

Utpala による *Khaṇḍakhādyaka* 注解に見られる *miśra*

呂 鵬

1. Utpala の *Khaṇḍakhādyaka* 注解 インド数理天文学は、暦元をユガの始めに置く、シッターンタ (Siddhānta) と呼ばれる論書と、暦元を近い過去に置く、カラナ (Karaṇa) と呼ばれる文献群が存在する。後者の中で現存する最古かつ独立した作品は 7 世紀のブラフマグプタ (Brahmagupta) の *Khaṇḍakhādyaka* (KhKh) である¹⁾。KhKh は Śāka 暦 587 年 Vaiśākha 月の白分の 1 日を暦元とし²⁾、夜半学派 (Ārdharātriḥ) に属する³⁾。つまり夜半を基準として惑星の位置を計算する。KhKh に対しては、Pṛthūdaka (864 年)、Utpala (969 年) および Āmarāja (およそ 1200 年) による三つの注釈書が刊行されている。その中で、Utpala の注釈書は最も完全性が高くかつ詳細である。また、Utpala 自身が KhKh の各章で様々なトピックに沿って、別の計算方法を補足として加えている。本稿のテーマも、そのような補足の一つであり、ほかの数理天文学書では見られない。

2. 惑星の夜半の位置の計算 *miśra* 自体を解説する前に、まず KhKh で述べられている基本的な惑星の夜半の位置の計算方法を簡単に説明する⁴⁾。概して以下のような四つのステップにまとめられる。(1) 暦元から問題となっている日までの暦日の総数 = 積日を計算する。(2) ユガの始めから暦元まで生じた暦元補正値を計算する。例えば、月の遠地点は負 5 秒、火星は正の 2 秒等々。(3) 既知である一ユガの日数と一ユガの惑星の回転数を用いて、比例計算によって、補正値で補正された惑星の平均位置 = 黄経 (madhya-graha) を計算する。(4) 最後に、得られた平均位置に対して、惑星運動の不等性や観測地の緯度による視差など様々な修正を加えて、より精密な惑星の夜半の位置 (sphuṭa-graha) を導出する。

3. *miśra* の意味と任意時刻の惑星計算 惑星の夜半の位置の計算方法は KhKh の最初のところで与えられている。それに加えて、一日における任意の時刻の惑星位置 (tātkālika-graha) の計算について、Utpala はその方法を注釈の中で補足して

(250) Utpala による *Khaṇḍakhādyaka* 注解に見られる *miśra* (呂)

いる。この部分は、Chatterjee [1970] の出版本には欠けているが、Pingree [1973] は写本に基づいて補った。この種の計算は Utpala 以前の数理天文学書には見られない。また、それを計算するには惑星の日運動 (*bhukti*) が必要で、Utpala はまず比例計算を用いて、惑星の一日あたりの周天数、即ち日運動の量を得る。それから、彼は自分の韻文によって、任意時刻の惑星位置の計算を述べる。

miśreṣāntaraguṇitā bhuktir divase niśādale prathame /
rātryardhābhīṣāntarahatāpare tv iṣṭamiśrayogena //
miśrenodayakāle rātryardhenāstamayakāle /
*śaṣṭyā vibhajya labdham viśodhya tātkāliko graho bhavati //*⁵⁾

訳：昼においては日運動に *miśra* と任意 [の時間] との差をかける。夜の前半では夜半と任意 [の時間] との差をかける。一方、後半のときは任意 [の時間] と *miśra* との和を。日の出のときは *miśra* を、日没のときは夜半を。[得たもの] を 60 で割った商を [夜半の惑星から] 引くと任意の時刻の惑星になる。

さらに、Utpala は出典不明の半詩節を引用してその *miśra* を「夜半を加えた昼」⁶⁾ と定義する。図で表すと、点 A, D, G は日の出を表し、B と E は日没である。そうすると線分 AB と DE は昼の時間となり、線分 BD と EG は夜の時間の長さとなる。点 C と F は夜の線分 BD と EG の中点、つまり夜半である。KhKh に述べられた暦元や暦日の代わり目、そして惑星位置はすべてこの夜半の時刻を基準としている。上の定義にしたがって、昼の線分 AB と夜の半分 BC の和である線分 AC が *miśra* となる。線分 DF も同じく次の日の *miśra* である。暦日の長さは同じであるが、一年にわたって毎日の昼と夜の長さが少し変化するため、図の中の $miśra_1$ と $miśra_2$ にもほんのわずかの差がある。ところで、昼夜の時間の長さは実際どう測るか、さらに問題となっている任意の時刻はどういうふうに表示のかについて、KhKh でも Utpala の注釈でも、ほかの数理天文学書の中でも明確な

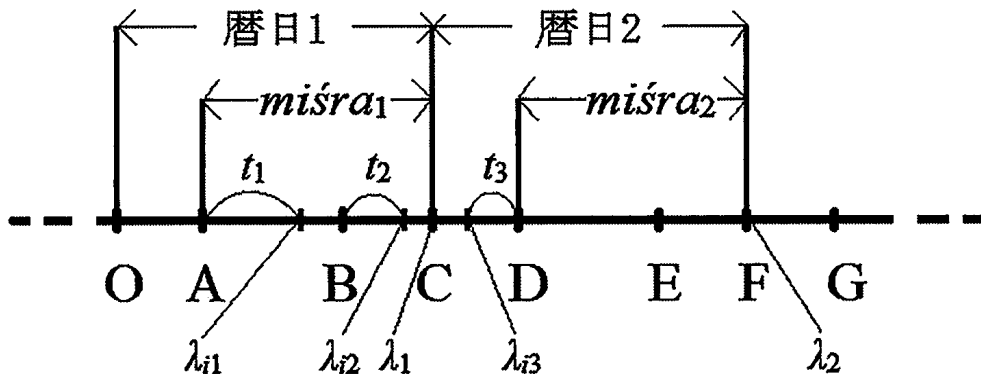


図1 *miśra* の定義と関連する計算

説明はなく、単に *ghaṭikā* など時間の単位だけが挙げられている。Sarma [2004] によると、その頃のインドでは習慣的に太陽円面の半分が地平線上に見えるとき、即ち日の出のときから、一種の沈盃式 (sinking bowl) 水時計を使って、次の朝の日の出までの時間を *ghaṭikā* 単位で数える⁷⁾。さらに、Sarma は一日の時間は同じ方法で日の出から日没まで、それと日没から次の日の出まで別々に測定する可能性もあるということを示唆する。その場合、昼の長さや夜の長さは別々に与えられることになる。次に示す Utpala の計算方法を合わせて検討すると、後者の時間の測定方法が実際に使われていたと推測できる。次に Utpala が韻文で述べている任意時刻の惑星位置の計算方法を詳細に解説しよう。まず Utpala の自注に従って⁸⁾、問題となっている任意の時刻を五つの場合に分ける。(1) 昼の任意の時刻の惑星位置 (λ_{i1}) を計算する場合。図に示したように、夜半の惑星の平均位置 (λ_1) は KhKh の規則で計算することができる。そして、任意の時刻の惑星位置を導くために、以下の比例計算が用いられる、即ち〈一日 (60 *ghaṭikā*) によってその惑星の日運動 (Δb) が得られるならば、ある時間の間でどのぐらいの運動量が得られるか〉と。ここで、もし日の出 A から任意の時刻まで経過した昼の時間 (*divasagataghaṭikā* = t_1) を *miśra*₁ の長さ (m_1) から引けば、任意の時刻から夜半までの間の惑星の運動量が得られる ($\frac{(m_1 - t_1) \times \Delta b}{60}$)。惑星の運動を表す黄経の変化は時間の増加に従って増加するものであるから、夜半の惑星の平均位置から得た運動量を引くと、求められている任意の時刻の惑星位置になる ($\lambda_{i1} = \lambda_1 - \frac{(m_1 - t_1) \times \Delta b}{60}$)。(2) 夜の前半の惑星位置 (λ_{i2}) を計算する場合、前と同じ比例計算を使って、日没 B から経過した夜の時間 (*rātrigataghaṭikā* = t_2) を夜の半分の長さ BC (n) から引いて残りの時間にあたる惑星の運動量は $\frac{(n - t_2) \times \Delta b}{60}$ であり、これをその日の夜半の惑星 (λ_1) から引くと、求められる時刻の惑星になる。(3) 夜の後半の惑星位置 (λ_{i3}) を計算する場合、上の二つの場合と少し異なる。図に示したように、夜の前半と後半は KhKh の計算上で異なる暦日扱いになるので、夜の後半の惑星を導くためには、その同じ日の夜半の惑星の平均位置を用いなければならない。つまり図の λ_2 である⁹⁾。それに、*miśra* もその同じ日のものを使う。図の *miśra*₂ である。また、Utpala の自注によると、今回の比例計算に使う時間間隔は夜の残り (*rātrīśeṣa* = t_3)、即ち任意の時刻から日の出までの時間と *miśra*₂ (m_2) の和である。この時間に対応する惑星の運動量は $\frac{(m_2 + t_3) \times \Delta b}{60}$ であり、これを夜半の惑星から引く。(4) 日の出と (5) 日没の場合は最初三つの場合から明らかである。以上のように、任意の時刻の惑星位置の計算に *miśra* という特殊な概念が用いられているが、この概念は

(252) Utpala による *Khaṇḍakhādyaka* 注解に見られる *miśra* (呂)

惑星（主に月）の *Aśvinī* を始めとする星宿への入り (*nakṣatraccheda*) や, *Karaṇa*・*Saṅkrānti* などの変わり目の時刻を求める計算にも用いられている。これらの計算は占星術と緊密なつながりがあり, カラナ文献の特徴をよく表している。

4. 結論 時間の測定についての議論はインド数理天文学書の中でほとんど見出されないが, *miśra* の計算を検証すると, 日の出の時点から日没までの昼の時刻を *ghatikā* で数え, 日没から次の日の出までの夜の時刻を数えるという時間の測定方法は, 少なくとも Utpala の時代に実際に用いられていたであろう。また, KhKh のような夜半学派では, 時刻の始点として日の出とは異り, 計算上での夜半を暦日の変わり目としていたということも検証できた。夜半を変わり目とする理由はまだ明確ではないが, 一つの可能性として夜半のとき惑星などの天体がよく観測できるから, 観測と計算の一致 (*dr̥gganitaikya*) を重視したのではないかと推測される。ところで, 文法的に *miśra* は名詞で「混合物」という意味を持つ。以上の考察から見ると, ここの *miśra* は一種の昼の時間と夜の時間の混合的な量と理解され, 夜半を始まりとする暦日と日の出から測られる一日を結ぶという重要な役割を担っていたと思われる。

-
- 1) 6世紀 *Lāṭadeva* の *Sūryasiddhānta* は最初のカラナと考えられるが, その作品自体は独立したものでなく, *Varāhamihira* の *Pañcasiddhāntikā* に収録されている。 2) 西暦の665年3月23日に当たる。 3) ほかに, 日出を暦日の変わり目とするのが特徴の *Ārya* (アールヤ) 学派など五つの学派が存在した。矢野 [1980]: 25-28 を参照。
 4) KhKh1.3-9. Chatterjee [1970 vol. II]: 2-6. 5) Pingree [1973]: 478. 6) *dinaṃ rātryardhasamyuktaṃ miśram āhur manīṣiṇaḥ* / Pingree [1973]: 478. 7) Sarma [2004]: 302, 314. 8) Pingree [1973]: 478. 9) 数量的に $\lambda_2 = \lambda_1 + \Delta b$.

〈参考文献〉

- Chatterjee, Bina. 1970. *The Khaṇḍakhādyaka of Brahmagupta with the Commentary of Bhaṭṭotpala*. 2 vols. Calcutta: Baptist Mission Press.
 Pingree, David. 1973. "The Beginning of Utpala's Commentary on the Khaṇḍakhādyaka." *Journal of the American Oriental Society* 93: 469-81.
 Sarma, S. R. 2004. "Setting up the Water Clock for Telling the Time of Marriage." In *Studies in the History of the Exact Sciences in Honour of David Pingree*, ed. Charles Burnett et al., 302-30. Leiden: Brill.
 矢野道雄 1980『インド天文学・数学集』朝日出版社。

〈キーワード〉 インド数理天文学, *Khaṇḍakhādyaka*, Utpala, *miśra*

(京都大学大学院)