

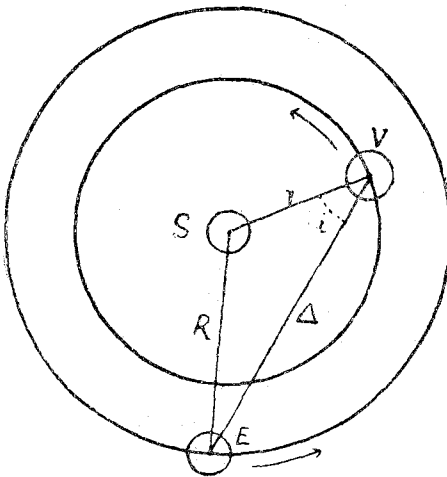
球面天文通俗講話

上 田 穰

遊星の位相 (Phase, fazo)

月の盈虚を論じた機会に引つゞいて遊星の盈虚について考へて見ることにしよう。月が三日月から段々ふくらんで満月となり又それから反對の側へ段々小さく變化する、誰しも知つてゐるけれども遊星がこれに似た變化をしてゐることを知らない人が可なり多い様に見受けられる。よしやその事柄を知つてゐても眼のあたりに實際これを見た人は尙更ら少なからうと思ふのである。その證據に金星が三日月の様に缺けてゐるのを望遠鏡でのぞくとき誰でも痛快を叫ばぬ人はない。それも其筈で、肉眼で見た丈では只光りが他の星よりも強いといふ丈のことで一向外に異なるところがないに抱らず、それが望遠鏡でのぞくとき三日月の有様をしてゐるやうことは眞に驚く値打ちがあるといふものである。この盈虚の狀況は内遊星(水星、金星)と外遊星(火星、木星、土星など)とでは少々趣きを異にするのではあるが何れにしても矢張り月の盈虚とその理は一つであつて、只月は地球の周りに廻轉しながら地球と一所に太陽の周りを廻つてゐるが、遊星は夫々單獨に太陽の周りを廻つてゐるので、地球からこれを眺めた場合少々様子が違ふといふものである。

先づ我々は内遊星 (interior planets, internaj planedoj) について考へて見よう



第一圖

圖の中央は太陽でその外側の二つの圓はそれぞれ金星及び地球が太陽の周りをまわる軌道を表はしてゐるとする。徒つて V は金星、E は地球である。勿論金星及地球の軌道面は同一平面ではないことは事實であるがその傾きはごく僅かなもので $3^{\circ}24'$ に過ぎないから(水星の場合は $7^{\circ}0'$ である)地球の軌道面即ち黄道面と一致してゐるものと見て大した違ひがない或は黄道面の眞上から金星の軌道を見下ろした形であるを考へて宜しい。この事を金星の軌道を黄道

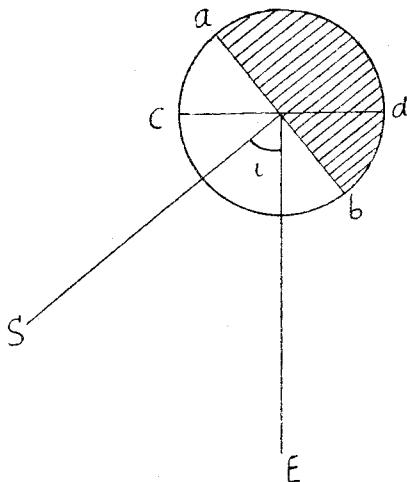
面に正射したといふ様な言葉を用ゐる。さてこの三つの天體をそれぞれ直線で

結び付けるこ一つの三角形が出来るが、地球のこころの角をEとするここれを「金星の太陽からの離隔」(elongation, elongacio)と稱する。それは地球から見た場合に金星が太陽からどの位離れてゐるかといふ角度で計つた距離——角距離 (angular distance, angula distanco)を表はすものである。而して地球から見た太陽及び金星(その他の遊星)の黄經、黄緯は曆表にチャーン載せてあるから太陽と金星の黄經の差は容易く計算が出来る譯で、これが離隔に外ならないのである。且つ地球から太陽及び金星までの距離R, △又太陽から金星までの距離rも曆にのつてゐる故三角形SEVの素性は判明してゐる譯で金星から太陽と地球とを見た角度iは次の式で簡単に計算出来るのである。

$$\sin i = \frac{R}{r} \sin E$$

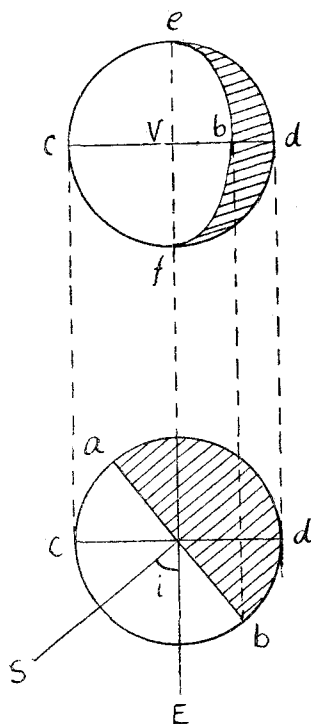
このiといふ角は**位相角**(phase angle, fazo angulo)と稱せらるゝもので遊星の位相即ち盈虚に直接關係のある角である。今その關係を見てみよう。

申すまでもなく金星が太陽によつて照らされる部分は全表面の半分に過ぎないも少し詳しく云へば太陽と金星との夫々中心を結び付ける直線に直角に金星の中心を通る平面を作るこ、この平面より太陽の側にある半分丈照らされてゐて太陽に背いてゐる半分は闇黒であるに相違ない。こうまわりくさく云はなくても太陽の方へ向いてゐる半分だけが照らされてゐるこいへば済むこである。次に地球から見へる部分は同じ調子に地球の方へ向いてゐる半分丈である。この見える半分がどれ程太陽に照らされてゐる部分で、残りのどれ程が闇の部分であるかといふこが問題である。次の圖の圓形は金星を表はしS, Eは夫々



第 二 圖

太陽及び地球を示すものとする。そうするここれは前の圖を眞上から見下した状態を示すもので斜線を施した分は太陽から照らされない闇の部分で、地球から見える部分は太陽に照らされてゐるcb部分と、影のbd部分である。これの地球から見た様子は簡単な作圖法から知ることが出来て第三圖上方の如きものである。即ち三つの天體が圖の様な配置である場合には金星の左の大部分が照らされてゐて右方が三日月形に闇であることが知られる。ebfは橢圓の半分で、Vbはこの橢圓の短半径と呼ばれるがVbが大きい程この場合には



第三圖

照らされた部分が大きいこゝが解る筈で、しかも Vb は i 角に直接関係するこゝは下部の圖から容易に認められるところである。數式でその關係を表はすに $Vb = S \cos i$ といふことになる。但し S は金星の半徑。

月の盈虚の場合には月齡で表はすが、遊星の場合にはさうしないで照らされてゐる部分と全圓との比(兩方とも平面に見做して比をさる)でこれを表はすのである。曆には k といふ文字で示してある。この k が 1 であるといへば地球に向いてゐる全表面が照らされてゐるといふとで即ち満月に相當し、 $k=0$ であるといへば全表面が闇であるといふとで新月に相當する譯である。その中間の場合に右が缺けてゐるか又は左が缺けてゐるかといふとはこの k の値丈では判らん筈ではあるが金星が宵の明星であるか曉けの明星であるかが知れてゐれば容易に判斷が出来る譯である。宵に見える時には太陽は既に西に早く没してゐるからその太陽の爲に金星の西側即ち右側が

照らされてゐるとは容易に察せられる。肉眼ではとても見別けられないから望遠鏡(天文望遠鏡では全てヒツクリ返つて見える)で見れば反對に左側が照らされて右側が缺けてゐるとが知られるであらう。曉け方に見る時には丁度それと反對で東側が照らされてゐて西側が闇。望遠鏡で見れば右側が照らされて左側が缺けてゐるのである。それでは眞夜中近くに見える時には何方側が缺けてゐるのかといふ心配は全く無用である。といふのは眞夜中近くに見えるとは全然ないのであるから、序に k の値を見るに、第三圖 ecf の面積は半圓故 $\frac{1}{2}\pi S^2$ であり ebf の半橢圓の面積は $\frac{1}{2}\pi S^2 \cos i$ で従つて照らされてゐる部分は $\frac{1}{2}\pi S^2 (1 + \cos i)$ である。全體の圓面積は πS^2 であるから、 k はこの二者の比で、 $\frac{1}{2}(1 + \cos i)$ 或は之れを約めるに $k = \cos^2 \frac{i}{2}$ といふ式で表はされるもので全く位相角 i にのみ關係する値である。曆から二、三の値を書き抜いてみるに次の如きものである。

1926 萬國時 0 時	水 星	金 星
II 月 10 日	0.990	0.012
IV 月 1 日	0.004	0.389

VI 月	5 日	0.999	0.699
VIII 月	4 日	0.027	0.875
IX 月	18 日	0.998	0.958

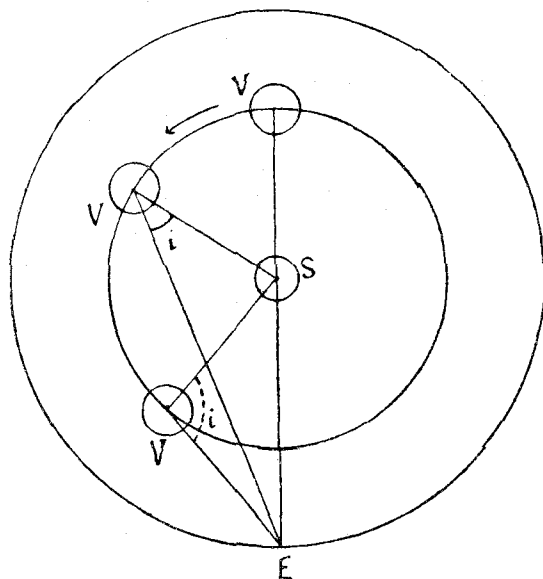
位相角 i はどんな風に變化しうるかといふを考へて見る必要があるが、其前にまづ離隔の方から調べて見ることにしよう。地球や金星が太陽の周りを廻る中に三つのものが色々な位置状態を表はすけれども、三者の關係から云へば太陽と地球とは静止してゐて金星だけがグルグル太陽の周りを廻るものとして考へて差支へないものである。最初金星が太陽地球の間にあつて一直線をなす場合には離隔は 0 度で即ち地球から見て太陽と金星の黄經は等しい時である。夫から金星が半周りして太陽の向う側へいつてまた一直接をする場合には前同様離隔は 0 度で又地球から見た太陽金星の黄經が等しいのである。こんな状態を金星が太陽と合 (conjunction, konjunkcio) をなすといふ。前の場合即ち金星が太陽の手前へ來る場合を内合 (inferior conjunction, malsupra konjunkcio) といひ、太陽の向う側へ行つた場合を外合 (superior conjunction, supra konjunkcio) といふ。この内外の代りに或は下合、上合とも稱へる人もあるが甚だ紛らはしいから、内合外合とも稱へたいものである。

合から後には段々離隔が大きくなつてゆくが、ある極限以上に大きくなることは不可能である。それは第一圖から容易に覺えることが出来るであらう。この極限の角度は各遊星に對して一定してゐるもので、水星は $27^{\circ} 19'$ 金星は $45^{\circ} 45'$ 位のものである。こんな風に金星が太陽から最も離れることをそれが最大離隔 (greatest elongation, plejgranda elongacio) に達したと稱する。尤もいつの最大離隔の時でも常に一定の角度になるといふ譯ではないので、その場合々々で違つてゐる。離隔が段々大きくなつてその角度まで達するともう大きくならないで小さくなつて終ふのである。そんな意味から最大といふ文字を嫌つて極大離隔といふ人もある。

次にこの最大離隔の附近の様子を考へて見るに、一旦遊星が動いてゐた方向を引き返すのであるから暫くの間遊星が地球から眞つ直ぐな方向に動く時期があるに相違ない。即ち右へも左へも振れずに地球と遊星とを結ぶ直線上に (これを視線の方向と云ふ) 或は近づくなり又遠ざかるなり何れにしてもその直線に沿つて動く場合が屹度ある筈である。その場合には見掛けの上では静止してゐる様に見えるので之れを留 (Stationary, senmovajo) といふ。一寸考へるにこの留と最大離隔とは同時である様にも思はれるが、留は全く太陽の位置には關係ないので、離隔は地球から見た太陽金星の相對位置であるといふことがらでもそこに差違があることに、大體推察が出来るのである。そして留の以前に右の方へ動いてゐたものなら、留の後には左の方へ動く筈であつてこれを天球

上の運動として見れば今迄金星が天球を西へ動いてゐたものなら留から後には東へ運行してゆく——即ち逆行が留を界して順行にうつるこいふ譯である。更に次の留を経るこ今までの順行が再び逆行にかゝわるのである。

離隔はこの様にして〇度から段々大きくなつて、ある角度に達するこまた段々小さくなつて再び〇度に戻るものであるが、位相角は必しもそうではない。



第 四 圖

こなる譯で即ち外合では満月で内合には新月(月は不過當の言葉であるが)になるこいふこである。この事は別段目新しい結論ではなくて至極平凡な豫期通りのものに外ならない。只月の場合には満月は衝の場合に起り、新月は合の場合であつたが金星の場合には、何れも合の場合に起る現象であるこを注意する必要がある。

なほこの際一言すべきこは金星の光度のこである。金星が最も光輝を増して時々白晝にも認められ一般人の注意を惹いてゐるが、それは決して満月の場合ではない。そういへば不思議に見えるかも知れない。一體金星が光るのは太陽の光りを受けて之れを反射するに依るのであるから太陽からの距離に關係があるこは勿論のこである。さり乍りこの距離の變化は大したものでないから金星そのものゝ光輝は大體一定こ見て宜しい。然し同じ明るさのものでも近いこから見た場合こ遠いこから見た場合では全く光輝が違ふ筈で、しかもこの地球からの距離がまた凄まじく變化する。内合のこには一番近くて太陽地球間の平均距離(之れを天文單位こ普通稱へる)の約四分の一位にもな

まづ外合の時分には兩方共に〇度であるが、離隔こ共に位相角も段々大きくなつて離隔が最大を経過した後縮小してゐるに抱らず、位相角は尙々大きくなつて、遂に内合の場合には 180° に達するに至るのである。内合から運行をつゞける場合には全く只今の場合こ反對であつて位相角は 180° より外合に至つて 0° に返へるこいふ徑路を示すのである。それで前に述べた所の k は外合の時には 1 であつて内合の時に 0

るが、外合のときは一番遠くて天文單位の七割増し位の距離になるから前の場合に比べるゝ約七倍位の遠さになる譯である。それで全面輝いてゐる外合の場合には一番遠く、又折角近くても内合の場合には全面闇だといふ譯で最も光輝の大なる時は三日月形に輝いてゐる場合に相當するといふことは一寸驚かされるであらう。

夏

夏來れば、人は言ふ
ゆるやかに波寄する畔
南國の、棕櫚の葉蔭に
涼さるむ。

あるは又、山莊の
白樺の木立の奥に
塵の世をしばし忘れて
笛吹かむ。

さはあれど
山莊と海邊の家は
美しき憧れにこそあれ
『額に汗せむ』われ等には
はかなくも空しき願なり。

されど君
徒らに、な悲しみそ
炎陽と汗の晝去れば
大ひなる星の家
人の世を^{つつ}抱擁むべければ。

されば君、かゝる時
湯あみの後の衣も軽く
仰げ。夏の夜の天空を。
見よ。南天に銀河すぐ立ち
『大火』は靈光の如く赤く
『白鳥』舞ひて天頂に歌ふ。
さてまた『織女』と『牽牛』は
人の世の戀の守りさ
麗しく向ひて立てり。

夏の夜の星は美し、山莊と
海邊の家のなど要あらめやも。

(星見小路)