

時 time

時間はインフレーション* (ビッグバン) から始まったといわれます。したがってその前には時間はなかったといわれますが、実感はできませんね。暦に関わるものとして「時」があります。三次元生物である人間は時間を感知できませんので天体を目印にして利用しています。

(1) 恒星時と太陽時

1年の決め方と同じように、目印を恒星(春分点)にするか太陽にするかによって1日の決め方に違いがあります。恒星は遠くにあつてそこからくる光は地球が少し動いても同じ方向からくると考えます。地球は自転とともに公転もしています。ある日、恒星も太陽も南中*したとします(図1のR1)。そこから地球が1回転(自転)するとR2の地点に観測者は来ます。この時、目印の恒星は再び南中します。かかった時間はおよそ23時間56分です。これを基準にした時間が恒星時です。

地球が自転で1回転する間に、地球は太陽の周りの軌道を約 1° 移動します。そのため図1で示すようにあと少し(約 $1^\circ = 4$ 分)回転しなければ次の南中(R3)になりません。つまり23時間56分+4分=約24時間必要です。これを基準にしたのが太陽時で、私たちが普段使っている時間です。太陽時の一日では地球は 361° 回転します。このことは1年(365日)では地球は366回回転(自転)することを意味します。実際に視た太陽(視太陽と言う)を基準にした時間です。視太陽時または、真太陽時と呼ばれます。

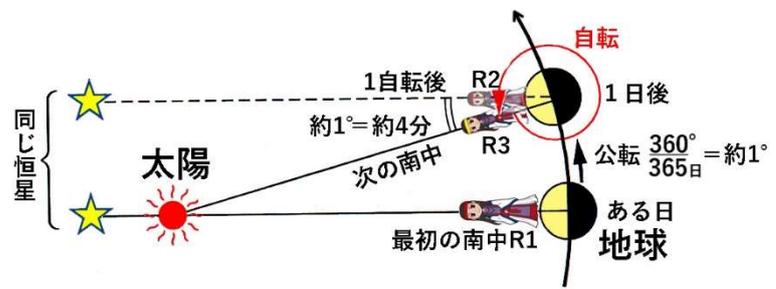


図1 恒星時と太陽時

実際に視た太陽(視太陽と言う)を基準にした時間です。視太陽時または、真太陽時と呼ばれます。

*インフレーション：ビッグバンの直前に起きた宇宙の急膨張(会報no.29参照)

*南中：天体が真南に来た時ですが、天頂と真南、真北を結ぶ子午線に来た時をいいます。説明図では頭の真上に来た時で示すことが多いです。

さて、これは実際の太陽の動きから決めた時間です。ところが太陽は規則正しく動いていません。その原因は大きく2つあります。1つは、太陽の通り道である黄道と天の赤道(地球の公転軌道)が 23.4° 傾いているために、太陽が天の赤道に対して動く速度が一定ではないことです。2つ目は地球の公転軌道が楕円であるため、太陽の進み方が一定ではありません(ケプラーの法則)。簡単に言うと地球の公転は太陽に近いとき(近日点といい、1月初めです)は速く、遠いときは(遠日点といい、7月初めです)ゆっくり動きます。

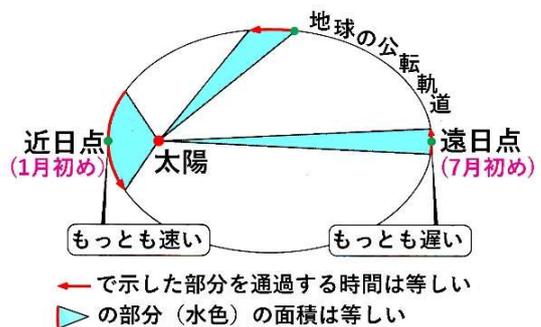


図2 ケプラーの第1・第2法則

(2) 均時差

季節ごとに変化する太陽の動きをもととした時計では日常生活では不便です。そこで規則正しく動く仮想の太陽の動きから決めることを考えました。これを平均太陽時といい、天の赤道の 360° を、365.24 で割った平均です。ところが時計は規則正しく動いても、実際の太陽の動きと大きくずれては不便です。このずれを均時差といいます (図 3)。均時差の均時は、平均太陽時の略で、「均時差 = 視太陽時 - 平均太陽時」です。均時差のプラスは真太陽時 (本当の太陽の動きを基準) の方が進んでいることを意味します。均時差は 1 年を周期として繰り返されます。

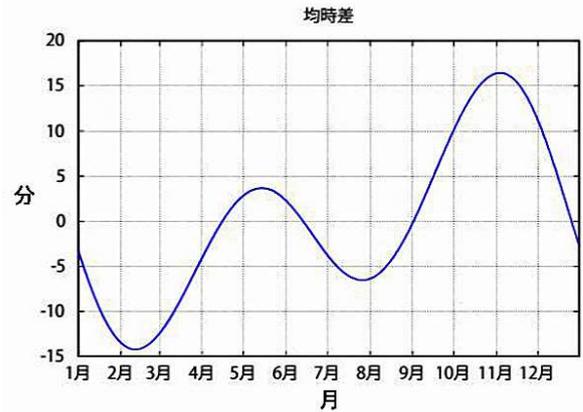


図 3 均時差 (URL1: 国立天文台天文情報センター)

(3) 日の出と日の入り

「太陽の上辺が地平線 (または水平線) に一致する時刻」を、日の出・日の入りの時刻と定義しています。日の出で言えば、太陽が地平線から顔を出し始めた瞬間、日の入りで言えば、太陽が地平線に沈みきった瞬間です。この動き方が年間を通して一定であれば、日の出・日の入りの早さ・遅さは昼間の長さだけで決まります。昼間の長さは、太陽の高さで決まります (図 4)。昼間の時間が一番長いのは夏至で、短いのが冬至です。しかし、昼間が一番長い日に、日の出がもっとも早く、日の入がもっとも遅くなるわけではなく、逆に、昼間が一番短い日に、日の出がもっとも遅く、日の入がもっとも早くなるわけではありません。日本では、日の出がもっとも早い日は、夏至より 1 週間ほど早く、日の入がもっとも遅い日は夏至より 1 週間ほど後になります。日の出がもっとも遅い日は冬至の後、日の入がもっとも早い日は冬至の前になります。この現象は、日本中どこでもほぼ同様です。太陽の位置は高度だけでなく、東西方向にもずれます。(図 6) そのため日の出・日の入りの時刻が早くなったり、遅くなったりします。このため冬至と日の入りが最も早い日には、ずれが出てきます。

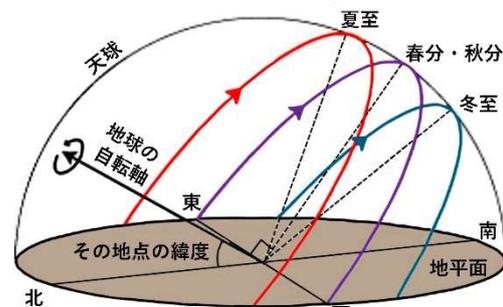
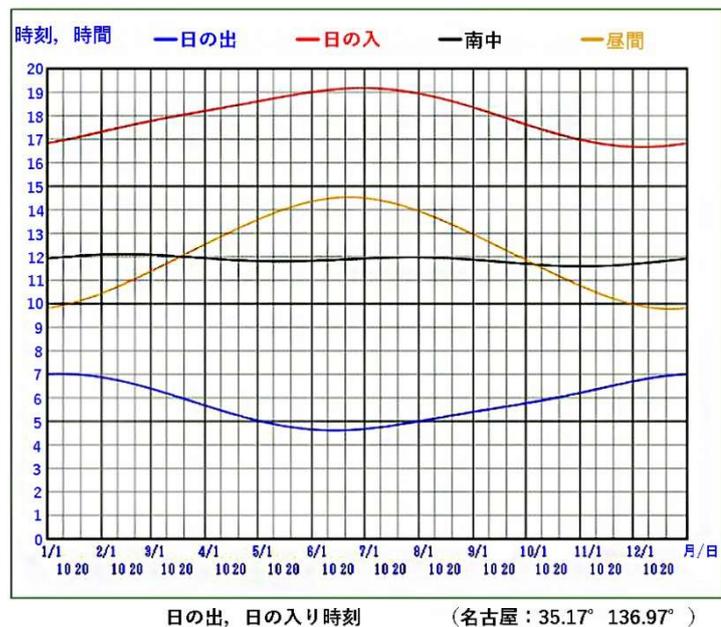


図 4 太陽の動き (URL2 を改)



日の出, 日の入り時刻 (名古屋: 35.17° 136.97°)

図 5 日の出日の入り時刻 (URL3 から作成)

原因は、地球が公転する軌道が楕円のため、太陽が真南にくる南中時刻から翌日の南中時刻までの時間が毎日わずかにずれるからです

(図 2)。地球と太陽の距離が近い近日点に近づいていくと、地球の公転速度が増すため、地表から見て太陽が同じ方向に見えるためには、地球が余計に自転しなければなりません。それは、太陽を同じ位置にみえる時間が少し後になることとなります。そして、その逆に、地球と太陽の距離が遠い遠日点に近づい

ていくと、地球の公転速度が遅くなり、公転により地球が余計に回らなければならない時間が短くなるので、相対的に、太陽が同じ方向に見える時刻が早くなります。言い換えると「同じ時刻の太陽の位置は、東→西」と動くこととなります。さらに「地球の自転軸が(太陽に対する)公転面に対して傾いている影響」もあります。

(3) 標準時と原子時

1秒は地球の自転1回転を基準に1日の1/86400時間と決められてきました。ところが1960年頃に、地球の自転が速くなったり遅くなったりしていることがわかり、公転に基づく暦表時というのが考案されました、しかしこれも厳密には規則正しくないとのことで、それまで使っていた天体の動きから「時」を決めるという方法は取られなくなりました。1967年にはより高精度で誤差の少ないセシウム 133 (^{133}Cs) 原子を採用した時計が開発されます。そして『 ^{133}Cs 原子が9,192,631,770回振動する時間を“1秒、とする”定義が生まれました。これを「原子時」と呼びます。これによって規則正しく進む「時」が決められましたが、現実の太陽の動きとのずれが問題となりました。そこで1972年、「調整された世界時」という意味で「協定世界時」が考え出されました。原子時との調整を「うるう秒」の挿入・削減で行っています。今年(2023年)は1月1日に(7月1日も)うるう秒は挿入されませんでした。うるう秒の挿入は、2035年以降は停止されることが決まっています。現在では、セシウム原子時計を遙かに凌ぐ新しい原子時計「光格子時計」が考え出され、“1秒、の長さは2030年に再定義されることになっているそうです。

1884年の「万国子午線会議」によって、グリニッジ子午線が決められました。グリニッジ天文台は、1990年にケンブリッジに移転した後、1998年に閉鎖され、再び「グリニッジ王立天文台」と呼ばれることになりました。旧天文台の建物は博物館となっており、本初子午線は中庭にステンレス貼りの溝(図7)とレーザー光線で示されています。この線が東経と西経を分ける線なので、^{また} 跨いだ姿を撮る観光客でにぎわっていました。以前は無料でしたが、再び行ったときには入場料(結構、高い)が必要でした。

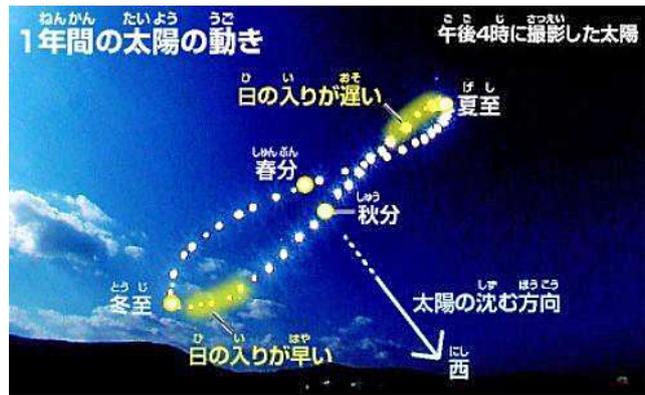


図 6 太陽の動き (アナレンマ) (URL4)



図 7 “グリニッジ天文台”の子午線

(4) 不定時法

6月10日が時の記念日になったのは、天智天皇がはじめて時計を作った、671年6月10日からだそうです。いわゆる水時計ですが、奈良・平安時代は、定時法でした。しかし、照明の未発達な時代、特に日中に戸外で作業を行う農民の多かった江戸時代には、目に見える明るさ、つまり日の出と日の入りを基準とした“不定時法”の方が分かり易く合理的だったようで、江戸のころには不定時法が普及していたそうです。夜明けを明け六つ、日没を暮れ六つ、暮れ六つから明け六つ、それぞれを6等分した時間を「一刻」といいました。“不定時法”では、夏の昼間より、冬の昼間は短くなりその間隔も変化します。昼と夜の長さは違うので、このような時間の決め方だと一刻の長さも昼と夜では変わってきます。明け六つは「手のひらを見て、細かき筋は見え、大筋の三筋ばかり見える時」と書かれているそうです。九つが真夜中なのは易の考え方に由来しており、中国の陰陽説では、奇数を“陽”，偶数を“陰”として、特に最も大きな陽数である“9”を活力のある特別な数字としていたようです。陽の極数である「九」から始まり、2番目は $2 \times 9 = 18$ の10を省略して「八」、3番目は $3 \times 9 = 27$ の20を省略して「七」というように順次計算して出した6種の数値を割り当てたものだとされています(図8)。

このような複雑な不定時法に対応した優れた時計に万年時計(万年自鳴鐘)があります(図9)。芝浦製作所(東芝の重電部門)の創業者田中久重が設計・製作したもので重要文化財となっています。先年、分解調査をした様子がTVでも紹介されました。

不定時法のころの言葉もいくつか残っています。おやつ(昼の八つ)、怪談の「草木も眠る丑満つどき」、「お江戸日本橋七つ発ち」などです。たそがれは、薄暗くて人の見分けが付きにくい時刻のことから「誰そ彼(誰だろ、あの人 誰は?)」というそうです。夜明け前は「かわたれどき(彼誰時)」というそうです。

日本では明治6年に新太陽時による定時法が採用されましたが、標準時はなく各地で真正午を正午としていました。東経135°の子午線における平均太陽時を日本標準時としたのは明治21年1月1日からです。愛知県内では「時の鐘」が、岐阜県海津市海津町高須町二恩寺、名古屋市熱田区神戸町宮の渡し公園で復元されています。

引用・参考文献

URL1: 国立天文台天文情報センター, chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/
<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/topics/tex/topics2015.pdf>

URL2: <https://withnews.jp/article/f0231222002qq0000000000000000W09110101qq000026462A>

URL3: <http://k-ichikawa.blog.enjoy.jp/etc/HP/js/sunRise/srs1.html>

URL4: <https://withnews.jp/article/f0231222002qq0000000000000000W09110101qq000026462A>

URL5: <https://mishimagoyomi.web.fc2.com/jikoku/jikoku.htm>

URL6: https://toshiba-mirai-kagakukan.jp/history/toshiba_history/clock.htm

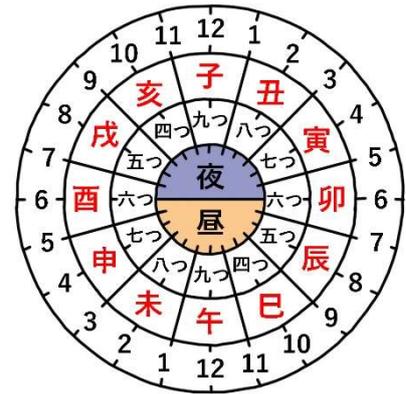


図8 不定時法 (URL5を改)



図9 万年時計(万年自鳴鐘) (URL6)