

暗黒より黎明へ(1)

Driving back the dark.

R・G・エイトケン博士 Dr. R. G. Aitken.

編者シイ・H・アダムス註：此の講演はリク天文臺の名譽臺長 R・G・エイトケン博士 (Dr. Robert Grant Aitken) が、ミルズ大學創立第85年目の祝辭の一つとして、カルフォニヤ州、オークランドに於て講じたものである。

今から15年前の事でした。幸ひにも、私はガリレオの足跡を踏んで、イタリアの街々を漫步しました。ピサで、私は、ガリレオが有名な物體の落下法則を實驗した斜塔に登りました。フィレンツェでは、ガリレオが天に向けた最初の望遠鏡といふ小さい“觀測筒”に手を觸れ、尙ほ、之を覗く特權を恵まれました。パドヴァでは、18ヶ年に亘つてガリレオが研究をし、遠くイタリアのみならず、ヨーロッパの各地から走せ参じた2000人の多數の學生を前にして講義を行った創立700年の大學の行廊を彷徨しました。又、ローマでは、當時異教と見做された教義を形式的に變説したサンタ・マリヤ・ソブラ・ミネルヴァの古教會の中に立つて見ました。又、アルチェトリ村では、ガリレオが晩年に過した邸宅や、庭園に入つて見る事も出来ました。

私に取つては、此の経験は、永久に腦裡に離れないものとして残るでありませう。蓋し、理論は、凡て觀測のテストにされるべきだと主張し、唯單に“來りて聽け”と言つた許りでなく、“來りて見よ”と叫んだ此のガリレオは——先輩や同時代の人々の誰人よりも眞實な彼こそは、現代天文學の先驅者であつたのです。彼が、最初、小型の望遠鏡で天空を探つた其の夜まで、長年月の間、人類の考へてゐた宇宙は、不動の地球を掩ふ青天蓋で限られて居ました。此の天蓋の内側には、太陽と、月と、五つの明るい“遊星”と、二三千個の“恒星”，及び、時々怒れる神の警告として贈られた彗星や流星が、天蓋を通つて飛び込んだのでした。天蓋の外側には暗闇が横はり、其の外側には廣々とした未知の空間の暗闇がありました。ガリレオは實に此の天空の天蓋を開き、暗闇を押し除いた最初の人ではあつたのです。

天空を廣く打ち開き、暗闇を取り除き、最遠の“空間の進軍と要塞”にさへ立ち返る事こそ天文學者の目標であり、一層強大な設備で武装した“ガリレオの後繼者”の連綿たる時代は、絶えず之に向つて押し進み、或る時は、急速に、或る時はずつと緩慢な足取りではありましたが、前進を續けました。而も、今日に於て、尙、其のゴールに達する事なく、暗闇は退却し乍ら、吾々の前進に挑戦して居るのです。

1852年のベニシアの女學校が發達して、今日のミルズ・カレヂに成長した年月の間に、學問の進歩は、今迄のどの世紀の凡てよりも短期間に一層前進した程前例なき、永久に促進した歩調で進んだのでした。自分が今晚皆さんにお話ししようとするのは、之らの年月の間に行はれた光輝ある學術進歩物語であります。然し、之を充分に語り得ないのは明白であります。フィリップ・ゲダラが其著“吾が世紀”の序言に次の如く述べて居ます。“自分は、輻輳した經路の、完全にして、連續した年代記で、此の世紀の全面を掩はうとは試みなかつた。然し、寧ろ壹百年といふ穴隙を横斷する物語の、明るい橋を一つ架けようとするのだ”と。

自分が今晚お話ししようとするのは、凡て、之と同様に、ガリレオの後繼者が彼らの旅した幾つかの廣い道や、旅中の幾つかの事件や、冒險の魅惑の暗示によつて、比較的狭い足跡を、印象的にスケチして見ませう。

旅を始めた人々は、暗闇を貫かんと勵む冒險者達であると自分達の事を考へなかつたでせう。彼等は全く特別な天體、或は天體の型—太陽、遊星、恒星、及び星霧一の研究に没頭しました。又彼等は星の位置、運動、數、距離及び種々な物理的性質に関する資料や、又、同時に推定の基となり、一層觀測を導き、刺戟する或る大統合、又は、理論に依つて分類され、後に合理化され得る種類のデイトを凡て集めて居ました。

此の特別な物語の始まる時代には、彼等の記録は輝かしいものでした。彼等はよく太陽系を研究しましたのみならず—1846年の海王星の劇的な發見こそは、觀測の正確さと、ニウトンの萬有引力の法則に基く遊星運動の理論の開發に於いて到達した精密さの度合と、同じ事を證明したのです。又、ガリレオの最初の觀測筒や、ニウトンの最初の1吋スペクトル鏡は、漸次躍進的な強力望遠鏡に取つて換へられましたので、肉眼で見えない極微光度を示す何千萬といふ星が見える様になつて、一層の大宇宙に、深く突入して行つたのでした。

彼等には、又、天の星が固定して居るのではなくて、天球上、極めて微々乍ら、位置を變へて運動して居ることが譯りました。又、太陽自體も、一定の方向に天空を運動して居る事を知りました。又、星は、凡て、單一星ではなく、其の中、何千の星は二重星であり、相互の引力の桎梏によつて、密接に結合した一對の星であり、又、凡て、絶えず同じ光度では輝かず、多くは短週期で正確に變動を繰返すものや、又、もつと緩漫なもの、規則正しくないもの等、光度變化を示すことが譯つて來ました。又、何十、何百といふ星が、プレヤデスの様に集つて居り、或は、時には、ヘルグレスの球狀星團の様に、一層密集して居るものがあると譯りました。星と星群とは混交して、光が青白く、雲の様で、形狀は大抵小さく、全く規則正しいが、時折銀河に沿つて驚くべき程、不規則

且つ複雑な輪廓を示す“星霧”と呼ばれる何千といふ天體もありました。又、之等の星は凡て、明るいのや淡いの、單一のものや二重のもの等が、一定に輝くものや、變光を示したりして、ジョン・ハーシェル卿の言を借れば“空間に無關係に散在せず、長さと幅と比較して狭い層を形造つて”一層直径が長く銀河面にあることも譯つたのでした。

星の距離を測定する舊くからの宿題さへ、遂に解決され、地球に近い二三の星の距離も大體正確な値が測定されましたし、地球が太陽の周圍を巡るといふコペルニクスの説の眞實を最後に證明し、恒星は其れ自體の光で輝く太陽の様な天體であり、太陽自體は簡單なる一恒星であるべきだとの意見を明白にしました。今、假りに、太陽を最近星の距離まで持つて行つたとしても、それは1等級の恒星よりも明るくない只一點の光になる筈であります。實際、此の様な事が眞理である事は、恒星の距離の測定に當つて、人々は各々何回も失錯を重ねて、層一層明瞭になつたのでありまして、之は恒星の性質に關する知識の擴張に資する重要なものですが、其の實際的な値は、理解せられるのが大變遅れたのでした。

實際、之は大偉業の記録なのですが、恒星自體ではなく、其の位置、運動、距離に就いて、又、物理上の性質ではなくて、星系の機構に關する事實の記録であると指摘する必要があります。之迄、天文學者は望遠鏡と微積分學とをのみ用ひ、又、物理學者や化學者達が各々の分野に於て暗闇を押し除け、漸次に分子と原子に秘められた秘密を明らかにするのを無視して、只、實際的に研究を續けて居たのでした。

19世紀の中頃、此の状態は變り始めました。天文學者、物理學者、化學者らは、此の宇宙の問題に共同戦線をはつて攻究する便宜が譯り始めたのです。天文學者は、地球上の實驗所に於て發展した器械や理論に依つて便益を得、又、順次に物理學者や化學者に、地球上で得られる力以上の溫度や壓力の状態の下に、理論のテストに資する爲の大天體實驗所を開いたのでした。天文學者は、又、相互に協力する必要を理解し初めて居ました。蓋し、斯く協力する事に依つてのみ、位置、數、運動、距離及び宇宙の構造や物理的性質を一層充分明瞭にする統合や、理論的な研究の基礎として要求される恒星の物理的屬性に關する資料の龐大な數量を蓄積する事が出来ることが明白になつて來たのです。

近世期の初めに前觸れされた“舊きより新に至る”態度の變化は、凡ての變化の如く、漸進的でした。一般的に天文學が1852年に此の女學校が開校された時には、星の位置、運動及び距離の測定に關係して、尙ほ殆んど獨占的な支配をして居たとの舊概念を言ひ現はせまずし、又、新天文學の概念は天體の物理的性質と關聯して、本校がオークランドに移され、當校が現在の權威ある地位

に達して、ミルズ・カレヂとなつた時は、1885年の少しく後の事でしたが、ミルズ學校として知られる様になつた1871年迄に決定的な承認を獲ち得たのでした。

其れ以上の、特別な變遷の時代は、殆んど不可能事です。蓋し、之を撰ぶには極めて多くの重要な時代があります。例へば 1850 年といふ年を採つて見ませう。此の年はハーヴァドの兄ボンドが、15吋屈折鏡で月の銀板寫眞を撮り、又、明るいヴェガ星を撮つた年です。1851年は、フムボルト (Humboldt) がシヴーベの太陽黒點週期律發見を刊行した年です。1863年は、セキがスペクトルに依つて明るい星を分類した年、或は、1864年は、ハギンズが星霧の或るものは、分離出来ない星團ではなく、稀薄なガスの龐大な團塊である事を證明した年ではなかつたでせうか！ 此の變遷期に於ける之らの觀測や、他の多くの觀測は、凡て、劃期的なものでした。然し、境界點として、一時代を撰ぶとすれば、自分は前述のものよりも、むしろ1859年を採りたいと思ひます。蓋し、此の年は、キルヒホフとブンゼンとが、スペクトル分析の原理を數式で表はし、又、キルヒホフが日光の分析に此の原理を應用し初めた年でした。

同年に發刊されたダーキンの“種の起原”と同様に、此の研究方法は劃期的なものでした。此の原理の一般化は、かの才藝を司るミネルヴ女神の誕生の様ではなくて、寧ろ之は福音書にある“先づ葉片を次に穂を、亞いで穂にあるよく實れる麥”の譬にある穂から麥の様に、漸次成長し、發展した所産でした。アイザック・ニュートンが、始めて、適當な状態にガラスのプリズムを置かれると、日光が、スペクトルとして知られる紫から赤へとスクリン面に、色彩の光帯を撮して、多種の色彩光線に分析することの事實を明白に證明したのは殆んど約2百年前ですが、此の時、スペクトルの種子を蒔いたものと公言することが出来ます。葉片から穂までの成長する植物はメルヴイル、ララストン、フラウンフ、フ、及び、各天文臺や實驗室で日光や星光のスペクトルや白熱ガスのスペクトルを研究した他の多數の實驗者に依つて育てられました。然し、此の“穂からよく實つた麥”に發育させたのは、キルヒホフや、ブンゼンの確定的な實驗と、1859年の之らの實驗の基礎となる原理式の提示とに依つてのみ招來されたものであります。分光器の小ぼけなスリットに望遠鏡で集中された太陽、星、星霧等の光の分析に、之らの大原理を應用した分光器を擁して、暗闇を押し進みつゝあつた冒険家達は、今や天體物理學の殆んど無限な分野の開拓に熱烈に前進しました。此の分野は、實證哲學者コントと同様に、大天文學者でさへも、僅か2~3年前には永久に人間の理性に塞がれて居ると聲明したものなのです。

實際、分光器は距離を無視して居ます。眼に充分影響を與へ、寫眞乾板に印跡を残して、只、光をしてスリットに落し、光學上の進行を通過させませう。さ

すれば實驗室から2~3呎離れた所か、或は我が星系の最遠天體より届くか、どうかに就いて、同じ能率で、其の光の分析が出来ます。假りに今、根源が熱された輝く大氣で圍まれた熱核の太陽の様な天體、即ち、星であるとすれば、暗い吸収スペクトル線は其の事實を證明して呉れます。假りに又、根源が瓦斯狀星霧、即ち、低壓力にある輝く水蒸氣の大塊であるとすれば、明るいスペクトル線の放射が之を現はします。又、假りに、水素やヘリウムや、ソジウム、或はガス狀體の他の元素が、星の大氣内や、星霧内にあるとすれば、各元素の特徴ある線の型は、太陽や星のスペクトルは暗く、星霧のそれは明るく、各々存在を明瞭にします。

然し乍ら、之は話の唯だ一部に過ぎません。發光物質は、物理的状態、及び、特に溫度が變る時に化學的構造の各々完全に、明確な特徴あるスペクトル變化を與へるといふ事が間もなく知れたのでした。又、スペクトル個々の線は、其の上、ある物理的能力の運動、或は天體の運動に依つて分離され、變移されます。斯くて、到達範圍内に入れられた物理的デイタは、計算以上のものです。例へば、星のスペクトルは、之が自轉する天體であるとの事實さへも、溫度、機械的壓力の密度、又は度合を記録し、磁場の存在するか、無いかを記録します。スペクトル中の或る線の相對的な強度は、星の本統の光輝、又は、星が出す光の全量を定めます。斯うした方法で、見掛け上の明るさと比較して、星の距離が譯るのです。尚ほ、スペクトル線が普通の位置から紫か赤端かに變移するのは、1秒に何哩か何千かかで前進するか、又は、後退するのであるといふ、視線に依つて星の速度を測定する事が出来ます。ディンгл教授の言を借れば“星は宛かも存在する秘密を凡てスペクトルに現はす様です。而も、吾人は此の物的宇宙の最も解き難き疑問を解かんとして、正しく之を如何に讀み採るべきかを學ぶ必要が”あります。

分光器は、此の大分野に於ける智識進展に向ふ最も重要な利器である一方、實際には、其可能性を十二分に實現する爲、寫眞カメラと協力しなくてはなりません。スペクトルの眼視觀測は、最良の場合でも、瞬間的のものです。觀測者は、其の性質と特徴とを誌し、或は測微器を使つて、スペクトル線の位置を測定します。しかし、それきりで、其の時の像は消えて終ひます。然し、敏感な乾板か、フィルムが、眼に取つて代るとすれば、其の時、永久的な記録が作られ、眼のみでするよりも以上に、ずつと正確に、何回となく測微器で調べられ、測定出来ますし、始めの觀測者以外の者に依つても、自由に研究の際に再現が出来ます。眼の敏感さの範圍や度合は、又、限定されて居ます。スペクトルの一方にある紫と、他の方にある端の赤に見られる光線は、網膜に印象を作りませぬし、中間色でさへも、光は餘りに幽かで、網膜に感ぜず、或は網膜を

眩ます程明るいこともあります。他方、適當な染料を使ふと、寫眞乾板は、どの色の光にも感ずる様に作られます。其の上、敏感でない乾板に極く短露出をしますと、最も明るい光のスペクトルに輝線を示し、其の上に落ちる光の微細量を貯へ、乾板の持つ性能を示します。又、斯くて、一分毎に行はれる印象を深め、長時間まで露出を長くする事に依つてのみ、極めて微光星や星霧からスペクトルを天文學者に記録させるのです。

實際、寫眞の原理は、スペクトル分析の原理が實行されると、大約同時に發展したのは倖ひでした。1840年、早くも、ヘンリ・ドレイバは、月を實驗的に幾つか撮影しました。前述の如く、ボンダは1850年に、月と明るいヴェガ星を撮り、1872年には、再びドレイバは4本のフラウンフォフ暗線を現はすヴェガ星の寫眞撮影に依るスペクトルを得ました。然し、スペクトル寫眞が十分可能性を發揮し始めたのは乾板が始めて使用されて以來の事でした。最初にウィリアム・ハギンズ卿は1876年にゼラチン乾板を使つてヴェガ星のスペクトルを撮りましたが、此の時の方法では明るい星の光は18吋反射鏡でスペクトル寫眞のスリットに集中して、1時間たつぶり露出したのであります。光の分析には分光寫眞を用ひ、其の強度の測定には光度計を用ひ、詳細に一緒にして天體の像を記録するには長短の焦點カメラを用ひ、又、時の經過と共に、多くの他の特別な器械を擁して、今や熱心な冒険者達は遠近の天體を調べ、此の新しい大分野を遠隔まで廣汎に亘つて漂浪し、前進すると共に、暗雲は次々と取り去られ、驚嘆すべき速度で新しい啓示が展開されました。

一方、彼等は特別な型の望遠鏡と分光器で、太陽の研究に没頭し始めました。蓋し、彼等は太陽が吾人に極く近いので、特に重要であるとの事實を、宇宙的な見解から、充分認める様になりました。然し、普通の星は、既知の何千といふ他の星とは本質的な特徴は違つて居ないことを認める様になりました。

太陽は近いので、詳細に特徴、黒點、光點、紅焰、光冠を研究するのに都合が良いのです。又、壓力の變化、溫度、磁場、電場の力の變化を研究し、又、違つた水平面の大氣に存在する化學元素が相對的に豊富なのを測定する事さへも都合が好いのです。斯くて、一層遠隔の星から受けた完全な光を分析する時に、記憶すべき知識を與へて呉れるのです。

他方、彼等は新分野を開拓すると偕に、深く空間の奥に突入する爲め、一層強力な望遠鏡を必要としました。又、電氣、機械工學及び機械術の分野に於て、冒險的な同僚に依つて行はれた進歩が、恐らく其の要求に相應じたのは倖ひなことでした。1850年の15吋屈折鏡に續いて、口径18, 26, 30, 36及び40吋の改良屈折鏡が出来ました。(つづく)