

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

太陽研究之新紀元

關口鯉吉著

楊倬孫譯

商務印書館發行

太陽研究之新紀元

關口鯉吉著

楊倬孫譯

自然科學小叢書

萬有文庫

第二集七種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

編主五雲王
庫文有萬

種百七集二第

元紀新之究研陽太

究必印翻有所權版

中華民國二十五年九月初版

◆D五二五一

祥

原著者

關口鯉吉

譯述者

楊倬孫

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

(本書校對者王養吾)

原序

此小冊子，係就最近二十年間各國天文家研究之成果中，選其特筆可書者五題，記述其要點。除此小冊子中記述者而外，尚有更可代表現代天文學之偉業亦未可知，甚願讀者以著者之寡聞而予寬恕焉。又恐有語句過簡不能盡意之處，甚爲遺憾。至於研究方面，頗爲複雜多歧，而欲十分詳述，又爲此小冊子之所不許；如能將現代之研究，在於如何程度，與向如何方向進行，現於讀者之前，則已幸甚。

目次

一	太陽旋風	一
二	太陽與星之內部構造	一五
三	太陽與星之氣象	三五
四	太陽與星之生長	五一
五	變星太陽	七七

太陽研究之新紀元

一 太陽旋風

以爲太陽黑子乃一大旋風中心之思想，遠發源於候失勒。伐依耶，俄波爾察，塞基等，亦由各自獨特之立場，提倡旋風說，努力支持。因隨氣體之旋轉，壓力下降之結果，變冷而生黑塊於灼熱氣體中央之學說。卡林吞，則於望遠鏡之映像上，發見黑子周圍之旋渦形氣流；塞基則屢舉半陰影條紋彎曲成旋渦形之例。

由此觀之，黑子旋風說，自五十年前起，已支配一部分天文學者之思想。惟確認黑子周圍之氣體，流動成螺旋狀者，乃近世應用分光鏡之擴大，及其他精巧之儀器供研究太陽者專用之賜。其中印度科待卡那爾太陽觀測所之埃弗雪德博士，美國威爾遜山太陽觀測所之赫爾博士，及聖約翰

之空前的發見，功勞甚大。

至今世紀，各種研究太陽性狀之方法中，其不得不特筆大書者，爲前世紀末美國之赫爾與法國之得蘭答兒所發明之單光太陽攝影法。此係由光譜中，取其任意一部，照出其光如何分布於太陽面上。其中僅以氫之C線或稱爲H α 線之紅色線攝影之太陽畫像將最有興味之種種情景，展開於吾人之眼前。此係顯示由太陽周圍氣之下底，至於一萬公里上層之灼熱氫之分布；其流動狀，如觀水流時然，歷歷現於乾板上；黑子周圍之流線旋成螺旋形，赫爾稱之爲「太陽旋渦」一九〇八年著論文發表於世。

氫C線之單光畫像，似爲當其一瞬間之流動條紋，但氣體分子果真沿其條紋流動與否，則非將隨時攝影之多數畫像比較對照，而察氫塊之移動經過不得而知。赫爾不但由此方法證明氫之旋動流；且由其他方面，獲得證明，黑子周圍之太陽氣體係成旋風狀運動之有力證據。

研究太陽者，在步步開路前進之際，由物理學與化學之領域，借來有力之武器與方法，而得可驚之成果，其例決不稀少；如赫爾爲確定黑子旋渦之實在性而用之檢索法，乃此種相互扶助與表

示近代物理學精華之最顯著之例。近代物理學謂在如太陽之熱度極高之氣體中，應含有無數帶電之微粒子，此種微粒子，以高速度旋轉時，如通電流於捲導線而作之線圈之際無異，其處必生磁場。即旋轉氣體爲一磁石，旋轉軸之一端爲磁石之北，他端爲磁石之南。若黑子帶有如此之磁力，則其周圍之氣體，必在旋轉狀態中。赫爾之着重點，即在以何種方法察出此磁場。

一八九六年最曼由四〇年前法拉第所行之實驗，得到暗示，發見光通過磁場時，其光譜線發生分裂增廣，及偏極化光之現象。磁力與光平行之際，例如由線圈之空筒內窺視對面之光時，則分爲較原波長稍大之波長線，與較原波長爲小之波長線；一方現出右旋之圓形偏極化光，他方現出左旋之圓形偏極化光。故觀紅色方面之線爲右旋，抑淡紫色方面之線爲右旋，即能判別磁力向於此方抑向於彼方。磁力與視線成爲直角時，則分爲與磁力方向成爲直角振動之偏極化光波，及與磁力方向平行振動之偏極化光波；後者波長不變，前者則分爲較原有波長較大者與較小者；故光譜線分裂爲三條。觀測此分裂線之偏極化光，亦能判定磁力之方向。赫爾應用此原理證明黑子磁場之存在，乃爲一九〇八年六月四日之事。赫爾利用當時在威爾遜山完成之高六〇呎槽式望遠

鏡，以作大太陽像；藉高山之良好氣象與櫓式望遠鏡，將光像之振動十分減輕。

此後威爾遜山上每日有人觀測所有黑子之磁力，得知任何黑子，皆有與太陽面垂直之磁力，故其周圍之帶電粒子，作水平旋轉運動之論據，已相當充分；惟最後之論斷，須俟直接測定黑子周圍氣流速度之結果。發光物體或吸光物體，離觀測者或遠或近之運動速度，可由光向光譜線之淡紫色方面或紅色方面移動之程度計算之，所謂都卜勒效應之應用是也，此原理，初由福革爾應用於星之視線速度之測定，其次用於太陽氣體之昇騰速度之測定；但得知太陽面東西氣流之比較正確之狀態者，仍以前世紀末杜涅在瑞典烏卜薩拉所行之研究爲始。此方法，賴威爾遜山之精巧儀器，發展至能以平均值米秒之精確度，審察種種深度（可由光譜線之種類知其深）中之氣流分布狀態。

上述方法，可適用於黑子周圍之氣流。太陽黑子周圍之氣體，若成螺旋狀而旋向中心，又向外方發散而流動則由地球眺望此種轉動時，見氣體向黑子中心之一方接近，而向他方離遠，故將分光鏡之縫載於黑子上，與太陽像之半徑成直角，則各光譜暗線，在其一端，向淡紫色方面移動，在他

端，則向紅色方面移動，彎曲成波浪狀。水平之轉動速度須由此彎曲狀態之測定算出。如將分光鏡之縫沿半徑方向置之，則集中氣流或發散氣流成爲光譜線之彎曲表現。此種現象，乃所謂埃弗舍德效應，係埃弗舍德一九〇九年在科待卡那爾用於確定黑子轉動性之方法也。

黑子旋渦說幾已確定，惟旋渦之特性，尚有若干未解決之點。在地球上，流向中心低氣壓部之氣流，受地球自轉之偏向力作用，向右方乖離之結果，在北半球成爲左旋之螺旋狀氣流而集中，在南半球成爲右旋之螺旋狀氣流而集中；復又騰向高空，由中心四散，惟此時之旋轉方向，恰與前次集中時相反，此即自昔對地球旋風之解釋。惟太陽旋風中，有此種旋轉方向者，僅有上層之氫氣流；至於中層以下之旋風，則或向左旋，或向右旋，毫無規則，故太陽之螺旋氣流非因太陽自轉之偏向力而生，大概因某種偶然的作用生成。

據聖約翰之氣流測定，在一萬四千里之上層，遊離之鈣氣，以每秒約二公里之速度，水平地集中於黑子中心；中心下方之中層氣流，亦行同樣之集中運動，惟其速度，則愈在下者愈爲遲緩，五千公里之高處，則幾無集中現象。更在其下方者，反成爲由中心四散之運動，愈在下層之氣體此種

運動愈爲顯著。此種現象似乎上層之某中心所吸引之氣體，下降而四散，形成一循環系統，但比較上下流勢而判斷，則集中運動爲因，旋渦爲果之想像，頗不合理，故吾人又可想像深層中別有原動力引起氣體之旋轉運動，此旋轉運動，又使下層之壓力降低，氣體遂成螺旋形，旋入其中，集中而上昇，在中層四散。

不久前，派克發表一種妙理論，謂上層鈣氣流集中之成因，乃黑子上層之遊離鈣原子，因其吸收多量之輻射，光壓之效果變成偉大，遂過半彈出虛空，結果，鈣氣喪失殆盡，於是氣流由各方集中以填補之。此理論乃利用英國劍橋之密爾恩，數年以來，繼續論太陽大氣平衡之數理的研究結果；但其所論，頗有牽強之假定。故未能完全贊同。黑子爲貫通上下數千公里之偉大旋渦，在望遠鏡所不能見之深底下，似有絕大之旋渦，成爲涵養勢力之根元。

此雲團氣內之旋渦如何產生？深層之旋渦又如何出現？此爲最難解答之問題，尙無定說。茲舉二十年間所發現之二、三主要學說，以窺近年之趨勢。牛窩爾等以爲雲團氣內發生旋轉之原因與一般大氣流中所生之旋渦無異。太陽表層之氣體，繞自轉軸之周圍，東西流動；用前述分光鏡法，測

定其速度，結果得知愈近兩極則愈遲緩。如河水愈近兩岸，流勢愈減；旋渦即生於流勢之遞減率最急之部，東西氣流，亦愈接近兩極愈減少，同時旋渦亦生於減少率最急之緯度（太陽面）三〇度。設使黑子旋渦係如此發生者，則其旋向，必如地上之低氣壓，有一定之規則，但事實則不然。又如照此學說，以爲旋渦之發生度數，以十一年爲週期，而有所增減，則非假定東西氣流之流勢與分布，有每十一年之週期變化不可，然事實相反；縱使有此種變化，亦非常之少，實不足以影響旋渦之增減。

旋渦之旋向，亦能由檢測黑子磁場而知，威爾遜山上對此問題有二十年觀測之成績，頗有興趣。黑子多成羣而生，尤多東西成對，形成所謂雙黑子，此乃昔日已知之事實。在威爾遜山檢測其磁力之結果，發見前頭者與後續者均有反對之磁性；即在前頭黑子，磁極之北如爲向上（指北極），則後續者爲指南性。此種傾向，最初認爲成對黑子之固有現象；但據威爾遜山近年之觀測，結果，知所有黑子羣，均有同樣之傾向。如羣之前部多指北磁性之黑子，則其後部必多指南磁性之黑子，磁性相反之黑子，均如此前後相對。亦有僅有一種磁極性者；通常必有僅能藉磁力而知之潛在旋渦，附隨於後。此潛在旋渦，有時成爲明白之黑子出現，故赫爾稱之爲「看不見的黑子」。

此種「看不見的黑子」必有與羣之前部反對之磁極。若此等磁極係因帶電氣體之旋轉而成，則於大氣之下底，發生逆向旋轉之二旋渦一對，兩者之上部，發生聖約翰與挨弗雪德等所觀測之黑子旋渦，更於其上有現於赫爾之氫氣流圖上之最上層旋渦；故由底至頂貫通之高旋渦成對存在，而於其下底，二旋渦之旋轉方向任何時均反對。赫爾曾發表一種見解，謂大氣中發生一條水平長卷軸，兩端垂直旋轉上昇，而成上述反旋向之成對旋渦。此種特性，如就水中發生之旋渦實驗，亦可得知。在理論上，由旋渦軸有垂直於各層境界面之傾向思之，亦爲當然之事。

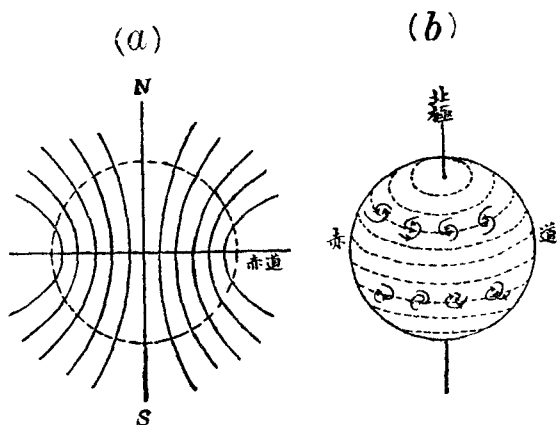
此種水平卷軸乃當大氣中溫度格外不同之兩層上下相合，或兩層氣流有顯著差異之時，由兩層間之接觸，發生之境界面捲上之現象。此與海面有風橫吹之時，怒濤逆捲之現象類似。地球大氣之中，由赤道方面吹上之暖氣流，與由兩極方面吹向赤道之寒流，接觸之處，有卷軸發生，其一端旋下地面而成龍卷。關於龍卷成因之各種學說中，不論在觀測上或理論上均覺此說較其他學說令人滿意。太陽大氣中捲軸之成因，亦有歸諸同樣原理之傾向；惟困難之點，即在不能發見如地球大氣中寒暖兩氣流分界存在之原因，是爲旋渦論前之最大障礙。

其次，水平卷軸之發生原因，既如上述，又其兩端旋轉上昇而成一對磁力旋渦，在如太陽之非常高熱氣體中，吾人由實際觀察得知，此等旋渦，經數月之長久時間而不衰滅，仍能繼續活動，此爲不可思議之事。氣體之內部摩擦，阻止運動之效應與絕對溫度之平方根成正比例，而與密度成反比例，在近一萬度且較空氣稀薄之氣體中所生之急速流動，應立即衰滅，而改變其流勢爲熱；況摩擦力之效應必因附隨旋渦之擾亂氣流之激動而特別增大，故若無維持已發生旋渦勢力之數倍有力的定常氣流——母旋渦——，即不能解釋黑子旋渦壽命何以如是之長久。

太陽內部生有上述定常旋渦之說得耶姆登之數理的解釋，而獲有力之根據。太陽上層之冷氣體，因重下降，內部之熱氣體則上昇，互相交換位置，故處處均有溫度較高之上昇氣流與溫度較低之下降氣流相接存在。下降氣流，由上層自轉速度大之部分（自轉之角度，上下層本來相同，但實際之移動，離自轉軸中心較遠之上層氣體，其速度自應較下層大）而來；上昇氣流，則由下層自轉速度較小之處而來，故溫度比較低而西進速度大之氣體，與溫度比較高而西進速度小之氣體，各處鄰接存在；綜合效果，沿緯度成立階段的境界面；前述之卷軸，非在此處產生不可。

此爲耶姆登之論說要點。境界面之形狀，因密度與溫度之分布未知，故不能從數學決定；惟於一子午面所切之切斷面所現之境界面形狀，則略如第1圖a所示。旋渦多發生於此等線，貫通太陽面（點線所示者）之處。發生之旋渦，則以其線爲軸旋轉。耶姆登以爲如此發生之旋渦，在深層特別卓越，生於深部之旋渦，浮上表層而成爲黑子旋渦；但依近年關於黑子運動之觀測，則旋渦似乎最初生於上層，漸次伸其根於下方，遂與深部之「耶姆登旋渦」所得連絡而涵養其勢力。

第 1 圖



赫爾等近來所發表之黑子磁極性之轉換現象，一方面與研究太陽旋風之成因，及各層旋渦之關係等，以不少之曙光，同時在他一方面又驅吾人入於更

深之迷途中。赫爾自一九〇八年開始觀測磁力起，至一九一三年近於本期之活動期終末之間，前頭之主黑子，在北半球爲指南磁極，而後續者爲指北性；在南半球則適相反，光頭爲指北性，而後續者爲指南性。但一九一二年，表示活動期終末之少許黑子，照例在赤道附近出現而保其最後之喘息時，新活動期初頭之小黑子開始現於高緯度；惟所驚奇者，乃其磁極性與前期完全相反；因此繼續調查之結果，至一九二二年間所觀測之約二千黑子中，除百分之四外，其餘全部之磁極性均與前期相反，即在北半球，光頭爲指北性，在南半球爲指南性。於是更加注意下次活動期之結果。一九二二年六月二十四日在北緯三十一度所現之新活動期最初之黑子，其磁極性忽然又再一變，以後照樣繼續至今。

黑子之磁極性，隨每十一年反覆之各活動期逆轉，而一活動期與下下一次活動期爲同一變動之反覆；但逐次之十一年活動期已

第 2 圖

