

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(三十)

湯姆生著
胡明復等譯

商務印書館發行

網 大 學 科

(三十)

譯等復明胡 著生姆湯

萬有文庫

第一集一千種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

科學大綱

第三十篇 發電發光之生物

美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

前一章曾證明能乃作工或變更一物體運動之狀況之力。能之形式不一，如熱，光，電，運動能，地位能，化學能皆是也。此各式之能可互相轉變，可由一體傳至他體，但能永不滅。燃燒之煤所發出之能，可運轉發電機而生電，電復可用爲街燈，但

無論能可轉變形式，或傳於他處，至若何程度，其某定量之某式能不見之後，立有等量之他式或他數式之能同時發生。亦如物質不滅，無人能造成或滅去任何小量之能，且因能乃宇宙之主宰，故無人能不報酬而有所得也。

此爲能力不滅之要義，而當念及彼如電鰻等能發電流之動物，與螢與細菌等發生燦爛之光之動植物時，所應記憶者也。無有生物能產生新能，彼等不過能將此種之能變爲彼種而已。

一

發光之植物 最常見之一事，卽爲挂曬之乾魚，有時在夜間發生燦爛之光。在死獸肉上，亦時有同上之現象，此乃亞里斯多德時代卽已知之。但發光之原因，則直至近代始被發現。蓋爲一種細菌所致，此種細菌生於魚與肉上，所發之光，卽其活動之副產。今日所知發光之細菌有三十種，最普通之一種爲 *Bacterium phosphoreum*。此菌生於各種之地位，包括人體之創傷在內，因此每致引起種種迷信之解釋。

除細菌外，有數種黴菌與蕈菌亦能發光。在歐洲南部有一種最知名之發光蕈菌 (*Agaricus olearius*)，生於西洋橄欖樹之下。此外尚有他種亦能發光，在數種僅菌絲能發光，在他種全菌蓋皆能發光。亞里斯多德視爲有趣之發光朽木，由於一種菌類之菌絲所致；一種翻白草 (*Potentilla tormentilla*) 之根，亦爲發光之菌絲所侵入；山毛櫸與櫟樹之葉腐爛時，有時在暗中地上發光，亦

卽此故。山毛櫸葉之下面有黃白色小斑點，卽爲發光菌類菌絲所在地。在腐敗之木與樹葉，發光山於蕈形菌絲，非由於細菌；但必須細加研究，方能斷定某處發光由於蕈菌而非由於與之同處之細菌焉。蓋如在另一文中所舉示，在多種情境中，細菌皆有所染指也。此種光，俗稱爲磷光，但此名當廢；蓋生物所發之光，與磷殊無關係。

在幽邃之石罅中，每生有所謂發光之苔；但其光實由於表皮上一種透鏡狀之細胞反射日光所致。此種透鏡之構造，實爲盡量吸收所能獲得之少量光線之體合，蓋光爲綠色植物最切要之物也。至其發光之晶瑩狀況實爲偶然之現象，與貓眼能在暗處閃爍無異；蓋貓眼亦不能發光，不過能反射光線也。其能反射，由於其眼之背面有一極發達之鏡狀層，其功用不在使眼能在暗處發光，而在使貓當夜獵之時，能利用所有最微弱之光也。

此類貌似之發光，在吾人觀察海岸之淺水窪時亦可見之。彼海藻蕩漾於潮水中，所有光怪陸離之變色，非常可玩。褐變爲紫，紫變爲金，是爲一種物理現象，其理頗難言，但與光之出產無關。其中有兩種現象：一爲暈光，由於海藻表皮之物理構造而得，如孔雀羽毛上之彩色然；一爲螢光，則由細

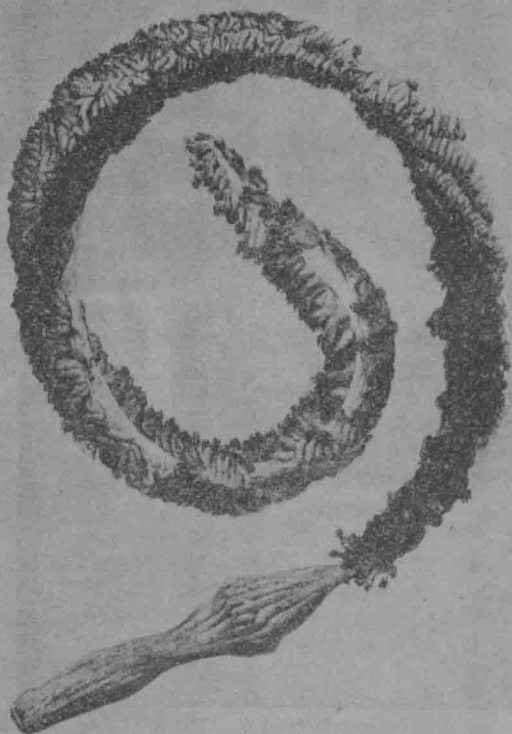
胞內所含物質之特性而來。

至於在沼澤區域所嘗見能運動之光，則或由於沼氣或磷化輕燃燒所致，但尙未能確定。又有水手有時在桅頂上所見之聖厄爾摩火 (St. Elmo's fire)，則由於低雲中刷狀放電所致也。

二

發光之動物 動物之發光，爲一種甚廣佈之現象，惟世人不知之耳。據近日所知，不下三十部動物有發光之能力，其分布似無理由之可言。在各種浸液蟲中有夜光蟲等，能使海水在夏季短夜中發光，在有刺動物中，如大海中固著之海筆，與僧帽水母，在各種海中環蟲，星魚與脆星魚，多種甲殼動物與昆蟲，數種魚鉤貝與二三種軟體動物，在繁複之海鞘，如火焰蟲 (Pyrosoma)，其光可藉以誦讀者，以及多種深海之魚皆有發光之能力，動物之發光至魚類爲止。所謂發光之蛙，細考之乃由食有多量之螢所致。又屢有人謂鳥類如鸞鷲能發光，或因其毛羽上雜有發光之細菌與蕈菌，或由觀察不正確而誤耳。在少數淡水動物如一種斑蠅 (harlequin-fly) 之幼蟲，亦能發光，但普通意見，謂動物發光，僅在海中與在陸上也。

動物光之性質如何，此爲亟須研究之問題。波義耳 (Robert Boyle) 在 1667 年證明朽木



一極美麗之海筆產日本洋外深海中
高約三英尺

其龐大之基部固著於泥中，其莖部直立如第二圖所示，此圖中卷曲之狀，非其本相，最奇者爲其造成羣體之數百水螅，各長約一寸。

與死魚之發光，必需空氣，此即證明發光為一種氯化或燃燒所致也。在一七九四年意大利自然科

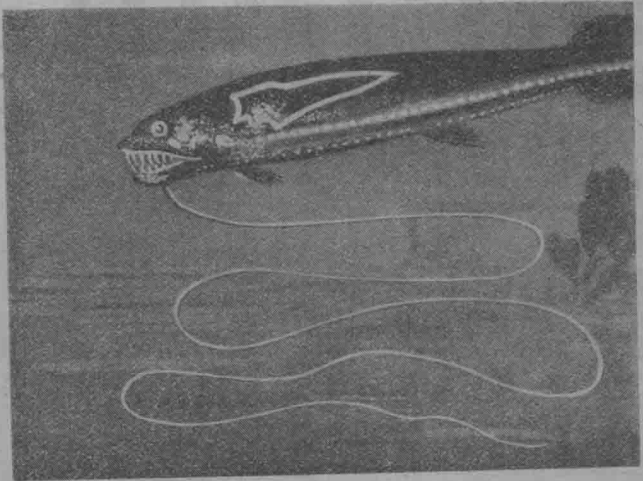


深海中之景象

(1)深海中之蝦，有極長之足與觸角。(2)一極大之海筆，其基部固著於泥中，在海筆之右，有其美秀之近屬名為徽形蟲，為一羣水螅生於一長輻之柄上者。(3)一深海中之一小魚。在一長柄之末端，有一發光之器官。(4)印度洋中一種深海魚之幼稚式樣，眼生於長柄上。(5)深海底之魚，有一極長突出之喙。(6)一美麗之海百合，其基部固定，在長柄之頂，有十羽狀之臂。(7)另一深海之魚，有多數發光器官。(8)一烏賊魚，有整齊排列之發光器官。

學家斯帕蘭紫泥 (Spallanzani) 示明發光之水母之曬乾部分，若重濕以水，能重行發光，此即證明發光一事不得謂爲完全屬於生活現象，而爲一種化學作用，但精研之，尙能知之較詳焉。

至一八八七年法國動物學家杜步亞 (Raphael Dubois) 曾將一種發光之雙殼蜆爲一極有趣之試驗。此蜆名爲 *Pholas*，能穿穴於海邊之礁石中，杜氏將此軟體動物之發光組織作一熱水與一冷水浸液，使之靜立直至光已滅盡時，光滅後若此二液混合爲一，則復能發光。杜

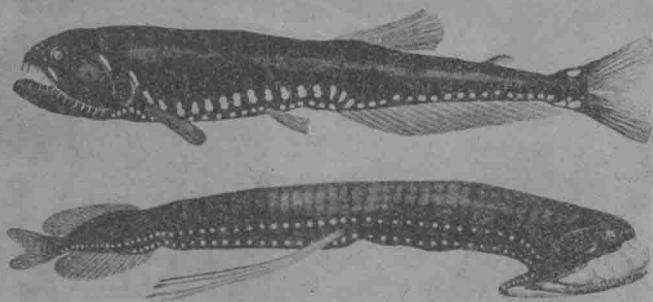


一種極奇異發光之魚產愛爾蘭西南部深海中

此魚長約七英寸，其小點與彎曲之闊帶皆能發光，最奇者爲其脣下長觸鬚，圖中蟠屈於體下，非其本來之狀況，或爲伸直向前者，長逾其體數倍，爲深水中探險之具。

氏因而創一學說以爲有一種酵素一類之物，爲熱度所毀滅，因而熱水浸液中無之者，若與另一種物質混合而養化之，即能發光。在冷水浸液中，其發光之物質爲酵素所用盡；在熱水浸液中，酵素已被毀滅，但可氫化之物質尙存，故當兩浸液混合時，復能發光片時也。

杜步亞教授之試驗，曾經哈維教授 (Prof. Newton Harvey) 證實而擴充之。此學說在研究最詳之三種動物光如穿穴之雙殼蜆，一種海邊小甲殼動物，名爲 *Cypridina* 者，與鞘翼蟲之名爲螢者皆極適合。按此說，則發光須有水與空氣，而爲兩種物質互相影響



兩種深海魚

上部一種 *Gonostoma polyphos*，長十英寸，深黑色，無鱗，有多數發光器官，如白點所表示者。最上一行發光器官作綠藍淡紫諸色，下一行作赤色橙黃色，在尾部者赤色，腹部尙有作淡紫色者。下部之魚名 *Photostomias guernei* 則較小，此處則畫至同等大，其體作天鵝絨黑色，有一千五百發光器官，其下顎關節之突出頭外，使之呈奇特之張口。

之結果。一爲光酵素，一爲光素，光酵素有酵素之作用，使光素氫化或助其氫化加速，因而發光如在其他迅速之化學變化然。

法拉第之貢獻 凡一問題之科學解決之歷史鮮有簡單者；關於此問題之粗悉其大概，吾人可舉示以下各步驟；然此外尚有未舉之重要研究與重要研究人也。此數步驟爲：

(一) 波義耳示明發光須有氮氣；

(二) 斯帕蘭紮泥示明發光與動物之生命無關；

(三) 杜步亞幾決定在雙殼蜆中，發光爲一種類似酵素之物，與一種能發光之物質合作所致，此說曾經哈維教授證實之。

但雖吾人作此短史，亦不能不提法拉第之試驗。彼在一八一四年即以宵行蟲之發光爲有趣，而作有多數之試驗。彼欲『斷定發光是否與此蟲之生命有關』，彼又考知『手與爲人體感覺最靈敏之部分之下唇皆不覺其熱』，凡此皆足以證明其試驗之天才過人也。彼所得之結論爲：(a) 宵行蟲體內有一種化合物，有發光之能力，但與蟲之生命無關；(b) 發光之物或爲此蟲之分泌物；

(c)發光須有空氣；(d)在普通發光之狀況下，此蟲有控制其發光之能力。

三

動物光之性質 物體之因高溫度發出光線者謂之白熱，但因他原因而發出光線則名為發

光。所有動物光皆冷光，蓋不僅不為高溫度所產出，且為完全無熱之光，故螢之光實為最廉價之光，蓋其能不耗費於生熱也。若人類能仿效螢之發光法，則所得當非少。且動物光全為目所能見之光，無內赤與外紫光線；然其作用與普通之光無異，能感照相片，能使各種物質發生磷光與螢光，能使植物幼苗向之彎曲，亦能使葉發生葉綠素。

螢之光較所有人類發光之法為優 最有趣者，為蘭格力教授 (G. P. Langley) 與味立 (F. W. Very) 二人論文中之一語，證明螢之光，為最廉價之光，意謂在此蟲發光時能之變換，較在他種發光時能之變換為較經濟也。

據吾等所陳說，吾等可再聲言造物之產出此種廉價之光，其所耗之能，僅及燭光所耗者四百分之一，而與電光或其他已發明最廉價之光（此論文係在一八九〇年所作），較其價不啻

廉百千倍，故吾人未嘗不可希望發明一種方法（此法現已存在而有小量之施用），以獲得較現在所有出產光之方法更大百十倍之結果也。

動物光之各種色 動物光有各種色，惟吾人不能知其命意之所在；且在同一動物體中，先後

可變爲赤藍綠各色，則尤不能究詰其所以然也。宵行蟲與脆星魚之光作綠色，意大利螢之光作藍色，愛神帶（Girdle of Venus）與數種沙爾勃司（Salps）之光作赤色，數種阿西央那雷珊瑚（Alcyonarian coral）之光作紫丁香色，有人謂燈籠蠅（Lantern fly）膨大之喙，能發紫光，但此蟲非真能發光也。

各種發光之方法 動物之光或僅產於含有發光物質之細胞中，如海中之夜光蟲與宵行蟲是也。或則體中分泌一種發光之物質遍布全體，且散布於海中或留於地上，此乃見於數種小甲殼動物者，當發光之物質未分泌於體外時，並無光可觀也。

但在多數動物如數種魚，數種烏賊魚與數種高等之甲殼動物，其光皆出於固定繁複之發光器官。最奇者，此類器官構造每似眼球，在發光之細胞之前，每有一透鏡，有時有三個，在其後有一反

射器；在發光器之周圍與反射器之後，每有一黑暗之包膜以遮蔽動物自身之肌肉，使不受光之刺激；再則有一刺激與控制之神經。凡此種種皆極似眼，眼亦有透鏡，反射器（所說者為在暗處發光之貓眼）與為暗室之有黑色素之包被也。哈維教授云，在發光器中，能之重要轉變，為由化至光者，在眼中則為由光至化者；發光器官之神經為具刺激與控制性者，其職在將消息外傳；至眼之神經，則為感覺的輸入的，其職為將消息內傳至腦中者也。此處倍宜注意發光器官與眼相似之點，蓋在眼中光能可直接變為化合能恰如綠葉之試驗室也。至發光生物最特著之事，則為化合能可直接變為光能，不須經過熱能之階級，亦不需外加之熱為之助也。

撈探機出水之候 德和林侯爵 (Marquis de Folin) 為法國深海探險隊領袖之一，曾敘述在探海船上之生物學家當撈探機在深海底拽出時欣愕之狀，其中有多種灌木狀之珊瑚動物，發散

光焰，較其時用以工作之二十火炬之光尤強。有數珊瑚被攜至熄燈之試驗室中，其時不啻在幻天之境界，吾人得見宇宙之奇觀。所有珊瑚之主要枝條之上，皆射出最燦爛之光燄，忽盛忽

衰，不可方物，由淡紫變深紫，由赤變橙黃，由淡藍變各等差之綠色，有時白熱如然燒之鐵，普通之光爲淡綠，他色僅偶爾發生，迅即重返爲綠色，繼則光刻刻減少，動物亦逐漸就死，在十五分鐘之後，全變爲枯死之枝矣。但在其光正盛之時，吾人立於六碼之外，猶能辨別報紙上最細之字焉。

在珊瑚蟲，其光爲遍布於全體者，在他動物，則有特別的器官，故一種烏賊魚有二十發光點。『如發光之寶石，或作深藍色，或作深紅色，或作天藍色，或作銀色。』

海之發光

在赫胥黎『響尾蛇』艦游記中，曾有一段關於海中火燄蟲發光之良好記述。

是時天清無雲，但亦無月，海波不興，當船緩進之時，淺灘之下，有無數小火柱，在暗海中，放射其忽隱忽顯之藍光，直至目光所及之處爲止，誠沒世不忘之巨觀也。

火燄蟲浮於甚深之處，幾費心力，始獲得數個，置之一桶海水之中，其光斷續發射，短期之黑暗與短期之燦爛相間。其光自一端之一個體發生，逐漸由各方面向中心分布，迅即遍於全體，如是繼續燦爛至數秒鐘之久，隨乃黯淡而終於全羣體變爲黑暗而後已。無論在何點，摩擦力可使

之發光，而遍布於全體，然亦惟初獲取時爲然，以後則摩擦僅能使被摩擦之處發光而已。

四

動物光之應用 當一動物分泌一種發光之物質，或以軀體中某部分複雜物質氮化而發光時，此光或與此動物之日常生活無甚關係，或僅爲較重要之生活作用之副產物，而爲軀體營養代謝之旁支，故無人欲研求各種細菌或螢卵發光之有何用處，至動物發達有繁複之發光器官，則情形大異，而可斷言其必有一種作用，但所解釋之說，要爲懸想也。

(1) 在數種動物，發光或爲驚退來相侵犯者之用，若間斷發光，或所以淆亂敵人之心目，當海筆忽然發光時，他種動物必趨避之不暇。(2) 在他種動物，發光或爲引誘黑暗深水中之動物前來而捕食之之魔術，一種深海魚之發光器生於下垂於口前之鬚狀器上，或即此故也。(3) 在另一類動物中，光或供引路之用，能使深海之魚，在暗中辨別道路；但此說僅能加於其燈光懸於適當處所之例，然非普遍如此也。(4) 在多數例中，其發光器有一定之式樣，如在魚體之兩邊是也；在黑暗之海中，此種式樣可使其族類易於互相辨認。(5) 在數例中，事實每能證明發光爲辟合之記號，如蟾