

萬有文庫

第一集一千種

王雲五主編

科學大綱

(一十)

湯姆生著
胡明復等譯

商務印書館發行





科 學 大 綱

(一十)

湯姆生著 胡明復等譯

漢譯世界名著

科學大綱

第二十六篇 飛行

美國康南爾大學機械工程師哈佛大學商科碩士國立東南大學工科管理工程教授 楊 銓譯

飛行問題之解決，實爲今世紀科學最大勝利之一。自神話時代易卡刺斯 (Icarus) (古雅典神匠之子) 因飛行過近太陽致死，飛行一事已刺戟人類之幻想，嗣後飛行之歷史代有增加。至二十世紀乃有人類第一次乘重於空氣之摩托鼓動機而飛行之日，一九一四年八月發生之大戰更與飛行以進步所需之刺戟，使由少許熱心者之嗜好而成爲今日之利器。無數之青年，於一九一四年之秋未嘗夢想及於飛行者，數月之間皆成奇功震世之偉人，若波爾 (Ball)，比沙普 (Bishop)，馬克頓 (McCudden) 輩 (以上三人皆著名之飛行家) 皆是也。戰爭告終，飛行竟成日常習見之

事。吾人行且見奧爾科克 (Alcock) 斯密·羅斯 (Ross Smith) 凡里涅微爾德 (Van Ryneveld) 等，飛渡大西洋而至澳洲與南非洲矣。

第一次飛行成功之飛機爲來特 (Wright) 弟兄所造，一九零三年十二月十七日來特·奧微爾 (Orville Wright) 乘之飛行歷十二秒，同日更作三次之飛行，最久者歷五十九秒，行八百五十二英尺。此機所裝之引擎僅有十六匹馬力，飛行之速度約每小時三十五英里，後來氏弟兄嘗屢爲數英里之飛行，惟至一九零八年來特·威爾柏 (Wilbur Wright) 在歐洲舉行多次之飛行展覽，始聞名於世。今日吾人所有之飛機，其引擎之總馬力有達一千五百匹以上者，飛行之速度在每小時二百英里以外。

三大飛行 自來特弟兄第一次飛行後之二十年中，飛渡大西洋，飛達南非洲及飛達澳洲皆告成功。其中第一爲奧爾科克氏及布拉文 (Brown) 氏，由紐芬蘭渡大西洋而達愛爾蘭之飛行。此行歷時約十六小時，而舟行之尋常航期則爲六日，惟此舉但可以展覽成績之性質視之，橫渡大西洋之定期飛機運輸，恐未必能成事實。此種事業將來或將以飛艇任之，試憶且三十四號（飛艇之

名)由紐約至諾福克(Norfolk)，歷時三日，僅當尋常郵船所需時日之半。以言商業航空，有一事必當記憶，即苟以飛機作極長不輟之飛行，必須帶極大量之石油；然飛機之載重有限，苟大部之重量爲石油所據，則所載之乘客與貨物必極少，而商業之作用失矣。若欲石油之量充足，同時能載較多之乘客與貨物，則飛行之程必減短，大約二百五十英里爲飛機航空運輸程之經濟限度。

第二次創立新紀元之飛行，當推斯密·羅斯與斯密·岐司(Keith Smith)由英格蘭至澳洲之行。此行於商業航空頗有直接之重要，以其性質非同大西洋飛行之近於遊戲，蓋其行程皆能按時，極有準則也。先預定一行程表，因機器之精良，竟能準時不誤。全程共歷三十日，此行所遇主要困難爲行程組織之缺乏，由倫敦至印度沿途皆比較安好，蓋由英格蘭經法意希臘至埃及，更由此經巴力斯坦(Palestine)，美索不達米(Mesopotamia)，波斯海灣而至印度，沿途皆有極完備之組織也。既過印度，設備缺乏，惟經過地方之機關皆力助其成，此行程之第三段實爲至困難者。

繼此之飛行，則爲凡·里涅微爾德氏與布藍德(Brand)氏由英格蘭至南非洲之行。由英格蘭至埃及間行程較爲簡易，過此則本程之困難以起，著者於由英格蘭至埃及，由埃及至印度及由

開羅(Cairo)至卡普坦(Cape Town)即(好望谷城)諸路之組織皆多所爲力，此線之最困難者實爲中部，植物之森密至非雇用多數之黑人芟除草木不能得停機之所，當工人闢地至航空站之他端，其着手開闢之部分，植物已長至數尺之高，其生長茂密可以想見。惟用繼續不斷之工作，始得阻其生長，此外尙有一困難，卽爲白蟻之存在。此類白蟻能以極大速度成自三英尺至十英尺高之邱，邱極堅硬，往往須用炸藥及火藥始能移動，一切機械皆不能得，坎坷之地惟有以砍倒之樹幹，使大隊黑人推以進退，以輓之使平。在各航空站之間，遇飛機毀壞時，熱帶森林常使安全之登陸無望。他經歷之困難則由於中非洲高原之炎熱。因欲節省勞力，航空站皆從簡小建築，熱與稀薄空氣常使飛機非有極長之奔駛不能升起，往往須擴張航空站，始能使飛機飛去。從事此次飛行之四機，其中三機皆於中途毀壞。凡里氏與布氏則卒告成功，惟當其抵卡普坦時，所乘之機已非初行時之原物矣。

空氣航程中之氣候 今世飛機於上述大飛行外更能爲驚人之成績，載重可至二十四噸以上，飛行速度達每小時二百哩，遠可以千哩不停，高可齊挨佛勒斯山(Mt. Everest)（在喜馬拉雅

山脈中，爲世界最高之山。每日飛行由歐洲之此端達彼端，由大西洋達太平洋而越合衆國。

氣候之狀態實多爲飛行家之厄，惟今於各地報告之組織及抵禦困難之法皆極有進步。當飛行之際，惟一之氣候真危險厥惟迷霧。往往遇狂風時，過峽之輪舟須在海港避風，而飛機則能安行於倫敦巴黎之間；惟當國中大霧漫空，則飛行又別一問題矣。所難者不在空中飛行之受阻，以駕駛者雖當大霧仍能於空氣中控制飛機裕如，其危險乃在不能窺見下方。蓋苟遇不得已須登陸時，將不能擇安全之地而下降，此霧中飛行之所以危險也。即使行程全達一如平時，無被迫之降陸，駕駛者亦苦不能辨別航空站，時或與屋宇及藩籬相觸，或欲及地而超越目的點。

倫敦巴黎間航空程中所用之氣候報告制度，至爲簡單。報告由中間各站隨時以無線電送出，張貼於沿途各航空站，駕駛者於開始各飛行之前，關於途中各點流行之氣候狀況常能得正確之報告。飛行一如他事，人與機當並重，所遇困難往往須駕駛者有奮勇技巧與謀略始足以當之。試舉一例，某次當一九二一年之冬，倫敦巴黎線上之氣候極陰霧，在巴黎之航空站所得之氣象消息謂沿線皆爲霧掩，惟稍晚或有清明之望。有三飛機，二屬英，一屬法，皆決意一試，滿載乘客離勒部耳熱

(Le Bourget) 航空站而去。法機飛駛未及全程三分之一止於菩哇 (Poix) 以駕駛者不能勝此種飛行之艱挫，蓋飛時僅偶一見地，苟一旦機壞，將不知停降何所也。二英機則繼續行程直達海峽，時霧亦愈低，兩機過水幾與水面之舟楫相觸。亨得里·佩治 (Handley Page) (飛機名) 之駕駛者瑪金叻斯 (Mackintosh) 以爲去地數尺既如是濃霧，則稍高當亦不能更惡，遂折轉機鼻向霧滿之空氣中上昇數千尺。他一機則繼續緩行摸索過海峽直至近佛克斯墩 (Folkstone) 處超越海岸。是時駕駛者已幾爲疑懼所困，幸已竟其行程中最要之一部分，載其乘客過海峽，在林普納 (Lympe) 降地。

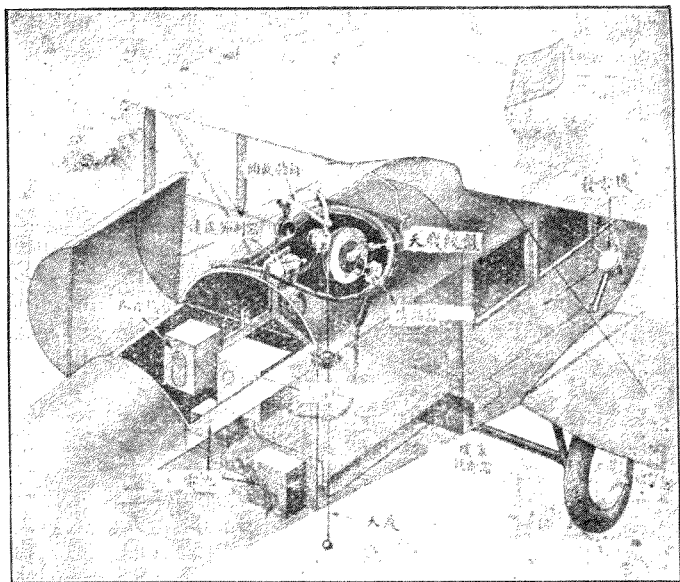
霧中之降地 瑪金叻斯藉羅盤與無線電之助，同其所載乘客飛行直達克壘頓航空站之上。彼藉從下方所得之無線電信號，知已在停機場之上，因節止氣機，推轉其飛機之鼻向下，以冀去地愈近霧亦愈薄，彼或能見站而漸漸降地。其高度表降至三千呎，二千呎，一千呎，以至五百呎，而彼仍包圍於濃霧之中，彼從無線電繼續與地上之人問答，此輩方謀導彼達地也。亨得里·佩治盤旋在復求一瞥地面俾能下降而不可得之際，地上摩托車之聲固清越可聽也。向空燃放火箭以作嚮

導亦終無功，彼輩所能爲力者亦惟有靜候而希望萬全耳。待於摩托病車之人已發動機器準備爲最初救傷之助。時霧深直達地面，瑪金叨斯欲驅機安降，殆不可能；而乘機之九人，衝撞之禍尤難倖免。飛機嗡嗡之聲繼續者約二十分鐘，機去遠則聲亦漸微，及機藉無線電之導復回航空站，則聲亦漸強。最後機聲忽由怒吼而變微吟，佇候之職員皆愕然相顧，隨時待聞傾擊之聲。此大機忽現於霧外，安全降地於稅所之側。飛機之門既啓，乘客魚貫而出，毫無受驚之狀，一若不知曾經危險者，且深訝種種喧擾之所爲何事也。

無線電與民事飛行

無線電報與無線電話當然爲近世飛行之要素，民用駕駛人於飛行之前必藉無線電報與電話以偵知其沿路之氣象狀況。當其飛行每小時約百哩時，須用無線電從空中報告其行程。苟夜中降地，需地上燃燈爲助，則彼更將以其到時預報。若在霧中飛行，則藉無線電爲路上之嚮導，彼且可用無線電話與他機之駕駛者接談。將來飛機必可完全由地上用無線電節制，而原動力亦可由地面之站傳遞於飛行中之機，飛行之將來與無線電蓋不可分離者也。

良好商用飛機之第一要件在其廉價載重之能力，易言之，所載重量當力求其增，而機重則當



飛機中無線電話與無線電報機械之佈置

天線繞於一鼓上，駕馭者欲收發消息時則放出之。言語可由此種機械傳達至五十哩以上，所需電流由一發電機供給，而此機則由經過飛機之激湧空氣推動之。欲免除引擎可畏之聲，觀察者皆戴盔，電話接收者則以印度橡皮盂覆耳。

使其減。第二要件則為速度，其次則為緩降，俾在任何地點遇強迫登地時可使機安全下降。至上升力之速，操縱之靈易，與飛達極高之能力，在商業飛機之計劃上皆不須過問。

今日（一九二二年）

最良之商業飛機中，D.

H. 三十四號（其名所

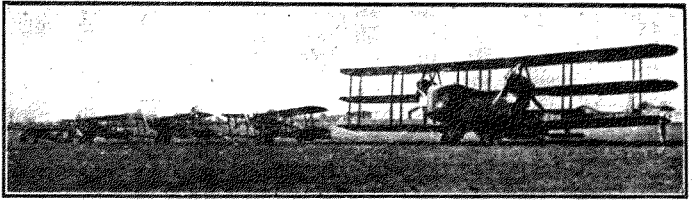
以紀念創製者得哈味蘭

(De Havilland) 氏也，

號數則依氏創製之機以次編列，當居其一。此機中裝置四百五十四馬力之納披爾引擎一具，所載除駕駛人與僕役而外，閉艙中可容乘客十人。另一機爲D口二十九號。此爲單翼機，裝一四百五十馬力之納披爾引擎，閉艙中可容乘客十二人。屬於D口系之飛機最足表示商業飛機設計之進步，機力如前，而收費之載重量則有加。其能如此者全在飛機本身計劃之進步。

在他國（指英國以外）則以法曼（Farman）所造歌利亞（Goliath）爲今日商業飛機中之良模。此機於駕駛者及機匠之外能載乘客十二人，裝置二百六十四馬力之沙姆生（Salmon）引擎兩座。多數人之意見以爲引擎之添多可以增加安全。此實一可辨論之點，蓋雙引擎之飛機絕少能僅以一引擎飛行者也。製造家每宣言謂此類飛機可以一引擎飛行，然實際上載重既滿，雙引擎之飛機苟非兩引擎齊用或齊停者，十九不能駕駛。

飛機在軍事上用爲攻守利器之重要，雖日益加增，無可疑議，然其極大前途實在民用方面，此亦無可疑者。今日方摸索以行，他日者有更佳之飛機，更良之空氣學識，更善之組織，更多之社會贊助，必能使吾人滿佈全球以航空線之網。有一極近情理之希望，卽在不遠之將來，一切郵件皆將由



布里斯它爾飛機之一部分

此爲一極難得之照像，在布里斯它爾飛機公司所造之單翼機一具，雙翼機三具，偉大之四引擎三翼機一具。在今日單翼機雖重復入時，總以雙翼機爲最流行。三翼機比較上最少。單翼式之構造自較低廉，益以新式高舉重翼之計算，早日單翼機之缺點多不復爲患。

空中傳遞，多數之長途旅客交通亦將借徑空中。至重貨之輸運與短程之行旅交通，則爲另一問題，大約在未來之若干年中，此類交通業之大部分仍將以舊法行之也。

空中寬路 在民用飛行成爲日常事業之前，第一事須作者爲航空必行路線之測定。在各線中須備預防不測之小降落場，各場之距離約由十里至二十里，俾飛機遇任何意外時，皆能有一空場降落。航空站當裝置地上燈火，俾夜行飛機之駕駛者得與日行者同一便利。從前有人主張以輕氣球或探夜燈爲空中行程標識者，皆可無須，以今日定向無線電與精確地圖之進步，任何駕駛者皆能尋路裕如也。

空中尋路之法甚多。第一爲由駕駛者以其地圖與

所經過之地相比較。此爲最簡單最準確之法，惟僅能用之於氣象清明能見下方之時。第二法則爲在飛行之前，先預定正確之羅盤地位，然後完全藉羅盤之指導進行以達目的地。所不幸者空氣之潮流常驅飛機逸出航線之外，故專走羅盤行程之駕駛者，常須以地圖與地面比較以糾正其位置。第三而又最新者，是爲用無線電尋向之法。藉無線電之力，地上之站可以應駕駛者之要求而送出信號，駕駛者誌電流之方向於地圖。此諸線之交點卽爲其當時之位置。

有一嚴重問題足以困用私家飛機者，是爲航空站之設備問題。一航空站大足以供應各式飛機者至少當有六十英畝之面積，故欲求人人皆自備一航空站，其不可能殆不待言。有謂每村當各備一降落場，凡用私家飛機者苟欲飛行，可往航空站。

飛機如何飛行 飛機之所以能飛，其法與支持紙鳶於空中相似。紙鳶當風，藉一線之牽掣而得空氣壓力，風則吹紙鳶使去，而線則持之使歸，其結果苟風與牽力皆不變，則紙鳶必逐漸升高。在飛機中此牽掣紙鳶之線則代之以空氣螺旋（卽如電風扇狀之鼓風器）。紙鳶苟遇壓力之中心變更時必傾斜顛倒，飛機亦有同一之現象使之被撞。鳥類亦有同一之困難。白嘴鴉遇有風之日，常

傾斜失其均勢，苟不重行作勢，則落地必不利。在空中嘗見其以身順應因氣壓中心驟變而起之撞擊。

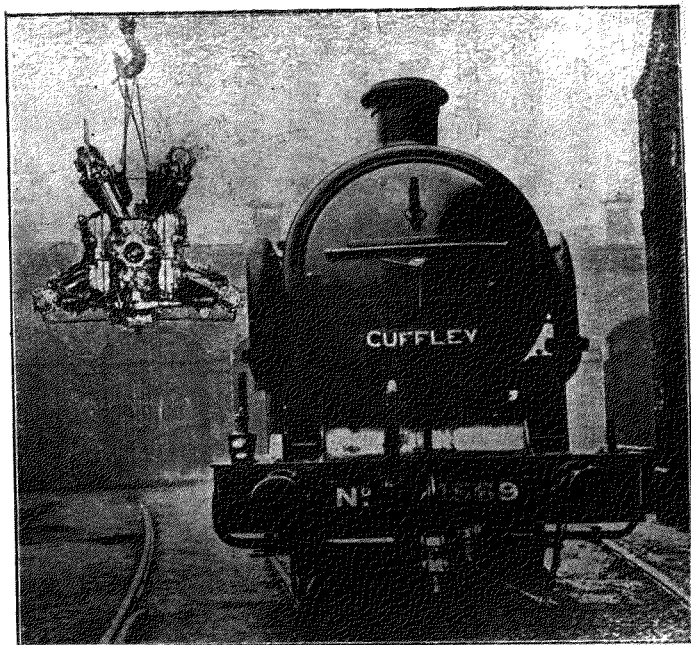
就飛行而論，翼爲飛機之最要部分。翼之單組雙組或更多則視機式，如單翼式，雙翼式，三翼式等而定。翼面略作弧形，弧之頂點離翼之前邊較後邊爲近。翼之厚度亦不一，以其由前邊至弧之頂點突然加厚，然後漸薄以達翼之後方也。飛行之時翼非絕對與飛行之途徑平行，但稍偏斜使風可以吹及其底面。繞翼之氣潮，施壓力於其底面，施吸力於其頂面。所謂翼之『舉重力』者約三分之一爲吸力，三分之一爲壓力。因欲繞翼常有氣流，故飛機必裝置摩托——一內燃引擎，其構造之原理與摩托車之引擎相似。此引擎旋轉空氣螺旋，使之推挽諸翼經過空氣，以造成所需之舉重力。

駕駛者之所爲 飛機之節制至爲簡單。駕駛者所用共有兩槓，一爲上升之節制柄名喜桿 (joy-stick)，專管昇高器與翼扇，一爲舵桿，近飛機之底板，駕駛者運之以足。此外尚有爲引擎而設之尋常開關鍵及燃燒與節氣機關，現在所用之引擎多屬內燃式。

內燃航空引擎之原理，可述之如下。各引擎式樣雖異，皆以四程或鄂圖循環 (Otto cycle) 爲

原則。引擎之舉動可分爲四大作用。每一作用佔活塞之一程。第一程吸進石油氣與空氣之混合物入筒，第二程當活塞移動進筒卽壓縮氣體。在壓縮將至最高之先，由磁力發電器或電池產生一電火花，更藉火花栓而導之入筒。此電火花使被壓之氣體爆烈，更藉已燒氣體之膨脹驅活塞復下氣筒，所得能力則傳遞於一旋轉有序之飛輪。活塞之第四舉動，則驅逐已燒氣體出筒。至第五程則諸作用之循環周而復始矣。以上諸程之名稱依上述次序爲引入或吸進程，壓縮程，燃燒或動力量程，與驅逐程。空氣引擎大別之有三式，曰靜筒，輻射筒，與旋轉筒，最後者亦曰旋轉式。

上昇時，駕駛者開放引擎，至飛機在地面行動達充足速度時，然後緩引節制柄向己，因以移動昇高器使飛機昇入空中。及已達充足之高度時，微移節制柄向前，使飛機平鋪而以平底飛行。轉向時，駕駛者同時一面以足踏於舵桿上以動機舵，一面向同一方向移動節制桿。節制桿此動在運用翼扇，使飛機微微偏傾於一翼尖之上，故其轉動較平轉僅用一舵時易而且穩。及旋轉既畢，遂反其動作，飛機復歸於平底。下降時駕駛者節閉引擎，同時推節制柄向前以動昇高器，使飛機下傾以溜趨地面。至去地不過數尺時，彼乃輕輕移回節制柄使飛機復處平行位置。及引擎停止，螺輪旋轉極



一具一千匹馬力納波爾所造『克白』飛機引擎重約一千七百磅與一具一千匹馬力之機車重約數噸之形體比較

最後之飛機引擎或將出於新式樣——大約為電摩托，其動力或將由地面之站用無線電傳遞。

慢，機之速度亦失，遂輕落於地，更沿地行以至全停。

溜行可在任何方面，惟降地則必在『上風』飛機降地之速度視式而異，有至地每小時約行三十哩者，亦有每小時約行百哩者，平均大約在每小時五十至五十五哩之間。

遊戲 航空之技巧在有經驗之駕駛者視之皆極簡單，苟演之得法，機必不受計劃者所未預料之挫壓，行動之平順與節制機關之不受急撞皆極重要。飛機之鼻端下縱者，改正必當從緩。苟駕駛者突將節制器扳回，因驟來之挫迫，機之要部必受損傷。

航空遊戲通稱之爲航空戲，其方法因機之式樣略有不同。概言之，常演之主要技巧爲迴旋舞，循環舞，與旁傾舞。

作旋迴舞時，駕駛者節止引擎，扳回節制柄，力推機舵。舵向左則作左迴旋，相反則得相反之結果。欲跳出迴旋，駕駛者當集中一切節制，俟深縱既畢，輕將節制柄推回，至機重行恢復平底爲止。

作循環舞時，駕駛者輕推節制柄向前，使機鼻下傾速度遂加，然後緩緩將節制柄扳回，則機之鼻端向上而環行。當機從循環下降時，駕駛者逐漸將節制柄移中，有數種機更須用舵節制，以防機之搖擺由環頂跌出。

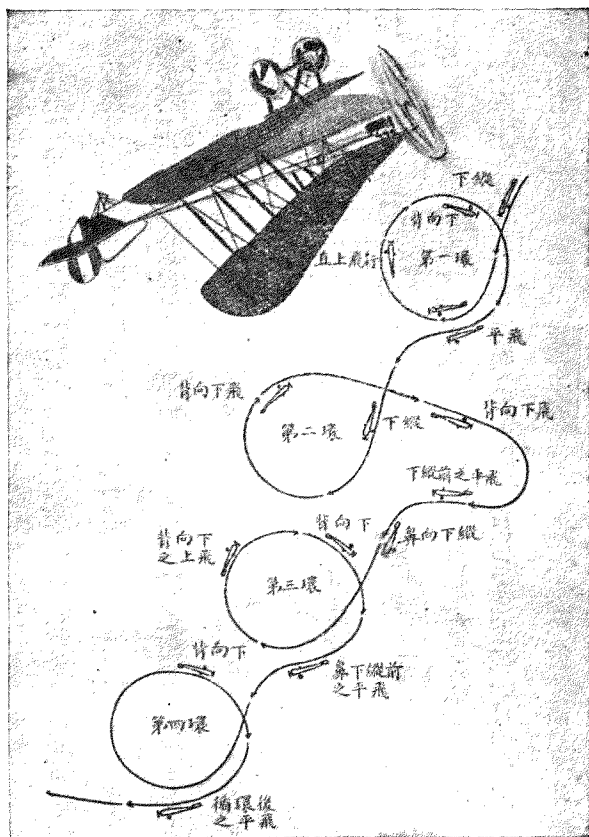
作旁傾舞時，駕駛者如欲向左旁傾，則推節制柄向左而持舵居中。及飛機開始傾滑時，移舵略偏右（或向上）以防機之左轉。欲機平正，駕駛者推節制柄向右略前，舵仍居中。一切遊戲大抵不

外上述三種技巧之聯合或變化。

在不常飛行者『迴旋』常生一種不愉快之感覺。其來也苟非有意爲之，大抵由於陷滯或驟失飛行速度，惟絕不危險，駕駛者極易防止。『撞擊』爲遇空氣之上下流時所感覺之微搖運動。當氣候炎熱飛行稍低時，常感覺之，惟微小之撞擊則無論在何種狀態下皆所不免。其甚者如遇雷暴或飛行經過沙漠時，飛機每因一擊而升降至百呎或百呎以上者。卽如此極端之例亦絕無危險，至多不愉快而已，此又不待言者也。

空中之戰 軍用飛機之需要及條件與商用飛機絕對不同。軍用飛機之預備戰爭者必能飛行極速，以極大速度昇至極高，任作何舉動皆能運用靈速。大戰之中，因機之飛行能力而使駕駛人得保全生命者，已數見不一見矣。

第四十三分隊武來特大佐 (Cap. H. W. Woollett) 一日中打落敵人飛機六具，建大戰中之成績，有賴於其飛機之卓越能力者實多。在上午十點半彼方領導一偵察隊，見一德機超越之，發鎗三十排，見敵機迴旋落地而毀。當戰鬥時，大佐同時受多數他機之攻擊，彼毫不遲延卽迅速昇於



循 環

學習者最初習之簡單遊戲。機鼻略傾下以增加速度，然後輕輕將節制柄拉回，使機上昇同時翻轉。再將引擎節退，節制柄緩緩向前，機遂落而下縱，由此更趨於平。當循環時駕駛者不須縛繫於座，以離心力可使之不離也。

攻彼者之上，突向一兩座機縱下，隨行隨開鎗，致此機亦毀裂。然後再超昇於敵人之上，環行以遠避兩具來攻之福刻斯 (Folkers) 機，以直上爲防，再向一阿爾巴特羅斯 (Albatross) 機之尾縱下。開火約五十排，此機遂着火墜地而碎。大佐乃歸。同晚之下午五點彼復往攻敵機十三具，絕對自信其駕駛之技能，且知其機之靈便必能勝其所攻之機。彼先放鎗三十排射入一敵機，此機遂顛覆墜裂。再昇高，周旋於剩餘十二機之間以避敵人之子彈，最後彈中又一阿爾巴特羅斯機爆裂，此機遂旋墜毀裂。彼乃圖歸，過戰線時見另一敵機在其上，此次仍藉其機之飛昇得勝其敵人而毀滅。其是日之第六機。此日之工作卽大戰之成績，足證空中速度——昇高與運用之速度——之必要。

又一例足示運用靈速之價值者乃於皇家之飛戰隊中馬克勞德 (McLeod) 大尉之得維多利亞十字勳章見之。彼在五千英尺之高度受八德機之攻擊。此諸機由各方面向之突下，勢極猛。馬氏所駛者爲一兩座機，彼以神巧之飛行使其觀察者得還射敵機，打落其中之三，失其駕駛力。馬氏然後以機環行更向一第四機突縱，當是時，馬氏已受傷五次，不顧也。不幸剩餘五機中之二機已飛越其上，由上方開火，擊中石油箱，機遂着火。馬氏爲火焰所灼，攀越離座而至左底葉，遂立於其處，倚

護傷穴而達節制柄，使機爲極偏之旁傾，吹火焰離己及觀察者，是時觀察者幸能不離座，且向敵人開火不使復近，直至安抵地面。

如此類之例表現者，運用靈巧之價值，實勝於其他一切也。

人與機 戰時駕駛者之心理實一饒有興趣之研究，在戰時即受精密之考驗。所發見者，單座式間諜戰機駕駛者中之最有成效者，皆富於衝動性而輕忽之人，肯冒險，絕無危害之觀念。此類人可以獨攻十二敵機無所顧慮，在空中狂怒如瘋犬之遇物即嚙。不列顛駕駛者之爲各方前線所畏懼，由於此輩實較其他爲多。

兩座戰機之駕駛者則需稍謹慎矣，蓋彼縱自忘其身，不能不爲其觀察者計也。二人而能合作順利者，實一最難得之聯合。偵探與炮機之駕駛者爲全軍之腦部，其職務在偵察報告與推決。此輩尋常均由間諜保護，惟遇必要時須能於航空戰爭中自保。

所餘之種類即炸彈機之駕駛者，須在炮火中有極大之持久力與冷靜頭腦。彼等須僵坐駕駛重機至數小時之久，且須當炮彈與機關槍之炮火不稍畏縮，同時其觀察者則拋擲炸彈。

欲求一兩座式戰機之代表，『布里斯它爾戰士』(Bristol "Fighter") 在世界飛機當居第一。此機載駕駛者與觀察者各一人，裝置二百七十五匹馬力之羅爾斯·羅益世 (Rolls-Royce) 引擎一具，或三百匹馬力之赫斯潘諾·蘇伊薩 (Hispano-Suiza) 引擎一具，其滿足速度為每小時一百二十四哩，於二十一·三分鐘間可升高至一萬英尺，其能達之最高度則為二萬英尺。其軍備為一機關槍由駕駛者施放，其子彈經螺旋輪向前發，另一機關槍由觀察者施放，能旋動，應付機之後方全部。其能使駕駛者從空氣螺旋之旋葉間施放機關槍之一種構造非常靈巧，名曰君士坦丁涅斯科 (Constantinesco) 間斷齒輪。藉槍與飛機引擎間之一種關聯，槍之開放可適在螺旋葉片不礙彈路之時。螺旋之旋轉率為每分鐘七百五十轉，此種結構之靈巧可以想見。

欲求單座機之代表，可舉索普韋斯·司奈普 (Sopwith "Snipe") 為例。此機產生於大戰將終之時，裝置二百匹馬力之本特力二迴引擎 (Bentley rotary 2. engine) 一具，其滿速度為每小時一百三十五哩，升高可以八·八分鐘達一萬英尺。其軍備共有三機關槍皆從空氣螺旋之葉片間放出。駕駛者全恃機之飛行能力以避免後方之攻擊。

欲求一可爲代表之炸彈機，可舉維刻斯 (Vickers) 所造微賣 (Vimy)。此機載一駕駛者，一放槍者，一擲炸彈者，此外尙有一千一百四十六磅之炸彈。機中亦裝留伊斯 (Lewis) 槍四具，二置機鼻，二置機腹，以備受攻時防衛之用。機中雖有三百六十四匹馬力之羅爾斯·羅益世引擎兩具，然行動不速，每小時僅能行一百零七哩，昇高一萬英尺需二十三分鐘。

有一事或爲讀者所樂知者，卽大戰時在不列顛飛機中載機員最多者爲亨得里·佩治 V 一五〇〇式，專爲彈炸柏林而造者也。此機長一百二十六英尺，裝羅爾斯·羅益世引擎四具，載一駕駛者，一觀察者，兩擲彈者，兩放槍者，共六人，此外尙載重二百三十磅之炸彈二十四枚。

由一九一六年七月至一九一八年十一月十一日，不列顛飛機在西部前線所擲炸彈之總重量共六千四百零二噸，最重之彈，重一千五百磅。德國炸彈之最大者重二千二百磅。同一時期中，皇家飛戰隊在西部前線打落敵機六千九百零四具，標鳶輕氣球二百五十八具。此外攝影四十萬一千三百七十五張，對地上德國軍隊放機關槍軍火一〇，二三八，一八二排。

飛艇

更言飛艇，吾人乃發見不列顛今日奄有世界最大之飛艇隊與最大之飛艇。其中推前

德國徐柏林 (Zeppelin) L 七十一號爲現存諸艇中之最大者。L 七十一號以外吾人尙有前徐柏林 L 六十四號，至純粹不列顛飛艇則有 R 三十三號，R 三十六號，R 八十號與不完全之 R 三十七號，最後之艇爲不幸艇 R 三十八號之姊妹艇。諸艇中惟三十六號現在裝置爲乘客之用，其設備除容艇員二十七人以外尙可載乘客五十人。乘艇者皆供有日間可摺之榻箱，餐室與客座皆備桌椅及其他一切之便利。

此類之艇乘之旅行由英格蘭達澳洲，中途在摩爾太 (Malta)，埃及亞登 (Aden)，印度及新加坡停頓，歷時尙不到二星期。此種交通事業果成完備之事實，則沿途各站皆將樹立泊桅，惟兩端有艇倉。有一事須記憶者，卽一所貯藏飛艇之倉長約在二三百碼之間者，所值當在十萬金鎊以上。此外尙須有艇員數百人以移此航空之巨物歸倉或遷之出外。

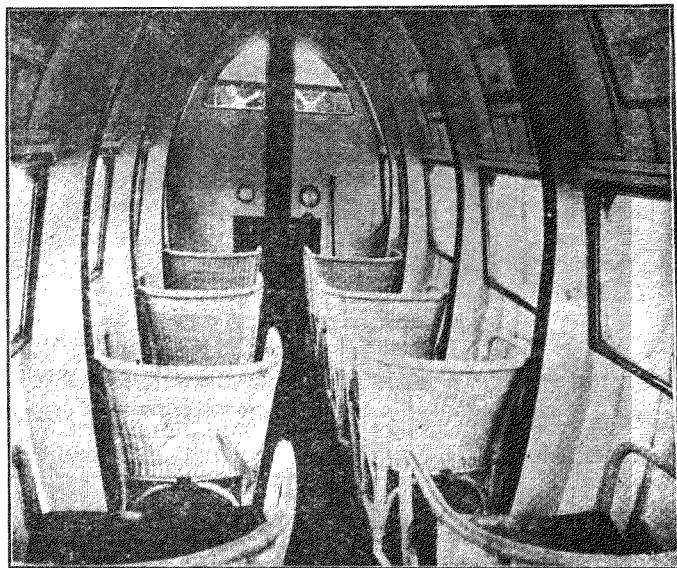
建一泊桅，所費約在二萬五千鎊以下。最新式之桅爲一間架之塔，上置一易於旋轉之頂。由旋轉之頂可放出一纜，當飛艇行近時由艇鼻更放出第二纜，然後以兩纜相結用一蒸汽絞機收緊之，逐漸牽飛艇使近，至艇鼻安入泊桅旋頭之凹節中爲止。其安置甚巧，艇搖蕩時鼻端常佔上風，可安

然抵禦每小時四十至五十哩速度之風。泊桅較入倉
 尚有一優點，即泊艇所需僅五六人已足，而解纜之手
 續尤簡。乘客與貨品皆由升降機載至桅頂，故旅行者
 絕不感覺不便。不列顛所有飛艇之實在大小如下表：

飛艇之將來 論飛艇之將來，敢斷其必為長途

遞郵載客及運貨之用，而飛機則將用於一千哩以下
 之途程。全程更將分為二百五十哩長之段落。飛艇苟
 作如由英格蘭至澳洲之飛行，其段落至少當每次一
 千哩。同樣吾人可組織一飛艇運輸至南非洲。更一渡
 太平洋至加拿大，此加拿大之程或可繼續渡太平洋
 而至澳洲，如是吾人可得一環繞地球之不列顛飛艇
 運輸。

飛艇名	長度	容量 (以立方英尺計)	引擎種類	舉重 (噸)	程限 (哩)	速度 (每小時哩數)
R 33	639 英 尺 5 英 寸	1,958,600	350 馬力森皮 姆引擎五具	59.4	5000	68.5
R36 與 37	672 英 尺 2 英 寸	2,101,000	261 馬力梅巴 克 2 具 350 馬力 森皮姆所造 『哥薩克』三具	63.8	4000	65
R 30	531 英 尺	1,251,000	261 馬力梅巴 克引擎四具	38.5	6500	65
L 71	743 英 尺	2,420,000	260 馬力梅巴 克引擎	78.6	700	75



維刻斯所造微賣機中之乘客艙

近世飛艇皆有封閉之客座。每客各有一靠椅。每客之旁皆裝有可任意開閉之窗。有談話管以通駕駛者，更有儀器示客所達之高度及所行之速度。近世飛艇中綽有餘地，雖纖弱者流，亦可以旅行安然無礙也。

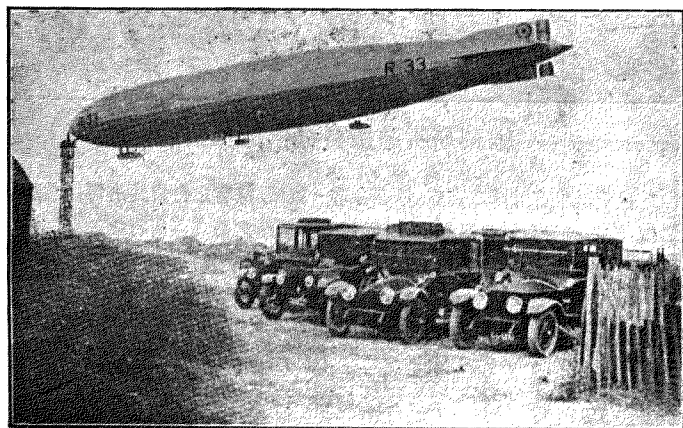
世界上最著名之飛

艇飛行或將推R三十四號渡大西洋來回之旅行。去程約三千哩，以百零八小時十二分鐘行之，所載船員中職員八人，其他十二人，司各脫(Scott)少佐爲領袖。去程之中極多驚擾，尤以近紐芬蘭舟入雷暴爲甚。回程之時間較佳，全程僅費七十五小時三分鐘。



維刻斯所造外輕水陸飛機

此機足爲飛機構造革新之徵，以其下降宜水亦宜陸也。底車可由駕駛者之意收置機身之旁。裝置一四百五十馬力納拔爾造之利翁引擎，速度約每小時一百十哩。駕駛者之外，可載四乘客。



R 33 停於克壘頓之泊桅

飛船不復藏於高價之艇倉，皆代之以百二十英尺高之泊桅。乘客與貨由升降機上桅，沿一遮蓋之舷路入飛船。在克壘頓之桅已暫拆卸，俟飛船輸運恢復後重建。



飛機抵克壘頓之狀

載客由四人至二十四人之大機，日飛行於多數歐洲都城之間。克壘頓航空站爲航空路程中之不列顛終點，每日皆有不絕之來去。客與貨現在皆載於同一之機，惟新載貨機已在建築中。

飛艇之造法 飛艇共分三

大類：不堅硬式，半堅硬式，與堅硬式，故其構造當然大不相同。第一式爲一大包後附一車。第二式之包則堅之以梁。第三式則全爲間架工程，內貯多數氣袋，此全體更附於一堅硬之龍骨，客艙與引擎房皆載其上。

堅硬式最重要亦最能發達，

徐柏林與不列顛之R式。皆屬於

此類，後者實爲徐柏林之模倣。R三十三號有木心梁構成之船身，

其全長爲六百三十九英尺，直徑七十九英尺。船身內置三角船骨，造成船之主要穿廊，內貯水，砂與石油等櫃，炸彈庫與船員居室等。船身之內共有氣袋十九，中約貯二百萬立方英尺之氫氣。在船骨之前端懸一舟室，是爲節制艙，前進之引擎卽載於此。在舟之中段懸兩翼室，各載引擎一，近尾部有一較大之車，中貯兩引擎及附屬之節制機關。舵與昇高器則位於船身之尾端，更在後車之後。

飛行之安全 以飛行爲不安全與不可靠實爲謬誤之觀念。由一九二〇年十月至一九二一年九月之十二個月中不列顛民用飛機所載乘客共四一九五六，人所行約五五三，七〇〇哩，機在空中所費之小時數爲六，七七六。在此時期中乘客之喪命者四人，受傷者二人。由一九二一年四月至九月（所考查時期之半）所載三一，八五三人中喪命者一人，受傷者一人，而此兩意外之發生皆不在定期航程而遇於游賞展覽之時。失事率依此計算，載客每千人中喪命者〇・〇三人，受傷者〇・〇三人，每行三二，二〇〇哩有一意外，以時間計，每飛四一五小時遇一意外。上述數目殊不足爲民用飛行特別危險之徵，苟與他種運輸業之意外比較尤爲顯著。一九二〇年中不列顛之街市意外共五七，七四七次，中二，八三七次危及生命。一九一九年鐵道意外共二四，九一五次，中九三

二次危及生命。此等數字或將使用鐵道者爲之震驚。

以言飛行之穩妥，觀數目可以深信，若更憶及飛行，今日尚在幼稚時代，假以時日，必可盼其效能逐漸增加，則此說尤確。一九二一年至九月止在倫敦巴黎間不列顛航空運輸之終程無阻滯者，其數如下：正月百分之六二·五；二月百分之七·六；三月百分之九五·四；四月百分之九四·八；五月百分之九四·七；六月百分之九一·七；七月百分之九三·八；八月百分之九四·八；九月百分之九三。此數殊不甚惡。若更念及其中多次過海峽之輪船因天氣太劣不能成行，而飛機乃能安然往來於兩都城之間，則上說尤爲顯著。

飛行之將來 五十年後之飛機或將與今日所用者大不相同。一種之螺旋飛昇機可以直昇直落，翱翔平飛者，或將充分發達，使航空運輸直入城市之中心，而降落於屋頂或其他狹小之地面。今日所有對於螺旋飛昇機之觀念，乃以一裝載駕駛者及乘客之機身附於兩個或兩個以上對向橫旋之空氣螺旋，俾機得以直上直落。然僅此其用甚微，必能完備至直飛以外更能爲前行與旁行之平飛。足以困難計劃者之問題甚多，惟假以時日，終將解決也。

有示高器者隨時可示駕駛者以去地之真高度，則霧中飛行之危險可減。有自動降地機械與空氣制動器，則航空道之安全將更增加。更大馬力與更多式樣之引擎與改良之汽輪，乃至用無線電由地站傳力之電動機皆將見諸實用。靜默之空氣螺旋，無聲之引擎，與震動之減少，皆足增加乘客之安適。自動發動器可以減發動之工作，速度必將大增，尋常旅客往來之機，皆將為每小時數百哩之飛行。降地之燈光必將改良，飛機之穩妥亦必增進，故夜間飛行將與白日飛行同一簡便。防落傘或其他之安全器可以保乘客時時之安全。以上所言，皆將於相當時間中實現。吾人在今日必當安步前進從事於發明之事業，勿忘飛機之科學方在幼稚，且當知未來之進步，必將使今日之成績為後人所小視。此又毫無可疑者也。

參考書目

Holt Thomas, *Aerial Transport*.

Pratt, *Commercial Airships*.

Walls, *The Design of Aero Engines*.

Wimperis, *Air Navigation*.

第二十七篇 細菌

郎刻斯忒爵士(Sir E. Ray Lankester)著

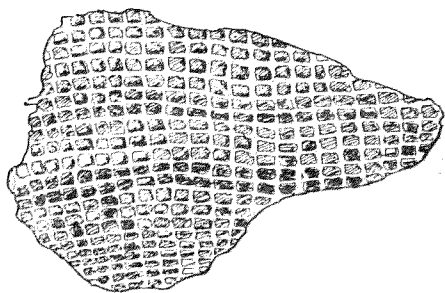
美國哈佛大學哲學博士
國立東南大學植物學教授 胡先驕譯

細菌：遍布世界之發酵腐爛與致病之微生物

最早之顯微學家 顯微鏡者，爲近年觀察生物之構造與性質之工具，以此治生物學，斯可免三百年前之孤陋，與其無根之懸揣之病也。最可注意者，在希臘羅馬時代，即用簡單之玻璃或結晶體之擴大鏡以觀察事物，亦未之前聞；不過其珠寶上精細之雕鏤，恐非有擴大鏡之助不能爲耳。普林尼(Pliny)固嘗詔吾人以盛水之玻璃球收聚日光，與用此球爲取火鏡之用；但用玻璃擴大鏡爲觀察物象之用，實始於十四世紀。其時有敏慧之意大利人（有人謂培根 Roger Bacon 亦用之）用之以爲年老人衰弱之目光之助，稱爲眼鏡，今日仍用其名。拉斐爾(Raphael)在一五二〇

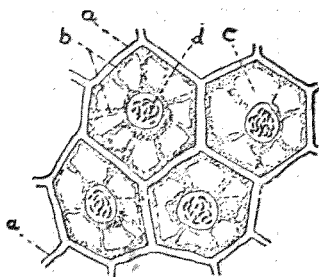
年所繪羅馬教皇利奧第十(Pope Leo X)之像，手中持一手執之擴大鏡，示以此助其讀書之用。此後二百年之久，彼有學問之人，始能將此簡單之眼鏡，改爲最早之複式鏡頭。一方造成望遠鏡，一方造成顯微鏡。最初造成之複式顯微鏡——一長管：其一端爲一接眼鏡，一端爲一對物鏡，其效用在自然科學家手中，反不若形狀靈巧之簡單鏡頭之大。虎克(Robert Hooke)——倫敦新立之皇家學會書記——在一六六五年造成之一複式顯微鏡爲一七英尺長之管，一端有一接眼鏡，一端有一對物鏡，此鏡接於一球上，球接於直立之座之球腔中，可轉移至任何角度。虎克之顯微鏡係將意大利人在二十年前所造之顯微鏡之機括改良而成者。此種顯微鏡有人謂首創於伽利略，而爲最先見於記載者。

虎克所造之顯微鏡之要點，在今日之顯微鏡，仍遵其



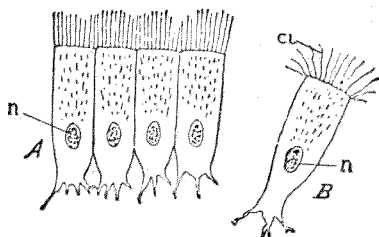
第一圖 軟木之細胞，切成一薄片，放大二百倍之狀。

軌範；惟鏡頭則已大加改良而進步。虎克發明其顯微鏡後曾著一書，名曰顯微記錄，附以精細之放大圖，記載其所觀之蠶、蚤、蠅，以及醋中之線蟲，與其他雜物。其所繪軟木之放大圖，最聞名於世，蓋此為關於植物細胞組織最早之觀察（第一圖）。而代以空氣者，虎克比之於蜜蜂所造之蜂房。彼微小含有空氣之空隙，極似封閉之蜂房，故英文細胞之原名『cells』，即蜂房之謂，而至今猶認為植物組織之單位也。



第二圖 植物組織之切片，表示六角形之細胞，內含原形質。

a, 細胞膜; b, 原形質; c, 含有液質之細胞穴;
d, 每細胞中之細胞核。



第三圖。柱形細胞，外生顫動之顫毛ci,各含一細胞核n。

A, 一行柱形細胞; B, 分離單獨之有顫毛細胞。

再過一百五十年，細胞一名詞，乃不加之於空細胞膜，而加之於內部生活之黏液狀體，此乃有機體之構造與作用之細胞學說之創始人士來登 (Schleiden) 與司旺 (Schwann) 所主張者也（觀第二第三圖）。吾人現稱植物與動物細胞中此種之黏液狀體爲原形質。

雷汶胡克之貢獻 最早之複式顯微鏡雖能放大多倍。然不甚能用之於發明事物，蓋每每使所欲放大之物形狀改變而模糊，故起始複式顯微鏡之功用不能過於簡單之擴大鏡，甚且不及。在十七世紀之末三十年，荷蘭德佛特 (Delft) 地方商人雷汶胡克 (Anton van Leeuwenhoek)

——稱爲顯微發明之始祖——用一種顯微鏡以單獨大如豌豆之鏡頭，由彼磨成適宜之形狀與曲面，而安於二鑽眼之銀片之間成之，觀察生活於水中與其牙縫中之微生物。一六七二年彼乃將其所觀察之記載與圖書寄往其時初成立之倫敦皇家學會，五十年中（自一六七二年至一七二二年），彼有五十次通信刊登於理學雜誌中，後乃被舉爲會員，而得會中之出版物。此類出版物包括尉羅比 (Willoughby) 所著之魚學，此書之印行需費極巨，致會中經濟困難，不能印行牛頓之

算學原理云。

雷汶胡克之觀察包括一廣大區域，包括人與鳥血中之紅血輪，毛細管與血在其中運動之狀，犬與鳥之精蟲，筋肉組織之橫紋纖維，輪形之原生動物及其乾燥後之存活與飛散，酵母菌之似球形小物之羣體，以及其他重要事物。雷氏以其甚小之簡單鏡頭爲此種種之觀察，殆非具有高度之精巧與忍耐不克臻此也。然此時雖有確定之事物發明，但以單式與複式顯微鏡光學配合不完善之故，對於所觀察事物之情狀每至不完全或錯誤焉。

卽在一世紀之後，丹麥國哥本哈根（Copenhagen）之米勒（O. F. Müller）——生於一七三〇年——用極工之技術以觀察記載繪畫其國池沼與川流中淡水蠕蟲及其他生物時，其顯微鏡之高倍鏡頭尚不可恃。雖其圖繪畫雕刻極工，然對於最小之生物，尚不足據以爲信焉。彼在一七八六年刊行一書，名曰水陸之浸液蟲學（*Animalia Infusoria—Fluviatilia et terrestria*），用浸液蟲之名（至今仍用此名，惟對於其意義有所限制），以記載尋常目不能見，藉顯微鏡而始得見。麇集紛爭於植物動物腐敗物浸液中之生物，此其第一次也。此種浸液蟲生於天然水中，或爲顯微鏡學家特別培養，存貯於器皿中以爲觀察之用之水中。

雷汶胡克在將其所造之顯微鏡試用於皇家學會會員之前時，曾注意於此種百十萬水滴中微生物，彼稱之爲浸液微生物。

在今日頗難鑑定雷汶胡克所記載與繪畫之各種微生物，蓋其所用之顯微鏡比較力弱而復不真確，故其圖亦不能真確也。但雷汶胡克與米勒之有名後繼人哀倫堡 (Ehrenberg) 在一八三八年以爲雷汶胡克曾鑑定二十八種浸液蟲，而米勒氏則發現一百餘種。雷汶胡克大約曾見多種極普通極微細極繁多之生物在今日稱爲細菌者，而記載其特別之運動；但彼未將其所見之種類加以學名，與詳確之界說。

一

米勒之成績 在雷汶胡克之後一百年，米勒之著作頗受偉大之林尼阿 (Linnaeus) 影響，對於生物之命名，先立屬名，再附以種名於其後。米勒曾將其所觀察之浸液蟲分爲各種，再將所命名之各種分爲各屬，如此分別之各屬各立一名，其中所包括之各種彼此相互之關係，必較與他屬中各種之關係爲更密切。故如彼曾立 *Vibrio* 一屬，在此屬中，包括數種彼曾觀察與繪圖之種類，如

Vibrio lineola, *V. rugula*, *V. bacillus*, *V. undula*, *V. serpens*, *V. spirillum* 之類是也。此類微生物皆極微小，毫無結構之線狀生物，每能為突進或波動之運動與前進。吾人在今日尙能據其圖以鑑定其種類，而仍用其所命之名云。

此類生物有一大部分，為今日所稱為細菌者；但米勒曾因外部之形似，將數種顯微鏡下發見甚小而非極微之環蟲歸入『*Vibrio*』屬中。但據今日改良之顯微鏡示知，吾人知此類生物有更為複雜之內部構造，與其他種之 *Vibrio* 性質大異。彼曾將幼稚之線蟲，與哀倫堡所稱為 *Bacillaria paradoxa* 之奇特生物，與其他植物如池沼生物學家所習知之鼓藻與矽藻，以及鵝頸狀之原生動物名為 *Trachelocerca* 者，皆歸入此屬焉。

米勒將此種類混雜之 *Vibrio* 屬與其他四屬 *Monas*, *Protens*, *Volvox*, *Enchelys* 並列，認為最下等或組織最簡單之浸液蟲。其 *Monas* 一屬包括 *M. termo*, *M. atomus*, *M. punctum*, *M. lens* 四種，皆為極微細之球形種類，今日殆無法鑑定之。米勒之 *Protens* 一屬包括 *P. diuturnus* 一種，在昔日即有人名之為 *Protens* 微生物者，今日考知，乃為一種變形蟲。

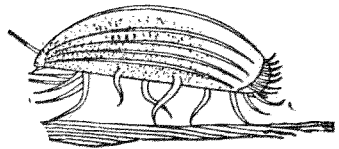
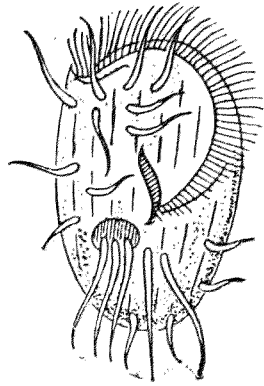
其第二種經米氏名為 *Proteus tenax*，而會將其形狀之變更詳細繪畫者，實為一種 *Aetasia*，為米氏之時所未知之屬。米勒將 *Volvox* 之名稱最著名之球形羣生生物之在今日仍用此名者，與其他少數微細之生物，雖外狀相似，但現在歸入相距甚遠之屬中者。在 *Enchelys* 屬中，米勒歸入少數不明瞭之種類，不能據其圖以鑑定其為今日何種生物。至於較大之浸液蟲，米勒曾覓得十三屬，共有多種。皆一一繪有詳圖。其中一部分屬於原生動物，在今日謂為顫毛蟲 (*Ciliata*) 蓋其體上生有顫動之毛，謂之為顫毛 (觀第三圖)。此類顫毛蟲之名，今日尚沿用其舊，蓋其所繪之圖，能用之以鑑定其種類也。

此類浸液蟲包括有 *Paramecium*, *Kolpoda*, *Bursaria*, *Vorticella* 等屬；但米勒亦會將多種小環蟲與車輪蟲誤收入原生動物中。彼曾立車輪蟲中 *Brachionus* 一屬，其所繪之圖極精，至今仍依其舊名；但彼曾將他種動物 (其圖表示其為車輪蟲) 與鐘狀之原生動物 (其圖示知為此類) 歸入於其 *Vorticella* 屬中。彼知一羣有趣味之有顫毛原生動物，今名為 *Hypotricha* 者，此類動物以其腿狀之運動器官為特異，米氏亦曾繪其圖 (第四圖)。但彼同時亦將寄生扁蟲

(Huke) 微小有尾之
幼蟲，歸入浸液蟲類，
而名之爲 Cercaria
今猶沿用之焉。

米勒不但爲吾
人研究微生物之歷
史中之前鋒，與爲第

一自然科學家能精確繪畫與命名於極微小之生物在今日統歸爲細菌類名者，彼且擔任將此類生物與多種浸液蟲，按林尼阿之雙名法，定種名屬名之艱鉅責任。如彼所指出，林尼阿在其著名之自然分類 (Systema Naturae) 書中，曾表示一種煩惱之態度，將此類微小動物不加分類而統歸之於『蟲』一大類中，而加以『紊亂』之形容詞，稱之爲 Chaos infusorium，則米氏之功尤爲偉大矣。



第四圖 原生狀動物之
名爲 Euplotes harpa 者

爲一種較大有顫毛之浸液蟲，在引至口內之槽之周圍有多數纖細顫毛，又有腿狀之突出，下方一圖，表示動物側面在木塊上行走之狀。

米勒企圖清理此『紊亂』之物使成條理，雖以其爲此等研究之前鋒，自不免有失敗之處；然其成績之可貴，可於其多種之記載在今日猶得稱爲精美而確實，與其所定之多種學名，今日之自然科學家猶尊重而沿用之一事見之焉。

二

細菌名稱之初用 在米勒之著作後五十年（一七八六年），另有一大顯微學家哀倫堡將其有名之著作 *Die Infusionsthierehen als vollkommene Organismen* (Leipzig, 1838) 刊行。哀氏生於一七九五年，在米勒死後九年誕生，其時所用之顯微鏡較米氏所用者爲佳，但視阿米奇 (Amici) 與力斯特 (J. J. Lister)（著名外科醫生力斯特男爵之父）發明改造合成對物鏡之鏡頭後尙相去甚遠也。

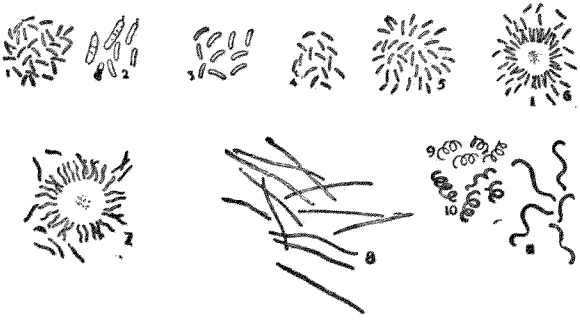
哀倫堡曾聚積及發表其觀察二十年，終乃刊行其偉大之浸液蟲名著，共有六十四圖版，含精圖一千五百，多數曾加以彩色，一切皆其自畫，皆能代表其顯微鏡下所見之微生物也。此書之範圍與米勒所著者相同，惟更擴而大之，表示五十年中絕大之進步，一方面顯微鏡之能力增加，一方面

新發現定名與分類之微生物之數亦增加焉。

哀倫堡將浸液蟲——包括所有止水池，泥淖，與海中無論淡水或鹹水之微生物——分爲兩大區，多胃蟲 (Polygastrica) 與車輪蟲。彼謂前者之內部組織含有多數消化器官，故名爲『多胃蟲』。後者較大，內部之構造較爲繁複，有一特別雙層或其他輪狀之器官，其上有多數之顫毛。此類生物雷汶胡克在一六七六年首先發現，哀倫堡曾爲一百六十九種之車輪蟲作精美確實之圖，雖未完全包括今日所知之特異種類，然已包括其大部分。此類生物，爲一天然之支派。

但其『多胃蟲』不但與車輪蟲之構造大異，而較之大爲簡單，且包括一極複雜之集合，其中除多種有顫毛之微生蟲外，包括有全部之矽藻 (diatoms) 與鼓藻 (desmids)，與一類半似植物半似動物之鞭毛藻，與米勒之變形蟲與鞭蟲 (monads) 與波動蟲 (vibrions) 焉。

吾人固不能不欽佩哀倫堡著此大書之忍耐與技術，但其學說認彼所稱爲『多胃蟲』之下等生物，有多數胃腸與分泌器官，以爲此等器官可在較大之種類中察見，惟在最小之種類中但可見爲微細之顆粒，則大謬誤。因有此種謬誤之見解，乃使其多種『多胃蟲』之記載與圖書，失其真



第五圖 哀倫堡所定之學名如下：1,2, *Bacterium triloculare* (2 較爲放大)；3, *Bacterium enchelys*；4, *Vibrio lineola*；5,6, *Vibrio tremulans*；7, *Vibrio rugula*；8, *Vibrio bacillus* (在今日則將稱之爲線狀菌矣)；9, *Spirillum volutans* (放大三百倍)；10, *Spirillum volutans* (放大八百倍)；11, *Spirillum* 較不卷曲者。

確，使彼本無可與高等動物相比之內部器官之生物，在其書中乃認爲有此類構造。同時在較大之種類中，誠有此種內部構造。在哀倫堡之混雜之『多胃蟲』中如鐘形原生動物，彼曾爲精確之繪畫者，實含有米勒之波動蟲一屬，包括所有幾無構造而具線形在浸液蟲中最微小而最繁多之種類。哀倫堡提高之爲一科，稱之爲 *Vibrionia*，其中包括五屬 *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirochaete*, *Spirillum*, *Spirodiscus* (觀第五圖及其解說)。

細菌之名，出現於科學記載中，此爲第一次，此後乃繼續存在，而爲多數最簡單最微小

棍棒形生物之通稱，亦即本文中專欲討論者。由此名乃發生細菌學 (bacteriology) 一名稱，加諸研究此類生物之專門科學；蓋因此類生物為各種重要而普遍之化學作用稱爲發酵腐敗與疾病者之主因，故世人極重視之，而加以特殊研究也。哀倫堡所下 *Vibronia* 之界說，爲『線形動物，有多數消化器官，或明瞭或不明瞭，無食道，裸露，無足，其身體之無構造與 monads 同，嘗因自動的不完全之橫裂，造成線狀之鏈。』彼稱其細菌一屬爲『*Vibronia* 科中之動物，以其自然之分裂造成一堅硬或強韌之線形鏈。』彼認別三種細菌 *B. triloculare*, *B. enchelys*, *B. punctum*。至 *Vibrio* 一屬，彼以爲與細菌差別之處在其微有彈性。彼認別有 *V. tremulus*, *V. subtilis*, *V. rugula*, *V. prolifer*, *V. bacillus* 數種。*Bacillus* 一名稱係米勒氏起始用爲一種 *Vibrio* 之種名，亦如 *Bacterium* 一名，多年之後，漸得較廣較普遍之意義，在今日乃用以包括多種不同之棍棒形 *Vibrios*。至彎曲與螺旋狀之線形種類，哀倫堡乃歸之於 *Spirillum* 與 *Spirochaete* 兩屬中。

哀倫堡之力，吾人今日乃至將彼所稱爲 *Vibronia* (今日多用 *Bacteria* 一屬名)

之微細生物，另分爲一羣之時代，此後吾人祇須追論科因 (Cohn)，巴士特，科和 (Koch) 以及大多數近日之學者之貢獻，示知此等細菌實爲微小之植物，與淡水中常見之藍色線形之水藻，稱爲藍綠藻 (Cyanophyceae) 者相近。而關於生物之營養作用，甚而生物之生存問題，彼等乃有根本的重要活動，以其爲腐敗及多種生活或方死物質之化學作用之主因也。由此所生之化學物質，或爲他種生物之重要食料，或以其美味或其他性質爲人所珍視，其中多種於人類或其他生物爲有毒，且幾爲一切傳染病之原因焉。

三

自無機體發生之學說 在追論關於細菌智識與興味發達史之先，吾人宜略知發現地球上之天然水中廣集有數千百萬小生物——驟然於雷汶胡克初期觀察以後爲顯微鏡所發見——之一事，對於當日深思眇慮之窮理家心中，有何影響，因而知細菌學成立之情形焉。

用顯微鏡以陡然發現目不能見之偉大生活世界與在同一半世紀中用望遠鏡以發現銀河之白雲狀物爲百千萬分離之星，有同等之奇異。此哀倫堡與其所倡導者也。自往古至今，關於

生命之起源與生命之特性，常有世代相傳之浪漫神話，今乃陡然發現，生物中有細似目不能見之微塵者，遍生於地上所有之水中，而自池沼海洋之乾燥粉碎之塵埃中，爲風遠播於天涯海角焉。

自然發生 英國哲學家尼丹 (Needham) 氏 (一七五〇年) 與其他諸人以爲天然水中有一種『生殖原性』因以產生各種浸液蟲，再一派人則以爲聚水與空氣與適當之溫度與動植物之遺體始能發生此等生物。十八世紀之末，此兩說爲大衆所公認爲『自然發生』(spontaneous generation) 之兩重要學說，在今日則稱認生物由無機物產生之說爲自無機體發生學說。今日雖信此事在往古確曾有之，惟謂今日亦然，則殊無證據也。

古昔希臘，羅馬，猶太與阿拉伯之哲學家，咸認植物動物可時常由無生命之腐敗動植物遺體陡然發生，且以爲海岸河岸所積儲之泥沙，每能由此法發生爲新奇之鳥獸，而海洋之水能以一種神祕方法，產出多數之魚與蠕動爬行之生物，有時且能產生較大之獸類。故對於地球上生命之起源，頗覺無難解之奧義；不過在今日常人以爲人跡所未至之隱僻區域所常見之奇事，在昔日乃普遍發生於全世界耳。

大詩人密爾頓關於此種生命起源之見解，曾作佳篇詠之，其時人挪利支（Norwich）之布牢溫爵士（Sir Thomas Browne）曾信鼠可由麥倉中自然發生，但頗致疑於由泥滓塵土中腐敗而生之說，與螺螄雁爲螺螄所變，而螺螄則爲木材所變之說。同時羅斯（A. Ross）及布牢溫爵士對於乾酪與木材中產生蛆蟲，牛糞中產生鞘翼蟲與蜂，腐敗物質之變爲蝴蝶，蝗蟲，蚱蜢，螺蚌，鱉魚之類，固可取懷疑態度；但彼僅須一赴埃及，即可見尼勒斯（Nylus）河中之泥所變之鼠，滿坑滿谷，爲居民之大害也。』於此可見自無機物發生說爲當日流行之意見。

但此時雷汝胡克氏正用顯微鏡以發現極大之微生物世界，意大利詩人雷迪（Redi）氏乃以科學方法證明腐肉不能生蛆，法用大口瓶一，置肉於其中，以薄鐵紗網封其口，及其腐爛，蠅尋臭至，不能入瓶，乃產卵紗網上而去，因以證明蛆乃自蠅卵中生出，而非自肉生云。同時大醫學家哈維（Harvey）乃發明一切生物皆肇始於卵之定律，即肇始於前此生存之動物之生殖產物，而將自無機物發生之學說，完全打破矣。

在十八世紀中，以雷迪及他人之簡單觀察與試驗之故，至使較大之生物能自無機物發生或

自然發生之謬見，逐漸消除。但此時顯微鏡乃發見一目所不能見之世界，尼丹諸人乃謂此類微生物能自然發生，彼等之言若曰：「較大之生物，固須由雌雄配偶而生；但此新發現之微生物，則爲自無機物發生者，而較大之生物，則由此微生物蛻化而來者。」其時意大利之天主教神父斯帕蘭紫泥 (Spallanzani) 復用雷迪之方法，以研究此新問題，彼示知若將天然水之富有微細之微生物者燒熱至沸點，則此類生物皆被殺死，若再將此瓶嚴密封固之，則此水澄清，即貯至數星期之久，其中亦無有生物；但若將瓶打開，而將此液體露於空氣之中，則數小時之後，此種浸液微生物又盈千累萬矣。斯氏乃決定此類微生物之「卵」，飛騰於空氣之中，瓶打開時，此種卵乃墜入此液體中，而微生物得因以孳生云。

四

長期之辨論 此辨論直繼續至於今日，因以導吾人以考知此類浸液微生物生活所必須之情況，與此類生物繁多之各種類，以及防止此類微生物侵入各種液體之含有動植物液汁或乾製之動植物質者之方法。液質之經此法製造者，謂之爲曾經殺生。欲考知空氣中之塵埃是否含有此

類微生物之種子，須先取一種芻草、草根、果實或肉類之浸液（如雷迪之生肉試驗）用熱氣殺生後，再以供給空氣中所傳播之微生物種子之生活營養。彼實驗室必須先豫備一種無生物之培養液，然苟使微生物得以侵入，則又能得以營養者焉。

如斯帕蘭紫泥所云，任何浸液若熱之至沸點至五分鐘之久，其中之微生物，除少數例外，皆被殺死，所謂例外者如科因在一八七〇年所發現，在乾燥堅固情形下生存之稱爲細菌之微生物或其生殖孢子，此類富於抵抗力之孢子須在沸水中煮至三點鐘之久，或先浸溫水中數點鐘，再浸入沸水中，始能殺之云。

斯帕蘭紫泥認此沸過之浸液中所發現之微生蟲，必爲自空氣中傳染得來，而他人另爲曲說以抵之。彼等以爲微生物之自然發生，視瓶中空氣之特種化學性活動情形爲轉移。平常瓶中含有半水分一半空氣，若將空氣燒熱而封閉之，則空氣變爲稀薄，不但將固有之微生物殺死，且將有機物浸液之化學作用能力毀滅。但任何精細試驗未嘗證明將已殺生之浸液，用棉花濾過而不含有微生物之空氣通入，亦能有發生微生物之能力。而試驗所證明者，則爲未經濾過之空氣，能使浸

液中發生微生物。此事實與斯帕蘭紫泥之預計相符，認定未濾過之空氣中，含有塵埃與生存而未乾燥之微生物或其生殖孢子。此物一經濾過，即無由侵入浸液中，亦猶雷迪所試驗之蠅，不能屢入鐵絲網也。

十九世紀初年，自然發生問題仍在繼續辨論之中，無試驗以解決之。至一八三七年司旺——首創有機物構造與作用之細胞學說，發明胃中消化酵素之名為胃液酵素（pepsin）者及用物理學家之方法以研究動物機體之人——始用較為精密之實驗方法，證明斯帕蘭紫泥之說。司旺用一有水平管狀之長頸瓶，盛將試驗之浸液於內而熱至沸點。彼不封固其頸，但以火熱之，使瓶冷後空氣入內之時，無生物能屢入瓶中。如此則瓶中之浸液，經數星期之後，亦不發生微生物。蓋使瓶頸永遠燒至赤熱，即可永遠不發生微生物；但若將火除去，而令未熱過空氣入內，則此浸液不久即有微生物麤集；蓋空氣中之微生物未嘗經過甚熱之瓶頸而被殺死故也。

司旺更用化學分析證明經過赤熱瓶頸之空氣所含養氣量，實與平常空氣無異；以一蛙置瓶中，用經熱空氣冷後供給之亦能健全生活。此足以證明微生物之不生，非由於空氣中養分之不

足，而其試驗之程序，亦可謂完全無缺矣。

至此時期，以哀倫堡諸人用顯微鏡研究之力，關於各種浸液蟲之形狀與性質之知識乃大增；故此時期司旺僅稱其浸液中或防止其不得侵入浸液之微生物為浸液蟲，殊為可異之事。彼從未記載其所觀察之浸液蟲之形狀，但彼曾於此類浸液蟲與黴菌（微小分枝線狀之生物之屬於菌類者）間，為明晰之分別。彼謂此類生物之孢子，有時亦由大氣中之塵埃內孳入之，彼對於麥酒中酵母菌內所謂『常見之顆粒』（雷汶胡克在一百五十年前所發明）有重要之觀察，彼證明其為植物，而記載其生長與發芽生殖之法。

司旺對於此問題之貢獻，在彼認定含浸液蟲之浸液之腐敗為浸液蟲生活與營養之作用，彼謂浸液蟲由植物之浸液中攝取化學原素以供其營養之用，因之使溶解於浸液之中之有機化合物分解而腐敗，彼因以為腐敗為生活而非死亡之結果。蓋若無生活之浸液蟲，則此項浸液必能永保其澄清，在無限之時期中，永不更變。彼又推論以為酵母菌之將糖變為酒精，亦由於酵母菌同等之生活與生長作用，由糖中攝取其所需之原素，使此化合物之名為糖者分解，其賸餘之物則為酒

精與碳酸氣。於此司旺乃初創發酵爲生活之生物活動所致。而認定腐敗與酒精發酵相同，前者由未定名之浸液蟲所致，後者由於酵母菌所致。所說乃與當時流行之說相反，普通人皆信腐敗爲養氣之化合所致，一方引起腐敗，一方則使微生物由無機物自然發生云。

浸液之精密研究 在司旺於彼略無分別統稱爲浸液蟲者之發生腐敗現象有短期之研究後，其當然之第二步驟，則爲一八四〇至六〇年之間，用較進步之顯微鏡，以精密研究關於腐敗現象之浸液蟲。此種貢獻，亦逐漸而得者。雷汝胡克以及其他記載浸液蟲之人——包括哀倫堡在內——在研究微生物世界之時，曾考察（a）天然之浸液，如溝渠池塘中之水漿；（b）用死樹葉，芻草或動物死體，浸於玻璃杯瓶水中之人爲浸液。各種鐘形原生蟲，較大之顫毛蟲，與輪蟲等，以自然積聚之長期浸液中爲最多，如溝渠或池塘之水中與有時存貯於玻璃器中數星期之久之人爲浸液中皆有之。

但當討論「浸液蟲」自然發生之問題時，乃專用人爲浸液，而以高熱度將所有之生物殺死，再暴露於空氣之塵埃，或與未殺生之物如玻璃棒或人指等接觸。數點鐘之後，此浸液中卽有如雲

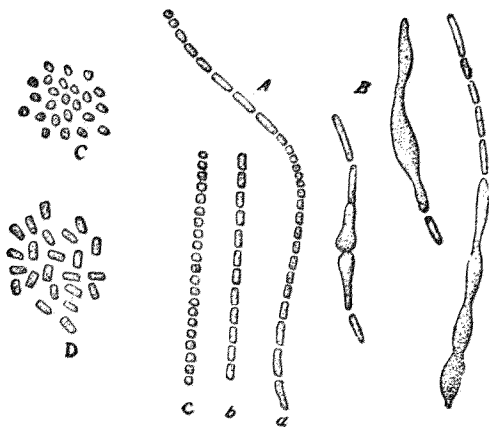
之微生物繁生，一二日後即腐敗而發生惡臭。此類後發生之種類，全為極微小之棍形及線形或球形種類之為哀倫堡所稱為 *Vibrionia* 與 *Monadina* 者。在此浸液中，初時彼較大之浸液蟲殊不可見，亦與腐敗現象無關。

直至新鮮之浸液腐敗之末期——數日或一月之久——較大之浸液蟲始漸漸出現。此等生物之孢子與乾燥體等，不及 *Vibrionia*（吾人所稱為細菌者）之孢子之繁多與普遍。彼必待細菌發生極夥，如牧草之於食草動物，能供給較大之種類食料時，彼等始能繁殖。在關於自然發生問題之興趣未極濃厚之先，無人設想各種顯微生物統稱為浸液蟲一羣（林尼阿稱為『紊亂類』）者，在浸液中乃依次先後出現，而為其生活史中之各時代。而最早出現之種類與後來出現者之差別，不啻植物與動物之區別也。

細菌歸入植物界 將細菌歸入植物之功績，非任何一人所能專有，但在一八四〇至六〇年之間，彼研究藻類與菌類，尤以研究細微之絲狀藻類與微菌之植物學家，得普通生物學家之承認，將 *Vibrionia* 與鼓藻砂藻由哀倫堡之浸液蟲中分出而歸入『植物界』。

拉盆何士特 (Rabenhorst) 辜清 (Kützing) 與內革利 (Nägeli) 爲研究多數微細植物之形態及分類學之人。以彼等研究之深，乃將昔日紊亂之『浸液蟲』一羣，分散而重行排列。彼等研究之最奇結果，厥爲證明引起腐敗之生物，Vibrionia 或細菌，並非原生動物，其性質與營養皆異於動物，而爲與極微細水藻名爲顫藻 (Oscillatoriae) 者相近之植物。同時動物學認定以構造上之關係，彼輪蟲類亦不能認爲浸液蟲之類，如哀倫堡與米勒所主張，而必與較高之環節動物相提並論也。結果則米勒首創而哀倫堡因襲之浸液蟲之名破裂，植物學家將細菌，鼓藻矽藻取去，動物學家將輪蟲取去，所賸者爲自然成一羣之極微細之單細胞動物，至一八六〇年，錫波爾德 (von Siebold) 乃名之爲原生動物。

巴士特早年之發明 當關於細菌之性質與活動之新理解逐漸發達，其與細弱之絲狀顫藻多數相似之點逐漸證明之時，法國大化學家巴士特對於此項微生物之研究，與其學說之成立，使學者視此物爲發酵作用之主因，而爲研究開一新紀元。巴士特證明尿素之分解爲阿摩尼亞，由於羣集而生之一特種甚簡單之細菌所致；而葡萄酒與麥酒之變爲醋，亦由於發生至數百萬之醋酸



第六圖 醋酸發酵細菌(Bacterium aceti)

A, 普通線形生長之含有鍊形孢子者; a, 或長或短之桿形細菌; b, 更短之桿菌; c, 小球菌; B, 此種或他種細菌中常見之扭腫生長; D, 脫離之短桿菌(放大九百倍)。

細菌所致(觀第六圖)。

五十四

第一次發現一種致病之細菌者

為法國病理學家達凡(Davaine), 在

一八五四年彼竟得患脾熱病或疽病

(人與他種動物亦能患之)之羊之

血中, 有無數之棍棒狀之細菌寄生物

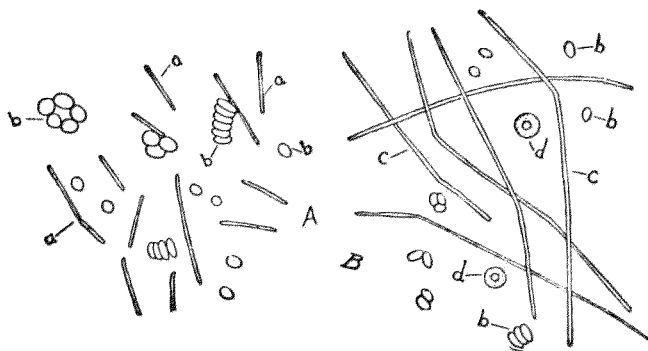
廣集, 而斷定其為此病之原因(觀第

七圖)再後(一八六三年)巴士特

乃研究此病, 進而研究發明他種細菌

病(雞瘟病(fowl cholera) 蠶病

(pebrine)等等)巴氏之研究, 大都趨重於治療其所研究之病之一方面, 使之最終滅絕於人體或家畜體中之外, 或對於細菌與酵母菌有益或有害於人之造酒造醋工業, 發明其進步改良之方法



第七圖 疽病之細菌 (Bacillus anthracis)

(a)散處之桿菌不能游動；(b)紅血輪；(c)線狀菌之生長；(d)無色之血輪；A，取自受病之兔血中；B，培養三點鐘以後之生長。

焉。

使吾人對於細菌有今日之知識之步驟

吾人至此曾將研究細菌致引起今日理論上與實用上重要貢獻之步驟，述其梗概，今更總而論之，可分爲以下各步驟：(一)發明與應用顯微鏡；(二)自然發生或自無機物發生之學說；(三)發明一廣大之微細浸液蟲世界；(四)初用細菌之名；(五)用試驗證明無機發生說之無稽，而發明細菌爲腐敗之生活要素；(六)發明細菌爲他種發酵之主因；(七)發明細菌爲多種極劇烈之人類與獸類疾病之主因；(八)證明細菌與多種藻類植物（藍綠藻）之構造生長與營養相同，而

不能認之爲動物。

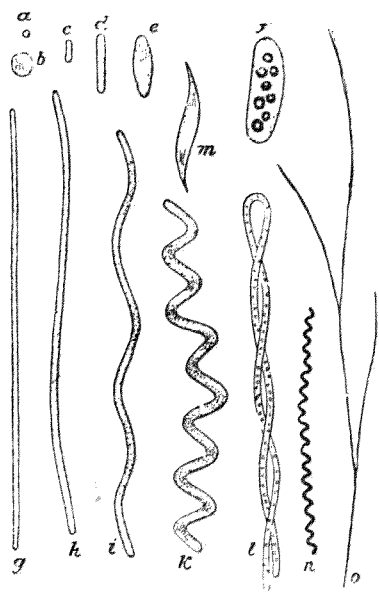
吾人於此可就本篇之窄小範圍內，略述吾人今日關於細菌之知識。此種知識在近六十年內進步之速，至爲可驚。現在已分爲數科研究，在大研究所中有數千特別訓練之人，從事於此項研究。有名之化學家，生理學家，衛生學家與病理學家，皆日孜孜於此，而因其重要與新奇，今日之細菌學已變爲一獨立科學矣。

五

各種之細菌 細菌在今日認爲一區甚小棍棒形圓形或線狀水生植物，與水中普通之藍綠色植物名爲藍綠藻者有密切之關係。其形狀構造之簡單，與其生理及生活史，與其分橫裂法繁殖，二者皆同。故二者又合稱爲裂殖植物 (Schizophyta)。細菌之特性在其各種化學活動，與其各種所謂『發酵作用』，其構造與生活史與酵母菌及黴菌異，而彼等則產生使各種糖化爲酒之酵素者也。

細菌之得名，由於其平常爲數百萬廣集之微細獨立之棍棒形生物。平常每闊五萬分之一英

寸 (1/2 μ), 長二萬五千分之一英寸 (1 μ), 但常有一羣中所有之細菌皆有七八倍於上說之長而較闊者。此棍棒形者, 無論或長或短, 皆稱為桿菌 (bacilli) (第八圖 c 至 f), 而細菌一名, 昔日



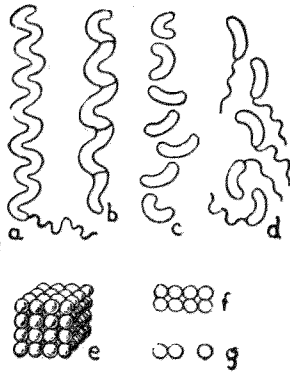
第八圖 細菌單體所成之各種形狀

a, 小球菌; b, 大球菌; c, 短桿菌; d, 長桿菌; e, 卵圓菌; f, 甚大之短桿菌之含有硫黃顆粒者 (桃紅細菌); g, 線狀菌; h, 顛狀菌之微彎曲者; i, 顛狀菌之甚彎曲者; k, 組合之螺旋菌; m, 甚短之螺旋菌; n, 密組之螺旋菌; o, 樹狀之細菌 (由假分枝所致)。

加於較長之種類者, 今日乃用為細菌之通名。有數種桿菌, 生之較長時, 不分裂為二, 而繼續伸長變為細瘦直立之線狀體, 則稱為線狀菌 (lept-

tothrix form) (第八圖 g)。再則此種線狀體或不直立而微彎作蛇形, 則稱為波動菌 (vibrio form) (第八圖 h 至 i)。波動菌本為米勒加於一般細菌之名, 今則惟限於此類微彎曲之種

類。此種生長與彎曲再進一步即為或鬆或緊紐結之螺旋，而稱為螺旋狀菌（第八圖 k 至 n）。此類線狀之生長，不論其為直為曲，每每現有甚短之段落，略似或長或短之桿菌，有時竟分裂為多數。此類之菌，有數種螺旋狀菌分裂為多數微彎之小段，如霍亂病之螺旋狀菌即屬此例，因之發現此菌之人，柏林之科和乃稱為讀點狀桿菌（comma-bacillus）也（觀第九圖）。



第九圖 霍亂病之螺旋菌

a, 螺旋菌狀之生長時代，有一顫動之鞭毛，用之以為螺旋狀之前進運動；b, 螺旋菌已失去鞭毛，不能運動，且分為若干段落；c, 各段落分離成讀點狀之個體，故科和乃立一讀點菌之名；d, 一羣讀點菌發生原形質所成顫動之尾（如一單獨之顫毛用此顫動而游泳）；e, *Sarcina ventriculi* 之立方形羣體，其在人膠中能使霍亂病易於發達；f, 同種菌之兩行小球菌；G, 同上分離之球菌。

桿菌，顫狀菌，螺旋

狀菌，有時可橫裂收縮

如球形之個體，則名為

小球菌（micrococci），

或球狀菌（coccus

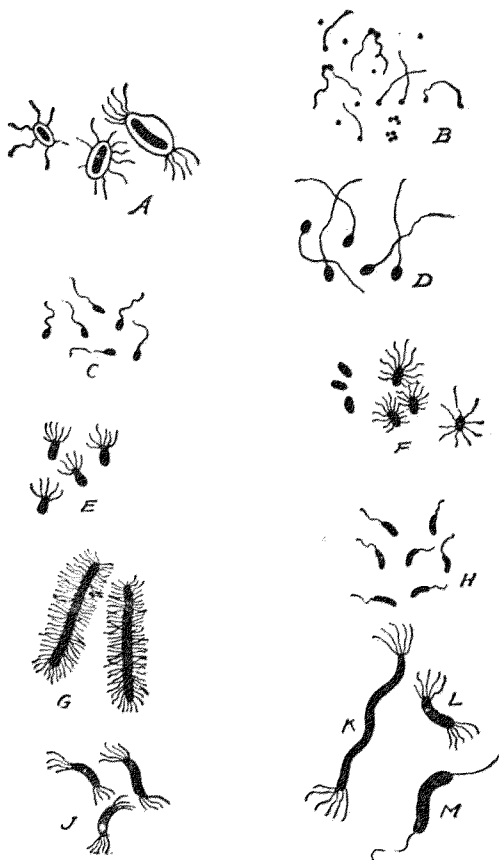
form）（第八圖 a）。

小球菌用橫裂法繁殖甚速，而成甚大之羣體。所以致桿菌或線狀菌分裂為小球菌之原因，在今日尚不明瞭。或有多種小球菌僅能發生此種，而既已久不由桿菌或線狀菌產出，逐漸失去其伸長為桿菌或線

狀菌之能力。但多種球狀菌與桿狀菌之祖先，或有自由成爲小球菌至線狀菌螺旋狀菌之能力。如酵母菌經人認爲浸於水中分枝而構造複雜之黴菌退化之一支，不能生長至其所自來之種類之大（就今日研究之結果而言），多數小球菌與桿菌亦失去其長成線狀體之能力，而永成爲小球狀體或小棍狀體之形狀。但亦有多種有此種二變異之生長，尤以彼生於溝漚池塘之中，而未有特種之體合如寄生生活者，爲能保持其生長變異之能力也。吾人甚難在種種變異之情況中，隔離而栽培一特種之細菌，使之能於直接觀察之後，斷言此種形狀係由彼種生長而成。有少數細菌學家，如文諾格拉士²³ (Winogradski)，曾將某特種形狀之細菌在顯微鏡下觀察至數星期之久，見其生長繁殖而不變形狀，乃遽武斷無論何種細菌，卽生於新異之營養與環境中，從無改變形狀之事，則殊爲無據之言也。

有時在非常之培養化學狀況中，有奇特膨大畸形之細菌，則稱爲變態形狀 (involution forms) (觀第六圖)。

繁殖與運動 小球菌與桿菌生長與繁殖之速率頗爲可驚，有一種普通細菌 (第十六圖)。



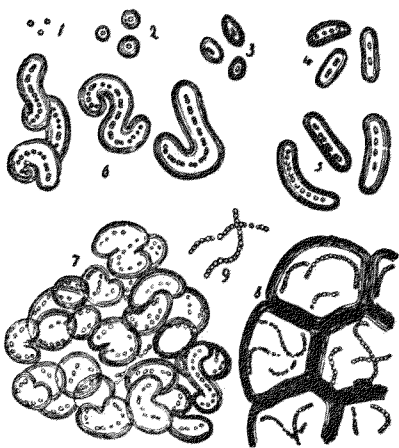
第十圖 深染色之製作表示各種細菌之顫毛排列狀况

A, 蕪草細菌。B, 有一單獨顫毛之小球菌。C, D, 綠色膿水中有一顫毛之大卵形細菌。E, 一種較大分泌色素之細菌, 一端有一叢顫毛。F, 腸熱病之細菌, 有多數周身生長之顫毛, 生活時此項顫毛不能見(觀二十五圖)。G, 一種大細菌; 周身有多數顫毛; H, 科和所記載之霍亂病之讀點狀細菌; J, K, L, M, 各種之螺旋菌, 表示兩端之顫毛。

平常生於芻草之浸液中，名爲芻草細菌 (*Bacillus subtilis*)。在每半點鐘之久，卽生長大至一倍而分裂爲二。故一個此項之細菌，在五點鐘內可變爲一千零二十四個，至十點鐘則數逾百萬，二十四點鐘則爲萬萬計矣。

桿菌，小球菌與螺旋菌，在液中結成濃厚游泳之雲狀體（稱爲聚集時代），在其中游泳極速；但有時亦不運動，而下沈爲不運動之質點（休止時代）。其運動由於其表面上有極微細之原形質絲，在水中顫動所致。此種顫毛，水中之原生動物亦具之，在高等動物細胞之濕潤表面上亦有之（第三圖）。細菌至將休息之時代，卽失去顫毛。此種顫毛，僅在近年染色之技術極精，而用最高倍之顯微鏡時，始有法可以察見。蓋其毛極微細而透明，不用人工染色法，決不能辨別之也。第十圖所表示者，卽將各種細菌用極濃厚之染色法染得者，此種顫毛或一個或數個或多數，或生細菌之一端，或兩端皆生，或生滿遍體。此種顫毛之運動，與他種小質點之在水中之運動所謂布拉文運動（Brownian movement）者大有區別。

膠質時代 各種不同之細菌，有一共同生活生長之特性，卽在每細菌之個體上，每每發生一

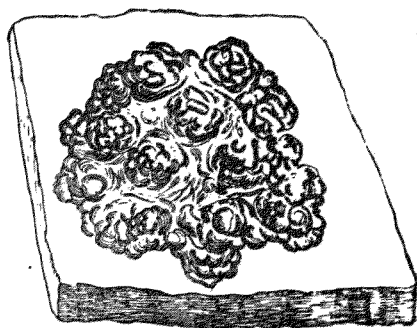


第十一圖 *Leuconostoc mesenteroidescienkowskii*之蛙卵狀生長此種細菌生由甜菜根取糖之木槽中

此種生長由微小之球形孢子(1),發達一膠質之包被(2)(3)而得,再則分裂為一羣小球菌(4),(5),(6),淺而積聚多量之膠質物(7)(8)而有害於糖質,(9)為兩串小球菌中部各隔以一大球菌,試以之比較與之有關係但較大之藍綠藻如葛仙米與 *Anabaena*。

之膠質團有時可大至數英寸(第十二圖)有時竟可填塞其所在之玻璃瓶。此種膠質團名為細菌團(*Zoogloea*)而植物學家每稱之為細菌團時代。但此英文名稱含有發源於動物

層膠質膜是也。此種膠質或極薄,僅足使已分裂之細胞不連接為一,此與一種名為 *Cladotrix* 者,尤有重要關係。蓋此菌有一種假分枝法,其線狀體之末段脫卸於一旁,而為膠質薄膜所黏著。下部之線狀體乃繼續伸長,遂成分枝之狀。正式之分枝為細菌之所無。再則此膠質或為甚厚而透明之膜,或多個細胞之膠質膜連合為一膠質團,而將發生膠質之細菌裹於其中(第十一圖)如是



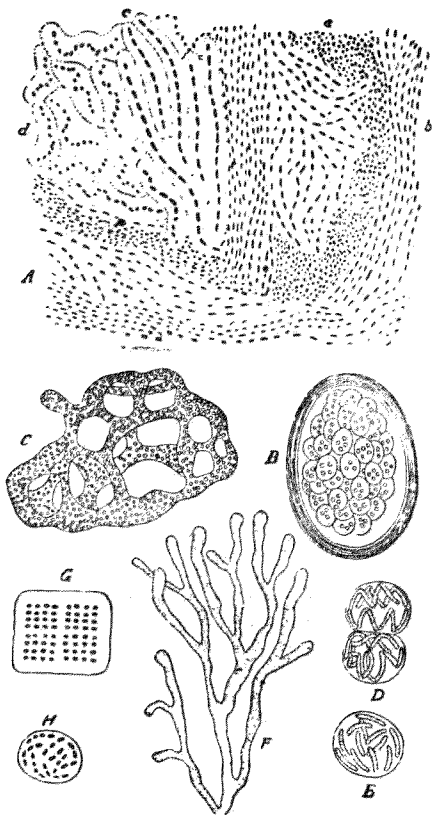
第十二圖 生於一片甘藍根上之細菌團

膠質所包被之細菌，甚似葛仙米與 *Anabaena* 成鍊形。

之意，易於發生誤解，應稱爲 *Coenogloea* 焉。

大多數細菌——但非一切之細菌——在生長時期中每每發生多量之膠質團，各種不同之細菌，所發生之膠質團之形狀及密度，亦各各不同（第十三圖）。最普通者爲在細菌生活之液體之表面或稍下之處發生一層有抵抗力之薄膜，是稱爲細菌皮（*mycoderma*）（第十三圖 a）。此外則有球形，分枝或網狀之細菌團

（第十三圖 c）。每每各種化學作用不同之細菌集合在一膠質團之中，而成一各種細菌互助之羣體。最著之例，爲薑味麥酒植物（ginger bear plant）爲細菌與酵母菌合組之膠質團（第十四圖）；又如『醋母』與馬乳酒酵母（*Koumissferment*）皆是也。此皆由於各種細菌之共生而成，與地衣之爲菌與藻類共生者相同也。

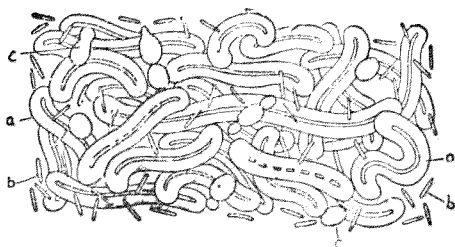


第十三圖 各種細菌所成之細菌團

A, 皮狀之生長包括數種細菌; a, d, 小球菌; b, c, 短桿菌; B, 卵形之膠質團, 包有桃紅色大球菌; C, 同種細菌之網狀膠質團; D, 膠質團中之螺旋菌; E, 膠質團中之球菌; F, cladotrix 狀之樹形膠質團中為小球菌; G, bacterium merismopedioides 之牌狀膠質團; H, 膠質團中包有分裂為短段落之螺旋菌。

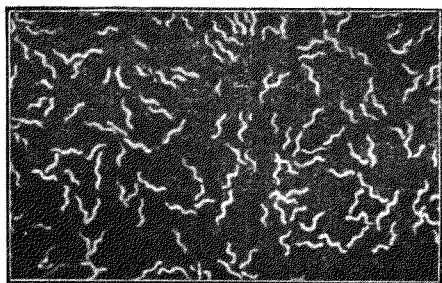
細菌之生殖 細菌中無類似配合之現象, 亦不產生雌雄孢子, 雖所有細菌皆用簡單分裂法

繁殖, 但尚有大多數細菌產生一種有抵抗力之生殖孢子, 名為抵抗孢子 (spores)。在尚未考知之或種營養狀況之下, 彼桿菌或線狀菌或螺旋菌之一節中之原形質, 收縮成卵圓形密厚能折



第十四圖 蓋味麥酒植物之一小塊

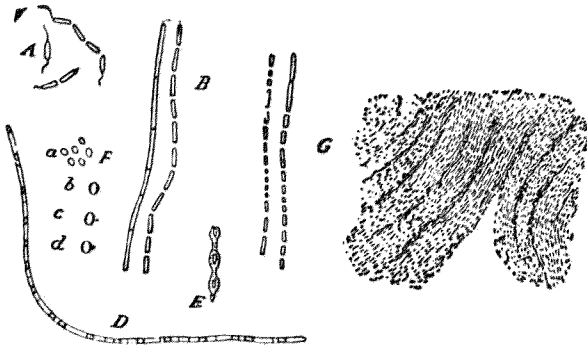
表示(a) (a) 彎形之桿菌與鍊形之短桿菌，包被於膠質中，甚似喜糖之 *leuconostoc* (第十一圖)；(b) (b) 散處之桿菌；(c) (c) 酵母菌，此為三種不同之植物之共生現象。



第十五圖 生活之糞水中螺旋菌

巴黎孔曼丹醫學博上用黑背景聚光法所攝之影。

光之體，其外為特種胞膜所包裹。此種孢子有抵抗乾旱與高溫度之能力，而非平常桿菌或似桿菌之段節中含有物所具者。此種孢子即為抵抗孢子，有數種曾於第十六，十七二圖中表示之。吾人不能將細菌分為產孢子與不產孢子之種類，蓋吾人不知彼從不產生孢子



第十六圖 科因諸人所稱之芻草浸液細菌
(*Bacillus subtilis*)

A, 自由游泳之桿菌, 每一端有一顫毛(同時觀十五圖A); B, 線狀菌之分爲桿菌; C, 線狀體之分爲較短之段落; D, 線狀體其段落中已成抵抗孢子者; E, 孢子之有膨脹膠狀物包裹者; F, 放出之孢子; a, 未萌發者; b, c, d, 正在萌發之中, 注意其由中部橫生而非由極端萌發(比較第十六, 第十七兩圖); G, 膜狀膠質包括多行芻草細菌。

之種類, 而敢斷言其不產生孢子也。芻草桿菌與致痘病與脾熱病之桿菌, 爲產生孢子之種類之佳例, 其形狀亦甚相似(第七, 十六圖)在或種情況中, 彼等皆能生長爲線形體, 其抵抗孢子產生爲一行。畢希勒(Buchner)嘗以爲痘病桿菌實爲寄生於血中之變相芻草桿菌, 但用最高倍之顯微鏡, 觀察其孢子萌發, 乃發現一確定之異點, 新生之痘病桿菌由卵圓形孢子之一端萌發, 而芻草桿菌由卵圓形孢子之中部萌發(第十六圖F)。

六

細菌之原形質 各種細菌, 無論其爲球

菌，桿菌或線狀菌，其原形質之構造，以其體過小之故，甚難鑑別之，吾人以之比擬他種簡單生物（如酵母菌細胞），每懸付線形菌之一節，或分立之球菌與桿菌，具有正式細胞之構造；中部有一細胞核，為有一定構造之中部較密之體；大部分為易於染色之重染色質（chromatin）之顆粒與絲狀體，在正式之細胞（第二、三圖）中，細胞核為較稀之原形質所包，原形質之中，另有各種顆粒與空隙內盛細胞液，但久經詳細之研究，證明細菌與平常之植物細胞不同，無真正之細胞核，僅多種有重染色質粒。在數種亦曾發現深藏之染色體，細菌之外部原形質較內部為密，重染色質與他種化學性之顆粒，與硫黃細菌之硫素顆粒，皆分布於外部原形質中（第八圖F）。數種藍綠藻（與細菌相近）之細胞中亦似無細胞核，惟在他種，則有一不整齊之可染色體，或即代表普通細胞中胞核，亦未可知。細菌細胞內之構造，不能表明其為化學作用主因之所由，與其顫毛生長脫落之理。

吾人於此已將細菌之形態與構造略述其大概，茲將再略述其與環境之關係，與其所在內繁殖之有機物浸液之化學性質。第不能細究其化學問題，蓋如此必將牽及最複雜最新奇最困難之有機化學問題，則已逸出本篇範圍之外矣。

乾燥之影響 細菌亦與他種生物同，其與死物或無生物異者，厥惟組成其體之化合物，爲炭氫氮四種元素所成，而另有少量之硫與極少量之磷酸鹽，石灰，與鹼類。此類化合物成爲一種滑而流動之物質，名之曰原形質。原形質欲有生活作用，必須飽含有水分，但有時亦能禁耐乾燥而入一蟄伏狀態（如輪蟲與樹懶之類所表現）。故吾人可見若環境濕潤或浸於水中，則細菌能活動，生長生殖與運動；若在乾燥之狀況中，則較嫩弱之種類死亡，但亦有能禁耐乾旱，變爲硬殼之抵抗孢子而存活者焉。

熱與冷之關係 多種細菌能在攝氏零度之海水中孳生，且有人示知在最低之溫度中（液化輕氣之溫度——攝氏零度下二百五十二度）其活動固然停止，但與之無損。惟溫度高至攝氏五十五度時，則多數細菌皆致殺死，在溫泉中之細菌，有能繁生於攝氏七十五度之高溫者。所有不生孢子之細菌，若致之沸水中（攝氏一百度）立時死亡，但產孢子之細菌之孢子，若已乾燥而陳舊，能抵抗沸水之溫度至三點鐘之久。較幼而濕潤之孢子較易於殺死。抵抗高溫之事實，與製造殺生之浸液與培養基，以培養分別各種之細菌於實驗室中，極有關係，而爲細菌學之基礎；與製造果

品菜蔬魚肉之罐頭食物以供食用之成功與否，且於昔日研究（今日已棄置）自然發生問題，亦極關重要焉。

光之關係 今日已確切證明直接之日光能殺死多種之細菌，暴露之蓄水池與淺湖與淺河之水中，平常皆甚少致傷寒病脾熱病以及其他易爲日光殺死之致病細菌。德哇考得液體之含有使屠肆之肉與死魚發生燐光之細菌者，即使之凍於液化空氣之溫度至數月之久，若不暴露於日光之下，細菌不致有絲毫之損傷；若日後將冰融解，則細菌重行活動而發燐光。在此凍結狀況中，無機械或化學之原因，能加損傷於細菌，但無法以抵抗日光中紫色光線破壞之影響，雖凍結之後，他種原素不能侵害之；但光能穿入，而以其光浪之震動，原形質之分子，乃被破壞而分裂。

地心吸力之影響 有人考知繼續劇烈震動其所居之液體，能致害於細菌，而空中或水中質點之下降，能使大氣之上部無細菌，亦能使止水中之大部分無細菌，尤以極微細之礦質沈澱（如克拉克使水變軟之方法中所用者）爲能挾飄浮之細菌而下沈。

聖保羅大教堂頂上之空氣，每一立特含有八個細菌，其墳場中之空氣，則每一立特中含有七

十個細菌。布蘭克山頂之空氣，一百立特中不見一個細菌。細菌不能長久飄浮於空氣之中，彼與塵埃同爲風所傳播；但若無交通無風之處，如鄉間僻靜之室或草原，其空氣幾全不含微生物，反是一切之表面上皆積聚有細菌，尤以水面與人指上爲多。

平常考驗空氣中含有細菌之法，將曾經量過之一定量空氣，通過一盛有曾經殺生與溫（非熱）膠混合之營養液，再傾於曾經殺生之玻璃碟中，以蓋覆之，使之凝固，空氣中所含之每一細菌皆被裹於膠質中，就其地位而繁殖，變成一細小生長之塊。

在一定量之空氣中所致之生長塊，可以計算，而其所獲得之各種類可以鑑別，在一量過之定量之水中所含之細菌，亦可以此法估計之。

爲考定細菌種類與分離（爲細菌學家最重要之事）之真確計，分減之法，較膠質碟之法爲優。在分減之法，（爲力斯忒男爵研究牛乳之細菌學，欲考定普通牛乳中所含之細菌種類，而分離之以供研究用時所用之方法）先將一立方米釐之液體所含之細菌，平鋪於方形之玻璃片上，以顯微鏡觀察而計算之，假設算得每一立方米釐所含者，約爲一千個細菌，於是乃以一千立方米釐

純潔殺生之水和入一立方米釐液體中，而攪動之，如此則所得之液體，每一立方米釐中，含有一個細菌。若用刻度之滴管，滴出一米釐之液汁，其中或含一個細菌，於是可用此法滴出五十立方米釐之液體，各置於一已殺生之培養基管中。在數管中，或不能傳染，在數他管中，或傳染有二三種細菌，但在多數管中，僅有一細菌傳染，是為該種之純粹培養，細菌學家乃可用之以研究培養之。上述者為細菌學家方法之大略，其工作之困難，在時刻需要精密之注意，使之無他種細菌躡雜其中，不可存僥倖於萬一之想。

化學品之影響 除營養問題外，細菌之生長每為各種化學品所制止，或竟為之殺死，有時僅須少量即足有此影響。有數種細菌在僅微呈酸性反應之液質中即不能生存，他種別無此影響，石灰，石炭酸，綠氣，碘素，各種金屬鹽類，各種煤精染料皆有殺細菌之能力而稱為防腐劑。此等物為天然環境中所未有，為人所製造以制止細菌之破壞作用之用者。最近佛來銘 (Fleming) 發現人之眼淚與其他分泌液中，亦含有殺細菌之物（見一九二二年英國皇家學會會報。）

在數種細菌，必須有游離之氧氣，以供其生活與化學作用之用，是稱為喜氣的 (aërobiontic)。

另有一大羣細菌，僅能繁生於無游離氮氣之處，是稱爲畏氣的 (anaerobiontic)。細菌在其所生之腐敗之動植物屍體上，與土中所含之有機物質與浸液（如池沼中之水與淤泥等）中之化學變化，大要視其需游離養氣與否爲轉移也。

七

細菌對於其環境尤其對於有機物之活動。細菌最著之化學作用，爲使蛋白質——炭氫氮氮硫五種元素所成之化合物，而爲組成動植物之肌肉與軀體之柔軟部分之原料——分解而腐敗，司旺示知蛋白質浸液之腐敗，無論其爲在天然池水或土壤中，或爲人造之肉湯中，必藉彼與他人所稱爲浸液蟲之生長與繁殖，此浸液蟲在今日則稱爲細菌以別於他種微細生物。此種腐敗之主要現象即爲發生惡臭與細菌之迅速生長與繁殖，細菌所致之腐敗，即爲細菌營養之初步，可況之於動物胃腸中蛋白質之消化。當細菌生長與繁殖時，必先吸取有機元素如炭氫氮氮硫等於原形質之中，而用之以重造新原形質。此等元素，在空氣中爲在穩固之礦物情況，如氫氣，氫氣，與游離氮氣，碳酸氣，融解於各種天然水中者則爲碳酸氣，阿摩尼亞，碳酸阿摩尼亞與硫酸鹽。凡生物皆須

此五種元素爲食物，但惟綠色植物，能吸收其在此礦物狀況中者，而同化之，造成複雜之化合物，其最重要者，厥爲蛋白質。實驗示知綠色植物之此種特性，全恃日光與其綠色部分之作用，其中之綠色素稱爲葉綠素者，爲此作用中之要素；而釋放原形質所需之游離氮素，亦其作用之重要部分也。無論何種動物，皆不能將此在簡單狀況之有機元素造成蛋白質，動物須絕對倚賴其所捕食之他種動物所造成之蛋白質，或植物之葉，根，與果實，種子之蛋白質，以得其所需之有機元素。故葉綠素與日光爲將游離或簡單化合或變爲礦物質之有機元素造成複雜之蛋白質與原形質不可缺之中介物，同時有以使大氣中充滿生物所不可或缺之氮氣焉。

酵素 細菌亦如動物，完全不能以阿摩尼亞與碳酸氣爲食，固有數種細菌能由一種簡單之化合物例如酒石酸化阿摩尼亞中取得其炭素與氮素，但彼等之大多數（如動物）皆須利用較繁雜之化合物，而以類似動物食道牆壁上之細胞所分泌之胃液酵素，脾液酵素等之酵素分解而消化之。動物所食之肉，一入胃中，卽爲分泌酵素之細胞所包圍，而被分解與消化。吾人此處不能細究酵素之性質，但可說酵素爲含有炭氫氮四有機元素之有機化合物，而具有化學家所稱爲接

觸媒之性質者。微小之細菌不能吞噬食物，彼等並無胃腸，但反而言之，彼等乃能侵入食物之內，而將其體中所分泌於外之酵素，侵蝕食物，視彼被消化之食物之性質與細菌之種類，以分解之至各種程度。此種消化之重要結果，厥惟使食物變為可融，而彼重要之有機原素，變為較蛋白質為簡單而可滲透之化合物，滲透入細菌細胞之中，而為其生長與生殖之原形質所同化。

腐敗 當一死體或一塊獸肉腐敗之時，有多種細菌以次工作，每一種細菌使分解進一步驟，而分泌一特種酵素。第一步為一特種細菌將肉中之蛋白質，變為較蛋白質僅稍簡單之化合物，此時殊不發生惡臭，此類之化合物名為駝明 (ptomaines)。有數種若人食之，則為最劇烈之毒物。以他種細菌之力，駝明乃分解為各種有惡臭之化合物，如茵多 (indol)，糞臭素 (scatol) 等。此類化合物之構造與性質，皆已詳細考定，大都為妨害多數動物之毒物。他種細菌繼之而工作，造成阿摩尼亞，氫硫與炭酸，於此蛋白質乃被分解為簡單之化合物，大半以炭酸與阿摩尼亞為主，將尿素分解為阿摩尼亞之細菌，亦在此類之中。最後則另有一種細菌，使阿摩尼亞氯化成亞硝酸鹽，於是又將有機元素變為穩固物狀況，斯能供綠色植物營養之用。

有機元素之循環 於是可見細菌爲有機元素普通循環不可或缺之要素，假使能將世上之細菌完全滅盡，則不久地球上將全被動植物死體堆塞，而有機元素將被蔽錮於其中。存在之礦質，穩固之炭酸氣與阿摩尼亞，必有一日全被用罄，無以供綠色植物之用。因之亦無新蛋白質造成，氮化作用所耗去之氮氣，亦無從補充之。現存之死蛋白質不能分解，生命之傳統，終至中絕。細菌以其腐敗作用，乃獨擅將成爲複雜化合物之蛋白質之有機元素，變爲較簡單穩固之狀況之能力，使綠色植物再吸收之而造成蛋白質，同時復釋放生命所必須之氮氣於大氣中，使不至因與各種易於氮化之物連合而繼續減少。

與蛋白質腐敗有關之各種細菌大多數皆被分離，其形狀與其特種之化學作用，皆已研究詳盡；但因其體之過小，與其易於混雜，且有相互之關係，一大部分尙不得稱爲確定焉。

細菌之種類 吾人尙未能十分確定排列細菌於一定之種與屬，而指定每種之特別活動與生活史，今日細菌學家僅能言某種之化學作用，由於其所分離所純粹培養之或長或短或直或曲之細菌——桿菌，小球菌，線狀菌或螺旋菌所致。而此種種細菌，彼考知其能否化其生於其上之膠

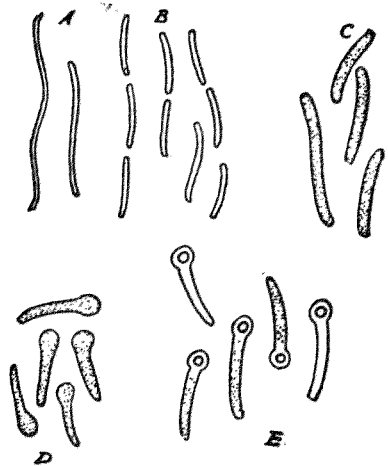
質爲水，能否分泌色素與螢光，或需氮氣，或畏氮氣，或生孢子或否，或發生熱與磷光或否，彼再進而考知用何種化學藥品可使之染色，若有顫毛，其叢集之狀若何。

爲方便計，每一種細菌，皆立一學名，此種名單甚長，據極持重之專家計之，共有三十屬一千種之多。但現在無學說能窮其發源蛻嬗之迹，或斷定其各種是否如高等之動植物有繼續不變之性質，亦不能證明每種細菌所特著之化學作用，於此種細菌，有何利益，在生存競爭中，某種某族細菌之得以生存之理，亦不能以此類特著之化學作用解釋之也。

八

細菌之各種活動 此處僅能略舉細菌之數種最重要最奇特之活動，特別注重於有關於人

類幸福者。近年來以各種工業與衛生專家之研究，經鑑別定名之細菌種類數乃大增，除腐敗蛋白質外，尚有多數相類之作用。在植物遺體堆積之池沼中，有數種細菌其工作爲分解胞膜質與植物之木質纖維，而釋放沼氣（ CH_4 ），硫化氫與磷化氫（第十七圖）。由酒與麥酒（即淡酒精）造成醋與醋酸，爲另一種細菌活動（第六圖）。又如由牛乳造成酪酸，由某種糖類造成乳酸，亦爲細



第十七圖 *Vibrio rugula* 使植物堅硬部分造成纖維之胞膜質分解之細菌

A, B, C, 微彎, 能游泳; D, E, 造成抵抗孢子之三時期, 使此細菌成棒形。

院中多數極可貴之海中貝殼, 爲酪酸細菌所侵, 多數全變爲粉; 細加研究, 則見其皆變爲酪酸化鈣焉。

多種細菌生長時發生色素, 若非用純粹培養法, 則所分泌之各種色素, 以混雜故而變爲黯淡。有數種細菌, 其自體卽有色素, 如生於麵包上之 *Micrococcus prodigiosus*, 每使麵包現染血之

菌所致。在每一種作用, 其細菌之種類, 皆經詳細鑑定與繪圖, 而洞悉控制其作用之方法, 爲在今日創立大工業如造醋與使酒與麥酒不變酸等所不可缺之知識。酪酸與乳酸之酵素, 對於牛乳事業極其重要, 如使牛乳變酸與造乳油乾酪是。數年前曼徹斯特博物

顏色；當其忽侵入人家之麵包時，每引起無謂之驚恐。他種使乾鱉魚與乳酪變紅色，另一種自體有
色素之細菌，厥爲桃紅色細菌 (*Bacterium rubescens*)，生於舊池塘中之敗葉枯枝上，與海岸邊
高出潮標之池沼中，使培養之之膠質，染有黃色而帶螢光之細菌，河水中常有之，他種則使培養基
染成藍紫綠等色，有一種即使膿水變爲藍綠色者也。

由各種藍草中取出藍靛之重要化學作用，乃由於一種天然生於藍草葉上之細菌所致，又如
使各種煙葉有其特種之風味之酵素亦爲一特種細菌所分泌，茶與可可之風味亦然，此類細菌可
用適當之方法，使之繁盛與衰減。

乾酪之製造，全仗產乳酸之細菌，作用於犢胃汁造成之凝乳上。乾酪與乳油成熟之後期，其特
別風味，全由於各種特別之細菌所致。在牛乳中製造乳酸之桿菌與小球菌之曾經鑑定紀載者有
一百種之多；製造家加意培養，使牛乳與乳酪發生各種特別風味之各種特別細菌，以達其所需之
目的。細菌對於乳牛業之尤爲重要者，則因有時造成『苦乾酪』、『紅乾酪』、『腐乾酪』與『毒
乾酪』，而乳油亦可變爲油狀與蕪菁味，或苦味。凡此種種弊病，皆由於特種之細菌所致，若知何種

情形能促進，何種情形能制止此類細菌之活動，則可免有此項意外之損失也。此地或彼方所造之乾酪之特著風味，由於多種細菌與數種黴菌之合力所致；此種混合，幾於每地皆有不同，而亦各地所特著，某專家研究在一種乾酪上，有八十種細菌之多，其易起種種變異，於茲可見矣。

鞣皮——將生獸皮浸於液體中使變為熟革——亦為一種工業之倚賴細菌作用者。有多種細菌在各時期各引起其相當之變化，惟其詳細歷程，今日尚不深悉也。

以上所舉者，僅為製造食物及工業用之動植物產品中以細菌作用為重要原因之數例，今日以研究之愈詳，使之愈能為人類所控制者也。

細菌之活動，有二確定之結果：(a)發生熱；(b)發生平常稱為螢光之無熱之光。平常芻草，糜棉，與麥芽糖之發熱，皆由於發酵所致。在或種大氣狀況之下，能發生多量之熱，致起燃燒現象，謂之「自然燃燒」。

發光之細菌 同時燐光即無熱之光，亦由其他數種細菌發生所致。多種海中動物如微小之 *Noctiluca* 水母，海環蟲，甲殼類，與貝殼類以及昆蟲中之螢與宵行蟲 (*glow worm*) 之類，皆能發

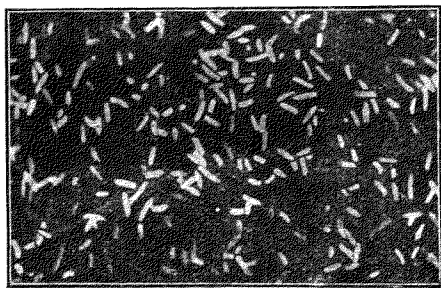
磷光。取任何量海水，若用適宜之方法，極易培養多量發磷光之桿菌，可養之於瓶中至任何時期，而使培養之液體（如肉汁），搖動於大氣中之氫氣中，發光如煤油燈。現在已經分別鑒定者，有多種發光之細菌，大都出自海中，間或海邊城中屠案上之獸肉爲此類細菌所侵，致夜間發極可怖之光。垃圾中之獸骨與肉屑，在暄暖潮濕之氣候，有時亦爲此類細菌所侵而發磷光。最奇者爲居在潮標之上富有海藻之海岸邊之沙跳蝦，體中寄生發磷光之桿菌，此菌先在布倫（Boulogne），繼在奧士特韓母（Ouistreham）與諾曼底（Normandy）地方發見，但在英國海岸，從未之前聞。此種磷光桿菌侵入沙跳蝦之血中，繁殖極速，致使此小蝦在夜間發光如宵行蟲，不留神之人嘗誤認之。夏日夜間步行於沙灘中，不難立獲得十許。且爲細菌所侵之蝦，不但不能跳躍，以此菌之故，幾至不能爬行，故極易捕獲。此種磷光細菌在沙跳蝦體中所起之化學變化爲有毒者實乃爲一種疾病，受害之蝦，死亡極速。自物種由生存競爭適者生存而來之觀點言之，此種生長繁殖於沙跳蝦血中之磷光細菌，其能引吾人注意而與其他一般細菌不同者約有兩點。一爲能產生發磷光之物質，一爲此物質有毒能致此小蝦於死。發光如宵行蟲或毒死此無害之小蝦，於此種細菌有何利益；然則此種

極似有害於其自己生命之特性何自而固定於此寄生細菌之中乎？發此等磷光以引起他種動物之注意，初無益於此種發光之細菌（即於他種海中發光之生物亦殊無益）。彼所需者，不過適量之素習之食物，彼在蝦之血中固易於取得也，即將其寄主殺死，亦與細菌無益。平常殺死寄主皆與寄生生物無益，寄生生物每每隨寄主死去，在大多數寄生現象，在一定時間之後，寄生生物與寄主間常保持一種平衡，寄生生物不極端孳生致使寄主大受損害；蓋寄生生物所利者非寄主之死亡，而為寄主繼續供給寄生生物以養料也。故致沙跳蝦於死之發磷光細菌，實為不可解之謎焉。

海水中之細菌，常為特別之種類，此問題尙未細加研究，然據云，海洋深處絕無細菌，而以此等處以無如在土壤中或地球上淺水中所含之千百種奇異之細菌之故，亦無腐敗之現象焉。

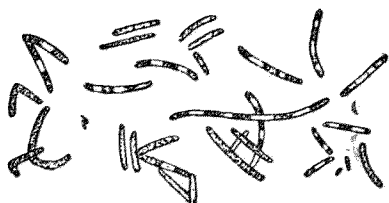
致病之細菌 磷光細菌出產毒素之性質，乃引吾人以討論致病之細菌，此種研究在今日醫學上占極重要之位置，今日考知幾於所有人類與動物之傳染病，與多種植物之疾病，皆由於多種不同之細菌寄生於動植物體中所致。僅有少數傳染病如瘡疾等，可追至微小生物之名為原生動物者，即為動物而非植物也。有多種細菌僅生存於動物表皮上之分泌物——死的有機物——中，

除發生惡臭之腐敗外，並無他害，多種細菌由口中遍布於食道之表面上，又有由外部之孔竅侵入，遍布於膀胱與呼吸器官之表面上者，腸中之含有物為腐敗細菌之最佳培養地，人與獸類腸中之含有物有一半為此類細菌，其種類甚繁，皆須俟他日更為詳細之實驗與研究。此類細菌之大多數，



第十八圖 生活之腸熱病細菌

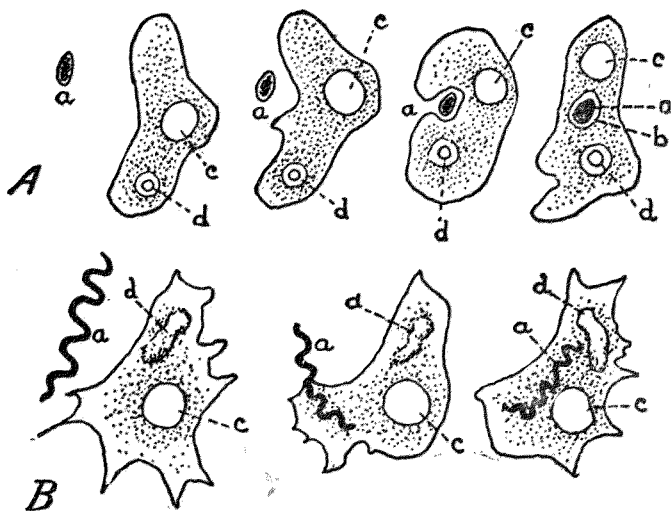
法國巴黎孔曼丹醫學博士(Dr. Commandant)用黑背景聚光法所攝之影。



第十九圖 科和之結核菌
(Bacillus tuberculosis)

此取於人類結核之染色切片中。

皆不為害於寄主，且或能助寄主之消化，彼等亦時常分泌少量之毒素，寄主頗能禁受之。但有時（因寄主身體之特種狀況，或特種有害之細菌之侵入）腸中分泌毒質之細菌孳生過多，引起致命之疾病，如腸熱症，東方霍亂，痢疾與各種腹瀉，皆證明



第二十圖 A變形蟲與B脊椎動物之白血輪相比較
 在二者之中，食物 (a) 皆可見，且可見其生活之原形質吞噬小細胞之狀，吞噬後乃用『酵素』以消化分解之。白血輪所吞噬者為一螺旋菌，或為致病之種類而由此撲滅者。(b)，圍繞變形蟲所吞噬之食物之液汁；(c)，原形質中盛液汁之空穴；(d)，細胞核。

為有定之細菌所致。(第十F十八，十九圖。)口腔中有各種細菌，(桿菌，線狀菌，螺旋菌)為牙齒腐爛與齒痛之主因，彼致尿素分解為阿摩尼亞之細菌有時侵入膀胱中而引起疾病，被極危險之肺結核細菌，平常由肺中侵入，有時亦由胃腸中侵入，有一種腐敗細菌竟由鼻中侵入於面骨之氣道中云。

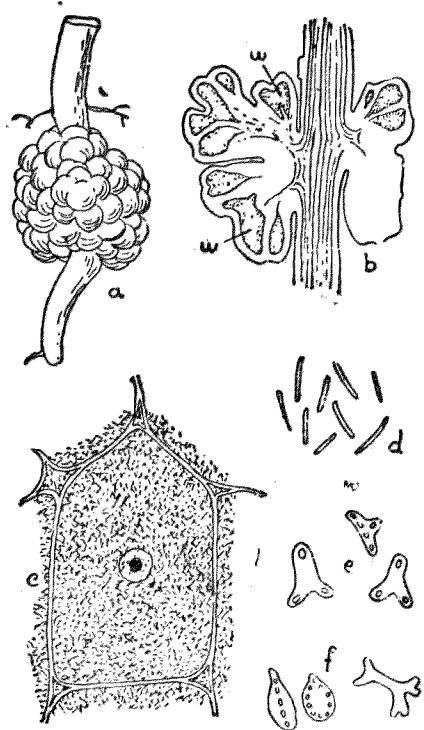
欲證明某種疾病為某種細菌所致，細菌學家皆承認

先須將所疑之細菌，爲純粹之培養，再以之接種於絕無此病之健全動物體中。若考得細菌在被接種之動物體中繁殖甚衆，而所設想爲此細菌所致之病證現於此動物體中，結果則此病或爲此種細菌所致；但仍須幾經試驗於不同之情況之下，方能斷定其無誤也。多種致病之細菌，或爲孢子，或爲積極活動而正生長之時代，能長期或短期存活於土壤或水中，因而自一患者傳染於他患者，如腸熱病，霍亂，疽病，以及他種細菌皆然。惟普通致腐敗之細菌有時能致此類致病細菌於死，有多種致病之細菌須得他種細菌之合作，方能爲害，如極可畏之破傷風細菌 (*tetanus*) 自傳染之土壤中傳入傷口中者，若無敗血病細菌 (*septicæmic bacteria*) 與之俱，以引誘白血輪，而使破傷風桿菌能繁殖於傷口中而分泌極易吸收之毒質，則破傷風細菌必致爲白血輪所殺（觀二十圖與其說明），而不能分泌其可畏之毒質。另一種在此次大戰中極多之傷口傳染病名，爲毒氣死肉症 (*gas-gangrene*)，爲二種或四種細菌合作所致，力斯忒發現外科割治或敵人創傷之傷口所起之極危險之腐敗，皆由於傷口之組織中，有發生毒素之細菌生長所致。彼乃首先創用世界著名之殺菌藥劑法與加意之清潔，以期將傷口面上之細菌，驅除罄盡。

細菌傳播之方法

致病細菌侵入動物之體中之方法，極關重要，生活之組織平常爲皮所保護，細菌之不能由有軟而可以滲透之粘膜之天然孔竅侵入體中者，必須由意外之傷損處，或附著於蠅蚊蚤蝨等刺破皮膚以吸取血液之寄生蟲方能侵入乾燥角質之皮內，致瘋狗咬病之細菌，雖尙未能精確鑑定，但已證明其爲由患有瘋疾之狗或其他種動物咬傷之處，侵入人體。瘋狗咬病之細菌生存於患病動物之口涎中，彼致牢獄熱病 (typhus, jail fever) 之細菌，曾經試驗證明爲由蝨傳染入人體中，但尙未能分離之。黃熱病由於一種微生物，或爲一種細菌，爲一種蚋 (Stegomyia taeniata) 嚙人皮膚而傳染，其微生物尙未能分離，戰壕熱病之細菌爲蝨所傳染，間斷熱病（又名饑荒熱病）爲一種能運動之螺旋菌於人血中生活之所致，而爲普通之壁蝨嚙人所傳染，此類中最可畏昆蟲所傳染之病菌——其形如普通之短桿菌，別無異狀——爲致歷史上最著名之鼠疫，此種病菌，由於一種游行之蚤自鼠傳染於人體中。

致病細菌有時爲會傳染疾病之高等動物所致，傳病之動物，自身並不受其體中之病菌之害，



第二十一圖 細菌侵入豆科植物之根部之狀況

a, *Bacterium radiceolum* 所致之豆科根瘤自然大; b, 根與根瘤之縱剖, 表示為細菌所侵之組織; w, c, 組織中之細胞, 放大多倍, 表示內部密集之細菌; d, 被侵之細胞中之桿菌狀之細菌; e, f, 不規則形狀之細菌。

而為於人或他動物有大害之病菌之來源, 致馬耳塔熱病細菌之歷史即其例也。布魯司將軍 (General Bruce) 發明此種病菌生於摩爾太 (Malta) 地方取乳之山羊體中, 於山羊身體為害甚小, 或竟無害, 並傳染入乳中而為人所飲, 尤以海陸軍病院為甚, 則極其危險。此事發明之後, 對山羊管

理大加注意，今日此種可畏之病，幾已全滅迹，有時少數人毫不受傷寒或霍亂之毒之影響，而常爲傳病之來源，每由其洩便中將此於彼無害於人極危險之病菌傳至他人，各種血毒病 (pyæmia) 與丹毒 (erysipelas)，白喉 (diphtheria)，馬鼻疽 (glanders)，各種傷風與重傷風，皆經證明爲特種細菌所致。致重傷風之細菌尙未確知，故目前尙不易防禦，但希望他日有完全掃滅之一日。楊梅毒爲一種螺旋菌所致，肺癆病 (第十九圖) 在一千八百八十二年爲科和所發明，能侵入各種之器官與組織，若繁殖過多，則能毀壞肺與各種腺以及其他被侵害之器官，其毀壞之歷程雖不迅速，但難幸免。與肺癆病相近者，厥爲癩病，其進行尤爲緩慢，此種致病之細菌在一千八百七十一年——在發明肺癆病菌之前十一年——爲卑爾根 (Bergen) 地方之罕森 (Hansen) 所發明，癩病細菌由已傳染之病人體中侵入傷口或破損之處以入人體，此種皮膚之傷損，多由於不適宜之食品，如常食乾魚，與缺乏新鮮肉食與菜蔬所致。凡在飲食改良進步之處，癩病即逐漸消滅，四十年前挪威卑爾根地方之癩病院中有二百五十患癩之人，今日則在挪威全境不過四五十人。昔時西歐全境，包括英倫三島在內，患癩病者甚多，各處皆設有癩病院，禮拜堂亦特設有癩病者之出入門，

吾人希望肺癆病以及他種結核症，日後亦能同樣消滅也。

詳論上舉之細菌所致人類重要疾病，非此處篇幅所許，僅能略舉其名，此外如猩紅熱，麻痘，天花，皆可斷定其為細菌所致，惟致此數種疾病之細菌尚未發現與分離之，以供研究之用耳。

十

土壤中之細菌 最後有三大區細菌，其在水與土中之化學作用極其重要，此處須略論之，是為硫黃細菌，鐵細菌與氮素細菌。硫黃細菌最特別之性質，厥為其倚賴氫二硫為生，此種氣體在油沼中由各種細菌侵蝕分解胞膜質，或植物遺體之木質，與沼氣同時發生，硫黃細菌乃氫化此等水中之氫二硫氣，攝取硫黃而存儲於其原形質之中。止水之池沼中極多桃紅色或紫色之硫黃細菌，成葡萄酒色之薄片，此類細菌他日尚須為詳細之研究。在發生氫二硫氣泡之天然溫泉中，有多數無色甚大有特別之形狀與生長之硫黃菌，包括有形態區別甚大之種類。如球菌，線狀菌，與螺旋菌（名為 *Beggiatoa*），西西里（Sicily）島中第三紀岩層中多量純硫黃礦，即由於此類硫黃細菌所致。

止水池沼中之黑色淤泥，由於氫二硫對於土中之鐵化鹽類起變化而成，爲黑色之硫化鐵所致。鐵細菌繁生於含有可溶解二碳酸化鐵之天然水中，細菌之外部乃爲一厚層赤褐色之氯化鐵所包，有時自來水管全爲此種沈澱物所被滿，由於一特種細菌之化學變化與氯化所致。

硝化細菌對於供給綠色植物所需之氮素化合物，極關重要，彼爲天然水與土壤中重要原動力之一，而須認爲農學與所有綠色植物之栽種之基礎也。一類名爲亞硝酸鹽細菌（nitroso-bacteria），能將蛋白質最後腐敗分解而成之阿摩尼亞變爲亞硝酸鹽；但亞硝酸鹽非綠色植物所需，彼所需者爲硝酸鹽。另有一類細菌名爲硝酸鹽細菌（nitrate-bacteria）者，立即隨硝酸鹽之後，將亞硝酸鹽變爲硝酸鹽。但另有一類極奇特之細菌能直接攝取大氣中游離未經化合之氮素變爲綠色植物所能吸收利用之氮素化合物，此類氮素固定菌廣布於可以耕種之土壤中，且彼等能侵入一重要生產食用植物之豆科中植物，如大豆，豌豆，紫雲英，苜蓿之類之根上，而生存於其在支根上所引起之根瘤中（第廿一圖）。此種細菌名爲 *Bacterium radicicola*，能使豌豆大豆等植物攝取同化大氣中之游離氮素，此事實曾經用大舉之試驗證明之。氮素固定菌能在綠色植物

體外用適當之營養液培養之，曾經培養多量賣為商品，以供輸入於缺乏硝酸鹽之土壤中之用。此處尚須順便聲明者，即另有一類細菌尚在研究之中，能將土壤中之硝酸鹽變為亞硝酸鹽，與將亞硝酸鹽變為阿摩尼亞與游離氮素。堆肥久貯，則硝素化合物漸減少，即此故也。

糞尿為肥料與傳染病之來源 此兩問題曾經各大研究所中多數化學家畢生之研究，現會設有甚大之工廠，收集糞尿利用各種細菌如腐敗，腐化胞膜質，造成阿摩尼亞，亞硝酸鹽，與硝酸鹽等種類之作用，使之變為最適宜於植物營養之用，此種工業極重要，日見發達。

他一項研究，即在使河港之水保有適當之清潔，使在人煙稠密之處用為人類飲料時，不致發生疾病。由河港中汲取為人類養料之水中，每每含有腸熱病霍亂痢疾等致病細菌，尤以在河岸旁之大城市其人類糞尿用糞尿管或他法輸入河流中者為甚，立法機關曾用法律減少過度之污染，今日自來水公司所供給之水，因另有排除糞尿之法，大部分可免污染，再用沈澱（克拉克方法）沙濾，與暴露於日光中之法，可免含有逾量之細菌，在較困難之情形，則須用臭氯氣或綠氣以清潔之。自蓄水池流往各處所經過地方之水，其中所含之細菌之數目與種類，皆須詳細考查記錄之，尤

以爲人類或獸類糞尿所污染之特種表徵細菌之數目（每一立方公分）爲重要，此類細菌即 *Bacillus coli communis* 與 *B. enteritidis sporogenes* 是也。爲城市村落中居民糞尿所污染之水，或含有腸熱病霍亂等病之細菌，而未曾發覺，實爲危險，故一發覺飲水有污染，執政者立即設法制止之也。

十一

以上所陳即詔讀者以關於司旺之『浸液蟲』、哀倫堡之波動蟲，已經積聚而尙在發達，極其紛繁而最爲重要之各支知識之大略。因人類工業與衛生之實地需要，產出關於多數特種細菌之生活狀況與化學作用多量詳細之知識，但與疾病以及工業無關之細菌，則比較無人注意，將來必須研究此類較爲普通之種類，吾人方能對於此類最可驚異無處不有之生物之來源與生活史，有更明瞭之了解也。

參考書目

讀者對於此問題願加以深切之研究，可參閱第十一版大英百科全書之「細菌學」條，此條

爲已故之窩德教授 (Prof. Marshall Ward) 所撰，爲英文中最普通之論文，羅列早先之重要著作可供參考者，極爲豐富。讀者亦須參讀顯微鏡學季刊 (Quarterly Journal of Microscopical Science) 第十三及十四卷 (一八七三及一八七六年) 中郎刻斯特 (Lankester) 所著之『桃色菌』 (A Peach-coloured Bacterium) 篇。曹甫 (Zopf) (北勒斯勞一八八五年) 之 Spaltpilze 爲一極有價值之短而明晰之論文，同時密格拉 (Migula) (耶拿一九〇一年) 之細胞之組織 (System der Bakterien) 仍爲討論此問題最詳細之著作，對於一切有關係之學問，皆與以完備之參考。關於細菌學之工藝及商業各方面之特別小冊子，在英美兩國皆有刊行。

註——巴士特於其所研究具有發酵作用之各種有機物並未用名義與敘述以區別之。彼統稱之曰 microbe —— microbionta 之略字——因名稱簡便，遂爲一般人所用焉。

