.com/watch?v=Ek4oSSGPYIg