

小遊星と其の觀測方法

Observations of Asteroids.

山 本 一 清 I. Yamamoto

—(1)—

小遊星とは、ほぼ火星と木星との中間に其の軌道を有つ微光の天體であつて、學曆 1801 年から 1807 年までの間に最初の 4 つ（セレス、パラス、ユノ、エスタ）が発見され、それから 1845 年以後、殆んど毎年（1846 年を除く）幾つかのものが續けざまに発見され、今では總計 2000 けに垂んとする多數となつてゐる。數が多いから、従つて、中にはすいぶん例外的な珍らしい性質のものもあるけれど、しかし大多數は圓形に近い橢圓軌道を有ち、離心率と共に、軌道面の（黃道面に對する）傾斜も小さく、かうした點に於いては、皆立派な“遊星”である。只、光度が微弱であるため、人々の注意を惹かず、又、各星の體軀も小さくて、普通の望遠鏡で眺めただけでは、一般の恒星と區別が出来ないやうな點像を現はし、火星や木星の如き圓盤形を見せないで、天文觀察者を喜ばせない。數だけは夥しいけれど、どうも特殊な専門家以外には、（書物の上では兎にかく、）實際觀察上に親しまれない天體である。

しかしながら、學界の實狀を言へば、この多くの小遊星は、體軀と共に各個の質量が小さいため、宇宙空間を運行中に、木星や土星や地球や火星等々の如き大遊星から受ける引力の影響に感じ易く、従つて運動は甚だ複雑多岐で、攝動作用のあらゆる形相を表はす。それ故、天體力學者や球面天文學者（殊に、軌道學者）に對して無限の興味を提供し、又、多くの研究問題の寶庫の如く考へられてゐる有りさまであり、星の數が多いために、いろいろの珍らしい實例もあつて、今日の太陽系内に於ける最も賑々しい分科の一つとなつてゐる。若し此の小遊星といふものが無いとすれば、天體力學や軌道學などと言ふものは、非常に淋しい景色になつて了うに違ひないと思はれる。（尤も、小遊星が未だ一つも発見されなかつた第 18 世紀及び其れ以前の學界は、“淋し”かつたわけであるが、しかし彼の時代は、ニュートン力學の發展時代で、實際の計算學上にも、火水木金土等の大遊星の軌道の研究といふ大問題の解決のために、學者は多忙を極めてゐたのであるが、此等は第 19 世紀の中頃まで一應の解決が付いて了つたのだから、上記の如く、偶然ながら、小遊星の如き興味ある問題の寶庫が開かれなかつたならば、今日は學者は多く“あくび”ばかりしてゐるか、又は他に轉業して了つたらうとさへ考へられる。）

尙、それに、今 20 世紀の初め、第 433 番の小遊星“エロス”の變光することが発見され、其の後に同様なものが更に幾つか発見されて來たので、小遊星は

天體物理學上にも亦一種の寵兒となるに至つた。

—(2)—

上述の如く、小遊星は、質量が小さくて、攝動を受け易い天體であるため、若し完全に此の星の軌道を捕捉しやうと思へば、火星や木星の如き大遊星に比べて十倍も多數の位置（經緯度）觀測を必要とするのである。しかるに、幾度も述べた如く、小遊星の總數が非常に多いため、更に一層この位置觀測の回數や、觀測者の人數が必要であるのに、事實は、世界中、どの國でも、天文學者や天文臺の數は少數であつて、とても々々手がまはらない。従つて、ありのまゝを言へば、小遊星は、毎年、新しいものがドシツタ發見されて行くけれど、かうした新發見星のみならず、古い小遊星の觀測や研究さへ、非常に不完全なまゝに放置されてあるのである。幸か不幸か、この小遊星なるものは、その一つ一つが木星や土星等の如き大遊星ほど、學理上にも實際上にも重要性が認められず、（例へば、小遊星の研究を怠つてゐても、曆の作製とか、航海術や航空術などに直接の影響が殆んど無いといふ状態にある。）しかし、これでは學術上、甚だ遺憾であり、又、良心的に満足とは言へない。——こんなわけだから、小遊星の觀測や研究を促進することは、學界の現在の欠陥を補ふためにも非常に望ましいことなのである。

—(3)—

現今、小遊星の觀測をやつてゐる天文臺はセイゼイ十ヶ所内外で、決して多くはない。そして、此等の觀測の或る程度の統制を、厚意的に、ドイツ國のベルリン市にあるコペルニクス學院がやつてゐる。但し、このコペルニクス學院は、小遊星の研究ばかりをやつてゐる所ではなくて、むしろドイツの天體曆やナハリヒテン誌の發行を主とし、その片手間に、變星の觀測と、小遊星の觀測との全世界的な統制をやつてゐるのであつて、従つて、この學院内に於いても、小遊星部はストラケ (G. Stracke) 氏主裁の下に、數人の助手が働らいてゐるに過ぎない。これも實に（問題の内容と、大きさと、重要性から考へて）不満足な話である。殊に目下戰時であるから、學院内も、亦、各地の觀測者たちも、弱體化してゐるだらうことは相像に餘りある。

しかし、戰時の特別な状態は（詳細が不明なため）しばらく考へないとしても、平常時に此のコペルニクス學院は、小遊星のために如何なる仕事をしてゐるかと言ふと、何しろ全世界十數ヶ所の天文臺から、毎日、各小遊星の觀測結果（赤經と赤緯など）が通知されて來ると、此等を、各小遊星毎に整理して、軌道要素の計算や、位置豫報の推算をやり、又、各觀測結果の整頓などをし、毎年一回“小遊星の年鑑”(Kleine Planeten, und Oppositions-Ephemeriden)を發行する。この年鑑には、既知の小遊星全部の軌道要素が掲げてあると共に、

毎年度に對衝となる星の概略の位置豫報が8日毎に記載してある。——これを頼りとして、各観測者は観測するのである。尙、この學院からは、不定期刊物として、騰寫版刷りの回報を頻繁に發行し、観測者のために、小遊星の時々、の観測結果や、新發見や、豫報位置の修正などにつき、“年鑑”を待ち切れない急ぎの報導をしてゐる。

前にも述べた通り、小遊星は一般に著しい攝動作用を受けるものであるのに、観測回数が非常に不足であるから、その日々の位置は、大遊星の如く、1秒(角)或は其れ以下まで精密に豫報され得ないのが普通であつて、多くは分(角)まで漸く推算し得るに過ぎず、しかも其れには甚だしい誤差があつて、10' も、20' も、時には1°も誤つてゐることさへあり、稀には全く行方不明になつて、永く失踪したまゝに、見失はれることもある。故に、このやうな大きい誤りを無くするため、又は失踪を防ぐため、ごく概略の位置だけでも、あらゆる方法で捕捉することが必要である。これがため、コペルニクス學院始め、多くの観測者たちが努力してゐるのである。——こゝに、アマチュア天文家の援助協力が特に要求されるのである。

今、一例として、1940年度の“小遊星年鑑”から、第91號“Aegina”(エジナ)の對衝前後の頃に於ける位置豫報を寫し取つて見ると、下の如くである。

91 Aegina		11. ^m 3	201°	1939年
1940年	<i>a</i> 1950.0	<i>δ</i> 1950.0	兩距離、變位、 1940.0への修正値	
六月 12日	19 ^h 6. ^m 6	—25° 47'	0.455	
20	18 59.8	—26 1	+1.2	
28	18 52.1	—26 13	—0. ^m 6 —1'	
七月 6	18 44.1	—26 23	0.264	
14	18 36.2	—26 29		
22	18 29.1	—26 31		

こゝで、太い文字91は星の番號、次ぎは星の名、11.^m3は對衝時の光度(これは單なる推算で、誤差があることもある)、201°は對衝時の平均アノマリ(近點距離角)、次ぎは、1939年度まで観測が行はれたとの意。それから、赤經と赤緯とは8日毎(世界時0時)のもので、何れも1950.0の春分點に準據したもの。各行間に小型の數字が並んでゐるのは、各行の差を表はすもので、これは、挿入計算法により、任意の日時の位置を計算するとき便利なものである。[又、赤經の欄の中央左端に小さい數字で“2”とあるのは、この星の赤經對衝が七月2日であることを示す。それから最右端の欄で、上部にある0.455はlog *r* (太陽から此の星までの距離の對數)、下部にある0.264はlog *d*

(地球から此の星までの距離の對數), であるし, $+1.2'$ とあるのは, この星の赤經が若し $+1^m$ だけ誤差がある場合には, それに應じて, 赤緯も亦 $+1.2'$ だけ變位がある筈といふ意味である. 次いで, $-0.6'' - 1'$ とあるのは, この星の位置を 1940.0 の春分點に準據するやうに改めるために, 赤經と赤緯に加へる修正値である.

大戰が始まつて, 歐米各國との交通も通信も絶えたため, この“小遊星年鑑”も吾人の手に入らなくなつたが, 幸ひ東京の廣瀬氏等が重なる小遊星の推算位置を發表せられるので(本會の急報を見られよ), それを頼りに, 或る程度の観測が我が國でも行はれるので, 幸ひである.

—(4)—

さて, 上に述べた事情を一通り知つて置いて, 観測方法の説明に移ることとする.

そもそも, 小遊星の観測としては, 前にも一言した如く,

(A) 位置(赤經と赤緯)の観測 と

(B) 變化する光度の観測 と

の2方面があるのであつて, (B) は, 先年のエロス星の場合にもあつた如く, 一種の短週期變星の如く小遊星を取り扱ふ. これについても, 必要があれば, 吾々は急報に記事を掲げるから, それを頼りとして, 観測して貰ひたい. 天空上の経路や, 光度の比較星等は, 勿論その都度掲げることにする.

位置の観測については, 一般には, 次の4方法がある.

(A1) 絲線測微尺, 又は長焦點の天文カメラによる精密観測.

(A2) 輪形測微尺による眼視観測.

(A3) 小遊星と其の附近の星野の見取り圖による観測.

(A4) 小型天文カメラによる星野の撮影.

このうち, (A1) は特殊な大赤道儀を有つてゐる専門的の観測者でなければ到底不可能であるから, こゝには詳しく述べない.

(A2) は, 今まで本誌上にも度々書いた方法で, 彗星などと同様にやれば宜いのである. 熟練さへすれば1秒角ぐらゐまで決定し得る良い方法であつて, 赤道儀は不要であり, 経緯臺の上に載つた簡単な小型の器械でも可能であるが, 只, 輪形測微尺だけが必要の部分品である. 時計も非常に良いものは不要である.

(A4) は, 清水眞一氏や改發香場氏等が實行してゐられる方法で, 赤道儀に自働装置をし, カメラも恰好のものが必要である. 比較的に明るい小遊星のみを捕へるのなら, 口径5センチ, 焦點距離20~30センチ程度のレンズが宜いと思ふ. 但し, この方法で撮影した寫眞上に, 目的の小遊星の像を確認すること

と、それを測定して位置を算出することは、多少特殊な技術を要するので、専門家に依頼するのも宜い。

(A3) は、今まで殆んど誰も説かない方法だけれど、非常に簡単で、又、多くのアマチュアに推奨し得る方法だと、自分は考へてゐる。即ち、之れは、あらかじめ公表されてある豫報位置により小遊星を望遠鏡の視野中に見つけ出し、その附近の星野の見取り圖を作るのであつて、彗星などについては、今までにも實行した人が多い。この主な目的が小遊星の位置を決定するのにあるから、星野と言つても、決して澤山の星を書く必要は無い。只、小遊星に近いごく小数の比較星の相対的な位置を極めて正しく畫けば宜いのである。望遠鏡としては、赤道儀は不要であつて、只、普通の三脚臺や経緯臺に載つてゐるもので充分である。但し、時計は1分(時)までぐらゐ正しいものを有つてゐる必要がある。——この見取り圖は、後に、ボン星圖や、バイエル・グラフ星圖と精密に比較して、小遊星の位置を1'ぐらゐまで正確に決定するのである。若し、ボンやバイエル・グラフの星圖を有つてゐなければ、田上天文臺へ送つて下されば、位置決定は、して上げる。

(A3) と (A4) とは、小遊星の位置を非常に精密に (1" まで、などと言ふ風に) 決定し得るものではない、しかし、前にも述べた通り、小遊星の多くは、現今、その位置を1'まで決定することが必要なのであるから、この方法は大に價値あるものである。

尤も、小遊星は非常に数が多いけれど、大多數は、その對衝時に於ける光度が13等級とか、15等級とか、或は、それ以下であるから、こんなのは、大型のカメラによつて搜索するより致し方が無い。しかし、6~7等級、乃至11~12等級の光度を見せる小遊星も毎年數十個はあるのであるから、かうした光度の小遊星を観察するだけでも、大きな貢獻である。

尚、手もとに微光星までの立派な星圖を有つてゐない限り、9等級以下の小遊星を視野中で直ちに見つけ出すことは困難であるが、しかし、これも段々に熟練して來れば、始め“其れらしい”と感じた星の運動の有無によつて、それを恒星と區別するといふ手はある。従つて、いよいよやり始めて見れば、案外に大きい興味を覚え、熱心に之を追求するやうにもなるだらう。

最後に一言すべきは、今日の學界の狀態に於いて、同じ小遊星を何十回も觀測するは不必要であつて、各星について、せいぜい3回か4回ぐらゐ觀測すれば、豫報位置の修正値を得る目的のためには充分である。故に、一つの星が済めば他の星へとどしどし移つて行くのが宜い。

小遊星の軌道要素一覽表は、第1~400號を本會の天文年鑑1932年版に、又、第401~720號を同天文年鑑1936年版中に出版したことがある(何れも東京恒星

社より單行本として) それ以後のものも近いうちに何等かの形で出版したいと思つてゐる。小遊星の發見物語り及び命名法等については“天界”第2號を見られよ。

尙、詳細なことは、後にも書くつもりであるが、萬事は田上で世話するから何事についても田上と連絡して貰ひたい。(1943—8—18)

星の温度

キルソン山天文臺 アルフレッド・H・ジョイ教授

普通よく晴れた暗い晩に星を眺める時、吾人の心に浮ぶ最初の疑問は「あなたはたれ？」と子供唄によく挿入されてゐるものである。吾人は天空に煌めく寶石の大きさや、形や機構に馴染みがあるので、地球上の物象の名辭に直ちになか概念を得ようとする。少し注意深く考想を巡らす者は、勿論次の疑問「何うして星は輝くのか？」が起つて來るが、此の疑問こそ、現在天文學に於ける最も重要にして、差し迫つた疑問の一つである。此の解答を強く求めて、その解決に對する進歩が、今行はれて居ると謂ひ得るのである。

温度は、星に關係した主要要素である。假りに、大氣の中心から外層までの異つた星の温度がわかるとすれば、原子物理學の新しい進歩の御蔭で、星の光や輻射の起原と維持を認める一般論を待望する希望を正當づける資料を示して呉れる。

不幸にして、星の温度を確定する過程は、天文學者に取つて、實驗室で使用される以上に困難な處置を要する。寒暖計や種々の電氣的な方法を使用するには、觀測者と最近の星との間の龐大な距離に依つて明かに妨げられる。實際問題として、此の器械が、假りにも空間の斯様な距離に持ち運べるとしても、それは不必要である。蓋し、器械そのものが溶解し、又、星の大氣の最外層に到達する以前に、莫大な星の熱に依つて元素のガスになつて終ふから。

斯様な遠距離にある天體の温度の實驗的な智識は、明らかに、天體自身が發する輻射の利用に依つてのみ得られる。星の光線のエネルギーは、空間に擴がつて、大に弱められるから、最大の望遠鏡を使つても、熱車や熱電錐や電氣真空器の様な近代物理器具の驚嘆すべき鋭敏さが無ければ、測定出來ない。

星から受ける輻射を凡て測定出来る器械があるとすれば、星の距離と直徑さへ知れば、星の温度を求める事は簡単な事である。輻射エネルギーが温度の4乗に比例して變化する事を知るのは興味深い事である。それで、12000度の温度の天體は4000度の81倍も輻射し、20000度ではエネルギーは625倍に増加する。