

インドの伝統天文学 — 特に観測天文学史について (I)

大橋 由紀夫

〈〒 150-0012 東京都渋谷区広尾 3-5-26〉

まずインド天文学史の時代区分を述べたあと、ヴェーダ時代とヴェーダーンガ天文学時代について説明する。農業などの生産活動と共に発展したインドの天文学・暦法は、祭祀によって象徴されるようになり、祭祀の日程を決めるためのヴェーダーンガ天文学として独立した学問分野となった。なお、この天文学は北インドでの天体観測に基づくものであることを論証する。

1. はじめに

1.1. インドの伝統天文学とは

ごく大まかに言えば、旧大陸における近代以前の伝統天文学には3つの大きな流れ、すなわち、古代地中海世界からイスラーム世界を経て西欧に至る流れ、インドを中心とした南アジアの流れ、そして中国を中心とした東アジアの流れがある。もちろん、これらは相互に影響しあったり、さまざまな支流ができたりしている。

さて、インドの伝統天文学は、豊富な文献史料が残っているだけでなく、今日まで民間暦などの形でかなり伝統が保存されており、文献研究などの外面からの理解だけでなく、内面からの理解に接近することも可能であり、興味深い分野である。このようなインドの伝統天文学は、近代の天文学者たちにはあまり知られていなかったと誤解している人もいるかもしれないが、実はそうではなく、かなり早い時期から近代天文学者たちによって注目されていた。例えば、すでに17世紀にジャン・ドミニク・カッシニがタイのアユタヤ朝に伝わるインド系の天文学の分析を行なっているし、18世紀には金星の日面通過の観測のためにインドに派遣されたル・ジャンティがタミル地方に伝わる天文学を詳細に調査しており、また、最初の本格的な天文学史とも言えるべきジャン・シルヴァン・バイイの著

作のうちの一巻は「インド及び東洋天文学綱要」(1787)であった。その後の研究史については省略するが、今日に至るまでさまざまな角度から研究が行なわれている。

1.2. インド天文学史の時代区分

インド天文学史の時代区分には必ずしも定説はないが、私は次のような区分を提案している。^{1), 2)}

- (1) インダス文明時代
- (2) ヴェーダ時代 (1500 BC 頃 - 500 BC 頃)
 - (2.1) リグ・ヴェーダ時代 (1500 BC 頃 - 1000 BC 頃)
 - (2.2) 後期ヴェーダ時代 (1000 BC 頃 - 500 BC 頃)
- (3) ヴェーダーンガ天文学時代
 - (3.1) ヴェーダーンガ天文学形成期 (紀元前 6 / 5 / 4 世紀頃?)
 - (3.2) ヴェーダーンガ天文学継続使用期 (紀元後 2 / 3 / 4 世紀頃まで?)
- (4) ギリシャ系占星術・天文学伝来期
 - (4.1) ギリシャ系ホロスコープ占星術伝来期 (紀元後 2 ~ 3 世紀)
 - (4.2) ギリシャ系数理天文学伝来期 (紀元後 4 世紀頃?)
- (5) ヒンドゥー古典天文学時代 (5 世紀末 ~ 12 世紀)

- (6) ヒンドゥー天文学・イスラーム天文学併存期
(13 / 14 世紀～ 18 / 19 世紀)
- (7) 現代 (現代天文学・伝統天文学併存期)
(18 / 19 世紀～)

上記のうちで、インダス文明時代については当時の天文知識を推測するに十分な資料が残されていないので、ここでは除外し、アーリヤ人がインドに侵入して「ヴェーダ」と総称される文献群を残したヴェーダ時代から話を始める。以下、主として私がインドのラクナウ大学に提出した Ph. D. 論文とそれを改訂して順次発表しつつある論文に基づき、インドの観測天文学に関連したいくつかの話題について説明する。ラクナウ大学へ留学中に指導して下さった K. S. シュクラ (Shukla) 教授に感謝する。

2. ヴェーダ時代の天文学³⁾

インダス文明が衰退した後のインドには、インド・ヨーロッパ語族の話し手の一派であるアーリヤ人が侵入し、まずインド西北のパンジャブ地方に居住した。そこで、ヴェーダ文献の中の最古のものである『リグ・ヴェーダ』(1500 BC～1000 BC 頃) が形成された。これは一種の宗教文献であるが、その中から、当時の暦法が太陰太陽暦であったこと、雨季の開始が年の区切りとされていたこと、月が星々の間をめぐっていくことが注目されていたことなどを知ることができる。

なお、アーリヤ人はもともと遊牧民族であったが、当時のインドの先住民の間では農業がかなり発達していた。したがって、農業技術やそれに関連した暦法知識などが先住民からアーリヤ人に伝えられた可能性も考えられる。

さて、『リグ・ヴェーダ』以外のヴェーダ文献は「後期ヴェーダ文献」(1000 BC～500 BC 頃) と総称される。この時代には、黄道にそった 27 または 28 の星宿 (ナクシャトラ (nakṣatra) と呼ぶ) の体系が確立した。また、一年間での太陽の南北への動き (日出の方向の変化など) も注目された。

この頃アーリヤ人は、ガンガー河流域に東進し、そこに定住して農業を生業の中心とするようになっていった。また、バラモン教の祭祀の体系も発展していった。この時代の農業の発展やそれに関連した暦法の発展などはバラモン教の祭祀にも反映しており、例えば朝夕に行うもの、新・満月の時に行うもの、年に 3 回の季節の区切りの時に行うものなど、時の区分を象徴する祭祀や、各季節の収穫物を奉納する祭祀などが形成された。なお、インドではヴェーダ時代以来、一年間を 3 季節 (熱季、雨季、寒季) に区分し、あるいはそれぞれを二分して 6 季節としてきた。ここで、当時のバラモン教では祭祀の施行が非常に大きな意味を持っていたことに留意しておく必要がある。

ところで、インドの星宿 (ナクシャトラ) は中国の二十八宿とよく似ており、その起源についてこれまでさまざまな議論がなされてきた。しかし、インドの星宿は後期ヴェーダ時代に成立しているし、中国の二十八宿は戦国時代初期 (BC 5 世紀末) にはすでに確立していたことがわかっており、この時代に天文学に関する相互の交流があったとは考えにくい。私自身はインドの星宿と中国の星宿はそれぞれ独立に成立したと考えている。

3. ヴェーダーンガ時代の天文学³⁾

3.1. ヴェーダーンガ天文学とは

「ヴェーダーンガ」(Vedāṅga) とは、ヴェーダの補助学であって、音韻学、韻律学、語源学、文法学、祭事学、天文学、という 6 つの分野からなる。このうち、天文学 (ジョーティシャ) については、『ヴェーダーンガ・ジョーティシャ』(Vedāṅga-jyotiṣa) というサンスクリット語文献が、2 種の伝本によって現存している。その成立年代については様々な説があるが、私自身はほぼ BC 6～4 世紀頃であろうと考えている。ここにおいて、インドで天文学が独立した学問分野として成立したのである。その内容は、「ユガ」(yuga) という 5 年周期に基づ

く暦法である。このヴェーダーンガ天文学の目的については、『ヴェーダーンガ・ジョーティシャ』に次のように書かれている。

「5年からなるユガの管理者であり、日・季節・半年・月を部分に持つブラジャーパティ（造物主）に、私は身を清浄しつつ頭を下げて礼拝し、最高のバラモンたちに承認された、諸天体の聖なる運行を、順序だてて、祭祀の時を確定するために、説明しよう。

実にヴェーダ諸文献は祭祀のためにあり、そして祭祀は時の順序に従っている。したがって、この、時の規則の理論である天文学（ジョーティシャ）を知る者こそが祭祀を知る者である。」

上の文章を見ると、インドの天文学はバラモン教の祭祀の執行のために成立したかのような印象を受ける。しかし実際には、それまでのヴェーダ時代における天文学的知識の発展を歴史的に見ると、暦法や天文学は農業などの生産活動への必要性にともなって発展してきたものであって、それをその頃発展しつつあった祭祀のいくつかが象徴するようになったものと思われる。しかし、祭祀の体系が確立したあとは、それ自体が目的となってしまう、祭祀の執行のために暦法がある、と考えられるようになったようである。

『ヴェーダーンガ・ジョーティシャ』の暦法は5年に2回の閏月を入れる太陰太陽暦であって、次のような関係になっている。

$$\begin{aligned} 5 \text{年} &= 1830 \text{日} \quad (366 \times 5) \\ &= 62 \text{朔望月} \quad (12 \text{か月} \times 5 + 2 \text{閏月}) \\ &= 67 \text{恒星月} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

また、昼夜の長さの季節変化も与えられており、冬至からの日数（または冬至までの日数）を n とし、時間を「ムフルタ」（1日の30分の1）という単位で表せば次式のようになる。

$$\text{昼間の長さ} = \frac{2n}{61} + 12 \dots\dots\dots(2)$$

なお、黄道を27等分した星宿（ナクシャトラ）を用いて月の位置を表わしていた。また、1朔望

月を30等分した「ティティ」（tithi）という概念を用い、それによって月の位相を表示した。

3.2. ピングリーの説

上記のような『ヴェーダーンガ・ジョーティシャ』について、アメリカのブラウン大学のD. ピングリー（Pingree）教授は独特の解釈をしており⁴⁾ それは我が国でも比較的よく知られている（例えば恒星社「現代天文学講座・15」『天文学史』の中の矢野道雄論文など）。私はピングリー説には不賛成なのだが、それを批判する前に、まずピングリー説を簡単に紹介しよう。

ピングリーは、ヴェーダーンガ天文学は、当時ガンダーラ地方まで勢力をのばしていたアケメネス朝ペルシャを通じてメソポタミアの天文学の影響を受けている、と主張しているが、それは主として次の2つの仮説に基づいている。

【ピングリー仮説1】上記の(1)式のように、『ヴェーダーンガ・ジョーティシャ』では1年を366日としているが、ピングリーはこれを常用日ではなく恒星日であったと解釈し、常用日では1年は365日とされていたと主張した。そして、この1年の長さはエジプト・ペルシャ暦と同じであり、それがインドに導入されたのだと主張した。

【ピングリー仮説2】上記の(2)式によれば、冬至や夏至における昼夜の長さの比が2:3になるが、これが北緯35°あたりの状況に相当するということは以前から言われていた。これは、昼間の長さに相当する角度を D 、観測地の緯度を ϕ 、太陽の赤緯を δ とすれば、球面天文学の公式

$$\cos \frac{D}{2} = -\tan \phi \cdot \tan \delta \dots\dots\dots(3)$$

が成り立つことから明らかである。この北緯35°は、インドの緯度としてはカシミール地方の北端あたりにあたって、かなり北すぎるが、メソポタミアではほぼ中央部にあたるので、ピングリーは(2)式のようなジグザク型一次関数はメソポタミアから借用したものと主張した。

3.3. ピングリー説の批判

まず、ヴェーダーンガ天文学の1年は本当は何日とされていたのか、という問題について考えてみよう。実は〔ピングリー仮説1〕がかなり強引な説であって、原文をすなおに読めば1年は366常用日とされていたと解釈の方が普通なのだが、それだけでは水掛け論になりかねないので、当時の観測精度を考慮に入れながら天文学的検討をしてみよう。ヴェーダーンガの暦法は祭祀の執行のための5年周期の暦法であるから、少なくとも5年間は祭祀のスケジュールを立てられるだけの精度を持っていたはずである。そこで、「年」と「月」の精度について検討しなければならないが、肉眼観測では数日程度の季節のずれはほとんど感知できないから、1年間で365日でも366日でも5年程度の期間ではさほど支障はなかったと思われる。一方、朔望月の方は肉眼観測でもかなりの精度で測定できる。ここで、ヴェーダの祭祀の中に新・満月の時に行なうものがあったことを想い出してほしい。その新・満月の日付けについて、『シャーンカーヤナ・シュラウタ・スートラ』という祭式綱要書には、満月の日は、丸い月が日没の時に昇る日と、日没の後に昇る日の2日間であり、新月の日は、翌日には月が見えなくなるだろうと思われる日と、月が見えない日の2日間である、と書かれている。これを見ると、新・満月の日付はかなり正確に観測されていたことがわかる。例えば満月の日付は、単に月が丸く見えるというだけでは日付に誤差が出ることもあるが、月の出の時刻も併用すれば、それは一日あたり平均約49分も変化するので、ほぼ確実に日付を決定できたはずである。さてここで、(1)式を見てみよう。5年間は、62朔望月であり、67恒星月であるとされていたわけであるが、それらの精密値は次の通りである。

$$62 \text{ 朔望月} = 62 \times 29.5306 \text{ 日} = 1830.90 \text{ 日}$$

$$67 \text{ 恒星月} = 67 \times 27.3217 \text{ 日} = 1830.55 \text{ 日}$$

このことから明らかのように、もし当時1年を

366日とし、したがって5年を1830日としていたならば、朔望月も恒星月も1日以内の誤差しか出ず、当時としては実用になったであろうと思われる。一方〔ピングリー仮説1〕によれば5年間は1825常用日になってしまい、月の位相について5年間で6日近い誤差が出るようになってしまう。月の位相が6日もずれてしまったら、新・満月祭を半月に近い月のもとで行なうことになってしまうが、そのような暦法が実用にならないことは明らかである。以上のことから〔ピングリー仮説1〕は否定され、ヴェーダーンガ天文学の1年は366日とされていたことは確実である。なお、1年を366日とする暦は西アジアには例がなく、おそらくインド独自のものと思われる。

次に(2)式と観測地の緯度の関係について検討しよう。これまでの議論では〔ピングリー仮説2〕のように、(2)式は北緯35°あたりの状況に相当するものと解釈されてきた。しかしその解釈は本当に正しいのだろうか。(2)式にあたることを述べた『ヴェーダーンガ・ジョーティシヤ』には、次のように書かれている。

「北行(冬至から夏至までの半年間)で経過した〔日数〕や、南行(夏至から冬至までの半年間)で残っている〔日数〕を2倍して61で割り、12を加えると昼間の長さになる。」

これは、一年間の昼間の長さの変化について述べたものなので、〔ピングリー仮説2〕のように冬至や夏至の時の値にだけ着目して議論するのは適切ではない。むしろ、昼間の長さの変化が一次関数に近くなる春秋分付近の変化率を表現するものとも解釈できる。そうすると、(2)式は要するに1太陽月あたり昼間の長さが1ムフルタの変化をするというものだが、春秋分前後の1太陽月の間に昼間の長さが1ムフルタの変化をするという点に着目すれば、その状況は、(3)式を適用すれば、北緯27°あたりに対応することになるし、春秋分前後の2太陽月の間に2ムフルタの変化をするという点に着目すれば、北緯29°あたりに対応す

ることになる。ところが、春秋分前後の3太陽月（つまり冬至・夏至までの間）に3ムフルタの変化をするという点に着目すれば、北緯35°あたりに対応するというわけである。これらの関係をわかりやすくするために『ヴェーダーンガ・ジョーティシヤ』のジグザグ関数(2)式と、北緯27°、29°、35°における実際の昼の長さの変化(3)式による)を図1に示す。

さて、北緯27°と29°の違いは(2)式の程度の精度では誤差の範囲と言えるだろうが、問題は(2)式は北緯27°~29°あたりのものか、それとも35°あたりのものか、ということである。この問題を考える手がかりが、ヴェーダ文献の中にある。ヴェーダ文献の中に『カウシータキ・ブラーフマナ』というものがあるが、その中に一年間の太陽の南北への動き（おそらく日出・日没の方向の変化）について言及されており、そして太陽は冬至・夏至の時には立止る、ということが書かれている。実際、冬至・夏至の頃には日出の方向の変化はごくわずかであって、立止っているかのように見えるが、このことが着目されていたわけである。このことから、太陽に関連した季節変化については、冬至・夏至の頃ではなく、それを除外した時期に着目するという考え方が当時存在していたと推定できる。このこ

とを考慮に入れて図1を見れば、(2)式は北緯27°~29°あたり、つまり北インドにおいて、冬至・夏至の付近を除外して、それ以外の時期における昼の長さの変化に基づいて形成されたと推定するのが最も妥当であると考られる。

以上のことから、ヴェーダーンガ天文学には、特に他地域からの影響は認められず、北インドでの実測に基づいて成立したものである、と私は考える。

3.4. ヴェーダーンガ天文学の継続使用

ヴェーダーンガ天文学の5年周期の暦法は、天文学の専門文献である『ヴェーダーンガ・ジョーティシヤ』以外にも、カウティリヤの『実利論』（アルタ・シャーストラ）、仏典の『摩登伽経』（シャルドゥーラカルナ・アヴァダーナ）、ジャイナ教教典の『スーリヤ・パンナッティ』などにも記されている。このことは、ヴェーダーンガ天文学が当時のインドで広く用いられていたことを示している。

ここでは、カウティリヤ『実利論』の中の天文知識について論じてみよう。本書はマウルヤ朝のチャンドラ・グプタ（321 BC 即位）の宰相カウティリヤの著作とされているが、もう少し後世のものとする説もあり、正確な成立年代は不明である。い

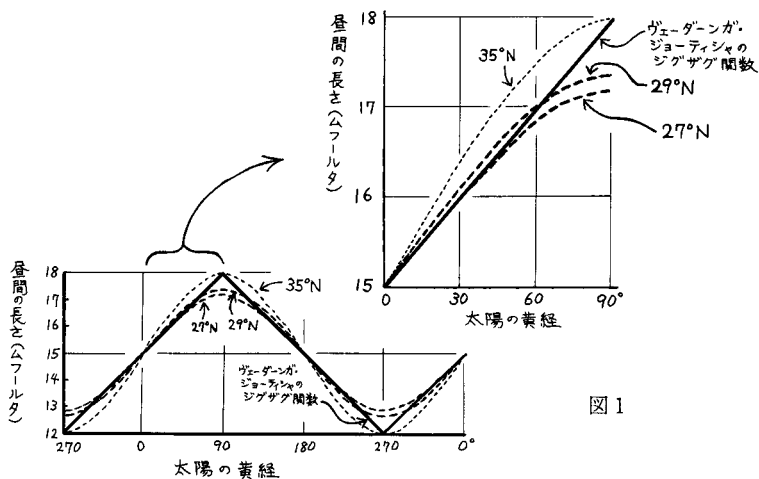


図1

ずれにしても、そこに記された天文学はヴェーダーンガ天文学時代のものであることは確かである。『実利論』の第2巻20章には天文学的知識が含まれているが⁵⁾、その中にはノーモン（地面に垂直に立てた棒）の影の長さの夏至の日における日変化や、正午の影の年変化について記されている。夏至の日の影の長さの日変化については、正午の時の影の長さはゼロとされているので、北回帰線（300 BC 頃は約 23.7° N）付近のものと考えられる。実際、『実利論』のデータと、北回帰線上における影の長さの変化の理論値をグラフにしてみると、図2のようによく一致する。また、正午の影の長さの年変化については、『実利論』ではジグザグ型一次関数で与えられているので、特定の緯度と正確には合致しないが、図3のように『実利論』のデータを北緯 21° と 27° の理論値と重ねてみると、ほぼそのあたり、すなわち北インドでの値にほぼ合致することがわかる。

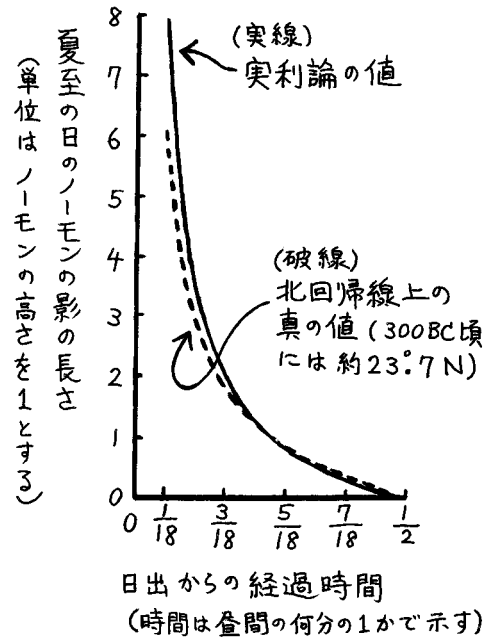


図2

以上のことをまとめれば、ヴェーダーンガ天文学は、北インドにおける観測に基づいて独自に形成されたものであり、ある時期にはかなり広く用いられていたとすることができる。しかし、その暦法の精度は、5年以上用いればだんだん誤差が目立ってくるようなものだったので、時々経験的な調整が必要だったであろう。このようなヴェーダーンガ天文学は、紀元後 2～4 世紀頃までは使われていたと思われる。ちなみにその頃は、バラモン教が変化してヒンドゥー教が形成されつつあった時期で、スメール山（須弥山）を中心とする世界観が形成されていった。

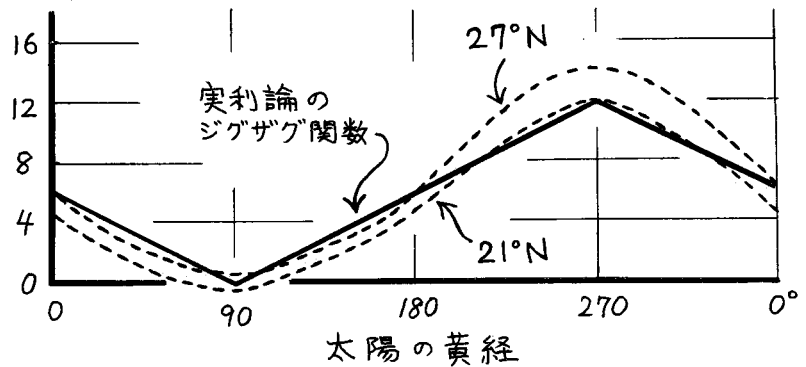


図3

ちょうどその頃、インドには西方からギリシャ系の占星術・天文学が伝来し、インド天文学は大きく変化していくのだが、それは次回の話。

参考文献

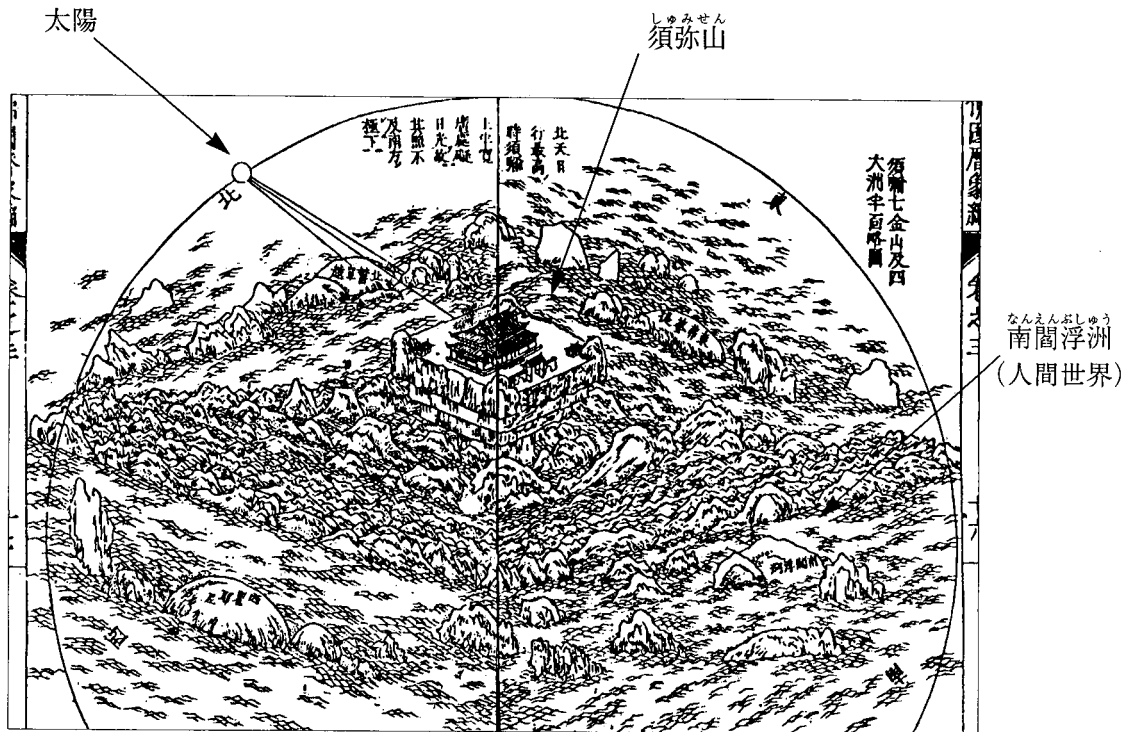
- 1) 大橋由紀夫, 1997, 印度天文学史撮要, 西北大学学报(自然科学版)(中国, 西安), 27, 185-189.
- 2) Ôhashi, Y., 1997, Early History of the Astrolabe in India, Indian Journal of History of Science 32, 199-295.
- 3) Ôhashi, Y., 1993, Development of Astronomical Observation in Vedic and Post-Vedic India, Indian Journal of History of Science 28, 185-251.
- 4) Pingree, D., 1973, The Mesopotamian Origin of Early India Mathematical Astronomy, Journal for the History of Astronomy 4, 1-12.
- 5) カウティリヤ(上村勝彦訳), 1984, 実利論(上)(岩波文庫), 175-179.

Traditional Astronomy in India
 — with Special Reference to the History of Observational Astronomy (I)

Yukio ÔHASHI

3-5-26, Hiroo, Shibuya-ku, Tokyo 150-0012, JAPAN

Abstract: Firstly, the division of periods of Indian astronomy is presented, and then the history of Indian astronomy during the Vedic period and Vedanga astronomy period is explained. Indian astronomy and calendar were developed in accordance with the development of producing activity such as agriculture, and was then symbolized in some rituals, and finally established itself as an independent discipline "Vedanga astronomy" which is for the determination of the dates of rituals. That the Vedanga astronomy is based on the actual astronomical observations in North India is demonstrated.



江戸時代の枳円通の『仏国曆象編』(1810年)の中の須弥山の図。右下の南閻浮洲が人間世界。(筆者蔵) 古代インドの須弥山説は仏教を通じて東アジアに伝来し、日本の仏教者たちによっても信奉された。