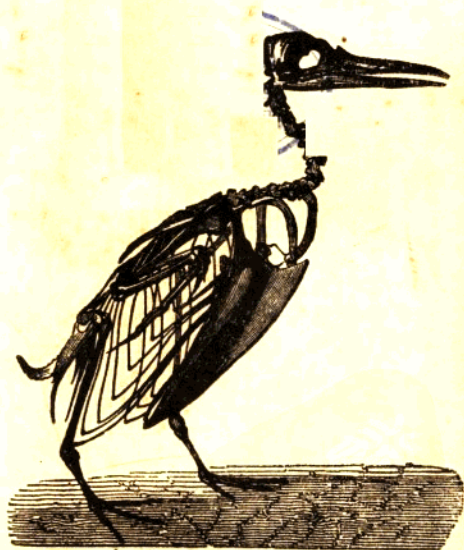


自然科學小叢書

動物機構學

E. J. Marey 著
黃澹哉 譯



商務印書館出版

目次

第一編

第一章	力與器官	七
第二章	物理力的變化	一七
第三章	動物的熱	二六
第四章	動物的運動	三六
第五章	肌肉的收縮與功率	五二
第六章	動物中的電	六三
第七章	動物的機構	七五
第八章	器官與機能之間的和諧——進化的假定	八八

第九章 骨骼的變化性.....	一〇七
-----------------	-----

第二編 機能——地上運動

第一章 一般的運動.....	一二九
第二章 地上的運動（兩足動物）.....	一四〇
第三章 人類採用的不同步態.....	一五六
第四章 馬的四足的運動.....	一七三
第五章 對於馬的步態的實驗.....	一八九
第六章 對於馬的步態的實驗（續）.....	二〇四

第三編 空中運動

第一章 昆蟲的飛翔.....	二二三
----------------	-----

第二章	昆蟲的飛翔的機構學·····	二四二
第三章	鳥類的飛翔·····	二五八
第四章	鳥翼在飛翔中的運動·····	二七九
第五章	鳥的翼面在軌道的各點上的變化·····	二九九
第六章	鳥翼的運動對於鳥身的反動力·····	三二三

動物機構學

小引

在各時代中常用機器來比較生物，但是直到今日，對於這個比較的意義與論斷纔有充分的了解。

當然從前的生理學家區別動物機體中的桿杆、滑輪、繩具、抽機以及活門，正如區別機器一般。在許多第一流的論文中，這全部機械的動作是稱為動物的力學。但是這些被動的器官必需有一個馬達（電動機），他們說使這全部機構動作的就是生命，並且他們深信因此在非生物與生物的機器之間，有一條不可侵越的界線。

在我們這時代，我們至少要探求這種區別的另一根據，因為現代的工程師創造了更像生物

電動機的機器，而在事實上，用了一點易燃性的物質，這些電動機就供給用以活動器官系所必需的力，並且使這些機器執行各種最不同的動作。

用機器來比較動物，不但是恰當的，而且從各方面看起來是非常有益的。這個比較使我們明瞭生物中所發生的機械現象，就是把這些現象與相同但一般不大知道，而在普通機器的動作中卻很明顯的現象並列，在本書中，我們要常常從純粹的力學，借用關於動物生命的現象的綜合證明。至於機械學者也可以從研究自然而得到有用的觀念，這個研究要常常指示他怎樣用簡單的方法，來解決最複雜的問題。

動物的力學是一個極大的研究範圍。每一個機能都有一個特殊的機械，血的循環，呼吸作用等等可以並且應該分別討論，所以本書要限於從事研究一個機械的機能，就是各種動物的運動力。

說明運動力這問題的重要，是容易的，而這運動力的地上、水上及空中的不同形式，不斷的激起人們的興趣。人類是否會盡量的利用他本身與其他動物的動力；他是否曾設法擴張他的統治

權，而在海洋中開闢道路或自己升入空中；他的這種興奮總是從自然得來的，我們能希望對於動物運動力的不同方法的更深了解，必為新研究的出發點，而由此促成更大的進步。

每個科學的研究，本身都有一個有力的吸引，得到真理的希望，就是以援助那班研究的人努力追求。自然律的思考，就是那班發現這些定律的人的快樂之源。但是對於人文，科學祇是手段，而進步纔是目標。假使我們能指出一種研究可以引起有益的應用，我們就能誘導許多人去研究，否則他們祇是爲了好奇心而爭相追求罷了。在此我們並不詡然陳述研究自然所得的一切結果，我們要舉出對於自然更進一步，更審慎的研究所能得到的結果。

例如人類及大哺乳動物的地上運動力，至今還是一知半解。假使我們知道了在什麼條件之下，纔能得到生物所能供給的最大速率，力或勞力，那就必結束許多的議論以及不少無謂的推測了。一個時代的人不至爲了後來認爲無用而可笑的軍事訓練，而受責備。一個國家不至壓迫兵士運載重貨，而另一國家卻認爲最好的計劃是使兵士不載一物。我們應知道動物服務最多的速度，不論要他跑快，或要他拖曳貨物。並且我們也該知道什麼拖曳條件，是最適合於利用動物的體力。

在這意義之下纔有進步，但是我們若埋怨進步太慢，我們卻祇能責備我們對於運動力的機構學沒有完善的觀念。我們完成了這個研究，然後有益的應用自必立即隨之而起。

人類對於航海機械的製造，大受自然的鼓勵。假使船身模仿了水禽的形式，假使船帆抄襲了天鵝張開的羽翼，船槳像牠擊水的蹼腳，那這些祇是自然借給藝術的小小部分而已。二百多年前包來里 (Borelli) 研究魚的穩度及排量，發見了根據同一原則而建築的潛水艦計劃，而在美國 戰爭時這隻可怕的 Monitors 出現了。

在現代的航海術中，關於動力學問題仍有幾點未明瞭。船應該要有什麼形式，纔能在水中遇到最小的阻力？應該選用什麼形式的推進器，以使機器的力用於最有利之途？對於這些問題最有研究的人，也自認這些問題過於複雜，而不能容納計算所決定為最有利於造船的條件。難道我們得等待經驗主義因為有害的猜想，而指示我們怎樣解決一個由自然給予我們這些不同解決法的問題嗎？聰明的建築家已進行創造這自然的推進器，他們造成了小船，有與魚尾相同作用的機器，左右的擺動。我們發見這工具雖則仍然不完善，但卻已成爲一個有力的推進器，也許勝過前此

所用的一切推進器了。

空中運動力一向激動人類最大的好奇心。這問題不知提出多少次，就是人類是否永遠要垂涎鳥及蟲的翼，他是否有一天在空中遊行，也像在海洋中一般？有不少的科學大家在不同的時期中。宣稱由於冗長的計算結果，證明這是幻想幻夢，可是許多申明爲不可能的發明都已實現了。實則在自然的研究與實驗沒有正確的材料之時，一切的數學的採用是太早了，祇有正確的材料纔能作爲這種計算的可靠的出發點。

因此我們要分析蟲與鳥的飛翔所產生的迅速行動，然後再想法模仿自然。此時我們又要見到於追求自然的鼓勵之中，我們有最好的機會解決自然已解決的問題。

現在我們就能證實在地上、水上與空中運動力的機械行動之中，沒有一點能超出我們所用的分析方法：我們不能再生產我們所了解的現象嗎？我們不要過於懷疑了。

化學在從事分解物質的時期中，久被認爲必永遠不能再生產這些物質的。這使人灰心的預言結果如何呢？

我希望凡信奉本書中詳述的實驗研究的讀者都有這個覺悟：現在許多不可能的事，祇須短時間與大努力就能變成現實的。

第一編

第一章 力與器官

關於無機物界與生物界中的力。物質由其性質而表現。物質發生作用時我們就斷定有力的存在。從前承認力的多數，在無機物界中這些力有減至一個力的趨勢。力的不滅性及其變化。根據古代生理學家的生活力的多數說。有個生活力變成物理的力。關於物理學與生理學的定律。物理力的一般學說。

我們祇能從物質的性質而認識物質，而二者是不能分離的，性質二字並不與任何實在物相合，這是言語的一個技巧。因此屬於各種物體的性質的言辭如重、熱、堅固以及色等等，是指這些物體把我們由於日常經驗所知道的某種效果，來表現牠們的本身。

物質發生作用時，就是物質改變狀態時，就發生我們所稱的現象。並且我們用新的名辭稱產生這現象的未知原因爲力。一個跌落的物體，一條流動的河，一個使我們暖和的火，一個發光的電

閃，兩個混合的物體等等，完全與力的表現相符，就是我們稱爲重力、機械力、熱、電、光以及化學親和力之類。

在科學的第一時代中，力的數目差不多是無限的多，每個特殊的現象是認爲一個特殊力的表現。但是大家漸漸知道一個原因可以引起各種不同的表現，而從此一向所承認的力的數目大爲減少。

牛頓 (Newton) 把重與引力變成一個而相同的力。他從蘋果的跌落地，從星辰的維持在軌道之內，而覺察到一個相同原因——普遍的萬有引力——的不同效果，安培 (Ampère) 使磁成爲電的表現，從此光與熱被認爲是一個相同的力的表現，就是一個傳給以太的非常迅速的振動力。

在我們這時代發生了一個偉大的觀念，又把科學改變面目了。一切的自然力都變成一個力。可以變成任何的現象，可以成爲熱、機械力、電、光；可以引起化學的化合或分解。力又時時好像不見了，但其實是隱藏了。我們又能把牠整個的找出來，而使之重新循環的變化。

力與物質是不能分離的，並且也像物質是不滅的。二者都適用這絕對的原則：就是物質是不生不滅的。

我們在未詳細闡明「力不滅」的偉大觀念，以及力在無機物界中的變化之前，我們試先看有有機物的科學中，是否已得到任何相同的通則了。

生物在表現感覺，智力與自然動作之中，表示本身與遲鈍而被動的無機物大不相同。動物的生殖與演進過於特殊，以致最早的觀察家在這兩個自然界之間，劃了一條分明的界線。

他們想像各種的力，而把生命的每個常態現象歸之於這些力，同時又有人支配凡有生命的東西可以得着的疾病的產生。

生命現象的複雜使觀察家許久不能辯別連合這些現象的關節，並且阻止他們把這些繁多的效果歸之於一個而相同的原因，而由此減少了最初所承認的力的數目。人類把他的幻想的假定作為現實，至此而止。不可解的魔力漸漸的把幻想支配了他，而最後他竟然否認物理定律對於生物有任何的影響。這個神秘說敘述有的動物能不受重量的影響，而且動物的熱是另一種的原

質，與我們的爐火之熱是不同的，有一種精細而不可觸摸的氣泡流動於脈管與神經之中。

至今還沒到解決這些謬誤的時候，但是我們能證明生命的科學現在趨向於物理科學所經過的變化，而後者的發展已概述於前。生理學有了經驗的指導，於許多的生物現象中探索物理的力，每天見到我們能應用普通的自然律的例子之增多。凡越出這些定律的現象仍為未知的，但卻不是不可知的了。在生命的現象中為我們所知道的，正是物理或機械法則的現象。

在生物的有機體中，我們要見到所謂的熱、機械作用、電、光以及化學作用等等的力的表現。我們要見到這些力的變化，但是我們切不可希望立即達到支配這些變化的定律之數字的測定。生物的有機體並不適合正確的測量，牠的複雜性太大而不易於估價，而生理學家利用了最簡單的機器纔好容易得到這些估價。

每種科學，按其複雜的程度而多少必接近遲早務須達到的數學之精確。一個定律，祇是測定不同現象之間的數字關係，因此沒有完善無疵的生理定律。在生物的現象中，除了產生變化的狀態之外，是很難決定或預見任何事物的。至此生理學家祇得到像一個天文學家所必有的智識而

已。例如天文學家知道兩個天體之間的引力，隨二者的距離之增加而減少，但還沒有決定距離平方的反比例。或者他像物理學家，已證明了受壓的氣減少體積，但是他沒有發見體積與壓力之間的數字關係。

當然在生物的現象之間，是有數字關係的；並且按我們所採用的研究方法的正確程度，而定發現這些關係的緩速。

假使物理學家祇從事確定物體受熱之後就膨脹了，假使他們沒有設法測量這些物體的溫度，以及每次溫度變化時這些物體所取的體積，那他們對於物體受熱的膨脹現象祇有一個不完全的觀念了。許多年來，生理學家祇專心指出某某的影響增大或減少肌肉的力，使這些肌肉的動作速率發生變化，增加或減少感覺與原動力。在我們這時代中，科學愈形精確，而某種行動的強度與耐久，不同運動的形式，兩個以上的現象之間的連續的關係等等的測定；血的速度，以及敏銳或主動的神經因子的轉移的正確估計，這一切正確的測量都介紹給生理學了。我們由此而希望從更爲謹慎的測量，不久就要有更好的定律出現了。

我們在比較物理的力與鼓動生物有機體的力時，我們要認為已知最近科學所採取的基本觀念，就是引起行動而使一切的力漸漸成爲一個的觀念。然後我們要對於這新學說加以概述：

一個學說的價值，是取決於所包含的事實的多少。物理力的統一說，有包羅一切事實的傾向。從看不見的原子以至天體，個個都受運動的支配，每個物體被一個極大或無限小的軌道所吸引。各分子之間的確定距離與支配牠們的運動相等，而有固定的關係，祇有增加或減少某定量運動時纔失去這關係。在大體上，運動的增加擴大各分子的軌道，並且由於擴大各分子之間的距離，而增加了各物體的體積。根據這定則，熱是運動的一個來源。在熱的影響之下，各分子愈分愈甚，而使各物體從固體變成液體，然後又成爲氣體。這些氣由於新熱量的增多而變得無限的膨脹了。但是給予各分子的運動以極大速率的力，就是在理論上所承認的力，由於實驗而變成確實可知的了。牠的強度，是用抵抗一個物體的膨脹所必克服的阻礙的方法來測量的。因此封鎖於機器的機筒中的氣或汽的分子，通到各部分及活塞——用以引起機械的行動的壓力。假使實驗的條件是相反的，這機械的作用就又變成熱了。例如一個外來的力若是推回抽氣機的活塞，那就由於劇烈的

壓力而制止分子的運動。

這新學說闡明了有的假定，如主張承認熔解熱或物體的汽化熱、氣的膨脹熱等等。這新學說在另一方面卻壓倒有的假定。例如大氣壓力的發現排斥了現在認為荒謬的這個假定：自然與真空不相容。

雖則這學說不充分解釋光與電的現象，但因為這些現象與熱之間的十分類似，卻肯假定這些現象本身祇是運動的表現。加之，運動的變成熱，變成電，變成光，都可用實驗來證明的。

第一圖詳細說明這實驗。

在桌上安排了各種的工具，以使由蓄電池P所發出的電流通過全體。（註）這電流是由圖中小方板上橢圓形電路所傳導。這電路是用厚銅製成的，在有幾點上，這電線被阻止而浸入盛水銀的杯中，從這些杯子中有其他的電線與傳導這電流的各種工具相通，在第一圖中，有金屬的橋1 2 3 4 5把各水銀杯連接起來，而形成一個完全的電路，以使電流通過而不必經過周圍的各種儀器。