

インド暦のコンピュータプログラムについて

矢野道雄
伏見誠

京都産業大学教養部
京都大学文学部

インドの暦法はその仕組みがきわめて複雑であり、また時代や地方による差がはなはだしい。したがってたとえ史料に年代や日付けが表記されていても、それがどのような暦に基づいているかがわからないかぎり、対応する西暦を一義的に確定するわけにはいかない。われわれはまず最もポピュラーな古典天文学書『スールヤシッダーンタ』に基づいてインド暦を再現するプログラム(TRYANGAと命名)を開発した。このプログラムによる結果はすでに出版されているいくつかの暦日対応表よりは正確であり、はるかに迅速に西暦との対応を求めることができる。これを歴史資料と照合させ、時代差や地域差も考慮に入れることによっていっそう正確にインドの暦日を再現できるようにしたい。

PROGRAMMING THE INDIAN CALENDAR

Michio Yano,
Kyoto Sangyo University,
Kamigamo-Motoyama, Kita-ku, Kyoto 603 Japan

Makoto Fushimi,
Graduate Student, Department of Letters, Kyoto University,
Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606 Japan

Indian calendar system involves very sophisticated elements and has many variations according to locality and historical times. Thus it has usually been a time-consuming and difficult work to find the corresponding Western date for a given Indian date. We have developed a Turbo Pascal program named TRYANGA for the conversion of Indian date to modern date and *vice versa*, based on the *Sūryasiddhānta*, the most popular Sanskrit text of astronomy. The program runs quite well and we can dispense with the chronological and calendric tables hitherto published. Our next aim is to check actual historical data with this program and to refine it taking into account the regional and temporal variations.

1 はじめに

インドの暦を古典天文学書に基づいて再現し、西暦との対応を見いだすという試みはすでにいくつかなされている。最初の簡単な試みはWarrenの*Kāla San-kalita*(1825)にみられる。その後インド文献学者Jacobiによる詳細な研究が一連の論文に発表され、かれの作成したいくつかの表を組み合わせればインド暦と西暦の対応を得ることは一応可能になった。さらにSewell/Dikshit(1896)はAD 300年から1899年までのインド暦の年初と閏月の表を発表した。またこれにもとづいて、Schram(1908)は疑問符を付けながらも、インド暦の各月の第1日のユリウス通日を与えるきわめて長期にわたる表を作成した。これらに加えPillai(1922)は、古典天文学にもとづいた独自の計算によってBC 1年からAD 1999年までのすべての月の朔を表にした。

これらの表はいずれも伝統的な暦法に基づいて計算されたもので、そのさいに用いられた天文学書の中心となったのは*Sūryasiddhānta* (原形は紀元 500年頃成立)である。われわれがコンピュータによってインドの古い暦を再現する際にも、まずこのテキストにのべられているアルゴリズムを忠実にコンピュータの言語へと移しかえることから始まる。われわれの使用した言語は Turbo Pascal version 5である。

2.1 暦の定数

インドの天文学書では天文定数のうち惑星(太陽、月も含む)の平均運動はユガ(4,320,000年)またはカルパ(=千ユガ)における天体の対恒星回転数(恒星の場合は対地球回転数)として与えられる。古典天文学書はその定数によって5つの学派にわけることができるが、*Sūryasiddhānta*に基づくサウラ(saura)学派の定数は次のごとくである。(なお以下の説明ではTRYANGAから適宜行を抜粋する。)

```
YugaRotation[star] := 1582237500;  
YugaRotation[sun] := 4320000;  
YugaRotation[moon] := 57753336;  
YugaRotation[Candrocca] := 488203;  
YugaRotation[Rahu] := -232238;
```

ここでCandroccaとは月の遠地点であり月の黄経の補正計算のために必要である。Rahuとは月と太陽の軌道交点(昇交点)であり、月の黄緯計算に用いられるが、黄経に対する影響は無視される。両者はインドでは惑星と同様なものとみなされている。なお全ての平均惑星は暦元として用いられる-3101年2月17/18日(木/金曜日)の夜半にインド黄道座標の原点にあったとされる。この暦元は不思議なほどうまく選ばれたものであり、現代天文学に基づいて計算しても全ての惑星はこのときほぼ30°の範囲内におさまっている。

これらの定数を長年用いていると観測と計算の結果に相違が生じたので、AD 800-1000年ごろ**bija**と呼ばれる以下のような修正要素が加えられた。

YugaRotation[star] := YugaRotation[star] + 328;
YugaRotation[Candrocca] := YugaRotation[Candrocca] - 4;
YugaRotation[Rahu] := YugaRotation[Rahu] - 8;

これらのbījaを用いると、朔と望の日付は現代にも通用するほど正確になる。

2.2 閏月と欠日

上の定数を用いて、次のようなインド暦の要素が得られる。

1 ユガにおける

暦日数 YugaCivilDays := YugaRotation[star] - YugaRotation[sun];
朔望月数 YugaSynodicMonth := YugaRotation[moon] - YugaRotation[sun];
閏月数 YugaAdhimasa := YugaSynodicMonth - 12 * YugaRotation[sun];
ティティ数 YugaTithi := 30 * YugaSynodicMonth;
欠日数 YugaKsayadina := YugaTithi - YugaCivilDays;

インドの置閏法（閏月の置きかた）で重要な役割を果たすのは太陽月 (saura-māsa) である。これは中国の24節気とよく似た概念で、1年を12等分しておいて置閏の目安とするものであるが、そのさい注意しなければならないのは、インドの1年とは恒星年であること、すなわち太陽の春分点への回帰ではなく、恒星上に固定された座標原点 (meṣa) への回帰であることである。この原点を起点として黄道座標は12等分され、その分割点（インドの12宮の初点）を太陽が通過する瞬間が saṃkrānti と呼ばれる。太陰月の名前は その月が含む saṃkrānti によって決定される。たとえば meṣa-saṃkrānti を含む太陰月は Caitra 月とよばれ、たいていのインド暦の第1番目の月である。しかし1朔望月は普通1太陽月よりも短いから、およそ19年に7回の割合で saṃkrānti を含まない月がおこる。そのときその月は saṃkrānti による名前をもつことはできないので、翌月の名前に adhika- を付けて呼ばれる。すなわちこれが閏月である。

tithi (ティティ) とは上の式からわかるように朔望月を30等分した時間単位である。これは暦日の順序数を決め、月の大小を決定するために用いられるインド暦独特の重要な要素である。すなわち1月を朔からはじめて30のtithiで等分割しておき、n番目のtithiの終わりを含む暦日（普通は日出から次の日出まで）をその月の第n日と呼ぶ。こうするとときどきtithiの終わりを2つ含むような日が生ずる。その場合はじめのtithiは暦日決定に参加しない。たとえば、ある日が第9tithiと第10tithiの終りを含んでいると、前日は8日であるのにその日は10日と呼ばれ、その月の「9日」は「欠日」(kṣayadina または avama) になるのである。こうしてその月は29日しかない「小の月」になる。月に大小があるという点では中国や日本の旧暦と同じだが、欠日がひと月のどこにでも起こりうるという点がインド暦の特色であり、これがインドの暦を複雑にさせているひとつの原因でもある。

2.3 積日計算

天体の平均位置は暦元からの日数の関数であるから、まずこの日数（積日）を求めなければならない。西暦年月日が与えられていてそれからインドの積日を求める場合には、その日付のユリウス通日 (Julian Days=JD) を求め、それからインド暦元の日ユリウス通日 (JD=588465.50) を引くだけでよい。ただしインド暦は日出を暦日のはじまりとするので、それぞれの土地における日出の時刻を求め、その瞬間における積日（端数つき）を得ておく必要がある。TRYANGAではひとまずインド天文学のグリニッジともいえる Ujjain を念頭に置き、緯度として北緯23度を採用した。

インド暦で日付が与えられている場合には、暦元からの満年数（Kali年）とその年に入ってから過ぎ去った月数（正確には朔望月数）とその月に入ってからの日数（正確にはかぞえの tithi 数）から、次のように積日を求める。この式で adhimasa は閏月、ksayadina または avama とは欠日である。

```
function Kali_to_Ahargana(YearKali,masa_num,tithi_day:integer) :real;
var sm, cm, adhim, avama, tithi :real;
{global: YugaAdhimasa, YugaRotation[sun], YugaKsayadina, YugaTithi}
begin
  sm := YearKali;
  sm := sm * 12 + masa_num; {expired saura masas}
  adhim := int(sm*YugaAdhimasa/(12*YugaRotation[sun])); {expired adhimasas}
  cm := sm + adhim; {expired candra masas}
  tithi := 30 * cm + tithi_day -1; {expired tithis}
  avama := int(tithi * YugaKsayadina / YugaTithi); {expired avamas}

  Kali_to_Ahargana := tithi - avama;
end;
```

2.4 日月の真黄経を求める

積日の関数として得られた平均黄経は補正計算によって真黄経へと変換される。その補正計算はギリシアから伝えられた周転円理論によって幾何学的に行われる。太陽の場合遠地点は固定しているとみなされる。Sūryasiddhāntaはその位置と周転円の円周を次のように与えている。

PlanetApogee[sun] := 77 + 17 / 60; (単位は度)

PlanetCircumm[sun] := 13 + 50 / 60; (大円の円周を360とする)

月の場合遠地点は上に述べたように平均運動表から得られる。ただし暦元での黄経は90°とされる。

月の周転円の大きさは次の通りである。（単位は太陽の場合と同じ）

PlanetCircumm[moon] := 31 + 50 / 60;

太陽と月の黄経の補正值は平均黄経と遠地点黄経の差を引数 (argument) とする関数であり、次のような近似式によって得られる。

```
function get_manda_equation(argument :real;
                             planet :planets):real;
begin
  get_manda_equation
    := arcsin(PlanetCircumm[planet] / 360 * sin(argument / rad)) * rad;
end;
```

ここで得た補正を加減することによって両天体の真黄経が得られる。

3 暦の作成

3.1 tithi番号と月名

西暦で与えられた日付における太陽と月の真黄経が得られると、その離角をみれば、その月に入ってからtithi数がわかる。なぜなら定義により1 tithiあたりの離角は12°だからである。したがってその日からさかのぼって離角がゼロになるのが直前の朔である。しかしここでやっかいなのは、所与の時刻の太陽と月の真黄経から、直前また直後の真の朔の時刻を求める問題である。なぜなら両天体とも真運動をしているのだから、単純に離角を12°で割るだけでは正確さに欠けるのである。手続きとしては少しずつ先行する両天体の真黄経を求め両者が一致するまで繰り返すことになるが、このような繰り返し算をパソコンでやらせるとかなり長い時間がかかる。この問題は伏見が巧妙な手続きを作ることによってクリアすることができた。こうして真の朔の時刻が得られると、その朔における月 (= 太陽) の黄経をみれば月名もわかるのである。またすでにのべたように、samkrāntiを含まなければその月は閏月ということになる。

月の名前に関して注意しなければならないのは、amāntaとpūrṇimāntaのいずれのシステムを用いるかによって、黒分（望から朔までの半月）の月名がひとつずれるということである。amāntaでは月を白分（朔から望までの半月）から始め、pūrṇimāntaでは黒分から始めるからこのような違いが起こる。これを示すと次のようになる。

amānta		pūrṇimānta	
N月	白分	N月	白分
N月	黒分	(N+1)月	黒分
(N+1)月	白分	(N+1)月	白分

したがって黒分の日付を西暦と対応させるときにはそのインド暦がいずれのシステムにもとずいているか知らなければならないのである。そのさい月の

位置するナクシャトラ（星宿）がその日付とともに与えられていれば重要な手がかりになる。この場合ナクシャトラとはインド黄道座標を 27等分したもので、数学的な座標の役割を果たしている。

3.2 余日と欠月

インドで天文学が発達し太陽と月の位置計算が精密になると、欠日および閏月とちょうど逆の現象が生ずるということがわかった。すなわちまず tithi の終わりを含まないような日があれば、その日は前の日と同じ暦日で adhidina 「余日」と呼ばれる。これはかなりの頻度で起こる。またきわめてまれな現象であるが、saṃkrānti を 2 つ含むような月が生ずる。その場合先におこる saṃkrānti は月名に参加せず、その saṃkrānti によって名付けられるはずの月は kṣayamasa 「欠月」とされるのである。これもインド暦のみの特殊性である。これらの習慣が歴史的にいつはじまったかはインドの暦日決定にはきわめて重大な問題であるが、にわかには判断を下すことはできない。しかし TRYANGA を用いて、多くの歴史資料を当たることによってある程度のこととはわかるだろうと期待できる。

3.3 欠日の多様性

TRYANGA によって今年（Śaka 暦 1913 年）の北インドおよびネパール、ブータンの民間暦 (Pañcāṅga) およそ 20 種類を一部比較してみた結果次のようなことがわかった。なおこれらの地域の暦はすべて pūrṇimānta である。

1) 今年閏月が挿入されるが、TRYANGA と同様すべての暦で Vaiśākha 月 (1991 年 4 月 15 日から始まる) が閏月である。

2) しかし欠日と余日にはかなりのヴァリエーションがある。たとえば Śaka 暦 1913 年閏 Vaiśākha 月白分 (śuklapakṣa) の場合の欠日の日付のちがいにより次のように分類することができる。

- 7 ... Mashhura °Ama J.(Urdu, Delhi)
- 8 ... Aryabhata P.(Delhi), Kaladarshaka P.(Mathura),
Krishna Murarimishra's P.(Lucknow), Nirnayasagar P.(Neemuch Cantt,M.P.),
Takura Prasada(Varanasi),
- 9 ... Vishva P. (BHU,Varanasi), Butanese C.,
- 10 ... Kashikashuddha P.(Varanasi), Ganesha apa P.(Varanasi),
Hrishiksha P.(Varanasi), Rameshvaradatta P.(Varanasi),
Ananda Bhaskara P.(Lucknow), Ganesha P.(Varanasi)
Bitte Patro(Kathmandu), Jebi Patro(Kathmandu),
Nepala Rajakiya P.(Kathmandu), Toyanatha Pantako(Kathmandu)1 and 2.

なお TRYANGA プログラムの結果は第 9 日が欠日になり (Appendix 参照), この点で BHU (Benares Hindu University) で出版している Pañcāṅga と同じであるが、その他の月について比べてみても両者の暦日はほとんど一致することがわかった。

これはわたし自身が今年3月に BHUのJyotiṣa (伝統天文学・暦法)の学部を訪問して暦の作成者にインタビューして確認したことだが、彼らの暦は純粹にSūryasiddhāntaの伝統に基づいて計算されたものなのである。ブータンの場合近代式天文台がまだ存在しないので、伝統的な暦算法を維持しているファミリーが暦を作っているといわれるが、これもSūryasiddhāntaの系統であろうと思われる。10日が欠日になるグループが最も多いが、これらの多くは現代の天体位置推算暦に依存しているようである。

現代においてさえこれだけのヴァリエティがあるのだから、古代中世における「インド暦日原典」に類するものを作成することがほとんど不可能であることは明らかだろう。だからこそ学派、時代、地域などによるさまざまな可能性をプログラムに組み込む必要があるのだ。

3.4 曜日

歴史資料にインド暦による年月日が与えられていてもそれを一義的に西暦と対応させるわけにはいかが、もしこれに曜日も与えられていれば、大きな決め手になる。もし曜日が一致すれば、西暦との対応はほぼまちがいないといえるだろう。なおインドの資料で曜日を与える最初の例はAD 484年6月21日(木曜日)である。

3.5 惑星の位置

TRYANGAでは惑星の黄経も得ることができ、これもさまざまな民間暦の系統をつかむのに重要な役割を果たすはずであるが、今回の発表ではこれについては割愛する。インドでは紀元後2世紀ごろからホロスコープ占星術が盛んになり、それは現代にも続いている。わたしはこのプログラムをさらに発展させ、それによって、歴史上存在するさまざまなホロスコープにみられる惑星の位置を分析し、その背後の暦と天文学をさぐっていく予定である。

文献

- Jacobi, H., 'Methods and Tables for Verifying Hindu Dates, Tithis, Eclipses, Nakshatras, etc.' *Indian Antiquary*, June, 1888, pp.145-181.
- 'The Computation of Hindu Dates in Inscriptions, &c.', *Epigraphia Indica* 1(1892), pp.403-460.
- 'Table for Calculating Hindu Dates in True Local Time.' *Epigraphia Indica* 11(1894), pp.487-498.
- 'New Special Tables', *Epigraphia Indica* 12(1912), pp.79-120.
- Pillai, L.D.S., *An Indian Ephemeris A.D.700 to A.D.1799*, Madras 1922 (reprint Delhi 1982).
- Schram, R., *Kalendariographische und Chronologische Tafeln*, Leipzig 1908.
- Sewell, R. and Dikshit, S.B., *The Indian Calendar*, London 1896.
- Warren, J., *Kala Sankalita*, Madras 1825.
- 矢野道雄「Kṣayamāsa (欠月)について」服部正明先生退官記念『インド思想史研究』6(1989), pp.119-126.

Appendix TRYANGA output samples

Menu<L>

With bija

```

1991  4 15 Mon | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  1 ( 0.21) Asvini
=====
1991  4 16 Tue | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  2 ( 0.28) Bharani
=====
1991  4 17 Wed | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  3 ( 0.37) Krttika
=====
1991  4 18 Thu | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  4 ( 0.47) Rohini
=====
1991  4 19 Fri | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  5 ( 0.58) Mrgasira
=====
1991  4 20 Sat | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  6 ( 0.69) Ardra
=====
1991  4 21 Sun | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  7 ( 0.80) Punarvas
=====
1991  4 22 Mon | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa  8 ( 0.91) Pusa
=====
1991  4 23 Tue | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa 10 ( 0.00) Aslesa
=====
1991  4 24 Wed | Saka 1913 Adhika-Vaisakha  Suklapaksa 11 ( 0.08) Magha
=====
<Space>:continue, <T>ry, <L>ist, <V>erbose, <B>ija, <Q>uit.

```

Menu<V>

```

AD 1991  5 24.00      JD (at noon) = 2448401  Friday
=====
Pancanga based on the Suryasiddhanta (at sunrise in Ujjain)
=====
      Nirayana  Mean Longitude  True Longitude  | Month Names
Sun      1s  7°  5  40      1s  8° 30  55  |
Moon     5s 11° 29  11      5s 16° 33  24  | Caitra      Asvina
Mercury  1s  7°  5  40      0s 17° 57  26  | Vaisakha   Karttika
Venus    1s  7°  5  40      2s 23° 17  30  | Jyaistha   Margasirsa
Mars     4s  2°  6   3       3s  3° 36  27  | Asadha     Pausa
Jupiter  3s 20° 25  10      3s 14° 33  40  | Sravana    Magha
Saturn   9s 10°  2  19      9s 10° 20   2  | Bhadrpada  Phalgun
Candrocca 8s 13° 18   4       |
Rahu     8s 29° 59   2       |
=====
Indian date (amanta)      (*)sunrise at Ujjain... 5h 23m
year (atita)..... Saka 1913      Vikrama 2048      Kali 5092
month/paksa..... Vaisakha      Suklapaksa
tithi (at sunrise)...11 (fraction = 0.670)
naksatra..... Hasta
NOTICE: if PURNIMANTA K-paksa month names appear a month earlier
=====
<Space>:continue, <T>ry, <L>ist, <V>erbose, <B>ija, <Q>uit.

```