

萬有文庫

第2集七百種
王雲五主編

世紀歐洲思想史

(四)

伍光建譯
爾茲著

商務印書館發行

史想洲歐紀世九十

(四)

著茲爾木

譯建光伍

著名世界譯漢

第六章 以力學觀研究自然

古代哲學家，最好主持凡物無不動之意想，以爲自然界中，無所謂靜，而尤以生命感覺爲最著，無不由於動，有各種極細微之動以爲傳遞交換，然後能有生命，能有感覺。古希臘哲學家赫拉頡利圖斯，爲發起人之外界與內界永遠流動學說之祖。〔紀元前五百年前人〕策勒（Zeller）之「古希臘哲學論」第一冊，謂赫拉頡利圖斯（Heraclitus）之學說，與畢達哥拉斯派學說相反。此派以爲萬物一致，無滋多，無改變。赫拉頡利圖斯則以爲無物不流，無物不動爲起點，關於赫拉頡利圖斯之哲學學者，只從柏拉圖及亞理斯多德之著作窺見之。策勒之著作，頗詳論之。普夫來得勒所著之「赫拉頡利圖斯哲學」（一八八六年柏林版），嘗引歌德之詩以發明之。於是發生兩個問題，頗爲古時思想家所研究：第一問題，爲如何解說吾人所眼見之多數物之不動，及其永不改變之性質，及其情狀；第二問題，則與人道極有關係，即謂人之感覺及意思，常常改變，其中究竟有無永不改變者存在；第三問題，即是蘇格拉底、柏伊圖、亞理斯多德所研究之主要問題。研究第一問題，爲自然哲學問題，古代則有

伊壁鳩魯、琉克理細阿爲研究此問題者之大代表。琉克理細阿著爲長詩，其第二卷中曾解說吾人眼見之所謂靜，設爲比喩，謂如羊羣跳舞於青山之麓，自遠觀之，不過一白點而已。如此之哲學推闡，常識以爲靜者，彼則知其爲動，常識以爲萬物之永不改變之性質，彼則從理想上知爲內中有極複繁而爲吾人所不能覺之變動。近代之科學思想家，更有此種理想趨勢。作者今將以力學觀詳論諸家此種學說，使此種理想得有較爲顯露之發明。

〔原註〕較爲顯露之發明，原爲算學間以揭露吸力通例，不獨揭露此例而已，當可以發明其力學之原因，當不難可頓所欲知之而未能者也。（見夢洛（Munro）所撰之「琉克理細阿論」，第一冊，第一三五頁。）利奧那圖，得芬奇（Leonardo da Vinci）（一四五二年至一五二九年間人）。嘗云：「科學之不用及算學者，則不能有定準。」（見拉士維茲之一原子學說史），一八九〇年版，第二冊，第十一页。

來布尼茲一千一六九三年，曾致書其友人，託其從前所撰之「物理學理想」，謂「無算學知識而談物理，爲少年妄作」（來布尼茲「哲學著作」第一冊，第四一五頁）。○此處所用之「力學觀」三字，其「力學」（kinetic）名詞之見于科學著作中，似是始于安培。安培用 *cinematique*，「動學」名詞，指力學之一部分，尤其言曰：「試觀環繞吾人之萬物，其動作均發自本體，而所謂機器者，在

英文課本中，以 kinematics（動學）稱力學中之一支派，專論物動之幾何性質，而不及所以致動之由，此則採用湯姆孫，退特之見其所撰之一自然哲學一序。專論力之學，則稱爲 kinetics（力學），力學與 statics（靜力學）並論者，則稱爲 dynamics（動靜力學）。英國科學大家湯姆孫，退特，馬克斯維耳，頗爲牛頓，蘭格倫日，安培，怕松，達退利，潛力所移，頗能改良英國德國對于此各種科學之思想，及書中所用名詞。故 kinetic 名詞，頗能頗爲兩國所承用，以指自科學家往往以此學說反對原子學說，近來有撰自前代至牛頓時期之自然哲學史者，即從此方面立論。原註一此指拉士維茲重要著作，二中古至牛頓時期以來比錫及漢堡版，一八九〇。若無物不動，則必有其致動者，此致動者爲何物乎？伊壁鳩魯在其長詩中所發之理想，實寫物性之意多，而研究萬物之動狀少。古今來哲學家，以原子學說及物動學說研究哲學者，居多以力學觀爲半途歇足之地；然而歇息未久，因研究物性，又不能不爲更進一步之研究，欲以心目中之顯微鏡爲解剖，以窺探物性之內幕。第十九世紀有兩種極能啓悟人，極有益於科學之意：第一，以極速之遷動，解說氣體之壓力；第二，以極速之旋轉動，解說物質之堅實性。今世之學者尙未窮第二說之究竟，此則爲後世科學家之功業。

二、笛卡兒之
發展力學

今日學者觀之，自以力學說爲極有用，極能啓悟心思，然而自古代以迄於笛卡兒時期，哲學家並未謂有此學說之益。此學說必需有確切之量度計算，然後能有所發展，與吸力學說，原子學說同。力學說之能有科學的發展，則自牛頓之在其所著之算理第一卷發明動例始。惟發明者雖爲牛頓，而發展者則有他人；牛頓雖有透露一線曙光，使後人窺見有無限之研究，其所發明之吸力例，亦不過半路歇足之地而已，不過爲一種暫時應用之思想根基，可以用以解決若干種問題而已。其所發明之吸力例，直接所發生之潛力，頗有礙於力學觀；力學觀原屬於笛卡兒學派，有海亘史及並世之人，及與笛卡兒相匹敵之人以發明之。〔原註〕據拉士維茲之歷史。

史中，虎克爲最有創解之人。可惜其當時只製爲說略，假使其再爲進一步之研究，當有能及久遠之重要效果，假使其取徑于海亘史之力學原理，而爲科學之研究，其數亦必有可觀者。因有牛頓之新揭露，而科學家入于歧途，雖有廓清多種無用之學說之功，然而並虎克之較爲有用之啓發思想，而並掃除之。所謂入歧途者，即謂拋棄虎克之說而不顧，吾人所指之虎克顯學說者，即物質擺動（運動）之學說是也。此說見于其各種著作中，其最牛

海史及牛頓力學觀復

頓所發表者，卽所謂天學觀，自此說一行，而力學觀遂爲所掩，雖有發端，而多年不得發展，然而天學觀則有建築物理的天學之功。

力學觀之初發起時，散漫無歸，及海巨史歐拉，

至原註八年間人一七〇爲七古年

有。而效歌拉則拋棄海亘史創立之極有用之演說，因是而不使自己所立之說，並無說何效果。作者以爲歌拉對于此學說，有害而無益。歌拉之光學說，並無說普利斯特利所撰之「光學史」（一七七二年），則頗有詳細之討論。布魯安爵士對于楊博士之新揭露，嘗爲極不公道極膚淺無識之攻擊，謂歌拉之自然哲學，絕少人過問，而楊則抄襲歌拉學說。其實楊仍是取資于海亘史及牛頓，明知「自己學說，與虎克及海亘史之學說相同，而採用牛頓之若干提議」（見裴各克所監刊之「楊氏雜著」第一冊第二百頁）。楊雖極恭維歌拉爲算學大家，而「對于擺動（即光浪）學說，並無有證明之增加，而反有損于其力持之學說」（見「自然哲學演講集」第一冊第三百八十頁）。最近有維得特者，論歌拉甚詳，其言曰：「歌拉對於當時已知現象之大部分，雖曾有諸多誤解，然於光學史中，則佔有重要位置，此亦分所當然，蓋彼曾明晰解釋光的波面，乃係循環的，一如聲音之顫動然，而彩色之差之原由，亦與全體之差之原由，其實相同也」（見「夫累涅爾名著」第一冊第十頁）。有所研究，收多少效果；至第十九世紀之初年，則有拉姆福德及楊氏；其後夫累涅爾出，組合諸家散漫無歸之理想，以成爲不相矛盾之物理學說。故世人稱夫累涅爾爲光學之牛頓。夫累涅爾不獨以發明光浪學說，使立於堅固基礎而享大名，且能啓發自然哲學家對於整齊之擺動，及有週期之變象，加以最充分之研究。此君與牛頓相同，對於其所發明之學說，有極透徹之瞻測、量度、計算，兼有

善算及善於試驗之才。夫累涅爾著作中，卻並無有如牛頓之主要公式，如吸力公式；而其功則在採輯組合諸家學說，以成立爲一種可以通行不相矛盾之學說，改良修正諸家學說，或以邏輯法而推極其究竟。因是能發見在光學中無人瞻察及無人能解說之各種變象。欲知力學說之所以能使物理學家深信者，應略爲敍明夫累涅爾所融會採輯之諸家理想。

在第十九世紀之初年，自然哲學家，原有一種思想，以光爲某種物之行動。此種思想之發起，遠在第十七世紀；其時勒麥（Römer）〔原註〕歲星（即木星），〔原註〕歲星（即木星）二
改變，一六一〇年，伽利略製成遠鏡，首先發見者是也。木星之月，地位常故，常爲詳細精密之瞻測。勒麥，喀西尼，在巴黎即常事瞻測。于一六七五年，瞻得最近之月，其掩蝕之週期改變，知是地球之行動，有向歲星，與離別。此即爲將來求光行速率之底數。伽利略之地球試驗，掩蝕之時，有遲早之勒麥之解說及計算。

以歲星之月蝕後時，惟得光行需時，有卜拉德資以證明之。〔原註〕卜拉德資

發明揭露光行

五、
及擺動學說
擺動學說

窗外之雨點，其下降之向，雖與地面爲正交，而自車中人見之，則是斜向。車行愈速，其向愈斜。天象之行光差，與雨點之斜降，皆與光之行動及瞻測者之行動有關。瞻測者受光之印象，而以時間處間定其位置。勒麥之揭露與多普勒 (Doppler) 之揭露，相同，謂光帶之各顏色，週期極短期，若以擺動學說觀之，則各顏色之週期，必受光物之動 (如木星月蝕之後期)，或瞻測者之在視向之學動，而有改變。此說施用於聲學，早爲科學家所承認。過後多時，始爲光學家所承認。多普勒之友人，以一八四二年，即預知此說之有用。其言曰：『我敢預言，後人必有以此說，而瞻察恆星之歷若干時而變色者，因而解決各種問題，如恆星之有無行動，若或有之，是何方向。』時是何速率，離地球若干遠等之問題。』自從創製分光鏡以來，以上種種問題，果爲哈金茲爵士 (Sir William Huggins)，及福克思·托爾波特 (Fox Talbot)，等諸天學家所證明。提特謂多普勒之說，即勒麥之『物理學史』第三冊第七〇頁。又參看洛培·堡革之『物理學史』第一卷第十七〇頁。

若旣需時，則必有動，有動則有物，其物爲何，其動爲何，遂成爲兩大問題。在第十九世紀之初年，關於此問題，即有兩種學說，關於反射鏡、透光鏡、及各種光器，晶體之光學變象。此兩學說，並能解說，並能計算無差。其一學說，稱爲放射學說，或稱爲流射學說，又稱爲質點學說，謂有光之物，放射極微之小點，遄行直線，遇於眼目，由是眼覺有光。其一爲擺動學說，以爲有一種物，無乎不在，充滿處間，無物不入，此

七、擺動學說
為之所先

物名爲以太，所謂光者，即以太之有週期之擺動。此兩說，皆力學學說也，皆需分析其動以發展之。兩說皆不過意想，必要化爲公式。自然科學中，亦有與此相類之學說。其時已有相類之質點學說，以解說熱學、電學、磁學之變象。在其對方，則有極爲發達之聲學學說，以試驗及算學研究絃線、薄皮、薄片、風琴及他種樂器之聲浪，成效最著。研究樂器聲浪之學，稱爲聲學，最爲發達，爲物理學之有最堅固根基，亞於物理天學。科學家從古人原有之粗淺幼稚試驗而推廣之，因是知聲音之發起，由於物之受激動，而發爲浪動，證以試驗，而立最完全之學說，其初亦不過由常識及平日之閱歷，而啓發此種研究及解說。「原註」在物理學中，只有聲學是如此。休厄爾引天文學及光學，以與聲學反襯，其實又可以引力學，因伽利略之物質頑固性之說，及正與常識相反也。關於聲學，休厄爾有言曰：「見第二册第二三七頁」：「吸力通例及光浪學說，皆有多數之步驟，然後能得最後之大揭露。聲學則不然，先以學者所公認之聲音之發起，由於物或空氣之顫動成浪之事實，以爲根基，然後附合于其他實理，如動例，及物質之彈性等類，于是學說以成。其中無所謂分期之揭露，只有關問題之解決。」

其他科學並無有如聲學之易入正軌，易就範圍者。天學光學，亦何嘗無常識。

啓悟，不過此項常識，以爲地是靜而不動，以爲光是質點，有直行之動路，以量度及測算，亦何嘗不得有若干知識。然而非有意想之創造，以代膚淺之學說，推倒常識之臆度，決不能有天學光學之真理解。其在天學，則有哥白尼一蹴而幾；其在光學，則進步甚慢，從幾許審慎遲疑，始成立學說。古代哲學家，已知有光線反射例，至十七世紀，則知有折射例，於是光線之直行，及光錐之遇平面鏡、或曲面鏡、及透光物而反射或折射之理，自然易於湊合。從前有反射光學，折射光學，以製造遠鏡顯微鏡，既有其實用，又如是之完全，似乎無再創新學說之必要。〔原註〕「幾何光學」的目的，在乎擺脫物理的學說，欲從幾何圖形，以演繹術引伸光之性質，亦何嘗不可以吸力的行動公式而求得之，無所有用于何研究吸力之性，此與光學無異。哈密爾敦爵士，即有此種意思。此君子一八二四年至一八三三年間，揭露發展所謂「物性函數」亦稱特別函數」，一得此函數解，則所有光學問題，毋論其用質點學說，或光浪學說，皆可以用一法而盡解，決之「見退特所著光學」第二版，第一六〇頁。」隨後因光浪學說，及以太擺動之思想，有種種爲難（詳見下文），頗欲以幾何算式，處置折光變象，將晶體光學，脫離物理學說。海涅史以幾何圖式，解說單軸晶體之正奇兩光線，則頗合于用。對於雙軸晶體，夫累用涅爾則謂解說以爲解說，則此與哈密爾敦之特性函數相合于用。若爲數學課，夫實用涅爾則用

八、牛頓之說

學說，謂光與聲同，皆生於顫動，則不能解說界限分明之影。光學之兩學說，皆爲牛頓所熟知，於是捨光浪說，而取質點說。以牛頓之名聲而主持其說，於是有人謂只此一端，足以使光浪學說受多年之埋沒。殊不知牛頓本人，原以質點說爲不足盡恃，不能不有所修正其學說，因而變爲繁複，提倡一種見解，謂光線有勻整週期之變動，此種變動，可得而量度計算之。牛頓之所以修正其單簡學說，謂爲繁複者，因

則用純粹幾何法以表示浪面。夫勒拆(Fletcher)所著之一光學一，即善用此構，並謂『只用單簡淺顯之貫通說，即可以引入光線面，不必提及以太之個折光物中爲球面，則用立體橢圓之有三條，不相等之軸者，採用此法，竟得極好效果。其時並未見夫累涅爾學說之詳細歷史也。現時始知夫累涅爾之得浪面，由於以純粹幾何法，融會海亘史之製圖。其後始定立以太意想，以便可以引伸浪面。見維得特所監刊之『夫累涅爾著作』(一八六八年)。以上所基法，研究光學之一鏡製學說，則宜參觀察普斯(Czapski)之變象，一八九三年版，第二頁。

況且此學說歷久

九、牛頓亦提
說倡其他學

得有名傳不朽之研究所揭露之牛頓色光環也。現在事隔二百年，今日學者讀牛頓當日對於光學之種種理想（牛頓對於吸力學說，則著有賅括之書，而對於光學者無之。）初級公式，以作試驗及計算之基礎，後來之理想，則大多數載于其所著之一「光學」之設問中，隨後再版，亦有陸續增加。曾謂「並不以吸力為物性」。對吸力之理由，作為設問，並聲明「因無試驗，並不滿意」（見一七一七年再版告白）。當知牛頓念念不忘於光之兩種特別變象，其一即光行直路，其二即有週期律，此則由其本人之極精細試驗而發見者。兩學說之何去何從，則視對於此兩種之行動之以試驗及推算而得之知識之深淺以為定；所謂兩種行動，其一即小點受相持之各力而發生之直線動，其一則較為繁複之波浪及顫抖，或搖擺所有之有週期之動。第一種行動，自是較易研究，與其他科學，有較為親切之關係，自然是首先研究；第二種行動，則因算學之故，自然研究在後。第一說則有物理瞻察家之靈巧，以增進其地步；第二說則必得算學之闡理，以創造有定準之試驗，然後能成立，此則非純粹瞻察所能啟發者。牛頓之揭露，雖同時發起兩種學說，

奧俾盧斯，脫拉普皆等，反學浪光部對說斯，

一一、歐拉爲海
巨史之繼
人起

而科學家頗有借重其名，以毀光浪學說者；至於質點學說，則有法國之俾奧、英國之盧斯脫之試驗，以爲之發展。拉普拉斯最喜以原子觀及天學觀，解說各種自然變象；從附和拉普拉斯者，及欽佩其人者觀之，自然以拉普拉斯爲維持質點學說之最有大力之人。光浪學說，則與牛頓同時之海亘史，爲首先詳細研究之人；歐拉以純粹之算學根據，而承認此學說；其所以能成立者，則恃有蘭格倫日及達蘭貝耳以算學研究擺動之闡理之力；然此不過專恃算學，其以試驗及計算爲根據，而得大進步，則是楊氏之功。自一七九三年以來，楊卽研究此問題，以一八〇一年，刊行其所著之光浪相尅要義。楊氏先有聲學之研究，因而及此光學問題；

克堡所評論報——常攻擊其學說，第一冊，書以答之（一八〇四年印爲小冊，二至五頁）。楊對見其學說之歷史，有言曰：「初予在格丁根大學之考取醫科學位也，不獨要著醫學論一篇，且要擇一種與醫學課程有關係之題目，以爲講演。予所擇之題目，爲人聲如何造成。予初執筆鵝稿時，始覺茫然，並不知聲音究爲何物。予向無完備之想像，當予初在劍橋大學三年之時，始從各種著作中，搜輯大體之行動物之此問題之材料，並對于各種聲音，作同等之試驗。予從此研究中，新之試驗，對于流體者，開始知大陸學者，關于發聲物之

及有彈性物之動，始知與薄片之發現顏色，頗相類似，于是始疑聲光有極相類似之處，有非前此之所能深信者」（見前所引書，第六十四頁）。由是楊擇一試驗聲光略說」（見第一九九頁）。

在聲學中擺動

學說，早已奏效。楊於是特為注重於光線之物理性質，而不注意於其幾何學的性質。其心中所受最深之印象，則為光與聲之變象，極其相似，由是而研究大陸算學家之著作，其中以歐拉為最信海亘史之光浪學說，即以脫學說。楊亦知牛頓著作中，原有兩學說之萌芽，牛頓亦有各種理據，以表明光浪學說之不足以解說光之直行，故楊氏知牛頓此種理據為不能成立。〔原註〕見楊氏「雜著」第一冊，第二百頁。其言曰：「牛頓根據試驗而發起之理據，予以為藍伯之柏林紀錄所載之說，是以駁之，牛頓所著之一算理一中之證明，予以為尚有缺點。享大名之拉普拉斯，嘗比較各種光學學說之短長，稱牛頓學說為理想。但因施用于變象，頗能相合，以為頗有成立之希望。假使牛頓對於光浪學說，有證明其為無理之可能，其措辭必不如是之游疑。予雖極敬重牛頓之大名，然而絕不能強使予相信其為絕無錯誤，予今而知牛頓亦不免于錯誤。又往往因其大名，而反令科學退步，此則殊為可惜。」云云。楊於一八〇一年五月，想及牛頓之奇妙試驗，「揭露一新例可以解說極多數之變象，不是向來所發明之光學學說能比者。」〔原註〕見其第一冊，第二雜著。

頁〇

二

一三

楊之光浪
相生相剋
通例

谷若此一排之浪，與彼一排之浪之陵相合，則陵加高，若兩谷相合，則谷加低，若陵與谷相合，則相尅。楊謂兩光相遇合，與水波相生尅之理相類，遂稱爲『光浪相生相尅通例』，並表明著^{〔原註〕}見其^{〔雜著〕}第二〇三頁。『此例與牛頓光學所載之關於透光物之顏色各種量度相符，且與多數向來未解說之試驗相合。』^{〔原註〕}新發起之學說，以重

名之虎克著作中，則有不完全備之示意。然當予揭露此例時，則並未見虎克著作也。^{〔雜著〕}第二〇三頁。

乃作爲說帖三篇，詳細討論『光浪之相生尅』。格里馬第

(Grimaldi) 曾發現極新奇數種之變象，有時光線可以從屏面之邊轉彎，又若設爲一種特別情形，兩光相加，可以變作黑暗，若去其一，則復現光明。楊於是放膽爲擺動（光浪）學說，作爲融會貫通之例，謂『有一種有發光（或傳光）的以太，極輕而彈性極大者，凝漫宇宙；』^{〔原註〕}此引號內之句，是其^{〔雜著〕}中

謂眼之所以有各不同顏色之分別，全賴眼所接觸之光之擺動次數，而爲分別；又