

Eros をとりまく問題

富田 弘 一 郎*

小惑星 433 番 Eros が地球に大接近している。

1898 年 8 月 13 日、ベルリンで G. Witt が写真からこの天体を発見した時、すぐにその運動から特殊な軌道であることが判った。軌道の平均距離が 1.458 天文単位と火星の 1.524 より小さく、小惑星の軌道は火星と木星の間にあるという、それまでの常識をやぶるものであった。当時は M. Wolf が小惑星の発見に写真法を導入したばかりで、その発見数が激増していた時期であった。発見後の軌道計算、位置推算、同定等の作業が間に合わなくなる程で、小惑星の発見を制限しよう、という議論さえあったが Eros の出現でこの暴論は影をひそめてしまった。その後、944 Hidalgo, 1221 Amor, 1566 Icarus, 1896 Apollo など特殊な軌道をもった小惑星が陸続として見つかって、太陽系の姿は非常に変わったものとなった。

Eros の軌道はハーバード天文台の掃天写真から発見前の 1893 年 10 月まで遡のぼって得られたので、比較的はやく、よい値がきまった。

近日点距離は 1.133 天文単位で、軌道面傾斜角は $10^{\circ}8'$ と小さい。しかも降交点と近日点が非常に近いので、近日点附近で衝がおこると、地球との距離は 0.15 天文単位まで近づき、一方、遠日点の衝では 0.77 天文単位と遠くなってしまふ。

Eros の公転周期は 1.7609 年で、

$$1.7609 \times 4 = 7.0436$$

となるから、7 年毎に殆んど同じ条件の衝がおこる。また

$$1.7609 \times 46 = 81.0014$$

で、81 年毎に全く同じ様な衝となる。

近日点の衝は 1894 年 1 月 9 日にあったが、その時は発見以前であった。今年はそのから 81 年目で、1975 年 1 月 13 日の衝から 10 日後は Eros の近日点通過の 1 日前にあたり 0.151 天文単位まで地球に接近する。0.2 天文単位以内に接近したことは 1894 年 1 月 20 日の 0.153、1931 年 1 月 30 日の 0.174 天文単位の 2 回しか今までにない。

Eros が地球に接近することから、その距離を三角測量的に直接求め、太陽視差つまり、一天文単位の長さの決定に使うことが提唱された。天文単位の決定は天文学者の悲願であって、金星の日面経過や火星の衝を利用する方法が使われていた。これらの方法は観測誤差が大き

く、よい結果が得られていなかった。

Eros の発見 2 年後の 1900 年 12 月、0.32 天文単位の接近があって、A.R. Hinks は写真観測から $8^{\circ}807 \pm 0^{\circ}003$ p.e., マクロメータ観測から $8^{\circ}806 \pm 0^{\circ}004$ p.e. を求めた。

1930 年秋から 31 年冬にかけての接近は早くから準備され、国際的規模での大キャンペーンが行なわれた。

東京天文台でも完成したばかりのツァイス 65 cm 屈折赤道儀でこの観測に参加し、その観測結果は橋元昌矣先生によって 1940 年に発表されているが、吟味は充分行なわれなかった。

この時の全観測を使って Spencer Jones は $8^{\circ}790 \pm 0^{\circ}001$ という太陽視差を発表し、これが三角測量的にきめられた最良の値であろう。

また、地球と月の質量を、Eros に及ぼす摂動からきめることができる。G. Witt は 1893 年から 1931 年までの全観測から

$1/m_{\oplus+\zeta} = 328\ 390 \pm 69$ を求めた。これから太陽視差を導くことができ、

$$8^{\circ}7988 \pm 0^{\circ}0006 \text{ という値が発表された。}$$

そのご電子計算機が利用できるようになって、Eros の運動から E. Rabe, M.P. Francis は $m_{\oplus+\zeta}$ の研究を数回にわたり発表した。J.H. Lieske は 1893 年から 1966 年の全観測を再吟味し、FK 4 のシステムに整約し直して、

$1/m_{\oplus+\zeta} = 328915 \pm 4$ を求めた。これが力学的方法による最良の結果であろう。

一方、レーダ天文学の発達により、金星の距離が詳しく測定できるようになって 1964 年の国際天文連合の天文常数改訂にあたっては、太陽視差として $8^{\circ}79405$ が採用されるに至った。これから得られる $1/m_{\oplus+\zeta}$ は 328900 ± 1 で Eros の観測から力学的に求めたものより一致を示している。

三角測量的に直接求めた値との $0^{\circ}004$ の差は未解決である。

Eros の今回の接近では、位置観測の国際キャンペーンは特別に計画されていない。しかし、物理的観測についての協同観測の提唱があって、変光、偏光、色、特に赤外などの広範囲の観測が世界各地で実施されている。

Eros の変光は 1900 年の接近の時に発見され、周期 2 時間 38 分で 1.5 等位の変光が観測された。しかし変光範囲は各衝毎に変化し、同じ衝の時にも天空上の位置

* 東京天文台

によってかなりの変動が認められた。これらから Eros は $35 \times 16 \times 7$ km の大きさであって、その一番短い軸のまわりを5時間16分で自転しているのだと考えられている。

1931年2月には、南アフリカのユニオン天文台で Van den Bos と Finsen が 66 cm 屈折によって細長い形を観測し、直接マイクロメータで位置角を測定している。彼等は接近二重星の経験深い観測者で位置角は、360度を反時計回りに5時17分で変ること、二重星としての分離は約 $0''.18$ であることを発表している。

Eros の自転軸に関しては多くの研究があるが C. D. Vesely は今までの観測を総合して、自転軸の方向として、黄経 $13^\circ \pm 3^\circ$ 、黄緯 $28^\circ \pm 1^\circ$ を求めている。光電測光による精度の高い最近の観測と、20世紀前半の眼視や写真観測とを組み合わせて才差運動まで求めるのはまだ無理の様である。

尚、前に少しふれた Eros の大きさはアルベードを仮定して求めたものである。1975年1月24日に Eros が、双子座 κ 星を掩蔽する珍現象が観測される。この現象はカナダ、アメリカからブラジル北部等で観測される筈で Eros の大きさを決定する絶好の機会であろう。掩蔽の継続時間は数秒間程度だと思われる。

アメリカの一部の宇宙学者達は Eros に無人探査機を軟着陸させ、その一部を回収しようという遠大な計画をもっている。実際にはその前にランデブーのミッションが行なわれると思われる。これだけでも、小惑星についての従来の考え方を変えなければならない様な結果が得られるかも知れない。サンプルを入手することが出来たら、小惑星生誕の謎が解決されるのではないだろうか。これらの計画を成功させる為にも、地上観測を強化して Eros の性質を少しでも理解しておかねばならないだろう。

新刊紹介

暦

広瀬秀雄 編

(ダイヤモンド社刊 B6版, 270頁, 1,400円)

去年の春ごろ雑誌〈数理科学—暦特集〉(74年1月号)を一読した時、これだけまとめた内容をこのままにしておくのはもったいないなと思っていたところ、このたびそれが増補改訂されてまとめられたのが本書である。数年前から出版界にあらわれた歴史ブーム、近ごろ流行のオカルト・ブーム、それにのったのかどうかかわらぬが、改暦100年を迎えて、この数年間に暦に関する専著が数冊も出ている。それらとはまた別の意味を本書がもつことをまず記してみたい。それは本書がもともと数理系の読者を対象として書かれたところから、従来の書とちがって、数式を出すことに遠慮していないこと、数学者に興味ありそうな項目にはかなり頁数を提供していることである。これは執筆するには書きやすくなるが、一般の読者にはなかなか手ごわい書物となった。各項目それぞれ専門学者が専攻事項について執筆され、長年の研究成果のエッセンスを簡潔に要領よくまとめられていて、いずれの項目にもあらためて教えられることが多い。小著ながら暦の発生と発展、中国・西洋・日本の古い暦から、現代天文学の到達した最も精密な天体暦に至るまで、ともかく暦全体についてひろくふれていることは、編者・執筆者の苦心されたところであろう。通読して気づいたことをひとつ記すと、コヨミについての解説者はこれまで天文学者であることが多かった。これは編暦者すなわち天文学者であったことから当然といえるかもし

れぬが、使用者側からいえば、現実のコヨミの有用性は実は暦注そのものではなかったか。編者広瀬氏の言葉を借りれば“暦は天文学の発達を反映した人知の結晶”であるが、同時にわたしにいわせれば、コヨミは人間の世界にだけ生まれた迷信のこりかたまった結晶でもあった。したがってコヨミの解説には天文学者だけではなく、ひろく歴史学、宗教学、民俗学、民族学、文化人類学等文科系の学者の参加がのぞましい。コヨミの研究はまだ未開拓の世界である。さて本書の内容はあまりにも豊富で与えられた紙面では紹介しきれないが、長く中国で施行された太陰太陽暦のもつ本質、中国での強い政治的性格についての藪内氏の記述、日本で行われた宣明暦・貞享暦以下の旧暦法についての内田氏のかなりくわしい具体的な記述は教えられる所多く、また宣明暦施行中を通じて、(11月)朔旦冬至朝賀という宮中儀式にかかわって、推算による月の大小・閏月のとりかたを意識的に移動させても19年7閏の原則をできるだけ守り続けようとしたことを明らかにされた桃氏の記述は、原史料に直接当られる歴史学者ならでは到底気づかれぬことで、歴法にもとづく推算暦と現実の施行暦とが時には相違することがあることを実証的に示された、日本年代学上貴重な論考である。岡田氏の明治改暦についての事情は興味深い読みものになっている。しかし少しばかり気になったのは、岩堀氏・石川氏の万年七曜表・万年干支表およびそれらの計算法を一読すると、任意の年月日の七曜・干支を求めることが、何か非常に面倒な手数を必要とするような感を与えられることである。しかもこれらの記事はかなりの頁数(45頁)を占め、いかにも〈数理科学〉誌にふさわしいまたそれなりに数学者には興味ある記事ともとれるが、通常わたくしたちは、わず