

萬 有 文 庫

第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

夫 羅 斯 特 傳

陳 遵 媯 編

商 務 印 書 館 發 行





夫 羅 斯 特 傳

陳 遵 編

自 然 科 學 小 叢 書

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第

傳特斯羅夫

究必印翻有所權版

中華民國二十六年三月初版

編纂者 陳 遵 媯

發行人 王 雲 五
上海河南路

印刷所 商 務 印 書 館
上海河南路

發行所 商 務 印 書 館
上海及各埠

鎮

• E六八四

(本書校對者呂基湛)

弁言

美國天文家挨德文布朗特夫羅斯特之於天文學界者，不獨躬親觀測，努力專門之研究以求專門天文學之進步；更爲大學生員究研之指導，通俗天文之演講，天文刊物之編輯，力謀通俗天文學之普及。誠堪爲我國天文家之圭臬，用特爲之傳。

本書取材於氏所著“*An Astronomer's Life*”一書。

民國二十六年元旦於南京紫金山天文臺。

目次

一	早年生活	一
二	大學生時代	一八
三	大學畢業以後	二七
四	留學時期	三五
五	回國以後	五〇
六	葉凱士天文臺	六二
七	天文家之生涯	七二
八	近代天文學之進步	八二
附錄	譯名對照	一〇八

夫羅斯特傳

一 早年生活

埃德文布朗特夫羅斯特 (Edwin Brant Frost) 係美國葉凱士天文臺 (Yerkes Obser-
vatory) 臺長，現存之天文家，公元一八六六年七月十四日生於弗蒙特 (Vermont) (註一) 之
布拉特爾巴羅 (Brattleboro) (註二) 就其家世言之，遠祖愛德曼 (Edmund) 於公元一六〇〇年
生於英國薩福克郡 (Suffolk County) (註三) 一六三四年十月十六日愛德曼 因不滿政府之
苛政，攜妻托馬賽 (Thomasine) 及子約翰 (John) 自英之伊普斯威亦 (Ipswich) 港 (註四) 乘
大希望 (Great Hope) 船遠離祖國，同行者組織一殖民團。船毀於雅馬斯 (Yarmouth) (註五)
地方，乘客幸無恙。此尋求自由之新殖民團，不因此不幸而氣餒；遂於一六三五年八月十日又乘保

護 (Defense) 船遠渡大西洋，自肯特郡 (Kent County) 格累夫孫德 (Gravesend) 港 (註六) 向波士頓 (Boston) (註七) 馬薩諸塞灣 (Massachusetts Bay) (註八) 殖民地出發。經五十三日之航行，於是年十月二日始抵目的地。安家於劍橋 (Cambridge) (註九) 後，愛德曼夫羅斯特 被派赴美國西部 工作，即今之所謂敦斯忒街 (Dunster Street) 位於哈佛廣場 (Harvard Square) 與奧本山街 (Mount Auburn Street) 之間。愛德曼 被尊為誠懇正直之人，公推為教會長老，大為人民所敬仰。彼曾捐助哈佛大學 (Harvard College) 十先令，為數雖微，但就當時殖民地團言之，實非易得。由此足知愛德曼 對於教育事業之熱心。

自愛德曼 之後，經薩牟挨爾 (Samuel) 約瑟 (Joseph) 仲那坦 (Jonathan) 伊來查 (Elijah) 本哲明 (Benjamin) 諸代而至挨德文布朗特 之父卡爾同彭寧格 吞夫羅斯特 (Carlton Pennington Frost) 故挨德文布朗特 係愛德曼 之第八代後裔。夫羅斯特家族在新英格蘭 (New England) (註一〇) 地方，尚有其他支系頗多。例如挨德文布朗特 與其妻馬利依利薩 伯哈薩德 (Mary Elizabeth Hazard) 均係愛德曼 賴斯 (Edmund Rice) 及其妻塔馬賽

(Tamias) 之第八代後裔。同時其兄歧爾曼去霸夫羅斯特 (Gilman DuBois Frost) 及妻馬加累特瑟斯吞 (Margaret Thurston) 亦有同樣之關係。而愛德曼賴斯實係夫羅斯特族之始祖。

夫羅斯特家族最初建家立業於美國西部，其後逐漸散居於新罕普什爾 (New Hampshire) (註一一) 西南部及弗蒙特東南部與美恩 (Maine) (註一二) 等地。於新英格蘭是等地方，夫羅斯特成爲最普遍之名。自公元一八四五年至一九二五年間，以夫羅斯特之名，畢業於達特馬斯大學 (Dartmouth College) 者凡二十一人。

挨德文布朗特 夫羅斯特之母，係一學校教員，善於教育子女。故氏年雖幼不能入學，其母常自教之攻讀。其母擅長詩詞，故常力圖傳授斯學於子。氏之能精通詩詞之學，皆其母之功。氏兄歧爾曼，長氏二歲，其記憶詩詞，較早於氏。

氏幼年所居之地爲弗蒙特之布拉特爾巴羅，雖非甚爲著名之所，但係避暑勝地，曾有一二水療設備，且地點適中，約在紐約 (New York) 北二百英里，故每逢夏季游人甚多，盛極一時。

氏所居之屋，雖非富麗堂皇，但其周圍之風景殊佳。於其室中，依窗遠望，山水畢見。新罕普什爾河流貫其前，渾泰斯提開山 (Wantageket Mountain) 高聳於其彼岸。氏居其間達二十四年之久。

氏之祖母丟霸曾告氏公元一八三三年十一月所見流星雨(註一三)之珍奇形狀，此流星雨似於新英格蘭地方見之甚顯。據其所述，放射時空中如傘，此即指由一點輻射而出者，而其數目之多恰如大風雪之片。

公元一八七一年十二月，氏年五歲又半，其父任達特馬斯大學醫學教授，遂離其誕生之地，即布拉特爾巴羅，而至新罕普什爾地方；該地離科內提卡特河 (Connecticut River) (註一四) 約六十英里。氏家遂遷居於罕諾弗 (Hanover) (註一五) 旅館。

旅館係旅客聚居之所，自不如住家之安靜舒適；自住家移居於旅館，對於幼年之兒童，自係一環境之變遷。當氏遷入罕諾弗旅館之初，一切習慣，均感不便，尤其與同居之長者輩同棹而坐，甚覺羞怯。每遇有兒童之旅客，氏常喜與之結為良伴而同游玩。

罕諾弗旅館共分兩部，一係磚砌，一係木造，中央連以長廳。形成一大“H”字。氏常繞其周圍而跑，藉以鍛鍊其身體。管理旅館者係荷累斯夫拉勒（Horace Frary）夫婦，對於氏等，均甚和愛。



埃德文布朗特大羅斯特幼年時代
——旅居於罕諾弗之時——

每逢醫學院夏秋學期之交，凡由各重要地方所新招之學生，多寄居於此旅館，是時甚爲熱鬧。是等學生以來自紐約及波士頓者居多。

罕諾弗地方有一尼院，院長係一法國著名女子學者，常讀其法文聖經。旅客中有名普律同密 (M. Prudhomme) 者，常訪此尼院長，互以法語相談，並討論法國文學，女士不獨精於法文及美術，對於植物學及天文學，亦感興趣。氏父於學生時代曾藏有一大星圖，名曰巴利特星圖 (Barritt's Geography of the Heavens)，亦常取示於女士，彼此談天說地，互相討論，以探宇宙之祕奧。

旅館附近一大街上某慈善夫人家中，有一流通圖書室。氏未入學以前，常至該處借閱書籍。氏最初對於小說彼克威克 (Pickwick Papers) (註一六) 一書，甚感興趣；當其長成之後，嫌其過於瑣碎，難於想像，對此查爾茲提肯斯 (Charles Dickens) (註一七) 之傑作，不復如昔日崇拜之甚矣。

氏父自布拉特爾巴羅至罕諾弗時，曾騎一褐色小牝馬，名之曰基特 (Kit)；當其住居於旅館時，此馬寄養於阿楞 (Allen) 馬廄。氏及其他兒童，常至馬廄游玩，能詳知各馬之名。

罕諾弗地方每逢星期日，均開一星期學校，氏曾就讀於此。氏對於星雲學說 (Nebular Hy-pothesis) (註一八) 之認識，即始於此，且其所感之印象甚深。其後氏曾執教鞭於此星期學校。氏受乃父教育之利益頗大。例如氏父曾告以白光之速度精確測定以後，得知由地球所發之光達至遠距離之天體者，需數千年之久。此足使氏對於科學發生興趣。氏之父母又常攜之同赴學院同事之家庭，使其變換環境，以增進其思益。

公元一八七五年夏，氏等遷居於新宅，因厭於住居旅館之苦，急於喬遷，故不俟木匠完工，已遷入居住矣。氏之新居，非新建築之屋，係就舊建築加以修繕者；該屋約建於公元一八一〇年，位科蒙 (Common) 地方之西南隅，為村中著名之所。當夫朗西斯布朗 (Francis Brown) 管轄時代，此為行政長官官舍，且為古式殖民地建築物之美麗模型。後行政長官官舍，移於村之東方新區域之內，此建築物遂為私人之財產。氏父係由成衣匠歧布斯 (Tiddie) 購得此宅。當時學院中之成衣匠及達特馬斯 大學校學生，在社會上均佔有相當之地位；故歧布斯 雖一成衣匠 亦曾為此美麗建築物之主人翁。

當時大學宿舍甚爲狹小，不足以供全體宿舍之用；故氏父特於新宅，增建第三樓，用四面重斜之屋頂，增闢四室，每室可居學生二人。租賃其室者，均係青年男女學生，畢業以後，彼此均成知交。當氏人大學之時，曾居西南隅之一室。最後寄居之學生名提恩克累文來科克（Dean Craven Laycock），居於東南隅一室，凡三年之久，成爲氏之契友。

氏年十二時，曾養一海龜，甚寵愛之；爲其製一甲冑，與一運貨小輪車相連結，而此輪車係用以製作雪茄煙盒之木所作成者。氏每日常費一小時左右之時間，驅此輪車至距馬廐約百英尺之街上。氏對於海龜之天性，固不得詳知，但其特殊僻性，略能知之。一九三二年有因湖水乾涸，將大批海龜遷往威斯康星（Wisconsin）（註一九）之日內瓦湖（Lake Geneva）者，當時其所經過之大道，暫時途爲之塞；氏曾徘徊其側，旁觀多時，其所感之興趣，仍不亞於昔日。

氏又常與其表兄弟喬治去霸（George DuBois）任農場工作，努力於農業上家畜生活狀況之研究。

大學校園中，有二處甚足引起兒童之注意。一爲老松附近之柘榴石，此類似水晶之透明體，頗

爲巨大，常爲兒童遊戲之所。一卽所謂蝌蚪靜水池者，位醫學院附近一岩石開裂之隙縫，約如浴盆二倍之大。池中雖儲雨水，但醫學生在解剖實驗室所餘之殘渣，常遺棄於其中，故甚污濁。氏常用此爲實驗其自身所製作之單輪汽船之所。

氏有一表兄弟名查爾茲 丟霸 (Charles DuBois)，曾設一小印刷所，雇一少年擔任校訂於弗蒙特之朗多爾夫 (Randolph) 地方發行一小雜誌，縱橫僅四英寸及三英寸，定名曰黃金收穫 (The Golden Reaper)。查爾茲丟霸常向氏索稿，而氏常將其所知之鳥類知識投諸雜誌；有時復作一二韻文詩句，刊載其中。氏母專長詩詞，切望其子亦能如斯，懷冀數年。氏果於一八七五年元旦曾作一詩，詩句雖不甚佳，但當時氏年僅九歲耳。其詩略謂

歲聿云暮

萬象更新

傾城士女

共飲屠蘇

一八七四年已逝不返

一八七五年方興未艾

公元一八七六年秋，氏與其兄同赴波士頓，造訪其叔歧爾曼丟霸與嬌挨楞（Ellen）是氏第一次之遠行。氏留居該地數星期，每日下午常與其叔騎馬馳驅於遠方，有時至其朗多爾夫及馬薩諸塞（Massachusetts）（註二〇）同族之家，然後繞道布盧克來（Brookline）而歸。有時氏與其叔嬌同自波士頓馳至白山（White Mountain）留宿數日始返。

氏嗜養鳥，其最初獲得關於鳥類之書爲薩牟挨爾（E. A. Samuel）所著之新英格蘭鳥類（Birds of New England），係其父母贈其十歲誕生之紀念品；五十五年以後，氏尙珍藏之。氏對於鳥類之知識，甚爲豐富，舉凡雀、鴿、鴉、鵲、黃鶯、畫眉、白燕、鸚鵡、白頭翁、金絲雀、百靈鳥，以及其他鳥類，均能詳知其性情以及養育之方法。氏曾搜集各種鳥類之卵，常爬至高樹之上以取鳥卵；因此之故，氏對於各種樹木與樹皮之知識，亦能略知之。氏曾有一平底之船，命名爲“Psyche”，係取“Physics”（物理學）之意。氏從未冒險乘此獨木舟划行於河中，蓋因水流甚急，非知水性者不敢划行也。後氏因欲知河中鳥類之性狀，終習游泳，以便研究其努力精神，於茲可見一斑。

罕諾弗地方有一科內提卡特河，斜流於其間，甚爲險峻。其兩岸植有雄偉之松，中雜以優麗之

白色樺木，其映射於水中之影極其美麗幽雅。氏對此河岸甚爲愛悅，常散步於其間。罕諾弗地方又多森林，且有達百年以上者，氏對之印象甚深，時雖幼年，已知愛護之。

氏之後半期童年時代與青年薩姆巴特雷特 (Sam Bartlett) 對於煙火之製造，均饒興趣。當七月四日美國獨立紀念節之日，氏等曾預先祕製煙火於大學校園之中，迨至夜晚，燃放以資慶祝。氏對於解剖之學亦頗熟知。

氏幼年教育，係受母教；其母曾授以科爾柏恩 (Colburn) 所著測驗算術 (Mental Arithmetic) 一書。該書授諸幼兒，固嫌過早，但實甚有益；蓋能使氏之思索敏捷，且勿須筆紙石板之助。更使氏對於一切問題，均能精熟運用智力而解答之。

氏學習綴字之時，係用音節法，非如今日所用之全字讀法。氏認爲新法未必較優於舊法；曾謂今日青年學習英文，往往高聲朗誦，常爲單字所困，因其不知如何按音節綴字故也。

氏未入高等學校之前，曾入聖公會 (Episcopal Church) 所設立之教友學校數星期；爲氏第一次經過學校教室中之生活。校中有一良師，專門教授祈禱書之功用。

一九七八年罕諾弗高等學校校舍建築後之第一學期，琉伊斯巴克赫斯特（Lewis Parkhurst）任校長，爲氏在公立學校之第一位教師。氏身體素不甚健，性又懦弱，當時曾受達未密內利（Dave McNally）之保護；達氏係一強壯少年，後曾服務於美國海軍界。氏常購新近出版之書，甚感興趣；遂覺其在家中所讀之書，多係前代所保藏之舊書。氏曾購一地圖，於廣汎之西伯利亞地方，附有三紅點，用示俄姆斯克（Omsk）（註11）、托姆斯克（Tomsk）（註111）、托普爾斯克（Tobolsk）（註111）三城市，氏甚注意之。

氏最初對於背誦，甚爲驚懼，對於算術，尤感困難。但當其學習測量時，因其與面積、斜高、平行四邊形等均有關係，氏對於算術遂大感興趣；每逢測量均能自用量尺，測量自如。故於冬季學期之末，氏獲得算術課程之優等獎品，品係泰尼松（Tennyson）（註114）詩集一小冊，至今氏尙珍藏之；時在公元一八七八年。氏年十一學拉丁（Latin）文，十三習希臘（Greek）文字，均與其兄同時從師學習；是時氏兄之數學知識則遠勝於氏。

氏繼續在罕諾弗高等學校受業二三年，均從名師攻讀。當時學校功課尙無希臘文，氏及其兄

遂延聘大學高級學生爲家庭教師，立即自行準備大學之課程；家庭教師中，氏對於哈利曼 (Herbert J. Harriman) 特別欽佩，時係一醫科學生。氏兄對於數學已有相當之準備，實足以教授一八八三年級大學一年生之代數學。是時氏亦努力奮鬪學習數學，且與兄同時研究希臘及拉丁之作品。氏宅之下層，有一室置一黑板，兄弟二人日必讀書於此二三小時，或詠特曼 (Troy) 市彼圍事之文，(註二五)或誦俄維德 (Ovid) (註二六)之詩，以及拉丁與希臘之作品等等。氏對於希臘及拉丁文字均甚努力研究，甚感興趣；舉凡房屋穀倉之一切物件，均附以希臘及拉丁之名，故其進步甚速，連用精熟，若問以希臘及拉丁之名，均能脫口而出。氏父及其伯叔遺有書籍甚多，與敦康 (Squire Duncan) 圖書館相若，其中有關於希臘羅馬之地理學；氏常閱讀是等書籍，遂知伊西俄彼阿 (Ethiopia) (註二七)族之風俗習慣及獨角獸之性狀。氏有一時期對於希臘及馬其頓 (Macedonia) (註二八)各省市之認識，較詳於新罕普什爾。

氏年十五，於冬季休假期之期，在天文臺實習，記錄天氣之觀測。每日上午七時，下午二時及九時均在臺中工作，風雨不斷；此固爲青年兒童應有之責任，實際氏自覺其已獻身於科學事業，決不計

及其每週觀測二十一次能得一元之報酬也。

氏又被任爲達特馬斯科學協會 (Dartmouth Scientific Association) 書記，擔任收發工作，每週獲酬四角。其一定之工作有二，一爲登記各種科學刊物，一爲發送定期刊物於各會員；當氏發送刊物之時，常騎無鞍之馬奔馳各地，故費時尙不甚多。此種工作，使氏於青年時代得知定期刊物之機會。當發行第二千號時，氏得與倫敦主筆諾曼羅克爾 (Sir Norman Lockyer) (註一九) 同餐，甚引以爲榮。

一八八二年六月，氏應達特馬斯大學之入學試驗；日期凡三日，上午及下午均有試驗。試驗日期約在氏十六歲生日前一月。氏雖精於拉丁及希臘文字，但對於英文文法及英國文學之準備，甚不充分。及格以後，氏父告以在九月開學以前，應加休息，不必讀書；氏遂入山中尋覓珍奇鳥類並訪朗多爾夫之親戚。氏曾經所謂「兔徑」之路，轉彎迂曲，過弗蒙特之徹爾西 (Chelsea) 山中之峻嶺，沿途大學生甚多，均可謂爲作其探險之旅行。

(註一) 北美一州，位新罕普什爾 (New Hampshire) 州之西。

(註二) 弗蒙特州文達姆 (Windham) 郡之都市。

(註三) 英國東部，向北海之一郡。

(註四) 英國薩福克郡之海港。

(註五) 英國諾福克 (Norfolk) 縣之海港，距諾利治 (Norwich) 車約二十英里。

(註六) 英國肯特郡之河港。

(註七) 北美馬薩諸塞州之都市，常稱爲美國之雅典，爲美國文藝中心地。

(註八) 北美東海岸，海灣，位新罕普什爾 (New Hampshire) 與弗蒙特 (Vermont) 兩州之南。

(註九) 美國馬薩諸塞 (Massachusetts) 州密德爾塞克斯 (Middlesex) 郡之首都，隔查爾茲 (Charles) 河與波士

頓相對峙，哈佛大學即在於此。

(註十) 北美合衆國 Maine, New Hampshire, Vermont, Massachusetts, Connecticut, Rhode Island

六州之總稱，係 Captain John Smith 所定。

(註十一) 北美東海岸之一州，位弗蒙特州之東。

(註十二) 北美東北端之州。

(註十三) 卽獅子座流星羣，其輻射點在獅子座，每年十一月九日至二十日間出現，其周期約爲三十三年四分之一。一八

三三年出現最多，日期爲十一月十三日，原點在蒙氣範圍以外，流星出發點約在地上高二三三八英里，其入蒙

氣時速度約爲每秒四英里，此係據奧姆斯迪 (Olmsted) 之觀測結果，此流星羣與一八六六 I 彗星

有關。

(註一四)發源於加拿大國境，河流四百五十英里，於長島 (Long Island) 入大西洋，北美一河流。

(註一五)北美新罕普什爾之都市。

(註一六)一八三六——三七年提肯斯所發表之小說。

(註一七)英國著名小說家 (一八一二——一八七〇)，彼克威克即其所作。

(註一八)主張太陽系由星雲進化發展而成之學說。一七五五年康德 (Kant) 一七九六年拉伯拉斯 (Laplace) 提倡之。

(註一九)北美中部一州，位修彼利爾 (Superior) 湖之南。

(註二〇)北美東海岸之一州，位新罕普什爾與弗蒙特之南。

(註二一)西伯利亞西部阿克摩林斯克 (Akmo-linsk) 州之省會。

(註二二)西伯利亞西部之一州或其省會。

(註二三)西伯利亞西部之一州或其省會。

(註二四)英國詩人，‘In Memoriam’ 之作者 (一八〇九——一八九二)。

(註二五)相傳係詩人荷馬 (Homer) 所作。

(註二六)奧古斯都 (Augustus) 時代之羅馬詩人 (B.C. 43——18 A.D.)。

(註二七)自卡爾圖姆 (Khartum) 附近北至埃及之古代國家。

(註二八)色累斯 (Thrace) 與伊利利國 (Illyria) 間之歐洲東南部一古國。
(註二九)英國著名天文家。

二 大學生時代

達特馬斯大學於每日上午八時前三分，必集師生於小禮拜堂，從事祈禱。祈禱之前，鐘先響四分之久，後撞三分，最後復敲兩聲，遂不許出入。規定極嚴，故學生之晚於起床者，常僅能刷牙而速趕至出席。祈禱之時，校長教授以及職員均坐於高臺之上，兩旁僅一出入口。三年生坐於南側，其後為一年生；四年生坐於北側前列，而二年生則坐其後。一八八二年氏係一年生，故坐於南側後列，常見其前列之三年生，每於校長祈禱至最後一語時，業已手提其帽，準備離席；於「阿們（Amen）」尚未脫口而出之際，彼等早已奪門而去矣。

秋季開學之時，學生中無不喜形於色，彼此慰問；蓋舊生既得與同級諸友，久別重聚，自係一樂事，而新生中亦有於校外種種運動時早已認識者，今得同學，更為可喜。故氏於入學之初，甚覺愉快；且與諸新同學，同過其新生活，彼此各自審慎相處，增進知識不少。當時學校功課僅代數學、拉丁文

及希臘文。拉丁文課本採用李維 (Livy) (註一) 之著作，希臘文課本則用黑羅多塔斯 (Herodotus) (註二) 及埃斯基拉 (Aeschylus) (註三) 之著作與抒情之詩。氏對於拉丁及希臘文字之研究為時頗久，但^{其所得}尚自覺有限，故仍努力攻讀；氏一生受此文字之助者約達五十年以上。就此兩種文字言之，學生均多憎惡拉丁文，氏對於拉丁文亦乏專門研究，故終無拉丁文之作品。

氏之喜讀希臘文字，較甚於拉丁文字。是時達特馬斯大學中有一教授名約翰亨利賴特 (John Henry Wright) 者，係一學問淵博之學者，其在德國學成之後，曾復執教於罕諾弗。彼認為德國教授法有其特長之處，故採其法，教氏以希臘作文。故氏學習希臘文字時，甚加注意，詳作筆記，註釋其義，逐段逐字書出，以便記憶。氏至今尚能記憶其最初所習希臘文課本之首章。

該布利埃爾卡姆培爾 (Gabriel Campbell) 教授講授哲學史時，氏於其私人筆記本中，曾作引入入笑之圖解，同學見之，莫不稱道。氏描繪安那克薩哥拉斯 (Anaxagoras) (註四) 向巴特農 (Parthenon) (註五) 神殿前進所經過高山跋涉之困難狀況，手中並推一車之貨物，內載智慧與理性；此使氏永不能忘卻安氏為輸入哲學於雅典 (Athens) (註六) 之第一人。氏又描寫蘇格拉

底(Socrates) (註七)及其介乎神人間之精靈，足示此精靈確爲蘇氏之良神，支配其生命，使其不至酖醉於酒。尙有一圖示阿爾西拜提(Alcibiades) (註八)以歡樂心情舉行慶祝典禮於雅典山上燈臺下之情狀。

一八八三年春，達特馬斯大學一年生均作測量實習，此爲各種課程中最饒興趣者，無論平常勤勉或不勤勉之學生，均甚喜悅之。氏與其自己深信之同學四人，合成一組，用平面板測量校地，作一基線，測量學校至阿斯克特尼山(Mount Ascutney)之距離，該山約距天文臺二十英里左右。當其測量具有短牆或籬笆以及叢林之不規則地形時，須設法越過是等障礙物，氏等常因之而受傷。近代青年聞及任何學生均須學習此門功課，必以爲奇；而氏則認爲此種功課，甚有價值。就達特馬斯大學之歷史言之，約在百年以上，均以測量學爲必修科。

按達特馬斯大學之規定，二年級修業完畢之後，學生得自由選科；氏天性所好，注重物理學方面，故選擇校中利德廳(Reed Hall)樓下實驗室中之一切工作。該大學中確有相當惹人注意之設備，尤以光學方面，設備更爲完善。其主要者係查爾茲揚格(Charles Young)教授父子二人所

購置。氏對於物理學實驗之筆記，甚感困難，其所記錄者比實驗所需要者更爲辛苦；但於二年之後，氏所得之經驗已足任爲該實驗室之助教。

氏於大學中最感特別興趣者，乃哈爾提 (Arthur S. Hardy) 教授所擔任之分析幾何，微積分及分析力學。氏幼年對於數學不甚感覺興趣，此時已否，蓋受測量學之影響也。

公元一八八五年秋，氏係達特馬斯大學四年生，所選課程甚多。氏對於揆麥松 (Charles F. Emerson) 教授所講之敘述天文學一科，特饒興趣。是時氏已用遠鏡窺天，努力觀測，已達數年之久。是年爲氏進步最速之時，其學問遠駕乃兄之上而居全班之冠。

是時氏之前途，甚覺躊躇，蓋其向物理學研究乎？抑向天文學方面乎？中心志忑不決。揚格教授在天文臺中之顯耀工作，使氏羨佩不已。恰於斯時，卽一八八五年八月，英國天文家忽發見一新星，位於仙女座大星雲 (Great Nebula of Andromeda) 之中央，約十七等星。當時以星雲爲純粹之氣體，故認此新星爲星雲中之唯一單星。今日吾人已知此星之光度殆爲太陽之二十萬倍。當時以爲星雲之距離不能遠超於銀河部分之天體，現今已知其在極遙遠之位置，卽約達九十萬光年。

以上且知其非爲氣狀物，乃由無數天體所構成。氏本熟知星雲之現象，對此新現象之發見，遂大爲激動；氏之決定研究天文學而不努力於物理學者，可謂卽受此刺激之故。是時恰值氏之十九歲生日，使其更努力熱心於研究。

達特馬斯大學有一規定，凡四年級學生，必爲獨創之演講，自由發表其各科之所得。此演講會於每星期三日下午一時半舉行之；由英文學教授擔任指揮之責，批評各生演講之成績。每星期中，除星期三下午演講會之外，其他下午均無課程，由各生自修。至氏演講之時，氏卽以此仙女座新星爲題；氏之年齡，雖爲全級之最幼，而此問題實爲他人所不能講者，由此足知其對於天文學之興趣。是年氏常用遠鏡練習觀測日珥 (Prominences)，卽太陽邊緣之噴出物，並研究光譜中之輝線。氏又熟讀諾曼羅克爾所著之太陽物理學 (Solar Physics) 一書。

經過最後一年之努力，氏遂於一八八六年六月畢業於達特馬斯大學。氏長於物理學，曾得物理學之學位，其兄則得數學之學位。當舉行畢業式典禮之時，其兄曾致祝詞，而氏亦作適合於青年心理之演說，題爲「天文學對於文學之影響」。

美國大學生今日常喜運動，組織種種體育比賽，每逢冬季，亦有其特殊之運動與遊戲之方法；但在昔日如斯運動尚未盛行之時，大學生亦有其自然所感興趣之消遣方法。當氏在大學讀書之時，每於耶穌誕節之後，同學中多執教鞭於中學校，以度寒假之期；當時約有四星期之休假，故對於大學功課，毫無妨礙，是爲當時大學生消遣之方法。

達特馬斯地方，每逢正月，多降重雪，艱於行旅；但具有馬或雪車者，自有不同之感。故其街中冰雪上佈滿運貨之車以及附有小輪之冰鞋之跡。氏酷嗜乘雪車或自由車而滑下山坡之戲，且常與舊日鄰居爲冒險之旅行。氏常使街旁雪車之跡冰凍，於其邊際，使隆起成隄狀，以免其迴轉時有發生危險之慮。曾有一夜，天氣酷寒，氏尙冰凍其雪車之跡；是時天文臺之溫度表示零下三十九度，此爲氏從來所見之最低溫度。冬末約在四月，是時晝間太陽照射頗強而夜間仍冷，常達零度，地面常凍成硬皮。硬皮之厚尙足以滑冰，氏亦常滑冰於其上。當時氏甚喜漫游於山谷之間。

天文臺南二百碼地方，有一小山，其上有一雄大古老之榆樹，是爲練習環繞迴轉冰車技能之處；技術不佳者，必將碎摔跌於下面山谷之間。氏亦常練習於其間，當其技術精熟，足爲人師之時，青

年男女咸請其指導。氏常探討此特殊地點，何以常有冰車滾滑於邊外之人；結果得悉該地恰能眺望大學中斑鳩廳 (Culver Hall) 之化學實驗室，彼等必分心遠望，遂生意外不幸之事。

一八七二年冬初，氏備一簡單雪車，名之曰「疾飛」 (Shoo-Fly)，今尚珍存之。一八七七年揚格教授攜眷前往普林斯吞 (Princeton) (註九) 時，贈氏之種種雪車，其中有一小黃色雪車，係一八六二年教授製造於俄海俄 (Ohio) (註一〇) 之哈德松 (Hudson)，用以贈其女克拉拉 (Clara) 者，氏亦尚珍存之。又一係夫累得揚格 (Fred Young) 所有，具有雙重之滑木，與以「彗星」 (Comet) 及「流星」 (Meteor) 之專名。

達特馬斯大學每年於校內開一運動會，是為學生最活躍之時，猶以青年學生更為喜悅。該地市民、大學以及分科學生，均各顯其本能，努力競賽。氏之早年教師琉伊斯巴克赫斯特亦為指揮之一，彼能於七分鐘內行一英里。

每逢春季高潮，冰塊衝下科內提卡特河撞舊式橋梁橋腳之時，常有種種意外情事發生。六月則有巨大木料滿佈河中，有時長達三英里之遠；氏常游行於各木料之上，曾有一次，因用力過猛，

致落於水中。春夏二季，氏常划船至橋之上游約二英里之第二島。該地係一波浪沖洗之沙灘，是最適於野宴之所。河流彎曲之大以及鐵路橫列於島前，成一美麗之畫境。島之大小約僅一方英里，但多浮木，故舉火甚易。每逢夏夜，氏常與男女同學聚談於此，甚感愉樂。

氏於課餘之暇，除划船之外，更與同學旅行各地，時作爬山之戲，曾攀登華盛頓山（Mount Washington）之巔。

（註一）羅馬著名歷史家及散文家（公元前五九——一七）。

（註二）希臘歷史家（484?——424? B. C.）贊得“The Father of History”之綽號。

（註三）希臘悲劇作家之鼻祖（325——456 B. C.）。

（註四）希臘哲學家，Pericles 及 Euripides 等之師（?——425 B. C.）。

（註五）希臘雅典之 Athena 神殿，公元前四五〇年 Ictinus 所設計而建立者。

（註六）希臘首都為古代希臘文化之中心地。

（註七）希臘著名哲學家，柏拉圖 Plato 之師（469——399 B. C.）。

（註八）雅典政治家及將軍，學於蘇格拉底之門，公元前四〇四年被刺而死。

（註九）紐約西南四四英里之北美 New Jersey 州都市。

夫羅斯特傳

(註一〇)北美中部之一州。

三 大學畢業以後

大學畢業以後，將來之計劃，自成問題；但首先解決之問題，尙係如何消遣暑期休假之方法。故氏於一八八六年六月畢業於達特馬斯大學之後，決先與薩姆·巴特雷特同赴科內提卡特（Connecticut）（註一）之尼安提（Niantic）海濱暑期旅舍暫住數日。氏對於海濱生活雖乏經驗，但甚感興趣。

是時氏兄任新罕普什爾之普利馬斯（Plymouth）附近鄉村學校副校長。該校係一教會學校，歸新罕普什爾聖公會主教直接管轄。氏曾於某一秋季與母同赴該地，渡其星期六日之休息，並省兄之生活狀況，會兄友於校中。

氏之家庭，欲氏更進而研究化學；是時氏對於物理學尙未加以特別之努力，故無何成見，遂註冊爲研究科學生，於巴特雷特（Bartlett）教授指導之下，開始研究化學。不久，巴氏因其所擔任之

醫學院功課，須有一助教以助之，曾詢氏能否於每日下午擔任助教工作二小時。氏慨然應允，遂於每晨努力學習種種實驗，以便下午指導學生。氏對此方面之知識，雖甚薄弱，不能勝任，但因其努力結果，學問大有進步，毫無誤事。其後巴特雷特博士請氏擔任昌德勒科學校 (Chandler Scientific School) 四年級助教。氏知學生中確有程度較高於己者，但仍努力邁進從事工作。

學期終了之後，氏被一新罕普什爾之罕科克 (Hancock) 小鄉村所召，於冬季任一高等學校教員。當時村中遍貼學校之通告，略謂「挨德文 布朗特 夫羅斯特 先生係達特馬斯 大學畢業生，聲譽素著，將任教於本校十二星期。」其後氏於雜貼簿中發見約在四十年前曾有一同樣之通告，但同姓而不同名；該通告所述之人即係氏父，而學校則在鄰市即所謂哈利斯維爾 (Harrisville) 地方。

罕科克係新罕普什爾西南部一小城市，位於那修阿 (Nashua) (註一) 與肯 (Keeno) (註二) 之間，距摩那德諾克 (Monadnock) 孤山僅六英里。每逢冬季，地方學校，一律停課，所有教員及高級學生咸集於高等學校聽講。氏於教授期中，每逢功課完畢之後，必散步街上，攀登高地，睹

此孤山之美景。教授期滿，氏獲酬金七十七圓而歸。

罕科克村中，有一奇異之家庭，姊妹二人同住一處，精嗜音樂與文學，對於造謁之人，均甚和藹可愛，人多樂往之。宅中有一足以動人之少年，名曰巴頓（Virginio Torlonia Patten），係此姊妹之侄，而為氏之學生。其父娶一意大利貴族女子，其名遂傳於其子。姊妹二人翌年夏季攜此少年前往歐洲，曾詢氏能否於回返罕諾弗之前，繼續任其家庭教師。氏母對於家庭中有此敏慧之少年，亦甚喜悅，故氏擔任家庭教師數星期，所授之功課，以法文為主。氏之教授法文，非因其係一法國學者，乃因其對於惠特尼文法（Whitney's Grammar）有深切研究之故。氏友阿楞黑曾（Allen Hazen）家中曾有人投考波士頓工藝研究所，須受法文之試驗，亦由氏教授之。

是年冬末，氏應揚格教授之召，前往普林斯吞擔任天文學之實用工作，為揚氏家庭之客。此種工作，對氏甚有利益，是時氏努力於天文學之觀測。

一八八七年夏，氏對於下年度之工作又發生問題。大學校長命氏為弗蒙特之拉特蘭德（Rutland）地方高等學校校長，負責管理二十五位教員及監督各學校學生約達二千人。氏若以其青

年勇氣，必可任此艱難之工作，且可獲優遇之薪俸；但氏之教授團中友人，多勸氏宜就較低之位置。不久之後，氏知其友庫克（C. S. Cook）轉任美國西北大學（Northwestern University）物理學教授，而大學當局祕密談話，認氏應補其缺，任昌德勒理科學校教師，並兼研究院物理學助教，如此並可負責管理天文臺事務。是時氏年方二十一歲，如斯青年能得如斯之地位，誠非他人所能料知也。氏審慮一切情形並察知其父母欲其多住家中，遂就斯職，年俸七百元。

逮一九〇〇年，美國科學會始定每年開會一次；開會地點與英國科學會相同，年無一定。每在一地方開會之時，均能促進該地方人民對於科學觀念之進步而引起其興趣。到會人員多係科學家或有志之青年，常偕妻攜子，不遠千里而來。氏對於年會，甚感興趣，蓋斯時可與著名科學家相遇，得有認識之機會；氏更喜聽各科學家之公開演講與專門之論文。

氏所主持之第一次年會係一八八九年，開於托隆托（Toronto）（註四）出席人數頗多，天氣亦佳，托隆托居民對於到會之人均甚殷勤招待。如氏之青年，已被認為會員之一，而服務於天文學界及物理學界者，當時人民均不勝驚佩之至。氏當時獲遇第一流科學家，如耶魯（Yale）（註五）

之牛頓 (H. A. Newton) (註六) 教授，華盛頓 (註七) 之紐科姆 (Simon Newcomb) (註八) 教授以及其他著名科學家。會議程序不及今日之多。出席者之中有五十乃至一百之化學家，若以之與今日美國化學會會員總數一萬五千人以上相比較，足見自氏入會以後約四十年間，美國科學之進步。開會時年青者常坐於後列，當時到會人員中，除氏以外，尚有一青年，係密喜干 (Michigan) (註九) 大學教師，即立克天文臺 (Lick Observatory) (註一〇) 臺長及加利福尼亞 (California) (註一一) 大學校長之卡姆培爾 (W. W. Campbell) (註一二) 氏。

後氏旅居歐洲之時，曾缺席此種年會一二次，但當返美之後，曾出席學會有興趣之宴會數次，例如一八九二年於羅徹斯忒 (Rochester) (註一三) 一八九四年於布盧克林 (Brooklyn) (註一四) 一八九六年於巴法羅 (Buffalo) (註一五) 一九〇〇年於紐約。一八九六年氏爲 A 組即數學天文組秘書，一九一二年任華盛頓年會時之主席，且常爲學會副會長之一。

一八八八年夏，揚格教授努力其教科書之著作，其第一部之傑作爲普通天文學 (General Astronomy)，是年付印。教授請氏擔任校訂，約費二星期之久，使氏忙碌異常。此爲氏第一次擔任

校訂書籍之工作，氏且努力解答書中一切練習問題，藉以校正其有否錯誤。氏對於發行者及著作者之幫助，自然遠不如其自身所獲得之經驗價值之大。該書係一成功之傑作，大學多採用之。

秋季開學之始，氏在昌德勒學校任一八八八年四年級之電學教員。校中教員除一二人外，均較長於氏，且均係確有學問之人；氏努力使諸同事知彼等尚均係學生應共同研究學問。氏所用電學及磁學之書，係托姆普松（Sylvanus Thompson）所著，曾發行數版。二十年後氏曾遇著者於倫敦，並表欽佩之意。

氏雖為昌德勒學校分科教員中年齡最幼者，但尚須負責教授希臘史一學期，而他一學期則授英國史。四年級功課，則秋冬二季授物理學，春季授天文學，而每星期至少有五次之班會。當氏自覺其對於物理實驗室負有幫助之責時，每星期曾有四日下午工作於其間；夜間復努力於天文臺之工作，此際可謂為氏之工作最忙之時。

如斯工作，經過二年之後，氏決心他去，以求前進。氏首先計劃在加利福尼亞之立克天文臺研究。後與大學當局審慎討論之結果，再留職一年，但不在昌德勒學校教授歷史功課，而任一八九一

年級敘述天文學之研究功課。是時氏之薪俸每年增加二百圓。此爲氏第一次教授研究班之學生，而此一八九一年級之學生對氏甚爲欽愛。是年氏之工作，雖仍不較少於前，但係其所好，故其精神甚爲愉快。

(註一) 北美之一州，位於紐約之中，馬薩諸塞州之南。

(註二) 北美新罕普什爾州希爾斯普盧 (Hillsborough) 郡之首都，距波士頓西北四十英里。

(註三) 北美新罕普什爾州徹喜爾 (Cheshire) 郡之首都。

(註四) 加拿大翁泰利俄 (Ontario) 州之首市。

(註五) 北美科內提卡特州新黑曾 (New Haven) 大學，創立於一七〇一年。

(註六) 美國天文家，注意流星觀測。

(註七) 美國海軍天文臺，一八四二年創立，於一八九三年移至今日之地方，尙有一天文臺則研究天體物理學。

(註八) 美國第一流天文家，著有偉大功績。一八三五年生，一九〇一年歿。

(註九) 北美之一州，西臨威斯康星州，東接因提安那 (Indiana) 及俄海俄三州。

(註一〇) 一八七五年立克 (Thomas Lick) 捐款而建，位於美國加利福尼亞高一千二百八十四公尺之山上，世界第一流之天文臺。

(註一一) 北美太平洋岸之一州。

夫羅斯特傳

三四

(註一二) 研究天體光譜，尤重視纖維速度問題，世界第一流天文家，一八六二年生。

(註一三) 北美紐約州孟羅(Monroe) 郡之首都，距巴法羅東北六十七英里。

(註一四) 北美紐約市之一部分。

(註一五) 北美紐約州之都市，位伊利(Erie) 湖畔。

四 留學時期

氏任教於昌德勒學校三年之後，覺其更進一步研究計劃之實現，已刻不容緩；遂於一八九〇年乘塞法羅尼阿（Cephalonia）號船赴英留學。該船爲當時往來於波士頓與利物浦（Liverpool）（註一）間唯一之船。同行者頗多，而阿楞黑曾與氏同房。船抵利物浦之後，宿於徹斯忒（Chester）（註二）一夜，是氏留居英國之第一夜；翌日前往倫敦。

當氏離其母國之前，攜有介紹函多封，俾得造謁歐洲著名天文家。氏曾與威廉哈金斯（Sir William Huggins）（註三）暢敘於布利克斯吞（Brixton）（註四）郊外一下午之久。威廉爵士與哈金斯夫人對氏均極謙遜，引氏參觀天文臺與遠鏡及攝譜儀。威廉曾用攝譜儀爲天體物理學之研究，對於斯學貢獻甚大。氏又參觀格林維基天文臺（Greenwich Observatory）（註五）曾遇當時主要助理員忒納（H. H. Turner）（註六）氏居於倫敦約二星期，曾遇美國友人頗多；後赴

巴黎，亦約住二星期。氏曾遇多羅塞阿克盧姆開女士 (Miss Dorothea Klumpke) 於巴黎天文臺 (Paris Observatory) (註七) 女士係巴黎女子獲得博士學位之第一人，且已開始量算攝影星圖之照片；此種攝影星圖係國際間自一八九〇年起，開始工作，至今四十餘年，尙未完全成功。

氏於巴黎瀏覽最著名之藝術展覽室之後，向德國大使館領取護照，以便前往斯特拉斯堡 (Strasbourg) (註八) 蓋當時德法交惡，若無護照，德國政府不許人民由法國入境。斯特拉斯堡地方，當時有德意志帝國設備最完全之天文臺。氏擬進謁該臺天文學教授，詢其可否許氏於秋季在臺研究。挨恩斯特培刻 (Ernst Becker) 教授對氏甚爲親切，但兩人間之會談，甚覺困難，蓋挨氏不知英文而氏對於德文則僅略習文法而已。氏等談話之時，常用拉丁文字及希臘文字，分析各人之意，結果終於冬季許氏入大學研究。

氏素喜旅行，在德國留學時，曾自斯特拉斯堡經黑林 (Black Forest) 而赴沙夫豪孫 (Schaffhausen) (註九) 及祖利克 (Zurich) (註十) 後赴巴塞爾 (Basel) (註十一) 及海得爾堡 (Heidelberg) (註十二) 氏之識當時大學副教授馬克斯佛爾夫 (Dr. Max Wolf) (註十三) 卽在於

此地。佛氏對於科學界有莫大之貢獻，曾任刻尼斯丟爾（Königsstuhl）之海得爾堡天文臺臺長；自是以後，與氏知交四十年，逮一九三二年逝世時，氏不勝痛悼之至。

氏後乘車赴革丁根（Göttingen）（註一四）與數美人同居於公司寄宿舍之內，自成一小團體，以英語相談。但氏仍努力學習德語，嘗將一珍袖小字典攜帶身旁，日夜不離。是時氏曾獲「斯巴忒（Später）」之綽號，蓋其每說德語時，常用此語，且常藉用此語，以使其檢找字典之機會。

德國大學須於正式上課前二星期先行註冊，始許入學，故氏於十一月初旬即自革丁根回返斯特拉斯堡。德國政府曾將一八七〇年法國賠償金之大部分補助斯特拉斯堡大學，使此古式大學變為新式設備完全之大學；校中著名教授頗多。

是時夫利德利赫科爾勞什（Friedrich Kohrausch）（註一五）教授任大學物理系主任，精於講述，對於實用物理學曾作有價值之貢獻。彼對於量算液體電阻及地磁之方法，曾作種種不同之敏捷儀器，氏對於此等儀器，特感興趣。氏又特別研究液體之光譜吸收。哈爾發克斯（Hallwachs）博士曾從金屬表面發見電子或光子之發射。維納（Wiener）博士常時尚係助教，對於光波已有

發明，後任來比錫 (Leipzig) (註一六) 大學物理學教授。由此足知當時斯特拉斯堡大學教授，多係著名之學者。

氏入外國大學之初，選擇課程甚多，故自不能完全顧及之。培刻教授對氏德語進步之速，甚爲驚佩，蓋氏於三四月間，已能會談自如；回憶二人首次會而談話之困難狀況，誠堪令人發噱。是時氏之聽講，已不覺若何困難；而氏對於數學，則不贊成僅用講授之方法。常氏學習軌道論之末，發見教授自筆記中抄寫公式於黑板時，與美國天文家窩宗 (J. C. Watson) (註一七) 在其理論天文學 (Theoretical Astronomy) 中所示者甚相類似。故氏認爲德國教授，若採用英文教科書以代黑板上講授之抄寫，豈非更爲省便而有益。

是時與氏同習天文課程者有里斯泰巴特 (Friedrich Ristenpart)，利姆 (J. Riem)，巴挨斯 (Hans Paetsch) 等；而年青聰敏過人之什發茲喜爾特 (Karl Schwartzschild) (註一八) 則低氏一級，當其入學之時，氏已離大學矣。每二星期，氏等有一天文研究會，輪流演講各人之心得；輪至氏時，氏雖不善於德語，亦得勉強講述。教授命氏以「哈佛光度學 (Harvard photometry)」爲

題，諸人對氏之囑囑而言，均甚諒解。

大學附近寄宿舍中，有氏之英美同學；氏與約瑟托姆普松（Joseph Thompson）相交特厚，托氏係阿麥斯特（Amherst）（註一九）校友，來德完成其畢業論文。尚有威斯康星大學畢業生威廉布拉得（William Brunder），來自密爾窩基（Milwaukee）（註二〇）初習法科，與氏相交亦善。當一九二一年愛因斯坦（Albert Einstein）（註二一）在芝加哥（Chicago）大學首次講演其三大理論之夜，氏曾遇布氏於會場中；是時彼方入賴爾松實驗室（Ryerson Laboratory）從事其著名之研究。氏甚惜其短命而死。

常氏留學斯特拉斯堡大學時，校中美國留學生約二十人，每逢謝恩節必共同聚餐一次。尙有一饒於興趣之人，彼得雷培夫（Peter Lebedew）（註二二）其名，來自俄國莫斯科（Moscow），完成其畢業課程，係一強壯而乖戾之人。天性敏慧，後曾以發見光壓而著名；此與氏友尼科爾斯（Ernest F. Nichols）及赫爾（Gordon Hull）在達特馬斯所發見者相類似。此種發見，距今數年前馬克斯韋爾（J. C. Maxwell）（註二三）曾發表之，而巴托利（Bartoli）曾按數學方法證實

之。於一九〇〇年雷培去世以前，氏常與之往來。

於天文學教室中，培利教授對氏最爲親切，氏常宴於其宅。氏覺其在德國留學時代之快樂，不亞於其任達特馬斯天文臺教授及個人工作三年之時。氏之助手爲副教授科苦爾特 (H. Kobold)，其名係「矮人」之意，而其本人果甚矮小，誠可謂名副其實；以後彼在基爾 (Kiel) (註二四)任天文學雜誌“Astronomische Nachrichten” (註二五)之編輯達三十年之久。第二助手爲哈爾姆 (J. Halm)，後在好望角 (Cape of Good Hope) 天文臺 (註二六)任重要職務，工作甚爲努力。一九〇〇年以後，氏常與此二人互通音信。

當時大學中尚有維斯利最努斯 (Valter Wislicenus) 其人者，係一高瘦青年，雖係德人但毫無德人之性格。彼於天文臺中，不能獲用天體物理學之儀器，故專心致力於理論方面。彼曾與氏私人談及其在天體物理學上之新工作，題爲星之光譜分析 (Spectral Analyse der Gestirne)；其後波茲達姆天文臺 (Potsdam Observatory) (註二七)助理員朱利阿斯晒納 (Julius Scheiner) (註二八)始發表之。氏對此天體光譜學 (Celestial Spectroscopy) 之新發見，甚爲感佩；遂

商得著者及發行者之允許，譯爲英文。

氏在德國時，每逢星期日，常赴布羅利普拉茲 (Brogie Platz)，每週必赴戲院觀歌舞劇；次蓋氏欲藉以增進其德語，且可觀其在紐約所未見之歌舞，氏對於發格納 (Wagner) (註二九) 歌劇特感興趣。

學期末，氏致函波茲達姆天文臺臺長福該爾 (Dr. H. Vogel) (註三〇) 請求於春夏二季許其入臺研究。氏所作之函雖非爲普通請求書之形式，但仍得如其所請。氏擬於大學講義完畢之後，立離斯特拉斯堡，約於四月一日可開始波茲達姆天文臺之工作，以冀獲得博士論文之資料，而後回返斯特拉斯堡求一學位。

未赴波茲達姆之前，有一月左右之假期，氏本擬與利斯泰巴特同步行至斯特拉斯堡附近之佛日山 (Vosges Mountains)，後因天氣不佳而罷；氏遂獨自前往柏林 (Berlin)。氏居紐累姆堡 (Nuremberg) (註三一) 一日之後，與斯提文斯 (Stevens) 同赴各地游歷，曾訪發格納新戲院於拜拉特 (Bayreuth)，後又同赴藝術與科學活躍中心地之德累斯頓 (Dresden)。最後抵達柏林與

本哲明斯諾 (Benjamin Snow) 隣室而居，斯諾居柏林約四年之久，曾得物理學學位。氏抵柏林後，立即前往波茲達姆，該地距柏林僅約十六英里，位於哈啡爾 (Havel) 河旁。氏在該地佈置一切，決定於四月一日入天文臺實習之後，復返柏林參觀市中著名建築物及大學校。是時氏曾聽著名教授空特 (Kundt) 之物理學講演。

是時黑爾姆荷爾茲 (Helmholtz) (註三二) 教授恰離大學而任德國國立研究所所長，該所係德國政府檢驗各種單位之機關，例如升之量算，溫度計以及量電儀器之檢定等等。氏曾遇黑氏於柏林，但未聞其講演。

氏曾訪大學之天文學系主任福爾斯忒 (Förster) 教授，其所主管之天文臺在恩開 (Enci-keplatz) 之林頓街 (Lindenstrasse)。彼勸氏可擇大學中天文學課程與波茲達姆天文臺所研究之性質相同者而習之。後氏察知臺長福該爾對於此舉不甚贊同；蓋其不欲與柏林天文臺發生任何關係，以求其主管之天文臺成一獨立系統。實際，晒納博士以後曾在大學中擔任天體物理學教授，每星期講授二次，決不能完全不發生關係也。

後氏遷居波茲達姆，距天文臺僅約一英里半之遙。氏於工作之餘，常喜散步，常與留德之美人互相來往。每逢陰雲不能觀測之時，常赴柏林參加各種音樂會。

一八九一年春末，天文臺中缺乏燃料之供給，氏仍於低溫度之下，努力攻讀於臺中之一室。最初氏尚無一定之研究問題，故瀏覽該臺所出版之一切四開本書籍。此對氏初學工作之實習，甚為有益。當氏發覺書中印刷上之錯誤時，氏常訪諸著者而校正之。

氏首先研究該臺新裝置之精密分光計 (Spectrometer) 之周期的誤差。不久，福該爾教授命氏使用熱電堆 (Thermopile) 研究太陽表面各位置之輻射量。氏自製一熱電堆，連接於八英寸赤道儀上；此遠鏡即斯波厄 (Spörer) 教授所用以研究太陽黑子者，其後教授年老，仍常用之以觀星。不久，氏即獲得若干饒於興趣之結果，其後氏知蘭格利 (S. P. Langley) (註 III) 已在阿尼根尼 (Allegheny) (註 IV) 獲得同樣之結果，而法國研究院之報告 (Comptes Rendus) (註 V) 已略為說明。即謂太陽黑子在太陽表面中央部分附近時，其輻射量較其附近光球 (Photosphere) 所輻射者少；當其向太陽邊緣移動時，數日之後，其輻射相對的增加。氏之記錄為太陽

邊緣黑子之輻射量，有時較大於其附近距中心等距離之光球之輻射量。此因太陽蒙氣所吸收光球之光相對的較大於黑子暗影或中心所吸收者之故。當時氏擬從事觀測，以供翌冬在斯特拉斯堡研究理論之資料；但因環境關係，變更計劃，仍留於波茲達姆。

是時波茲達姆天文臺中，尚有自願研究者二人，一為聖彼得堡 (St. Petersburg) (註三三) 之

布盧巴赫 (F. Blumbach) 一為東京之平山信 (Shin Hirayama)。波爾科發天文臺 (Pulkowa

Observatory) (註三二) 之培羅波爾斯基 (A. Belopolsky) (註三八) 曾至波茲達姆數星期，彼計

劃採用波茲達姆天文臺之方法，在俄羅斯帝國天文臺為攝譜儀之觀測。培氏與氏之誕生日期相同，但長氏十二歲；現今彼年已近八十，仍在天文臺中擔任一部分觀測工作。是時氏與布盧巴赫及培羅波爾斯基三人常共同演習推算工作於波茲達姆附近公園之中。

秋季時，氏又擬回返斯特拉斯堡工作，以求博士學位，而晒納博士則希望氏能留居波茲達姆，

助其記錄武仙座大星團照片之量算工作而後再完成量算之結果。此武仙座大星團照片係用累

普索爾特 (Repsold) 天文攝影遠鏡所攝者，其中一枚係晒納博士與氏合攝，他一枚係氏個人獨

攝，均係成功之片。此雙重遠鏡之導鏡微動機關甚爲靈敏，觀測時導星毫無走動，甚爲快便。若利用集凱士天文臺攝影片所用之科蒙方法，僅移動底片匣（plate-holder）能得更良之結果；但就製作天體攝影星圖之底片言，波茲達姆天文臺之裝置，已甚充分滿足。此種儀器，在氏春季抵臺之時，始行裝置；氏之所攝，是爲其最初使用適當儀器以攝取天體之照片。氏自覺能繼續此種工作而完成此大星團之最初三角測量者，不勝榮幸之至。因此係一新法，故須廣用公式；氏最後由此二片，獲得八百以上之恆星，並精知各星之位置。氏遂認爲在此世界上著名之大體物理天文臺中繼續觀測與研究之工作，較諸回返斯特拉斯堡以求博士學位者，更爲重要，更有價值，故氏允晒納博士之請，留居波茲達姆天文臺，是時氏每月可獲得八十乃至一百馬克之薪俸。

是年初冬，愛丁堡（Edinburgh）（註三九）之安得松（T. Anderson）發見御夫座新星（Nova Aurigae）（註四〇）使氏大爲興奮。氏知發見消息時，新星光度已降至五等。波茲達姆天文臺原有一大攝譜儀，主要工作爲供研究視綫速度之用，是時新星光度，業已低降，不能以此儀器研究之矣。福該爾教授遂命木匠作一小木製遠鏡裝置，用以裝置一小攝譜儀，連於天體攝影折光遠鏡放置

攝影底片之處；命氏校正一切。是時晒納博士因病請假，一切觀測由氏負責擔任。此小底片之尺度甚為狹小，使氏進益不鮮。此新星為第一次使用攝影方法研究之新星；每逢晴夜，氏均攝取其光譜，直至其過於微小不能攝取而後止。當時氏又攝取其他饒於興趣之天體光譜；是等天體之輝綫，其他天文臺亦多有記錄報告，而以美國之報告為最多。

是時德國天文觀測家對於此等光譜圖(Spectrograms)均不甚信，猶以對於哈佛天文臺用物端稜鏡所作者，懷疑更甚。美國天文觀測家則多以深信之。氏遂努力求獲確實之光譜圖，以冀各天文家對之確信無疑；不久果能如願以償，福該爾博士業已確信輝綫之本體。其後作一金屬攝譜儀，代氏所用之木製者；而威爾星(Wilsing)博士及其他學者對此方面曾作種種有價值之貢獻。氏對此工作甚為努力，常因忙於工作，忘其晚餐，而福該爾博士常自其家中携膳以供之；是時福氏身體欠健，以致不能為夜間之觀測工作。

氏又與晒納博士及其來比錫印刷公司發行者商定將博士之重要研究，譯為英文；氏且得於可能範圍之內，增加其間對於斯學最新研究之事項。波士頓印刷公司曾希望出版該書；且謂若銷

路較廣，願以三年所入之售金作氏報酬。但氏於翌年夏季返美以前無暇從事翻譯。是時氏尙未決定來年度是否仍在波茲達姆，抑或回返美國，故未允答之。

(註一) 英國蘭卡郡 (Lancashire) 之海港。

(註二) 英國徹喜爾 (Cheshire) 之首市，位於提 (Trev) 河畔，距利物浦 東南一五英里。

(註三) 英國天文家，一八五六年自設天文臺從事觀測，發見星雲爲氣狀光譜，首先應用杜拍那 效應於天體之運動觀測 (一八二四——一九一〇年)。

(註四) 倫敦 南部之郊外。

(註五) 一六七五年創立全世界經度之始點。

(註六) 努力製造國際攝影星圖發見雙子座新星，創新星新說 (一八六一——一九二九年)。

(註七) 一六六七年創立，有悠久歷史與業蹟，近年亦向天體物理學方面發展。

(註八) 距萊茵 (Rhine) 河約二英里之亞爾薩斯 洛林 (Alsace-Lorraine) 都市。

(註九) 萊茵 河北之瑞士 北部一州。

(註一〇) 瑞士 北部一州。

(註一一) 瑞士 巴塞爾斯塔特 (Basel-Stadt) 州之都市。

(註一二) 德國 巴登 (Baden) 大公國之都市，位曼海姆 (Mannheim) 東南十二英里。

- (註一三) 用天體攝影儀熱心觀測。發見彗星、小行星、變星、新星、星雲等甚多。(一八六三——一九三二年)。
- (註一四) 普魯士罕諾弗(Hannover)州之都邑。
- (註一五) 德之實驗物理學家。(一八四〇——一九一〇年)。
- (註一六) 德薩克森(Saxony)之都市。
- (註一七) 用目視觀測，發見小行星二二個。一八七四年爲觀測金星凌日曾來北京。(一八三八——一八八〇年)。
- (註一八) 德之天文家，用新法決定攝影光度，由太陽輻射平衡，說明觀測上諸現象。(一八七三——一八一六年)。
- (註一九) 北美馬薩諸塞州罕普什爾(Hampshire)之都市。
- (註二〇) 北美威斯康星州之一郡。
- (註二一) 猶太人，世界第一流物理學家，倡言相對論。(一八七九年三月生)。
- (註二二) 俄之物理學家，曾說明彗星尾遠太陽之理由。(一八六六——一九二一年)。
- (註二三) 英國物理學家。(一八三一——一八七九年)。
- (註二四) 普魯士 Schleswig-Holstein 州之海港。
- (註二五) 德國發行之天文學雜誌，發行期間已達百年以上。現今每年約三卷，每卷凡二十四期。
- (註二六) 英國國立天文臺，位南非洲好望角之東部，一八二〇年創立。
- (註二七) 德國研究天體物理學之天文臺，東經〇度五二·一六分，北緯五二度二三分，高度九七公尺。
- (註二八) 德之天體物理學家，以用分光攝影，研究星體運動得視綫運動正確數值爲主。(一八五八——一九一三年)。

(註二九)德國著名作曲家詩人。(一八一三——一八八三年)。

(註三〇)分光學之權威者與英之哈金斯相並列。(一八四一——一八〇七年)。

(註三一)德國 Pernitz 河畔 Bavaria 之 Middle Franconia 之都市。

(註三二)德之生理學者、物理學者。(一八二一——一八九四年)。

(註三三)美國天文家，其主要工作，努力於太陽之研究，創製分光輻射計。一九〇六年歿。

(註三四)北美賓夕法尼亞 (Pennsylvania) 州 彼茲堡 (Pittsburg) 大學附屬天文臺，自十九世紀中葉開始工作，今

有七六公分之折光遠鏡，以觀測星體運動爲主。

(註三五)法國著名科學雜誌，每星期一册，一九三六年十二月十四日已出至第二〇三卷第二四號。

(註三六)芬蘭 (Finland) 灣頭之俄國舊都，即今之彼得格勒 (Petrograd) 市。

(註三七)一八三九年創立，俄國國立天文臺，位列甯格勒 郊外。

(註三八)蘇俄天文家。一九〇〇年確定金星之自轉周期。一八九六年發見北河二 (Castor) 星之伴星，一八九八年發

見雙子座 γ 星爲分光雙星，以研究恆星光譜爲主。

(註三九)蘇格蘭之首都，愛丁堡大學係一五八二年詹姆斯 (James) 六世所創立。

(註四〇)一八九二年一月二三日英人安德松所發見，位御夫座之南端，實際在其前年末已爲四等星，光度終未增明，至

三月中旬急低，四月末完全不見。此星發見後，光譜觀測盛行，結果始知其有新星特殊之輝綫暗綫兩立模樣。近

年著名新星之一。

五 回國以後

一八九二年夏，氏決定回返美國。當其自安特渥普（Antwerp）（註一）乘輪返國之際，獲得美國寄來函件，請其擔任將來之工作。一寄自明內索塔（Minnesota）（註二）大學，聘一青年擔任天文學工作；一係請其回返達特馬斯大學擔任天文學助教授，不必講授物理學之功課。氏因久未省親，遂決定回返罕諾弗。

是年秋，氏重居罕諾弗，對其失去波茲達姆天文臺之研究機會甚為痛惜；當時只得努力教授達特馬斯大學之功課。氏所擔任之功課為天文學，解析力學，氣象學等科，每有餘暇，專心致力於納博士工作之翻譯及校正。該書係八開本，共四百八十二頁，包含用表甚多，誠一艱苦之工作。氏決用羅蘭德（H. A. Rowland）（註三）之波長以代波茲達姆天文臺所用者。羅蘭德攝影圖進步之處乃其所記載之太陽光譜不能與以前所繪者相比較。數年以後，知波茲達姆天文臺所用方法比

羅蘭德方法所得之數，較近於絕對值；而書中所述者，則以相對波長之正確值為主。故氏以羅蘭德太陽光譜波長表之第一附錄表名義發表，該表係自眼視及攝影方法量算而得者，於一八九三年刊於天文學及天體物理學之雜誌“*Astronomy and Astrophysics*”（註五）中。氏所譯晒納著作之英文本，定名曰天體分光學（*Astronomical Spectroscopy*），於一八九四年初版，共四百九十五頁。一八九八年業已發行數版，重印數百冊，並加以修改。全書中有十分之一，較諸德文原本之說明更爲明晰。氏自身常用原本，僅於書旁加註若干較爲新近之解釋。

氏所翻譯晒納博士著天體分光學出版之後，哈佛天文臺臺長彼刻林（*E. C. Pickering*）（註五）對之甚爲欽佩；借氏以哈佛底片，請其研究變星漸臺二（即天琴座β星（*β Lyrae*））之複雜光譜。惜於達特馬斯大學無適於此種研究之量算儀器，故僅就是等底片爲性質上之研究，而其結果，公布於美國科學會。

達特馬斯大學校園中，有一小山；四十年前波士頓之沙塔克博士（*Dr. Shattuck*）所創建之小天文臺卽在其上。臺中有一優良之太陽分光儀，揚格教授於一八七七年前往普林斯吞之前，曾

用此儀器爲重要之研究。此種設備，可用以研究太陽，尙有其他儀器，宜於教授實用天文學之用。氏未來校之前，約十五年間，此小天文臺均乏人主管，故非重新整頓不可。氏遂努力整理籌劃一切，力圖恢復天文臺之美譽，及引起大學師生對此科學之興趣。不久，果如氏之所願，青年學生對於天文學均感興趣；每日常觀測至夜半二時以後，氏亦感快慰，教授達八年之久。

一八九二年巴特雷特校長辭職，由羅德（John K. Lord）教授繼任，聘氏父管理校舍事宜。時氏父擔任醫學院教務長及教授等職，甚爲忙碌；故氏於是年秋任助教授之後，常助乃父管理一切，而以監管大學建築物之電氣設備爲主。

翌年，大學增加新預算，遂建巴忒飛爾德廳（Butterfield Hall），用以研究自然科學者，其兩端爲白禮拜堂（White Church）及韋布斯忒廳（Webster Hall）。其他新建建築頗多，學校爲之一新。製紙公司主人懷爾得（Charles T. Wilder）亦捐助巨款，用以建築懷爾得物理學實驗室；並準備一萬元基金，以供天文學系需要之用。懷爾得捐款，係由氏父慫恿而得，蓋氏父與彼私交甚深，且係其私人醫師故也。是時達特馬斯大學進展甚速，班級大爲增加，學生程度亦較高於昔日。校長係

塔刻博士 (Dr. William Jewett Tucker)

氏對於其他科學雖亦有教授經驗，但終不如教授天文學之能使學生動容。是時攝影術方應用於天文學及天體物理學，而宇宙膨脹之說亦正在倡言之際，故學生多喜讀天文學之功課。氏首先所授者自係天文學之基礎知識及敘述天文學。

是年冬季各級學生均讀敘述天文學之功課，而春季則以實用天文學爲選科。更深課程則限於高級之一部分優秀學生。氏教授敘述天文學功課凡四年，直至一八九八年前赴葉凱士天文臺爲止。

是時達特馬斯大學中，年青教授自成一團體，研究學問，游玩山水，氏亦居其一。氏有一愛馬，查克 (Jack) 其名，氏常騎之馳驅於罕諾弗附近地方及赴弗蒙特之河畔。有時氏作登山之戲，常由甲山攀越乙山，甚以爲樂。

一八九三年夏末，氏與其老友約瑟托姆普松同赴芝加哥參觀世界博覽會。會中展覽各種科學重要智識及儀器甚多。其最堪注意者，以關於物理學及電學之展覽，由著名學者主管之，如德之

黑爾姆荷爾茲，法之馬斯卡爾 (Mascart) 以及其他等是。關於天文學之展覽雖不甚偉大，但饒興趣。地方委員有立克天文臺之柏恩哈姆 (S. W. Burnham) 教授及芝加哥大學之黑爾 (George F. Hale) (註六) 教授等。海德爾堡之馬克斯佛爾夫教授亦曾到會。包爾提摩爾 (Baltimore) (註七) 之羅蘭德教授擔任關於天體物理學問題之討論。在巨大製造廠建築物中，有一最著名之展覽，即葉凱士天文臺最大遠鏡之支柱及其裝置之臺架；此頗引起觀者之注意。

一八九五年，氏父身體欠健，但仍努力其事業。氏常隨侍父側，助其整理一切。翌年春，病復加劇，遂於五月二十四日逝世，距其六十六歲生日前僅數日。

一八九六年正月，氏接得浮茲堡 (Würtzburg) (註八) 之楞特根 (Röntgen) (註九) 教授關於愛克斯 (X) 光綫之驚人發明之片斷消息；即用真空管研究陰極射綫 (Cathode Rays) 發見一種能通過不透明物體之未知放射綫；彼之論文發表於年前十二月，而氏尚未見及，故不知其實驗之經過情形。當氏聞此消息之後，立即於其物理學實驗室中，歷試真空管數種，冀求獲此不可思議之射綫；結果甚為奇異。氏之第一次試驗係在是年二月一日星期六晚，至今氏尚不忘當特之興趣。

當時罕諾弗有一青年名卡賽 (Eddie McCarthy) 者，於一月十九日折斷其前臂之尺骨，氏兄命氏應用此新法檢視折斷之處；氏於二月三日獲得一完滿之照片。翌日，氏將其結果投登於科學雜誌，刊於二月十四日出版之一期；該期所載論文，尙有二月八日彪平 (M. I. Pupin) 教授及古德斯彼德 (Arthur Goodspeed) 博士所得之結果。各人所攝照片均係一頁。同期又刊楞特 根自己最初所得之結果。氏之照片中，有氏自己手指之像。以後氏又攝得一手之照片，其詳細情形與今日用愛克斯光綫所攝者相若。

一八九六年十一月一日星期日，氏與其愛人哈薩德女士行結婚禮於多爾徹斯忒 (Dorchester) (註一〇) 禮拜堂。二人曾經長時間之交際與認識，故愛情甚深，組織快樂之家庭。結婚之翌年夏，二人同赴歐洲旅行，曾訪斯特拉斯堡、海得爾堡及波茲達姆等地之舊友；不獨舊地重游，舊雨重逢，更有新夫人隨侍其側，是時氏之愉快，不喻可知矣。氏是次旅行，約有十三星期之久，其間留居於巴黎與倫敦者各約十日。此行雖樂，終因大學開課在即，不得不就道重返罕諾弗。

一八九八年四月氏妻舉一女，名曰卡薩林布朗德 (Katharine Brand)。是時葉凱士天文臺

臺長黑爾教授因獲得紐約布魯斯女士(Miss Catherine Bruce)之捐款，足供一天體物理學教授五年薪俸之用，遂聘氏來臺擔任斯職。氏因不欲辭卻達特馬斯大學之職，更不欲遠離其母以及其他親友，故甚費躊躇。至於氏之夫人則生於芝加哥，早年生長於惠吞(Wheaton)及俄克巴克(Oak Park)，且有友人居於該地附近，故對此遷居問題，尙不感若何不樂，而氏終因有使用大

遠鏡研究之機會及與摯友黑爾共處之樂趣，遂決定於是年七月一日就職。氏後在該臺工作，竟達



一八九六年之新郎與新婦
——夫羅斯特與馬利哈薩德女士——

三十餘年之久。

是年十月氏負責籌備葉凱士天文臺大圓頂室開幕典禮。當時氏被殷勤招待，寄居於窩茲凌斯 (Wadsworth) 教授之屋。後自一八九九年夏始，氏居該屋達六年之久。十月二十一日芝加哥大學董事會董事以及教授等，均雲集於日內瓦湖畔。開會地點即在大圓頂室地板上，先由葉凱士氏致詞，次由董事長賴爾松 (Martin A. Ryerson) 答詞。阿尼根尼天文臺臺長基勒 (James W. Keeler) (註一) 教授會作重要科學講演，題為『天體物理學研究之重要及其與其他物理科學之關係』。邁克爾孫 (Michelson) (註二) 教授及其助教亦在新建之賴爾松物理學實驗室中表演種種實驗；此實驗室係賴氏所捐贈，以供學校研究科學之用。

於十月二十一日行開幕典禮前二三日，各方來集之天文家及物理學家曾開一天文學會議，宣讀論文多篇，並有關於儀器及方法之講演。氏曾報告籌備是次會議及天文臺大圓頂室開幕典禮之經過情形；原文載於是年十一月十五日之科學雜誌。

一八九九年復於葉凱士天文臺開第二次天文學會議，決定組織一全國天文學會。一切組織

章程均已由科姆斯托克 (G. C. Comstock) 起草，故此次會議成爲美國天文學及天體物理學會之第一次會議。紐科姆教授被舉爲首任會長，科姆斯托克任祕書。是時科氏身體欠健，故其祕書之職，由氏代理之。是會名稱不甚妥當，遂於一九一四年改稱爲美國天文學會 (American Astronomical Society)，決定每年開會一次，至少每四年與美國科學會同時開會一次。

一九〇二年一月十一日氏妻舉一男，是氏之第一男兒，名之曰夫累得利克哈薩德 (Frederick Hazard)；產於罕諾弗氏之故宅中。四月初氏夫婦攜其子女二人復至威廉灣繼續其工作；是時氏之家庭因增一子，更感快樂。

一九〇三年十一月美國科學研究院首次開會於芝加哥，會員曾參觀葉凱士天文臺。臺長黑爾於閉會之後，閉其住宅，前往巴薩提那 (Pasadena) (註一三) 以渡寒冬。是時黑氏已預定轉任於威爾遜山天文臺 (Mount Wilson Observatory) (註一四) 以研究其關於太陽之特殊問題。

不久，黑爾因身體欠健，不能常常臨臺視事。哈爾柏 (Harper) 博士遂聘氏代理臺長之職務。黑爾正式加入威爾遜山天文臺研究之後，氏遂繼任臺長，並於一九〇五年六月遷居臺長之住

宅氏任臺長之後專心努力整理臺務，作種種研究計劃，以圖發展。

一九〇六年六月五日，氏妻又舉一男，名之曰本哲明去霸夫羅斯特（Benjamin DuBois Frost）。

一九一二年氏又遠渡歐洲，與其舊友聚談。歷訪各國天文臺，參觀其近代之設備；與新進天文家而詢其最新之研究以供自身之參考。舉凡歐洲之著名天文家以及物理學家，氏始均遇及。

氏母係一近視眼甚深之人，故氏受其遺傳，眼力素非健全，誠不宜任天文家觀測之工作。在氏九歲以前，其父母對氏之目力如何，亦不加以注意；逮年約十歲，即帶眼鏡以補救之。氏目之近視程度，隨其研讀而增加，然在一九〇七年前，終未覺有特別痛苦之處，是時氏年已逾四十矣。

一九一五年十二月十五日，當氏工作於四十英寸遠鏡之下，獨自攝取一比較微星即英仙座 α 星之光譜時，氏之眼力甚感苦痛。當視環上之分綫以及置星於分光儀光隙上適當位置之後而導星時，均感困難。是時氏俟其助理員來室之後，始將其露光，果知其右眼之視力，發生甚大錯誤。氏因其母曾受分離網膜之痛苦，故甚以爲恐；而氏終亦不能幸免。一九一七年當氏自芝加哥乘車之

時，醫者仍不許其讀書閱報。

後氏覺其仍可用其一眼攻讀，並於相當限制之下仍可使用測微器量算。但不久又新發生困難之問題。即華盛頓之著名眼科醫生威爾麥 (Dr. Willmer) 及其助手柏克 (Burke) 對氏之左眼又加注意。一年之後，威氏等知氏之左眼已發生一小白內障之病，而其蔓延速度之快慢，則不能決定。後知其係慢性；雖施以種種減輕其擴大之方法，終不見效，而氏之視力日差一日矣。逮一九二一年，痛上加痛，苦上增苦，是眼又患出血之症，以致完全不能閱讀，而普通視物亦覺困難矣。數月後此出血症完全消失，而氏之視力只餘百分之三四，如斯者維持數年之久；直至一九三〇年遂完全失明，不幸而步加里尼 (Galileo) (註一五) 之後塵矣。

(註一) 荷蘭國境之比利時北部之一州。

(註二) 北美一州位威斯康星及修波利爾湖之西。

(註三) 美國分光學者，熱心研究太陽光譜，作法朗雀伐綫之波長表。

(註四) 現改爲 "Astrophysical Journal" 及 "Popular Astronomy" 二雜誌，仍繼續出版。

(註五) 美國第一流天文家，注意恆星光譜及光度測定。(一八四六——一九一九年)。

(註六) 研究太陽物理學，用自製太陽分光攝影儀研究太陽面上之物理性質。確證太陽黑子之磁性，又製太陽分光儀。
一八六八年生。

(註七) 北美馬利蘭(Maryland)州之都市。

(註八) 巴威(Bavaria)之Lower Franconia都市。

(註九) 德實驗物理學家，X光纜發見者。(一八四五——一九二三年)。

(註一〇) 北美波士頓之一部分。

(註一一) 研究光譜，一八八六年在立克天文臺觀測天體光譜及視線速度，發見頗多；確定馬克斯韋爾對於土星光環之理論。一八九一年任阿尼根尼天文臺臺長，一八九八年復任立克天文臺臺長，專為攝影觀測。(一八五七——一九〇〇年)。

(註一二) 美國物理學家。(一八五二——一九三一年)。

(註一三) 北美加利福尼亞州有名避寒地。

(註一四) 一九〇四年美國新建之天文臺，拔海一七四二公尺。以研究太陽為主，近年亦研究恆星、星雲及星團等。

(註一五) 意大利物理學家及天文家，一六〇九年以自製遠鏡發見木星之衛星、太陰表面、金星盈虧、太陽黑子等，主張地動說。(一五六四——一六四二年)。

六 葉凱士天文臺

葉凱士天文臺位威廉灣之日內瓦湖畔，爲美國著名天文臺之一。威廉灣昔爲美洲紅人漁獵生息之地，與芝加哥毗鄰，火車兩小時可達。芝城中廠肆如雲，閭閻櫛比，罪惡淵藪，烟霧彌漫；而威廉灣則居民僅及數百，樹木蔭翳，水光漣漪，景物晴爽，幽靜絕俗。

該臺附屬於芝加哥大學，自以密邇學校爲最宜，所以使學生實習之用；今則遠設於日內瓦湖畔，其故何哉？蓋置遠鏡於烟霧沈沈之城中，天日星辰，長蒙障蔽；遠鏡雖巨，亦難爲力，是屈英雄於無用武之地。且城市人烟稠密，行旅頻繁，踵門求觀者，勢必麇至羣來；於是科學探研之利器，將徒供庸俗之賞玩矣。是以大學當局幾經權衡斟酌，始決定設臺於威廉灣。

臺之名乃以捐資設臺者之名名之；蓋所以報功崇德，永垂紀念於後世也。就此遠鏡製造之歷史言之，亦頗饒興趣。當一八九二年九月初，美國科學會開會於紐約之羅徹斯忒時，劍橋大學克拉

克 (Alvan G. Clark) 曾向黑爾建議，謂新芝加哥大學宜具有巨大之遠鏡，蓋當時該大學正在努力建設，向新式而發展故也。南加利福尼亞大學是時欲獲一大遠鏡，曾向巴黎巴拉曼托伊斯 (Parra-Mantlois) 玻璃製造公司定製一對鏡面，一係火石玻璃 (Flint-glass)，一係冕號玻璃 (Crown glass)，直徑約四十二英寸。此鏡進行，雖甚爲順利，而南加利福尼亞大學變更其計劃，遂將此鏡出售，需價一萬五千美金。黑爾遂採納克拉克之建議，敦勸芝加哥大學校長哈爾柏設法實現此計劃，遂向葉凱士 (Charles T. Yerkes) 進行捐款，果告成功。是年秋開始製此大遠鏡支柱及其裝置臺架，翌年夏已能展覽於芝加哥博覽會矣；此種工程全係工程師窩納 (Warner) 及斯瓦賽 (Swasey) 費盡心血之傑作也。

葉凱士者芝加哥經營電車事業之富商也。時逢財運困厄，其金錢上之信用，一落千丈；欲向銀行周轉，藉資挹注，已感不靈。適黑爾與之磋商建築天文臺事，彼遂慨然以捐助一切費用自任。當時氏雖自覺二三年內其財力不足以供圓頂室及建築物之需用，甚至物鏡之費亦無着落；但彼相信其財產必足以供所需，故決定任此負擔，並聲明此遠鏡之宏偉，必使世界各天文臺無能與之比倫。

者。翌晨報章競載葉凱士捐款數十萬元建一天文臺，用以裝置世界最大折光鏡之新聞。金融界聞茲消息，咸信葉氏財力，實仍雄厚，前此懷疑，毋乃過慮；銀行方面，信用驟增，周轉以靈，葉氏企業，轉危爲安。而葉凱士天文臺亦應運而誕生。遠鏡口徑實達四十英寸，執當年世界之牛耳；迄今重四十載，折光遠鏡，仍無能出其右者，蓋成絕唱矣。

斯臺建築爲羅馬式 (Romanesque Style)，其雕鏤藻飾，甚爲精緻。臺之西端爲龐大圓頂之建築，四十英寸大遠鏡即置其中。僅就鏡片之玻璃及琢磨之工作計之，已耗十萬餘金，其他所需，可類推矣。圓頂之徑寬九十英尺，其大小與普通房屋數十幢相埒。圓頂全部爲鋼架鐵片所合成，其龐重可以想見；幸賴電力之助，祇以一舉手轉動電紐之勞，可使全座如山之圓頂，左右旋轉，動靜自如。臺中地板作圓形，徑亦九十英尺，或昇或降，亦祇須一轉電紐而已。遠鏡自身，具鐵筒一，長六十英尺，重六噸有奇；而與座架之联接至爲靈活，可以一手推之，使之轉動。座架中具有鐘錶機括，使遠鏡自行運轉，得隨星象以偕移，光輝燦爛之明星，始獲長存於眼底。

葉凱士天文臺第一任臺長黑爾不獨係一胸羅星宿之績學士，兼爲長袖善舞之理財家。其於

天文界之貢獻，凡稍涉獵天文之學者，無不熟耳其名。在其未長葉凱士天文臺之前，家雄於資，能以私人財力，設肯武德（Kenwood）天文臺。其長葉凱士天文臺時，年方二十有四，尚係少年，而雄心勃勃，得此猶以為未足。見加利福尼亞天氣之晴爽為全美冠，遂倡於該地設觀日天文臺之議；得富商卡內歧（Andrew Carnegie）之贊助，遂建臺於威爾遜山。其中之一百英寸徑迴光遠鏡，全球之上，尤推巨擘。

後黑爾年雖已垂古稀，而老驥伏櫪志在千里，宿儒暮年，壯心未已，竭力鼓吹創製二百英寸之遠鏡，最難解決者自係經費問題。回憶當其長葉凱士天文臺時，曾邀請煤油大王羅克非婁臨臺參觀，蓋以其擁資雄厚，冀有所助。臺中洒掃庭除，以壯觀瞻，烹羊宰牛，以宴上客，自屬題中應有之義，方省主俱登天文臺之頂，縱覽湖光山色，羅克非婁稱景物之美，以一角銀洋授於臺長曰「吾願以此補助臺中經費」，乃偕其從者，揚長下樓登車而去。臺中人員遂自享所備之盛饌，而黑爾之計劃，一時只可付諸東流。但最後美之國際教育委員會曾捐資三十萬元，以使黑爾之二百英寸天文鏡計劃，見諸實現；該會經濟上之背景仍係煤油大王，故仍出於羅克非婁之腰纏也。

臺長以次，教授講師凡八九人；而學生總數，祇及其半，與通常教室中，一教授演講於上，百數生徒諦聽於下者，迥異其趣。蓋以天文臺爲研究之地，而非講學之場；教授主要之工作，乃在遠鏡之側，而非粉板之前，所收學生，必具大學畢業資格，而專門研究天文者。

臺中人員總數，雖祇二十餘，而所代表之國度，自美國而外，有英法德俄比捷克日華等國，均一爐而冶。良以日月星辰，至公無我，萬方攸同，非若語言、政治、歷史、風俗之囿於一隅，而乏空間時間之普遍性質也。

葉凱士天文臺第二任臺長，即夫羅斯特氏。氏於一八九八年七月第一星期攜妻及女，來臺視事，是時非任臺長之職；直至一九〇五年始繼黑爾之後，而任臺長。

四十英寸遠鏡之恆星攝譜儀，亦係葉凱士所捐贈，由布拉斯赫（Mr. Brashear）承製。助理員挨勒曼（Ferinand Ellerman）係一精幹之人，曾先於數星期前，將此儀器整理完妥，以備觀測之用。氏獲其幫助，抵臺之後，即能開始攝取星體之光譜，欲以量算其視線速度，所採之法，係氏於十年前在波茲達姆天文臺所用者。關於技術方面，其他觀測家曾已大加改善，而以立克天文臺之

卡姆培爾改良最甚；彼使攝譜儀更爲穩定而可以自由免除彎曲，又作量算底片之新法及其分類法，曾刊於天體物理學雜誌 'Astrophysical Journal' (註1)

氏擬採取各種改良方法之優點而另製一完善之攝譜儀。是年秋，自德國蔡司公司 (Zeiss Company) 運到量算儀器一具，氏費盡心力，用以試驗該器所獲得結果之精確程度。不久，發覺攝譜儀仍不能完全不生彎曲之病，且當露光時亦不能充分防止溫度之變化。氏等雖努力研究，以冀免除斯等之困難，但結果，事與願違，比最初所察覺者困難更甚。黑爾遂與氏計劃另製一新攝譜儀，力求其能消除種種之困難；但終未實現，直至布盧斯女士捐款三千美金之後，始得如願以償。遂計劃製一最優良之稜鏡，由巴黎之巴拉曼托伊斯玻璃製造公司承製。當儀器完成之後，此新稜鏡曾試用數次，結果決定其非完全同質所製者，仍不合用；遂向耶那 (Jena) 玻璃公司另製一具。故至一九〇一年夏，此布盧斯攝譜儀始能正式工作，且能獲得十分滿意之結果。

葉凱士天文臺初始之設備，確甚簡陋，臺長黑爾對此新設立之事，有其嚴密之計劃，且能獲得哈爾柏博士與大學當局之經費補助。彼力謀儀器設備之發展，圖籍收存之搜集，專門人才之羅致，

並預定種種研究之問題。氏對其熱心努力之精神，甚爲欽佩；二人同臺工作，不獨常感興趣，且成爲極誠心相待之摯友。

葉凱士天文臺建築未完工以前，卽遠鏡未裝竣以前，巴那德 (Edward E. Barnard) 註：業已自立克天文臺至芝加哥大學任實用天文學教授之職。彼繼續其在立克天文臺所首創之工作，以赤道儀遠鏡所附之攝影透鏡，攝取銀河及彗星之像。布盧斯女士認此天體之攝影研究，甚有價值，遂捐助美金七千元，用以製一特殊遠鏡，具有足供此類工作之最優透鏡者。美國以及國外製鏡家多努力試製此精確之透鏡，直至一九〇四年始獲一偶透鏡，口徑十英寸，焦點距五十英寸，而窩納及斯瓦賽更特製一新式支柱，用以裝置此遠鏡。女士所捐之款，存儲於銀行如斯數年之久，其所產生之息金，足以製一十五英尺之木造圓頂；此圓頂室建於裝置四十英寸大遠鏡之九十英尺大圓頂室西南方約三百五十英尺之地。

芝加哥有一業餘天文家名曰柏恩哈姆，以觀測雙星著名；當其任美國法庭書記官之職時，每逢晴天必於星期六下午來臺，利用星期六及星期日之夜，以極大速率，努力觀測，而於星期一早車

回返芝城。數年後，辭卻法庭職務，始受大學薪金而爲臺中職員之一，繼續其雙星之驚人觀測。

一八九八年氏來臺之初，卽與黑爾言定是年冬季休假之期，必須回返罕諾弗講授普通天文學課程，以俟其繼任人選完成畢業課程，能任達特馬斯大學工作後，再返臺工作。故氏於感謝日（Thanksgiving）（註四）之後，回返罕諾弗而渡聖誕節。翌年復至葉凱士天文臺，移居教授住宅，較前寬敞暢適，且臨湖畔，風景殊佳。

一九〇〇年芝加哥大學各方面均有甚大之發展，大學校長及董事等對於預算之增加，教職員之添聘遂大感困難。黑爾臺長對於專供研究科學用之經費，自願負擔新職員之薪俸。一九〇二年卡內歧創新基金，用以補助對於科學有特殊貢獻之人時，黑爾遂作較長久之研究計劃。氏及黑氏等特別努力研究自星像極微小振動以求星體距離之攝影方法之發展，而以振動乃因地球每年環繞太陽及觀測者所在地點隨季節而不同所發生者。數年前什雷星該（Frank Schleminger）

註四）博士對此方法業已試驗；當時利徹（G. W. Ritchey）（註五）曾以大遠鏡爲攝影鏡，用黃色濾光板以阻紫光線，使不在焦點上，顯影之後，已告成功。利徹攝取太陰、星團及其他恆星之佳

片頗多。有此精良照片之成功，什雷星該遂能爲極精確之量算；且於二三年內獲得新方法以改良其數值，有若干較近星體之距離，較前世紀所定者，正確多矣。

達特馬斯大學一八九八年級學生中，有一名阿丹斯（Walter S. Adams）者，攻讀甚勤，對於天文學亦感興趣。氏介紹於哈爾柏博士，命其爲天文臺研究員，與氏共同工作者凡數年。一九二三年黑爾博士因病辭卻威爾遜山天文臺臺長之職時，阿丹斯即繼其任，對於研究及管理方面均有甚大貢獻。

黑爾博士所設計之大太陽分光攝譜儀，多用以觀測太陽，進展亦甚完滿。一九〇三年係芝加哥大學十週紀念，校長哈爾柏博士擬就大學各系所研究之經過，出一叢刊，共十二卷。第八卷定爲天文學系之研究工作報告，全書共四百十三頁，登載論文甚多。後又作爲葉凱士天文臺臺刊第二卷。氏所作之論文爲「二十個獵戶類星視線速度之決定」。此類星之性質，含有氦線甚多；此氣體要素，係一八六八年首先發見於太陽，後知地球某水晶層部分亦含有之。氏之研究此等星體約二年之久，係與阿丹斯正同合作，而其所得之結果，甚爲正確。此第一篇論文，顯示此類星之特性，平均

言之，此類星之速度，較太陽之黃星爲慢，且其顯有遠離吾人之趨勢。關此問題，以後卡姆培爾更有充分之研究；其自二百二十五個氦星視線速度之研究，於其方程式中加一K項，結果得一平均速度約爲每秒四公里。

(註一) 美國芝加哥大學出版，創於一八九五年，每年二卷，每卷五冊。威爾遜山及葉凱士天文臺之研究，皆全部均載於此。

(註二) 近世最精熟之天文觀測家。一八五九年十二月十六日生，一九二三年二月六日歿。發見彗星之數達二十一之多，更發見周期彗星，木星第五衛星及星雲等。在新星、變星、星雲等方面，業績甚多，而以天體攝影術方面貢獻特大。銀河攝影亦甚有名。

(註三) 常在十一月最後星期四。

(註四) 耶魯大學天文臺臺長，美國天文學會會長。用葉凱士大折光鏡測恆星視差；又研究分光雙星之種類及周期。

(註五) 美國天文家，精於天文儀器之設計與製造，並長於天體攝影術，所攝佳片甚多。

七 天文家之生涯

天文家之觀測，多在夜晚，常由黃昏而達晨曙，其晝伏夜動，與蝙蝠鴟梟頗相類似；然天文家果能效率予晝寢而終日高枕乎？觀測之前，須先加準備，觀測之後，又繼以量算，準備與量算，均白晝之事也。驕陽當空，光芒四射，常蒙黑子之玷斑，起雲氣之昇騰，故雖值白晝，亦有應爲之觀測。如氏之天文家，從事達數十年之久，常因過於疲勞而始睡眠，且睡眠時間，常不及四五小時。

天文家之生涯，果爲苦乎？抑爲甘乎？是誠難言矣。無已姑攬掇莊子而爲之語曰：「從其所苦而苦之，則萬物莫不苦；從其所甘而甘之，則萬物莫不爲甘。」每逢嚴冬，戶外積雪沒脛，夜已過半，而其溫度常在零下十五度乃至二十度之間，圓頂室內之溫度常與室外相若；室內所以未行熾炭而取暖者，非故與天文家爲難而省經費，良以熱氣昇騰，使星光閃搖不定，勢必妨礙觀測故也。是時寒風透骨，僅聞時鐘走動之音與狂風怒鳴於圓頂窗口之聲，其淒涼可怕之狀，誠難以筆形容之。此時圓

頂室內，望遠鏡畔，熒熒紅光之下，隱約可見一人衣依士企摩（Taskino）（註一）人之服，或厚裘層裘帽覆兩頰，露於外者，祇雙目而已。其上屋頂洞開，天文遠鏡正由此對準星辰爲之攝影；蓋斯人在此觀星，已閱數小時，而其雙目注視遠鏡之目鏡，以守其所觀測之星，永在十字蜘蛛網上而居於星野之中央。

斯時夜雖已深，觀測者猶須伏茲冰天雪地中繼續工作，直至東方映紅，雞聲報曉，世人好夢歸來，揉搓惺忪睡眼，此天文學者始獲挈其欲僵之肢體，以赴黑甜之鄉。吾知觀之者必將憐其愚，而知之者必諒其衷也。

與天文家相抗衡而使其最感困難者，仍係天氣。有於事前曾費數日乃至數星期之準備，結果因陰曇而不能觀測，全功盡廢。冬夜天氣雖多晴朗明晰之夜，但常生忽然之變化，時有不測之風雲，以致妨礙觀測。是時遠鏡中之星像常由金剛鑽之燦爛變如蠟燭搖曳不定之光輝。又有長時間露光之片，業已開始觀測若干時間之後，因此不測風雲之故，遂致不能完成而終告失敗。

每逢晴夜，天文家必不辭辛苦，竭力觀測者，蓋非無因。風雲不測，人所恆知，若今日星河皎潔，坐

任良機以錯過，明朝霧湧雲騰，寧非將攝影而無從乎？況彗星光芒，時而漸趨暗淡，列宿移轉，重返且俟來年，機不可失，時不再來；以有涯之歲月，探無窮之祕蘊，星宿見而不觀，不亦惜哉。故每逢良夜，天文家必不因霜風而卻步也。

氏於葉凱士天文臺從事觀測之際，遇有餘暇，常不獨考慮宇宙間種種未解決之謎，更常審度人生處世之問題。觀測時常有一忠實機匠，服侍左右，蓋恐儀器臨時發生障礙也。氏與此機匠輪流下樓以取暖，或飲咖啡以解渴。除儀器發生障礙或圓頂軌道冰凍不能轉動之外，每逢晴日，均行觀測，遠鏡毫無休息之時。日間則常觀測太陽，時為分光儀之工作；時為決定恆星視差之計劃，藉求恆星之距離；時為量算光度之工作，以求星體之光度；時用測微器為雙星或其他饒於興趣之星體之眼視觀測。

當天文家從事計算時，對數表冊，三角函數，堆案盈几，加減乘除之器，羅列左右。算草數字之所被，亘數十頁而不絕，毫厘欲辨，點劃必明。精神振起，注意集中，庶最終結果，獲免舛謬；雖精疲力敝，勞力焦思，仍非空枉。苟於微芒之間，稍疏檢點，一着既錯，滿盤遂輸；牽一髮而動全身，失毫厘以差千里。

逮演算既終，始現結果之誤，則數十頁之乘除，十餘時之勞碌，虛此一擲，全功盡廢；不得不重整旗鼓，改弦更張。而計算終了，結論之發表，恆極簡單，數語可盡。若非深於此中三昧者見之，孰知演算之延長，竟數十百倍於發表之結論哉。

就天文家觀測之季節言之，夏季較諸冬季，舒適良多；蓋冬季夜長於日，觀測時間既長，天氣又冷，且觀測者須着笨重衣服，增加體重不少，甚爲不便。幸冬季觀測期間較短於夏季，聊可減輕天文家之辛苦。

天文臺觀測時間，均不欲來賓參觀，蓋天文家均不欲損失其寶貴之光陰也。間亦有於特殊情形之下，規定日期，任人參加觀星者，但爲數甚少。一九〇〇年夏黑爾博士任臺長時，爲引起社會對於天文學之興趣，冀獲若干之捐款，以助斯學之發展起見，特在大圓頂室中，作數次之講演。講演之後，繼以遠鏡窺天，以增聽者之興趣。當時臺中頗感困難，蓋設每次共五十人，每人觀測一次僅二分鐘，則其所需之時間，已不爲短矣。

方第一人觀星完畢而第二人尙未開始之際，氏等更示以種種天文之照片。土星光環，固特受

諸人所贊賞；而天琴座（Lyra）之環狀星雲亦爲一般所愛悅，此不獨因其美麗可愛，更因其形狀特殊之故，有時戲稱之曰天之油炸小甜餅。現今估計環中空間足以填塞吾人太陽系之三萬個。武仙座（Hercules）之大星團亦爲惹人注目之物，常環境優良天氣清明之時，能見其爲無數熒熒之光點，但因密集於中央部分之故，以致不能分解之者。星團中之星約在百萬以上，其離吾人之距離約爲三萬乃至四萬光年，其直徑爲二百光年。有時顯貴珍客常自遠鏡窺此星團；對此每一光點均係一太陽且較大於吾人之太陽者，以及吾人現今所見之光係其三萬年前乃至四萬年前所發者，無不驚嘆，且均有若信若疑之概。

氏入臺工作之初，常自覺睡眠時間雖少，但於全夜觀測之後，仍能於測微鏡之下，從事於量算以及其他之工作。氏任臺長以後，常因管理行政事務，費時頗多，以致其努力於研究之時間較少，深以爲恨。氏除躬親觀測而外，舉凡臺中一切管理之任務，生員研究之指導，天文刊物之編輯，無不勝任愉快，應付自如。

氏在天文臺中所研究者以恆星之視線運動爲主；其結果非載於天體物理學雜誌“*Astro-*

Physical Journal”即刊於集凱士天文臺臺報“Publications”。氏早年時代所作之論文，多登於普魯士（Prussia）科學院之雜誌“Proceedings”，及德法著名學會之刊物。氏又代天體物理學雜誌作科學評論及已逝世之天文家列傳，並代美國科學院作有系統之傳記。一九〇六年氏代卡內基學院編輯紐約哈密爾敦（Hamilton）大學培忒斯（C. H. F. Peters）（註二）教授所遺留未發表之長時間觀測記錄，蓋學院當局盧特（Eilim Root）氏爲表現其業師工作起見，欲將是種觀測紀錄，刊行於世。

氏之科學論文，約達百篇以上，有一部分係與臺中職員共同研究之結果。其論文目錄列入大學校長年報之一部；其中在學院成立最初二十五年間所發表者，曾刊於大學月刊。

氏對於美國科學團體及國際天文協會之貢獻頗多。氏任美國科學院委員多年，曾受培赤（Bache），窩宗，德累柏（Draper）等獎金。氏又在各科學院任天文學總編輯者數年。

一九二二年冬，氏於天文臺中組織一委員會，募集基金，用以救濟俄國天文家及其家族；委員除氏以外，尚有凡俾斯布羅克（Van Biesbroeck）及斯特盧末（Struve）二人。募捐成績甚

佳，故當俄國天文家發見第八五四號小行星（註三）時，名之曰「夫羅斯特星（Florsida）」，藉以報功崇德，以表欽佩之意。以未逝世之人名名諸天體者，以此爲創舉。

一九二一年五月愛因斯坦至芝加哥大學講演之時，曾蒞臨天文臺，與氏晤談達一日之久。愛氏建議天文臺添設儀器，用以研究其理論，而其理論實爲研究天文學所不可缺者。其相對論不獨對於數學的物理學有莫大之貢獻，而在宇宙觀上，亦佔重要之位置，使吾人對於宇宙之觀念，大爲擴大。

公開講演在氏之教育職責上，雖非重要；但氏對於此舉甚感興趣；且認其可以增進知識，使其更進而爲高深之研究。氏認爲對於各界演講，不獨興趣橫生，更可藉此時機，認識各界之領袖。氏向一般民衆講演時，多係通俗天文學常識，並多用各種圖畫以說明之。自攝影術應用於天文學後，宇宙之珍象，均能以照片表之，故氏每逢講演，多利用天體照片，其有益於聽衆者較諸言辭之解釋更甚。氏年較老以後，所演講之題目，多採簡單普通者，關於專門者少；蓋其認爲對於普通聽衆，僅輸以科學之一般概念足矣。

一九一〇年哈雷彗 (Halley's Comet) (註四) 出現時，全球爲之震動，美國豈能獨異？時氏已長集凱士天文臺，各方函電詢問者紛如雪片；氏除努力親自觀測外，更須分力答覆此種信件。是時精疲力盡之情形，誠難筆述。

一九二三年九月十日之日全食，氏曾前往加利福尼亞從事觀測；觀測地點擇定卡塔林那島 (Catalina Island)。氏經數月之籌備，於全食期前一月餘，已抵目的地，以便佈置一切。氏留島四十二日之間，天氣均係晴爽，僅見浮雲，暫蔽卿輝；而中午時刻，（即該次全食時刻）並纖雲亦不之覩。詎意九月三日，即距全食一星期前，陰雲密布，雷電交作，直至日食之日，尙不見霧；致氏數月之力，全功盡廢。造化小兒，竟肆播弄，夫復何言。此次日食雖因天陰而失敗，而氏之日食觀測經驗實已甚豐富也。

一九〇〇年五月二十八日之日全食，美國得見之。時葉凱士大文臺臺長黑爾派觀測隊於北卡羅來那 (North Carolina) (註五) 之韋德斯善羅 (Wadesboro)，自任隊長，氏任隊員之一。普林斯吞大學亦派一隊於該地，由揚格教授領隊；兩隊隊員同住於城南一小旅館中，互相討論，交換意

見黑爾及埃勒曼擬測量日冕之熱量；此係一困難之問題，而所用之儀器亦不甚合用。氏所擔任者係攝取食既生光時之閃光光譜（Flash spectrum）；並冀攝取日冕之光譜。氏用稜鏡照相鏡而伊沙姆（Taham）博士助氏露光。氏用時鐘裝置，轉動鏡面，使光反射，成水平方面而達儀器；此種裝置恰如定天儀之輕便形式者。儀器中尙有他鏡通過暗室，得以直接攝取日冕之像；此係由巴那德及利徹教授擔任，曾攝得佳良大照片數幅。靜候光譜線變化之進展及通知攝取閃光光譜之開始與終了之時間，亦由氏擔任之。氏等所攝取之光譜照片完全成功，經數星期譜線位置量算以後，發表於是年十二月號之天體物理學雜誌。

一九一〇年前後，氏對於改曆問題，亦感興趣。是時最普通之改曆案係四季曆。卽年分十二個月，每三月爲一季，每季第一月三十一日，其餘二月均係三十日，每季均九十一日或十三星期；元月不列在星期之內，每逢閏年，於六月三十日末加一閏日，亦不列入星期內。但氏主張不言改曆則已，若實行改曆，宜用十三月曆法；卽每年分爲十三個月，每月四星期，始於星期日而終於星期六。現今此種改曆運動世界各國尙係一未解決之問題。

(註一) 大部居於美洲北冰洋沿岸，軀短而黃，目直顴高，其服能禦寒。

(註二) 德人，於一八五四年至北美任克林吞天文臺長，於一八六一——一八九年間發見小行星四十八個，又作恆星表。
(一八二三——一八九〇年)。

(註三) 一九一六年四月三日培來阿夫斯基 (Beljarsky) 發見於西密伊斯 (Simeis)。

(註四) 周期約七六·〇二九年之大彗星，我國最古紀錄，係西曆公元前四六七年，次回出現當係一九八六年。

(註五) 北美合眾國之一州，位 Virginia 州之南。

八 近代天文學之進步

欲知近代天文學之進步者，對於舊日之天文學不能無相當之認識。前人研究天文僅賴肉眼觀測，至後始有光力平庸遠鏡之輔助。因此儀器上之限制，故其成績不能有充分之發展。

金、木、水、火、土五行星，無須遠鏡之幫助，即可以見；蓋因其光度較明於衆星，而其在各星間無一定之位置，可以隨時移動，故易認知。而真正科學的天文學之起點，即以研究此五星與日月之行動。最初研究而得之結論，甚爲簡單，以地球居於宇宙之中心，巍然不動；一切日月星辰均繞地球而行，遂生吾人所見之天象。斯說維持十四世紀之久，無甚進步，直至十五世紀中葉始有新學說取而代之。地球特殊中心之位置遂爲此新說所推翻；於是太陽一躍而登此控馭萬方之樞紐，地球亦不過隨波逐流，隨諸行星繞太陽而行。此種新說果與事實相符合，故至今仍爲天文家所信仰。

地動學說，雖使太陽行星置於相當之位置，而行星如何環繞太陽而行，尚係一難題。經長時間

之研究，至十七世紀初，刻白爾（Johannes Kepler）（註一）發見三定律後，始將行星運行法則，簡單說明，使其能與天象相合。不久之後，始知此三定律僅能知行星運行之形狀而不能說明行星何以按此定律而行動。當時天文的研究，遂更進一步討論此問題。

經過半世紀之長期研究，牛頓（Sir Isaac Newton）（註二）遂發見萬有引力定律。研究諸行星的行動，從此定律作出發點，則刻白爾三定律，可以完全根據數學的步驟，引導而出。換言之，刻氏三定律包含於萬有引力之內。天體力學之研究，肇端於此。萬有引力不獨可以說明行星運行之所以然，其他天文學上之問題，亦多藉萬有引力之研究，得到相當之解決。

關於太陽系內行動之研究，至此可謂已告成功；至於太陽系生成之步驟，其後亦有一種頗佔勢力之學說。當十八世紀末葉，世人所知之行星及衛星為數雖不多，但是等行星繞太陽，衛星繞行星以及太陽行星各自之自轉，均循同一方向而轉動；其中必有一種原因在焉。於是揣想太陽系全體或由於星雲蛻化而成。此即所謂星雲假說。此種學說，後因天文之發見及力學之研究，漸露缺點，遂漸歸淘汰，而遜位於近代之演化論。

古昔天文家對於恆星，祇認為光點，故僅定恆星之精確位置，其他問題，均不過問。牛頓雖知恆星在宇宙間之地位與我太陽相伯仲；但是時研究天文者，均以衆星點點的天空作為一種背景，而以恆星為光點，故對於恆星均未加以研究。近代天文學之發展，可謂為傾向於恆星之研究方面。

自攝影術應用於各種科學以後，科學之進步，遂有一日千里之概；近代天文學之有長足之進步，其有賴於攝影術之應用者，豈能獨異？種種特殊透鏡之發明，足供攝影遠鏡之用；新式量算儀器之製造，遂使天文之研究，更為精密。如銀河所在天空大範圍之攝影，能示千萬之天體；星雲之攝影，能知其中集團之狀況。

吾人已知肉眼所不能見之星，可藉遠鏡之力觀之，遠鏡愈大，微弱星點現於鏡中者愈多；吾人視力所能見之星數，亦隨之而增加。星光中尚有異常微弱者，雖用極大遠鏡觀之，仍不能見；若用攝影之法，可以畢見無遺。蓋露光一秒鐘不見影像之天體，若露光一分鐘或可得見；分之不足，可繼以時；時之不足，可繼以夜，一夜不足，更可延長數夜，務使天空黯淡微細之現象，均能見於底片之上。露光時間愈長，所見之微光星體愈多。

用大遠鏡攝影方法以決定天體之距離者，當以什雷星該使用葉凱士四十英寸折光鏡始。當時已精知距離之天體爲數不及三十；但約三十年後之今日，用三角方法所決定之距離者，已達二千星以上。利用此等結果，使與星之光譜攝影相關聯，可以決定數千天體距離之近似值。宇宙構造之研究，隨吾人所知知識之程度而不同；故吾人對於宇宙大小之概念，於四十年間，擴大達數千倍。若干天文家或尙有增加百萬倍之感。

威廉候失勒 (Sir William Herschel) (註三) 曾用返光遠鏡爲著名之發見，其後因折光鏡之進步，返光遠鏡大失其價值；但至今日返光遠鏡又復興起，助成科學之進步不少。返光鏡較折光鏡亦有便利之處，例如返光鏡之口徑可較大於折光鏡，且其僅有一面，不必如折光鏡之四面。而其鍍銀之面若失光澤，亦能容易再鍍之；最近發明鍍鋁方法以後，返光鏡更爲便利。又返光鏡（非指具有透鏡之返光遠鏡）焦點而上一切光線之反射一律，故用之以攝影，具有特殊之價值。葉凱士天文臺之二十四英寸返光鏡爲此類新儀器中之最初製成，而最精確者；不久威爾遜山天文臺遂有六十英寸之返光鏡，而首先創造者仍係葉凱士天文臺。繼六十英寸之後，一九〇六年羅斯安哲

爾斯 (Los Angeles) 之呼克爾 (Hooker) 捐贈巨額於威爾遜山天文臺，以製造百英寸返光鏡之用，是為世界最大之返光遠鏡。用此巨大返光遠鏡，遂發見旋渦星雲甚多，而其大小與我銀河系相埒，其距離當在百萬光年左右。最近美國又製二百英寸之返光遠鏡，聞將成功，將來對於天文學上貢獻之大，誠可預卜也。

於此四十年科學之進步中，天文學可謂已達黃金之時代。在前半世紀間，實用天文學及理論天文學甚為發達，夫羅斯特氏最感其進步者，係一八九〇年天體物理學之興起；一般學者均有同感，蓋由此可以研究天體之物理性質及化學成分。努力於此方面之研究而為最有價值之貢獻者如來比錫之則爾納 (Zöllner)，(註四) 英之哈金斯及羅克爾，法之雅係 (Janssen)，(註五) 烏普薩拉之安格斯特勒 (Ångström) 等等。太陽光譜已獲數百條之多，而天體物理性質及化學成分之研究，亦有深甚之進步。

分光儀於實驗室中雖係一極簡單之儀器，但能顯示各種化學元素不同顏色之輝明線系。凡氣體狀態之元素，其光多集中，成極少數線系；例如氫之可見線數不及六條。鈉之特性為極密接之

一對黃色線，而鐵則爲數千輝線。欲證明各種元素光譜線之相同及量算其位置者，其工作約需半世紀以上之時間。量算波長之尺度，業已決定，現今量算波長之精確程度，可達一公釐（millime-ter）（註六）之百萬分之千分之一。當日光通過分光儀時，其像完全不同；吾人可得一自紫至赤之各色線系，有多數暗線橫貫其中，有寬狹之分別，又有強弱之不同。十九世紀初葉，法郎霍伐（Fraunhofer）（註七）已繪出其中數線，但未解釋其理由；直至一八五五年，德之本曾（Bunsen）及奇霍夫（Kirchhoff）（註八）、英之斯托克斯（Stokes）等研究之後，始有充分之說明。彼等將鈉插於火焰，在分光儀中所見之輝明黃色線與太陽光譜所見一對暗線中之位置完全相同。吾人智力超越遠在萬萬英里之空間而決定太陽上之元素與地球相同者，誠爲科學上之大收穫。其後不久，復知太陽上含有氫、鈣與鐵、鎳等金屬以及其他諸元素。於是得知太陽恆星之化學成分與地球相同。

羅蘭德曾作回繞射光柵，其精密程度爲一英寸四萬條；於一八八八年彼用此儀器作光譜之大攝影圖。彼又決定太陽光譜中數千法郎霍伐暗線之波長，以此爲分光儀量算之標準者達數十

年之久。

一八八〇年蘭格利發見量算吾人所受太陽熱量之儀器，名曰電阻測輻射熱器（Bolometer）。此種精銳儀器能示一度之百萬分之一之差，彼用此儀器以檢光譜赤外方之不能見部分，增進吾人眼力所不能見之長波光線之知識。

一八七〇年始有使用分光儀注意日全食之觀測，揚格教授曾用此法發見所謂反變層（Reversing Layer）者，即太陽面所包含之一種極薄氣體。當太陰遮蔽萬物，太陽表面獨留此稀薄之層時，太陽表面光譜數百暗線，閃變光明。由此得知所謂暗線者乃相對的暗黑，蓋因太陽表面輝明背景之反映也。實際此暗線本身仍係燦爛眩目。

一八八〇年末，測量太陽黑子之位置及決定其通過太陽面所需要之時間，為決定太陽自轉之唯一方法。因黑子鮮有遠離太陽赤道南北三十度以上者，故太陽表面有一大部分不能量算之。當分光儀向太陽東邊而後再向西邊時，則因視線運動所見光譜線位置之差，為自轉速度之二倍；用此方法，得求日面赤道以至高緯度位置之自轉速度。氏觀測結果，知日面緯度六十度之處，四十

五日而自轉一周；其在赤道之自轉周期平均爲二十六日。換言之，太陽之自轉，非與固體相類似；此爲新研究之問題，而在太陽構造上，遂得一研究之新途徑。雖有若干天文臺共同觀測太陽之自轉，達數十年之久，其所決定之值，固甚精密，但其自轉速度隨緯度而不同之問題，尙未解決。

太陽乃足供吾人量算其表面之唯一近距離之天體，自其表面之詳細狀態，例如巨大之爆發日珥，譜斑以及黑子周圍之旋渦等，均得爲太陽知識更精詳之研究。攝影分光方法發明之後，遂能詳知日珥之狀態及太陽表面之單色光；此種工作，芝加哥之黑爾及巴黎之得蘭德累斯 (M. Delanires) (註九) 殆同時開始。欲繪畫其狀態者雖甚困難，但用攝影方法能得其任何時刻之正確情形。

關於研究星體光譜方面，哈佛天文臺之彼刻林教授繼法朗密伐及塞奇 (Secchi) (註一〇) 所用簡單方法之後，置一稜鏡於物鏡之前；各星之像遂呈狹窄之光譜線。以底片代眼視，雖用較小之遠鏡亦能一次攝取多數光譜。星體光譜之分類，遂於彼刻林指導之下，由佛來銘夫人 (Mrs. Fleming) 摩利女士 (Miss Maury) 及康倫女士 (Miss Annie Cannon) 等研究之。康倫女

士對於微弱光譜之分類，特別精細，其所分類之星，達數十萬個。

是時已知白色星之光譜除極少數遠距離者外，呈示氫、鎂及若干鐵類金屬等數條強線。黃色星之光譜，殆與太陽光譜相類似，氫線稍強，鐵線及其他金屬線較少，在光譜極紫端有二條寬闊之鈣氣暗線。赤色星於其光譜線間增呈特殊之帶。此帶狀線常於一端明顯而他端朦朧，係混合性質或分子組織；不久又知濃赤色星之蒙氣，含有碳氫化合物頗多。不數年之後，又知橙紅色星之朦朧帶狀光譜係因其他分子組織，即鈦之氯化物。此等星體，顯甚冰冷，足使其分子氣體狀態存在而如原子者然。

其他對於星體光譜有效果之研究，係用精良分光儀連接於大遠鏡之日鏡一端。此種裝置，每次僅能研究一星，但能於露光前後立即移動光隙，應用電光閃過鐵或其他金屬之末端，使所用之地上實物比較光譜現於星體光譜之上下。此比較光譜線之波長業已精確量定，在此比較光譜線中間之星體光譜之位置，亦能極精密確定之。

攝譜儀即應用攝影術之分光儀，可供種種研究之用；其最堪注目者，即能決定恆星行星以及

星雲等之視線速度。其原理即所謂杜拍那 (Doppler) (註一) 原理者，係杜氏所發見。設光源恆星、行星或星雲迅速向吾人而進或遠離吾人，則其光譜之位置逐漸變位；蓋因進行中之星體，其每秒所示之波長，比靜止不動者較多故也。設星體於視線上遠離吾人，則得每秒較少之波長而向較長波方向變位，即向光譜之赤端移動。觀測者自身若以高速度接近或遠離星體，亦必獲得同樣之結果。地球每年環繞太陽一次，其平均速度為每秒三十公里或十八英里半；故對於黃道上之星體，地球速度於六個月內或由每秒退卻十八英里變為前進十八英里，或為每秒三十七英里之移動。此種事實，任何日期，任取一星，均能容易量算而知之。就黃色星言之，此平均速度為每秒二十公里或約十二英里，此可完全歸因於星體本身速度之故；星體之速度，除二星互相迴轉之外，以每秒一百英里以上者為最速。如夫氏所計劃連接於葉凱士四十英寸大遠鏡之布魯斯攝譜儀，能使每秒十二英里之速度，於紫端約生一英寸之九百分之一之變位。

逮至一八九五年，能決定視線速度之星，為數尚不及五十；但至一九三二年此種速度已由各國天文臺所量算者達六千星以上，尤以美國量算者多。

每隔數年，攝取同一星野而後就此等底片加以極精確之量算，得知星體之自行及其在天空中千萬恆星間之相對運動。以此結果與分光儀所得者相比較，得知已知距離之星體在空間之真正運動。此對於銀河系內宇宙空間構造之研究，給與莫大之資料。

一八八八至一八八九年間，哈佛天文臺所攝之底片上，有若干特殊譜線爲周期的重複，遂發見其爲饒於興趣之雙星，但爲數甚少。其周期有時極其短少；彼刻林對此事實，曾加以說明。即遠鏡中所見某一星，實係兩個互相迴轉之星體者，有時一星前進，一星後退，其光譜遂向紫端或赤端變位，而譜線遂呈重複。周期之後四分之一部分，兩星之運動對於視線將成直角，而譜線將爲單線。此類星首先發見者爲開陽 (Mizar) 星，(註一二) 周期二十日；及五車三 (β Aurigae) 星，(註一三) 周期四日。約於同時期，波茲達姆之福該爾及晒納亦研究著名變星大陵五 (Algol) (註一四) 之視線運動；是時已知其係食變星，周期爲二日二十小時。設此食原理果係正確，則較明之星於食前周期之四分之一，必遠離吾人，於食後周期之四分之一向吾人接近。在光譜圖上所量算之速度，完全證明此事實之存在。此雙星以數年周期徐徐環行之發見，實爲其四十年後新發見之先聲。

至一九三三年，已知分光雙星之數達一千二百以上，而其軌道亦大半決定。所知最短周期之雙星爲太子星（註一五）周期僅二時三十六分；二個不同之星體，以不及一日之短周期而迴轉者誠爲奇異。經數年之觀測，已知天狼（*Sirius*）星之視線運動與眼視觀測其迴轉周期爲五十年者相一致。

距今約百年前，俄國波爾科發天文臺首任臺長威廉斯特盧末（*Wilhelm Struve*）註一六，發見一對雙星位置之正確變化。其後用測微器經精密觀測之後，發見其繞重力中心而爲顯著之運動。此遂引起前世紀對於雙星觀測之興趣，而柏恩哈姆發見從前所未發見之雙星達一千二百對之多。胡塞（*Herschel*）及阿特肯（*Aitken*）二教授遂於立克天文臺爲各恆星之有系統觀測，以冀發見其係雙星者。觀測結果，胡氏對於雙星表增加一千六百五十星；阿氏約經三十年之規劃的觀測，發見三千一百零三星。經數年精密觀測之後，常發見一種有物理的關係之運動，如雙星系者。目視雙星之最短周期爲五·七年，而已知周期在五十年以下之星體，其數不及五十；蓋如斯星系一迴轉顯須數千年故也。

若精知雙星之軌道，則對於推求星系之質量（以太陽質量爲單位）能給與重要之資料；且知其一般質量常爲太陽質量之十分之一乃至其十倍。有時亦能決定雙星彼此間之相對質量，最後可用力學視差方法，更進以決定此雙星之距離。如斯研究之結果，知六等以上之星體，約有九分之一爲目視雙星。分光雙星之光譜，多具氦線特性，亦有氫線者。吾人已知恆星中，有三分之二以上爲雙星或聚星。於某種條件之下，分光雙星之質量亦可得而知之。

星體在分光儀中之移動，研究愈精詳，必愈呈複雜。吾人所認爲單星者，往往發見其有伴星。是以吾人任見何物，決非不能分離而永久不變者；而宇宙世界亦必進化不息，決非靜止狀態。

分析星體在空間之運動情形，得知其多成集團而存在，且向同一方向而移動；換言之，是等星體之移動係彼此相平行者。此星羣中，以大熊座中之一羣，最易認識，稱之曰「熊族」（Bear Family）」。北斗七星中有五星屬於此羣；天空中其他各部分之星體，亦有包含於此羣內者，如大狼星是也。琉伊斯普斯（Lewis Boss）（註一七）研究金牛座畢宿星團之運動，發覺其中向平行方向而移動者約在四十星以上。當此星羣中若干星體之視線運動決定以後，遂能知此星羣之距離爲

一百三十五光年。荷蘭之卡普提因 (J. C. Kapteyn) (註一八)曾由其對於大部分恆星自行之研究作重要之論文，以「星流 (Star Streaming)」為題。彼更進而為深甚之研究，於一九〇四年發表吾人所見之銀河系乃由移動方向殆相反對之二大星流之星體混合而成者。如斯問題甚為重大，非經數世紀之久，不能完成此研究；卡氏遂獲國際之合作，就天空中選定二百零六小區域而作有計劃之觀測。於此區域內各星之特質，均施以決定；以之為標準，得於數十年內，獲知銀河系構造及分佈之真確觀念。此種共同合作之事業，現今尚仍繼續進行；蓋欲決定諸區域內衆星之運動、光度、距離、以及光譜性質等，決非少數人之努力所能成功也。

知星體之正確星等者，乃天文家重要目的之一。不幸數世紀以前已將星等一名詞定為指示星之光輝，蓋因光輝不含有量算星體大小之意義；星體之相對的接近吾人者，或其亮度確甚強大者，則吾人見之必較明亮。吾人言星體之真確光度以前，必須先知其正確之距離。昔時估計星等，係先觀一星而後再觀他星，以定其強弱；後因觀測者技能之進步，遂將肉眼所能見之星光，按比例方法分為六等。後用儀器以比較假星與各種星體之光度。彼刻林教授在哈佛天文臺曾為星體光度

有系統之研究，並創製中星光度計；星等之研究，遂稍有進步。彼以北極星爲比較星，使其像反映於其遠鏡之中，以與其所觀測之星通過子午圈時之光度相比較。用偏化稜鏡使各星光度與極星光度相對照。彼氏用此目視方法決定數千星體之光度，而其光度計之使用達百萬次以上。其結果繼續登於哈佛年報 (Harvard Annals)；又爲觀測南天星體之光度起見，哈佛天文臺特設觀測站於南半球祕魯之阿累基巴 (Arequipa) (註一九)地方。於是哈佛系之星等乃以目視觀測爲基礎。北天六等半以上星體星等之精確研究，係波茲達姆天文家牟勒 (Miller) 及開姆普 (Kempe) 二教授所造成；費時自一八八六年後，達二十年之久。此即所謂波茲達姆系星等。

但當天空星像之照片，攝取多量之後，遂有極精確而極迅速量算千百星體星等之方法。底片對於各種顏色之星體，感光程度各不相同；故多比較攝影星等與目視星等之差別而研究之。本世紀初葉，葉凱士天文臺之巴克赫斯特 (J. A. Parkhurst) (註二〇) 教授曾以審慎之注意，爲此種之工作。一九三〇年遂得有用之光度星表，含數十萬星體之攝影星等及目視星等二種。

最近十餘年，因使用光電管之故，星體光度之量算，遂大更爲精密。此光電管可使其上之光能，

變爲電能；遂得如電流之能以電流計量之者，或如靜電計之量電位差者。於是可以用不用肉眼以估計光度之異同。威斯康星大學斯泰平斯 (Joel Stebbins) (註二) 教授爲美國首先使用此法之一人而其結果極爲精確。夫氏獲得羅孫瓦爾德基金 (Rosenwal-Fund) 用以改良或增加天文臺之設備後，請斯泰平斯博士以其所得之經驗，代爲設計一光電光度計，冀用四十英寸鏡及十二英寸鏡能爲精密之工作。此儀器遂於斯氏監督指導之下，由馬提松 (Madison) 之大學工場承製。斯氏遂任天文臺教授半年，努力使昔日不精確及易生妨礙之儀器變爲良好之工具，與臺中職員埃爾未 (C. T. Elvey) 博士共同合作，爲有系統之觀測。此儀器之工作，遂爲四十英寸遠鏡預定計劃之一部。

千百變星之發見，是爲光度測量之最要結果之一；變星之光度，常無一定，但其強弱之變化，常有一定之規則，而其周期或長或短，各不相同。變星之種類頗多，而赤色星之變光周期，平均約爲十一個月。尚有一種食變星，乃雙星系兩星中之一星，位於吾人與他一星之間時所生之變光現象。羅素 (H. N. Russell) (註三) 博士與沙普利博士 (Dr. Harlow Shapley) (註四) 等曾爲食

變星之分光儀的及光度計的研究，獲得此種星系之各種特性頗多。變星種類，除此食變星外，尚有四類；但各類之中，尚可分爲若干小類，至於分類之法，各家不同。凡未經深甚之研究者，照片上所示之光度決難確定其爲絕對不變者。例如最近已知北極星自身約以四日之周期而變光，變光範圍約爲○·一等；此對於彼刻林用中星光度計所得之結果，不無若干之影響，蓋其以北極星爲比較星故也。至於變星之總數，年有增加，現今已確定者約有七千星左右。

奇異球狀星團之研究，已大告成功，而以哈佛天文臺之索隆培利 (Solon Bailey) (註三四) 爲功最大。彼與雷維特女士 (Miss Leavitt) 及其他職員曾發見此等星團中具有特性之變星數百之多。彼等發見變光周期之長短與星體真確光度間有重要之關係。後沙普利博士更擴而大之，用爲推度是等星團距離之一方法。其關於此等球狀星團之工作，係以威爾遜山天文臺六十英寸及一百英寸返光鏡所攝之底片爲資料；而其結果曾作有系統之發表，其有最大價值者約達二十篇。自一八九〇年至一九一〇年間，天文家有以星團之距離，較遠於數百或一千光年者；而沙普利博士則證明如斯天體之距離，例如武仙座大星團之距離，必在三萬光年以外。故知此等星團必係

巨大之系統，乃由若干百萬之極明亮星體所組成，而各星體間之距離亦必甚遠大者。因此天文家對於各種宇宙系統大小之觀念以及各種天體之數量必大為擴增。

利用如星團之天體作為向外擴大之根據，更藉仙女座大星雲中造父變星及新星之發見，而實證之。哈布盧 (Edwin Hubble) 博士求出仙女座大星雲之距離當為九十萬光年而其直徑約四萬五千光年，此完全係一與我銀河系相匹敵之宇宙。

羅埃爾天文臺 (Lowell Observatory) (註一五) 之斯利腓爾 (V. M. Slipher) (註一六) 曾利用攝譜儀連續數夜之露光，以決定旋渦星雲之視線速度。所得之結果，為值頗大；仙女座旋渦星雲約為每秒二百英里。斯氏更能用分光儀決定若干大旋渦星雲之自轉速度。最近哈布盧及其助理員用威爾遜山之大返光遠鏡繼續擴張其工作，發見旋渦星雲有每秒數千英里之速度；更發見若知旋渦星雲之速度即能求得其距離。由此關係，得若干旋渦星雲之距離，達一萬三千萬光年之遠。四十年來，吾人對於宇宙構造之知識，竟變化至如斯之大，甚至於不能相信焉。

欲證明吾人銀河系之有自轉者，決非容易之事。吾人地球必與太陽同繞一中心而迅速旋轉；

而此中心約距吾人現今位置四萬光年之處。吾人若能由星體之光度推知其距離，則某星比吾人較近或較遠於此迴轉中心者，亦能知之。來頓 (Leiden) 之俄特 (J. H. Oort) 博士曾精密研究星體在視線上之運動即研究星體之自行 (Proper-motion)，結果獲得足以證明銀河系確有自轉之事實。普拉斯開特 (J. S. Plaskett) (註二七) 博士曾由其在維多利亞天文臺 (Dominion Observatory in Victoria) (註二八) 七十一英寸返光鏡所觀測微光星視線速度之資料，參照俄特之研究，更確信銀河系實有自轉。現今已知銀河系各層以不同之角速度而自轉。

自從分光儀發明以後，天文家之研究恆星，不獨僅限於位置之測定，並可以研究恆星內部之壓力、熱度、密度、光力等問題。於是恆星內部之構造，成爲近代天文學饒於興趣之問題。但恆星距離吾人甚遠，研究甚爲不便；幸太陽爲恆星之一，故吾人若知太陽內部之種種情形，則恆星內部之構造，亦可以思過半矣。用分光儀可以研究太陽表面各層空氣之情形，所含之原質，溫度之高低，太陽黑子之產生及變遷，日而磁場之強弱等問題。如斯研究之所得，均可應用於恆星內部構造之討論。自遠鏡窺測恆星，均係光點，除各星顏色略有不同外，無甚差別。但由其光譜觀之，則可知其有

種種不同之處，故吾人可將一切恆星詳分爲數類。由恆星光譜之分類，每一恆星一生演化之途徑，亦可依稀辨認。恆星中有體積龐大，顏色暗紅者，迨其顏色，自黃轉白時，其體積亦漸漸縮小，而溫度反漸增高；直至某種階段之後，其溫度之變遷，始轉變其方向，而體積縮小之進行，仍繼續無已。故恆星一生之歷史，與人類發育之程序，有互相類似之點；即最初一段係自幼稚而至壯年的時期，後來一段之歷史，則係自壯年時代而趨向老死的結局。

吾人欲知衆星在空間之分佈情形，必須先知各星之距離，然後始能解決此問題。古代天文學關此方面，雖已略有工作，但僅限於較近恆星，始能測量其距離，其稍遠者，便莫知所措。近代天文學所用之方法，則不論恆星距離之遠近，均能測知之。其法不過測定星體之實際光度而已。

測定星體實際光度之方法，其主要者有二；此兩法之基本原理完全不同。一法即研究恆星之光譜。光譜內之暗綫，可分爲兩種；一隨恆星熱度之增高而增強，一當恆星溫度低降時，始愈顯其暗。若恆星熱度與實際光度均頗高強，則第一種之光譜線較強於第二種之光譜線；若熱度與光度均頗低弱則反是。由此二類光譜線強弱之比較，恆星之實際光度便可得而知。

他一測定恆星實際光度之方法，係觀察星光變換之周期。恆星中有所謂造父變星者，其光輝時而變暗，時而變明，轉變一次之期間一定而且甚短。又星雲中含此類變星頗多，因其在同一星雲中，故是等變星與吾人之距離殆全相同；故由吾人觀之，其光度之強弱，亦足以表其實際光度之強弱。此種發見，即知變星光度之強弱與光變周期有極簡單之關係；即光度強者則周期長，光度弱者則周期短。此種關係確定之後，任何天體，無論其距吾人如何之遠，若能於其中發見一個造父變星而確定其周期，則變星之實際光度與其距離，均可推算而知之。吾人常聞星雲距吾人多甚遙遠，而其位置超乎銀河系之外；吾人所以能得如斯結論，不外應用觀測變星周期之方法而已。

近代天文學之研究與相對論亦發生直接之關係。天文家頗想求知宇宙是否無限，但無法作肯定之斷語。若按相對論所說，宇宙係有限而無邊界。相對論中有若干推論須藉天文之觀測而證明之。用相對論之方法，推算水星繞太陽之行動，所得結果，與尋常所用舊法不同；而水星實測反能與相對論之結果相符合。若光之來源在頗強之萬有引力場中，按相對論所說，其光譜線必有一種位移。按天文學上各種之觀測，得知天狼星之伴星有異常之密度；若從該星割下一立方英寸之體

積，則其重量可以超越一噸。故此伴星表面，感有極大之引力；觀察伴星之光譜線，果有此種奇異之位移。相對論之推測，遂亦得實驗的證明之。吾人已知物體行動之方向，常因引力而改變；相對論則謂不獨物體如此，光線進行之方向亦然。吾人欲知受有大引力之光線，惟有觀測日全食時太陽附近映照之星光，最爲適宜。一因太陽體重極大，故其近旁之引力亦極大；二因日全食時，太陽光輝全爲太陰所遮蔽，其近旁星點，均可瞭然望見。吾人若利用攝影方法，比較其近旁星體平時之位置與日食時所見之位置，便可立時斷定光線經行太陽附近有否被其彎曲。近代屢次日全食之觀測，對此一點特加注意，所得結果與相對論頗能互相印證。

因星雲假說缺點頗多，近代天文家遂創一新假說用以解釋太陽系產生之情形。星雲假說可稱爲一元學說，據其所說，行星之產生，恰如下等動物阿米巴的蕃殖，係由母體分裂而出。至於新假說，則係二元學說。據其所說，太陽系之生成，係因天上，有一恆星經過太陽近旁，因彼此距離極爲密接，遂生極劇烈之引力；而各星之體上生出極大之浪潮，當浪潮飛騰至較高之時，有一部分脫離母體而去。又因其他一星牽掣之故，遂繞母體而行動，此即行星產生之經過。故太陽系之生成，可謂爲

太陽與此流浪的恆星結合之結果；而此流蕩的恆星亦必自帶一羣行星而去，因年代之荒遠，如今其飄泊之地方，尙杳無消息。若此二元假說，果係太陽系生成之真實情形，則吾人可以斷言其他恆星亦必與太陽相同，有行星圍繞之而行，但爲數必係寥寥無幾。蓋因恆星在宇宙間之分佈，極爲稀疏，其摩肩而過之機會，真可謂亙萬古而不一遇。

太陽系自生成以至今日，與衆星之宇宙相比較，亦不過一瞬而已。宇宙中之衆星，最初如何由無中生有，實一荒遠難稽之問題，吾人實無法知其究竟。至於衆星將來之歸宿如何，則可以略加推度。據相對論所說，光卽是物質。每一恆星自古以來，繼續不斷的放射光輝，則光輝放射愈多，體重必愈減輕；經過億萬年之後，宇宙物質必有一日全歸消滅，前途實有暗淡淒涼之感，又有一說則謂物質既能化作光之能量放射而出，宇宙中或有一地方能將光之能量反變而爲物質，亦未可知。若果如斯，則吾人之宇宙必可循環不息而存在。如斯悲觀與樂觀兩說，何者可信，姑且不論；要其所需之時間，均非億萬年不可，吾人何必作此「杞人憂天」之嘆。

以上所說，不過近代天文學進步之鳥瞰，但由此可知天文學將來發展之情形。至於將來進步

之途徑，仍不外實測與理論相輔而行之方法。研究之成績，固全恃有力之儀器，而儀器之計劃及瞭解體會觀察之結果，則全恃人類萬能之思想。故習天文者應努力觀測，冀由觀測資料，發見宇宙新事實，天文學始得向前邁進焉。

(註一) 德之天文家，以發見行星之法則而著名。(一五七一——一六三〇年)。

(註二) 英國人，世界著名數學家、物理學家、天文學家。(一六四二——一七二七年)。

(註三) 德人，世界著名天文家。(一七三八——一八二二年)。以自製遠鏡發見天王星而成名。對於恆星界重視銀河面，可謂為近代天文學之始祖。

(註四) 十九世紀德之天體物理學家。創造光度計，由光度之研究，論天體之物理性。創關於太陽光球之成分及新星之新學說。(一八三四——一八八二年)。

(註五) 太陽研究家。一八六八年日食時，發見平時用分光儀觀測日珥之方法。一八七五年後任墨屯天文臺長。(一八二四——一九〇七年)。

(註六) 一英寸之二十五分之一為一公釐。

(註七) 德之物理學家。最初詳細研究太陽光譜，測定吸收綫之波長；故太陽光譜中之吸收綫稱曰法郎霍伐綫。(一七八七——一八二六年)。

(註八) 德之物理學家，發見光譜分析上之根本原理。(一八二四——一八八七年)。

(註九) 法之天文家，從事太陽面之研究。任巴黎天文臺長。

(註一〇) 意之天文家，羅馬大學天文臺臺長，專心觀測恆星光譜，作光譜分類法，至今世界尤用之。(一八一八——一八七八年)。

(註一一) 德之數學家物理學家。(一八〇三——一八五三年)。

(註一二) 即北斗六，大熊座 γ 星。

(註一三) 即御夫座 β 星。

(註一四) 即英仙座 β 星。

(註一五) 北極一，即小熊座 γ 星。

(註一六) 俄國天文家，以觀測雙星爲主。一八一九年發表七九五個之研究，其後新發見二二〇〇個雙星。(一七九三——一八七四年)。

(註一七) 美國天文家，主要工作爲基本星之精密位置之觀測及研究與預備總星表之編輯。(一八四六——一九二二年)。

(註一八) 荷蘭天文家，星辰統計學者，作好望角攝影星表。(一八五一——一九二二年)。

(註一九) 阿累基巴天文臺建於一八九一年。有六〇公分返光鏡及三〇公分折光鏡，觀測星體照片，光度及光譜等。一九二八年移於南非洲。

(註二〇) 美國近世天文家，以觀測天體光度爲主，葉凱士光度表即其所作。(一八六一——一九二五年)。

(註二一)美之天文家，作晒光度計及光電光度計而貢獻於天體光度之測定，發見大陵五變星光度曲綫之第二極小。

(註二二)美國天文家，努力恆星演化論之研究，確定巨星向矮星之過程，作光譜種類與星體絕對光度關係圖，謂爲羅素圖。一八七七年生。

(註二三)哈佛天文臺臺長，最初研究食變星軌道，後研究球狀星團，發表宇宙大小之新說，努力變星及墨氏腦尼雲之研究。一八八五年生。

(註二四)哈佛天文臺南美觀測所所長，努力恆星方面之研究，特別注重星團變星方面。

(註二五)美國阿利左那(Arizona)州之天文臺，拔海二千二百餘尺，有六一及一五公分之折光遠鏡，一〇二公分及三一公分之返光遠鏡，以研究行星爲主。冥王星則該臺所發見。

(註二六)羅埃爾天文臺臺長，以研究星體視線速度爲主，曾發表火星及土星之分光儀的研究。

(註二七)英國天文家，研究行星及分光變星等。

(註二八)一九一八年加拿大政府所建，以研究天體物理學爲主，有直徑一八三公分之返光遠鏡，今以研究恆星界爲主。

附錄 譯名對照

三 畫

凡俾斯布羅克 Van Biesbroeck77

四 畫

包爾提摩爾	Baltimore54
日內瓦湖	Lake Geneva..... 8
牛頓	H. A. Newton.....31
牛頓	Sir Isaac Newton.....83
什發茲喜爾特	Karl Schwartzschild38
什雷星該	Frank Schlesinger 69
夫拉勒(荷累斯)	Horace Frary 5
夫羅斯特(卡爾同彭甯格吞)	Carlton Pennington Frost ... 2
夫羅斯特(歧爾曼丟霸)	Gilman DuBois Frost..... 3
夫羅斯特(挨德文布朗特)	Edwin Brant Frost 1
平山信	Hirayama-Shin44
巴托利	Bartolli39
巴利特	Burritt 6
巴忒飛爾德廳	Butterfield Hall.....52
巴那德	E. E. Barnard.....68
巴克赫斯特(琉伊斯)	Lewis Parkhurst.....12
巴克赫斯特	J. A. Parkhurst96
巴法羅	Buffalo31
巴拉曼托伊斯	Parra-Mantois.....63

巴特農	Parthenon	19
巴特雷特	Sam Bartlett	11
巴挨斯	Hans Paetsch	38
巴塞爾	Basel	36
巴頓	Virgino Torlonia Patten	29
巴黎天文臺	Paris Observatory	36
巴薩提那	Pasadena	58

五 畫

本哲明	Benjamin	2
本曾	Bunsen	87
加利福尼亞	California	31
加里尼	Galileo	60
古德斯彼德	Arthur Goodspeed	55
立克天文臺	Lick Observatory	31
尼安提	Niantic	27
尼科爾斯	Ernest F. Nichols	39
布利克斯吞	Brixton	35
布拉特爾巴羅	Brattleboro	1
布拉斯赫	Brashear	66
布拉得(威廉)	William Bruder	39
布朗(夫朗西斯)	Francis Brown	7
布朗德(卡薩林)	Katharine Brand	55
布盧巴赫	Blumbach	44
布靈克來	Brookline	10
布靈克林	Brooklyn	31
布魯斯	Miss Catherine Bruce	56
布羅利普拉茲	Brogie Platz	41
卡內歧	Andrew Carnegie	65
卡姆培爾	W. W. Campbell	31
卡姆培爾(該布利挨爾)	Gabriel Campbell	19
卡塔林那島	Catalina Island	79

卡普提因	J. C. Kapteyn	95
卡賽	Eddie McCarthy	55

六 畫

弗蒙特	Vermont	1
托姆斯克	Tomsk	12
托姆普松(約瑟)	Joseph Thompson	39
托姆普松	Silvanus Thompson	32
托馬賽	Thomasine	1
托隆托	Toronto	30
托普爾斯克	Tobolsk	12
丟霸 查爾茲)	Charles DuBois	9
丟霸(喬治)	George DuBois	8
好望角	Cape of Good Hope	40
多爾徹斯忒	Dorchester	55
仲那坦	Jonathan	2
牟勒	Müller	96
北卡羅來那	North Carolina	79
安那克薩哥拉斯	Anaxagoras	19
安格斯特勒	Angström	86
安哲爾斯(羅斯)	Los Angeles	85
安特渥普	Antwerp	50
安得松	Anderson	45
伊西俄彼阿	Ethiopia	13
伊沙姆	Isham	80
伊來查	Elijah	2
伊普斯威赤	Ipswich	1

七 畫

杜拍那	Doppler	91
李維	Livy	19

利物浦
 利斯泰巴特
 那修阿
 希臘
 忒納
 芝加哥
 克拉克
 克拉拉
 克盧姆開(多羅賽阿)
 罕科克
 罕諾弗
 沙夫豪孫
 沙塔克
 沙普利
 利姆
 利斯泰巴特
 利德廳
 利徹

Liverpool35
 Friedrich Ristenpart.....38
 Nashua28
 Greek12
 H. H. Turner35
 Chicago39
 Alvan G. Clark62
 Clara24
 Miss Dorothea Klumpke.....36
 Hancock.....28
 Hanover..... 4
 Schaffhausen36
 Shattuck.....51
 Harlow Shapley..... 97
 J. Rien.....38
 Friedrich Ristenpart.....38
 Reed Hall.....20
 G. W. Ritchey69

八 畫

昌德勒
 歧布斯
 依士企摩
 法朗霍伐
 呼克爾
 空特
 奇霍夫
 拉丁
 林頓街
 拉特蘭德
 明內索塔
 刻尼斯丟爾

Chandler28
 Gibbs 7
 Eskimo73
 Fraunhofer87
 Hooker86
 Kuntze.....42
 Kirchhoff87
 Latin12
 Lindenstrasse42
 Rutland 29
 Minnesota50
 Königstuhl37

刻白爾	Johannes Kepler	83
來比錫	Leipzig	38
來頓	Leiden	100
佛來銘夫人	Mrs. Fleming	89
佛日山	Vosges Mountains	41
佛爾夫(馬克斯)	Max Wolf	36
肯	Keene	28
肯武德	Kenwood	65
肯特郡	Kent County	2
波士頓	Boston	2
波茲達姆天文臺	Potsdams Observatory	40
波爾科發天文臺	Pulkowa Observatory	44
彼克威克	Pickwick	6
彼刻林	E. C. Pickering	51
彼得雷培丟	Peter Lebedew	39
阿丹斯	Walter S. Adams	70
阿尼根尼	Allegheny	43
阿累基巴	Arequipa	96
阿麥斯特	Amherst	39
阿特肯	Aitken	93
阿斯克特尼山	Mt. Ascutney	20
阿楞	Allen	6
阿爾西拜提	Alcibiades	20

九 畫

拜拉特	Bayreuth	41
修彼利爾	Superior	16
革丁根	Göttingen	37
美恩	Maine	3
查克	Jack	53
胡塞	Hussey	93
晒納(朱利阿斯)	Julius Scheiner	40

約瑟	Joseph	2
約翰	John	1
耶那	Jena	67
耶魯	Yale	30
祖利克	Zurich	36
則爾納	Zöllner	86
柏克	Burke	60
柏林	Berlin	41
柏恩哈姆	S. W. Burnham	54
威斯康星	Wisconsin	8
威爾星	Wilsing	46
威爾麥	Wilmer	60
威爾遜山天文臺	Mount Wilson Observatory	58
俄克巴克	Oak Park	56
俄姆斯克	Omsk	12
俄海俄	Ohio	24
俄特	J. H. Oort	100
俄維德	Ovid	13
科內提卡特	Connecticut	27
科內提卡特河	Connecticut River	4
科姆斯托克	G. C. Comstock	58
科普爾特	H. Kobold	40
科蒙	Common	7, 45
科爾柏恩	Colburn	11
科爾勞什(夫利德利赫)	Friedrich Kohlrausch	37
哈布盧	Edwin Hubble	99
哈利曼	Harriman	13
哈里斯維爾	Harrisville	28
哈佛廣場	Harvard Square	2
哈佛大學	Harvard College	2
哈金斯(威廉)	Sir William Huggins	35
哈非爾	Havel	42
哈密爾敦	Hamilton	77

哈雷彗	Halley's Comet	79
哈爾姆	J. Halm	40
哈爾柏	Harper	58
哈爾提	Arthur S. Hardy	21
哈爾發克斯	Hallwachs	37
哈德松	Hudson	24
哈薩德(夫累得利克)	Frederick Harzard	58
哈薩德 馬利依利薩伯)	Mary Elizabeth Harzard	2

十 畫

庫克	C. S. Cook	30
恩開	Enckeplatz	42
海得爾堡	Heidelberg	36
候失勒(威廉)	Sir William Herschel	85
朗多爾夫	Randolph	9
泰尼松	Tennyson	24
特壘	Troy	13
浮茲堡	Württemberg	54
韋布斯忒廳	Webster Hall	52
韋德斯普羅	Wadsworth	79
格林維基天文臺	Greenwich Observatory	35
格累夫孫德	Gravesend	2
挨麥松	Charles F. Emerson	21
挨勒曼	Ellerman	66
挨斯基拉	Aeschylus	19
挨楞	Ellen	10
挨爾未	G. T. Elyoy	97
馬克斯韋爾	J. G. Maxwell	39
馬其頓	Macedonia	13
馬斯卡爾	Mascart	54
馬提松	Madison	97
馬薩諸塞灣	Massachusetts Bay	2

馬薩諸塞

Massachusetts10

附錄

譯名對照

康倫女士
 開姆普
 密爾窩基
 莫斯科
 彪平
 累普索爾特
 達末密內利
 達特馬斯大學
 基特
 基勒
 基爾
 紐約
 紐科姆
 紐累姆堡
 培忒斯
 培利(索隆)
 培赤
 培刻(挨恩斯特)
 培羅波爾斯基

十 畫

Miss Annie Cannon 89
 Kempf 96
 Milwaukee 39
 Moscow 39
 M. J. Pupin 55
 Repsold 44
 Dave McNally 12
 Dartmouth College 3
 Kit 6
 James B. Keeler 57
 Kiel 40
 New York 3
 Simon Newcomb 31
 Nuremberg 41
 G. H. F. Peters 77
 Solon Bailey 98
 Bache 77
 Ernst Becker 36
 Belopolsky 44

十 二 畫

普斯(琉伊斯)
 奧本山街
 華盛頓山
 渾泰斯提開山
 提肯斯(查爾茲)
 提恩克累文來科克
 敦康

Lewis Boss 94
 Mount Auburn Street 2
 Mt. Washington 25
 Wantastiket Mountain 4
 Charles Dickens 6
 Dean Craven Laycock 8
 Duncan 13

敦斯忒街	Dunster Street	2
揚格(查爾茲)	Charles Young	20
揚格(夫累昂)	Fred Young	24
塔刻	William Jewett Tucker	53
塔馬賽	Tamaine	2
雅典	Athens	19
雅孫	Janssen	86
雅馬斯	Yarmouth	1
黑林	Black Forest	36
黑曾(阿楞)	Allen Hazen	29
黑爾	George E. Hale	54
黑爾姆荷爾茲	Helmhotz	42
黑羅多塔斯	Herodotus	19
普林斯吞	Princeton	24
普利馬斯	Plymouth	27
普拉斯開特	J. S. Plaskett	100
普律同密	M. Prudhomme	6
普魯士	Prussia	77
斯巴忒	Später	37
斯瓦賽	Swasey	63
斯利腓爾	V. M. Slipher	99
斯托克斯	Stokes	87
斯波厄	Spörer	43
斯特拉斯堡	Strassburg	36
斯特盧未	Struve	77, 93
斯泰平斯	Joel Stebbins	97
斯提文斯	Stevens	41
斯諾(本哲明)	Benjamin Snow	42

十 三 畫

塞法羅尼阿	Cephalonia	35
雷維特女士	Miss Leavitt	98

楞特根	Röntgen	54
瑟斯吞(馬加累特)	Margaret Thurston	3
聖彼得堡	St. Peterburg	44
發格納	Wagner	41
福爾斯忒	Förster	42
福該爾	H. C. Vogel	41
新罕普什爾	New Hampshire	3
新英格蘭	New England	2
惠吞	Wheaton	56
惠特尼	Whitney	29
愛丁堡	Edinburgh	45
愛德曼	Edmund	1
愛因斯坦	Albert Einstein	39

十四畫

赫爾	Gordon Hull	39
葉凱士	Charles T. Yerkes	63
葉凱士天文臺	Yerkes Observatory	1
維多利亞天文臺	Victoria Dominion Observato- ry	100
維納	Wiener	37
維斯利最努斯	Walter Wislicenus	40
窩宗	J. C. Watson	38
窩茲渥斯	Wadsworth	57
窩納	Warner	63

十五畫

劍橋	Combridge	2
蔡司公司	Zeiss Company	67
徹斯忒	Chester	35
徹爾西	Chelsea	14

德累柏	Draper	77
德累斯頓	Dresden	41
摩那德諾克	Monadnock	28
摩利女士	Miss Maury	89
賴特(約翰亨利)	John Henry Wright.....	19
賴斯(愛德曼)	Edmund Rice	2
賴爾松	Martin A. Ryerson	57

十 六 畫

邁克爾孫	Michelson.....	57
盧特	Elihu Root	77

十 八 畫

薩牟挨爾	Samuel	10
薩福克郡	Suffolk County	1

十 九 畫

懷爾得	Charles T. Wilder.....	52
羅克爾(諾曼)	Norman Lockyor	14
羅埃爾天文臺	Lowell Observatory	99
羅馬式	Romanesque Style	64
羅孫瓦爾德	Rosenwald	97
羅素	H. N. Russell	97
羅德	John K. Lord.....	52
羅徹斯忒	Rochester	31
羅蘭德	H. A. Rowland	50

二 十 畫

蘭格利	S. P. Langley	43
蘇格拉底	Socrates	19

