

平成 27 年 (2015 年) 度「宮水学園」マスター講座〈前期〉

日常は物理で満ちている —こんなところに自然法則—

真貝寿明

講義予定

第 1 回	5 月 8 日	カレンダーの物理—惑星運動を巡って
第 2 回	5 月 22 日	おもちゃの物理—長く回転続けるコマ
第 3 回	6 月 5 日	乗り物の物理—空気抵抗と闘う乗り物
第 4 回	6 月 19 日	気象の物理—ペットボトルで雲を作る
第 5 回	7 月 3 日	台所の物理—山の上でご飯を炊く方法
第 6 回	7 月 17 日	音の物理—足踏み揃えて吊り橋渡るな
第 7 回	8 月 7 日	光の物理—光輪の正体は丸い虹なのか
第 8 回	8 月 21 日	電気製品の物理—IC カードに寿命なし
第 9 回	9 月 4 日	原子核の物理—核融合と核分裂の果て
第 10 回	9 月 18 日	タイムマシンの物理—相対性理論入門

講師

真貝寿明 しんかいひさあき

連絡先

E-mail: hisaaki.shinkai@oit.ac.jp

Office: 大阪工業大学 情報科学部 情報システム学科
573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

URL: <http://www.oit.ac.jp/is/~shinkai/>

URL: <http://www.oit.ac.jp/is/~shinkai/nishinomiya> この講義のページ

1 カレンダーの物理——惑星運動を巡って

第 1 回の講義では、物理学はどんな学問か、どのようにして生まれたのか、そして天体の動きにまつわる話を紹介します。

1.1 物理学 — 物理がカバーする分野

科学の中でも「物理学」は、数学を武器にして自然を解明しようと、人類が築き上げて来た学問である。物理学は、生物学・化学・地学と並んで、高校理科の教科の 1 つとして位置づけられているが、数学を使って自然を解明しようとするすべての手段を物理と称してよいかもしれない。数学を使う理由は、それ自体が普遍的なものであり、世界中の誰がいつどこで試みても同じ結果を導くことができるからだ。

■物理という言葉の由来

物理は英語で physics である。この語の語源は、古代ギリシャのアリストテレスにさかのぼる。アリストテレスは、あらゆる学問体系の基礎を作ったが、彼の著作『形而上学 (metaphysics = beyond physics)』では、人間の存在や物体の運動など、手に取って確かめることのできない「ものごとの根源」を考えるとという哲学を著している。その中の「第一哲学」は、存在を追求する学問 (philosophy) であり、「第二哲学」は自然現象を扱う自然哲学 (natural philosophy) であった。

Aristotle
(BC384–BC322)

古代ギリシャでは、ものごとは、魂と魂でないもの (形のあるもの) に 2 分されており、*phusika* (*φυσικά*) は後者を表す言葉だった。魂が宿る肉体も後者に分類されていて、後年、病気を治す人の意味で、*physician* という言葉が生まれる。

古代ギリシャの学問は、イスラム文化圏を経由して、10 世紀頃からヨーロッパのラテン文化圏に伝えられるようになる。ヨーロッパの知的基盤を作ったのは、13 世紀のトマス・アクィナスとされる。彼は、キリスト教にアリストテレスの思想を取り入れた「スコラ哲学」を完成する。スコラはラテン語で、英語の school (学校) と同じ語源である。その後は、15 世紀の大航海時代と共にはじまる 16 世紀の文化革命・ルネッサンスの勃興まで、キリスト教的世界観がヨーロッパの人々を支配した。

Thomas Aquinas
(1225–1274)

16 世紀末、錬金術から化学が生まれる頃になると、自然哲学の中で、運動学的なものを physics と呼び始めるようになったらしい。現在の物理学に対応する physics の語が確立したのは、19 世紀のようだ。

中国では「物の道理」という意味で、物理という言葉があった。日本で

表 1: 身のまわりで見られる物理現象の分野

分野	内容	
力学	mechanics	力を加えるとどのような運動をするのか
流体力学	fluid dynamics	流体の運動
熱力学	thermodynamics	温度や熱の交換について
光学	optics	光はどのように進むのか
電磁気学	electromagnetism	電気や磁気の及ぼす力, 電気回路について

表 2: 現代物理が扱う分野

分野	内容	
量子力学	quantum mechanics	電子, 原子核などミクロな物理学
原子核物理	nuclear physics	原子核, 核反応 (核分裂反応, 核融合反応)
素粒子物理	particle physics	究極の素粒子や力の構造
統計物理	statistical physics	多数の物質のふるまい
物性物理	condensed-matter physics	液体や固体, プラズマ状態の物質
相対性理論	relativity	時間と空間, 重力, 宇宙

は, 江戸時代末期には「窮理学」(物の道理を窮める学) とか「格物学」(物の本質をつきつめる学) などと呼ばれ始めたが, 明治政府が明治 5 年に学制を整えたとき, 数学や化学と共に物理学という言葉が制定されて定着した。

■物理学の進展

近代物理学は, 15 世紀後半の, ティコ・ブラーエの精密な天体観測, ケプラーによる惑星運動の法則の発見, ガリレイによる運動学, ニュートンによる運動法則の発見などが端緒となる。物理学はその後めざましい進展を遂げ, 19 世紀後半には, 日常レベルの現象を物理法則でほとんど記述できるようになった。物理学は完成した, とも考えられていた (表 1)。

しかし, 1905 年のアインシュタインによる 3 つの論文 (ブラウン運動のおこる理由についての仮説, 金属に光を当てると電子が飛び出す現象の説明方法の提案, 光速を一定とすると時間の進み方が相対的になるという相対性理論の提案) を契機として, 物理学には革命が起こされる。20 世紀の物理学は, 相対性理論と量子論を柱として, 時間と空間の構造や, 素粒子のふるまいに対して, それまでとはまったく異なる新しい物理学として進展した (表 2)。

そのため, 物理学者たちは, 1905 年以前の物理を**古典物理学**, 1905 年以降の物理を**現代物理学**と呼んで区別している。最近では, 物理的なアプローチを用いて, 化学や生物, 経済学などにも分野が広がっており, それぞれ物理化学, 生物物理学, 経済物理学などと呼ぶ学問に成長してきている。

古典物理学
(classical physics)
現代物理学
(modern physics)

1.2 「桁違い」の話

物理の話に入る準備として、本章では数字を使うことに慣れてみよう。私たちは、10 数えるごとに 1 つ位があがる「10 進法」を使う。「10 の〇乗」という呼び方に慣れよう。

■10 進法

10 進法 (decimal numeral system)

10 ずつ桁が上がってゆくしくみが 10 進法である。10 進法が誕生した理由は、おそらく指が 10 本だからだろう。

桁に応じて、日本人は、「一、十、百、千、万、…」と呼ぶ。欧米では「キロ、メガ、ギガ、…」と、3 桁ごとに名前をつけている。最近では、ハードディスクやメモリの容量など、メガ・ギガ・テラなどの単位が日常聞かれるようになってきている。大きさを表す接頭語を表 3 にまとめておこう。

とても大きな数や小さな数、あるいは「桁違い」を表すのに便利な記法は、「10 の〇乗」という**指数**を使う方法だ。例えば

指数 (しすう, power)

$$100 = 10 \times 10 = 10^2, \quad 1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$$

$$0.1 = \frac{1}{10} = 10^{-1}, \quad 0.01 = \frac{1}{100} = 10^{-2}$$

などとなる。

表 3: 大きさを表す接頭語

大きさ	接頭語	記号		
10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000	ヨッタ yotta	Y	
10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000	ゼッタ zetta	Z	
10^{18}	1,000,000,000,000,000,000	エクサ exa	E	100 京
10^{15}	1,000,000,000,000,000	ペタ peta	P	1000 兆
10^{12}	1,000,000,000,000	テラ tera	T	Trillion 1 兆
10^9	1,000,000,000	ギガ giga	G	Billion 10 億
10^6	1,000,000	メガ mega	M	Million 100 万
10^3	1,000	キロ kilo	k	Thousand 千
10^2	100	ヘクト hecto	h	Hundred 百
10	10	デカ deca	da	Ten 十
1	1			One 一
10^{-1}	0.1	デシ deci	d	Tenth
10^{-2}	0.01	センチ centi	c	Hundredth
10^{-3}	0.001	ミリ milli	m	Thousandth
10^{-6}	0.000001	マイクロ micro	μ	Millionth
10^{-9}	0.000000001	ナノ nano	n	Billionth
10^{-12}	0.000000000001	ピコ pico	p	Trillionth
10^{-15}	0.000000000000001	フェムト femto	f	
10^{-18}	0.000000000000000001	アト atto	a	
10^{-21}	0.000000000000000000001	ゼプト zepto	z	
10^{-24}	0.000000000000000000000001	ヨクト yocto	y	

■12 進法

世界には、10 進法ではなく、12 進法も使う言語が多く存在している。英語では eleven, twelve と 12 までは特別な数え方をし、1 ダース (=12 個, dozen), 1 グロス (=12²=144 個, gross) という単位も耳にする。

ヤード法と呼ばれる長さの単位では、

$$12 \text{ inches} = 1 \text{ foot} (= 0.3048 \text{ m}), 3 \text{ feet} = 1 \text{ yard} (= 0.9144 \text{ m})$$

で定義されるインチ・フィート・ヤードを使う。

日本では、1959 年の計量法で、尺貫法とともにヤード・ポンド法の使用が原則禁止された。しかし、日本の住宅のサイズは基本的に尺貫法である。また、タイヤ・テレビ画面の大きさ、パンのサイズなどは、インチでの表示方法が残っている。

Topic

太陽までの距離

地球は太陽のまわりを 1 年かけて 1 周する。地球から太陽までの距離は、およそ 1 億 5000 万 km である。これをいちいち 150000000 km と表すと読みにくい。そこで指数を使って、ゼロが何個あるかを書き表すことにして、 $1.5 \times 10^8 \text{ km}$ ($= 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$) と表す。

Topic

原子の大きさ・原子核の大きさ

小さい数も指数で表すことができる。水素原子の大きさ（電子の軌道半径）は、1 cm の 1 億分の 1（1m の 100 億分の 1）程度である。これを 0.0000000001 m と表すとたいへんなので、 $1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ と表そう。また、原子の中央には、原子核がある。原子核には陽子があるが、その大きさは原子の大きさの 10 万分の 1 程度である。

- 問 1.1 10 進法ではなく、12 進法が生まれた背景は何だろうか。
- 問 1.2 原子核の大きさをリング 1 個程度 (10cm) と考えると、電子の軌道はどのくらい先になるか。
- 問 1.3 地球の大きさをリング 1 個程度と考えると、月の軌道はどのくらい先になるか。
- 問 1.4 2 進法について調べてみよう。バーコードと 2 進法の関係について調べてみよう。

1.3 距離を測る — 地平線までの距離は？

何故かあなたは砂漠に一人取り残され、見渡す限り何もない。そんな状況に置かれたら・・・ (!), 自分はどこまで見えているのか、地平線までの距離を計算してみよう。

1.3.1 地平線までの距離

右図は地球の断面である。地球（中心点 O ）を半径 R の円としよう。自分の目線（点 A ）が高さ h にあるとする。地平線の位置は、ぎりぎり遠くまで見える場所だから、点 A から地球に接線を引いた点 H と考えられる。地平線までの距離を $AH=x$ とすれば、直角三角形 OAH に三平方の定理（ピタゴラスの関係）を用いて、

$$(R+h)^2 = R^2 + x^2$$

となる。これより x は、次式で得られる。

$$x = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = \sqrt{2Rh + h^2} \quad (1)$$

さて、あなたの目線の高さが 1.5 m であるとして、地平線（水平線）までの距離を計算しよう。地球半径は $R = 6380$ km なので、(1) より、

$$x = \sqrt{2 \times 6380000 \times 1.5 + 1.5^2} = \sqrt{19140002.25} \sim 4375 \text{ m}$$

すなわち、わずかに 4.3 km である。見えている範囲は、せいぜい徒歩 1 時間の距離なのだ。

問 1.5 下表を完成させよ。地球半径を $R = 6380$ km とする。

	高さ (m)	地平線までの距離 (km)
人の目線	1.5	
10 階建てビル	30	
あべのハルカス	300	
スカイツリー展望台	450	
生駒山山頂	631	
スカイツリー電波塔	634	
富士山山頂	3776	

問 1.6 地平線までの距離を求める計算では、富士山からは 220 km 先まで見渡せることになった。しかし、実際に、富士山を見ることが出来るもっとも遠い場所を調べてみると、この距離よりも長い。なぜ、地平線として計算された距離より遠方で富士山が観測できるのだろうか。

図 2: 富士山を中心とした半径 220 km の円と、実際に富士山が見えた、と報告されている地点。

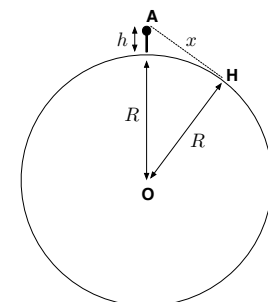
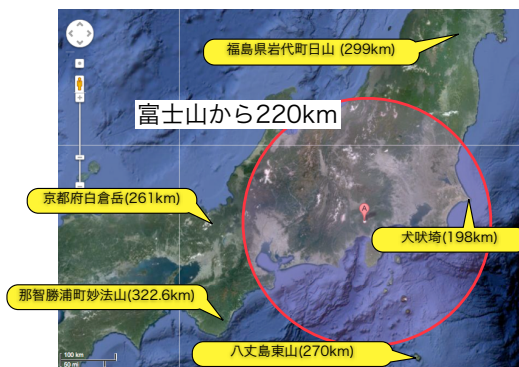


図 1: 地平線までの距離を x とする。直角三角形 OAH を考える。地球半径は $R = 6380$ km。

\sim は、近似記号。

世界で一番高いビルは、アラブ首長国連邦ドバイにあるブルジュ・ハリーフアで 160 階建て、高さ（尖塔高）800m である。サウジアラビアのジェッダでは、高さ 1000m のビルの建設が始まった。

1.3.2 1メートルの定義

1 m の単位の制定は、フランス革命後に普遍的な物理量基準の必要性が提案されたのがきっかけである。フランス科学アカデミーが「地球の子午線全周長を 4 千万分の 1 にした長さ」を基準にすることを決めて測量が開始され、1795 年には新しい単位メートルが公布された。国際 1 メートル基準原器を使う時代が長く続いたが、1960 年の国際度量衡総会では、クリプトン原子を用いた定義に改められた。1983 年の同総会では、光の速さを基準にした定義に変更されて現在に至っている。



図 3: 1796-97 年にかけて啓蒙のためにパリ
の街中に 16 基設置さ
れたメートル原器

表 4: 1 メートルの定義

1795 年	北極点と赤道をつなぐ子午線長の 10^7 分の 1
1960 年	クリプトン 86 原子の 2 準位間の遷移に対応する光の真空中における波長の 1650763.73 倍に等しい長さ
1983 年	真空中で光が $1/299792458$ 秒に進む距離

Topic 光速

光速を使って長さを定義するのは、「光は誰から見ても（どんな運動をしている観測者から見ても）一定」という原理の上に、現代の物理学が成り立っているからである。原理として見出したのはアインシュタインで、彼は光速一定の原理から特殊相対性理論を構築した (1905 年)。光の速さ c は、 $c=299792458$ [m/s]。

光の速さは (constant の頭文字として) c で表す。
 $c=299792458$ [m/s]
(にくくなくふたりよればいつもハッピー)

Topic 太陽系の大きさ

太陽系の大きさを表すときには、km の単位を使ってもピンと来ない。そこで、地球と太陽の距離を「1 天文単位 (au)」とした長さで表す。この単位を使うと、惑星の軌道半径は表 5 のようになる。

天文単位 au
(astronomical unit)

表 5: 惑星の軌道半径を天文単位 (au) で表した値

惑星	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
軌道半径 (au)	0.39	0.72	1.00	1.52	5.20	9.55	19.2	30.1

Topic 1 光年

宇宙での距離を表すときには、光が 1 年間かかって進む距離を「1 光年」として表す。光速は秒速約 30 万 km だから、

$$1 \text{ 光年} = 30 \text{ 万 km} \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 \\ = 9.460 \times 10^{15} \text{ m}$$

光年 l.y.
(light year)
太陽系から一番近い恒星 (ケンタウルス α) までは 4.3 光年。私たちの銀河系の直径は 10 万光年、隣のアンドロメダ銀河系までは 230 万光年である。

1.4 時間を測る — カレンダーから地球の運動がわかる

1年 365日、1日 24時間、これらの元は、天体の動きである。季節があるのは、地球の自転軸が太陽をまわる公転軌道面と傾いていることが原因である。1年のうち、太陽高度が高くなったり低くなったり変化するために、地表の暖められる度合いが変化して季節が生じることになる。

1.4.1 天体の動きから生まれた時間

地球や太陽の動きがわかる以前から、人々はカレンダーを作ってきた。

- 昼と夜が交互に来る。この単位を1日とした。(地球が自転しているからである。)
- 夜空に輝く月は、約1ヶ月で見かけの形を一巡させる。(月が地球のまわりを公転しているからである。)
- 春夏秋冬の季節が交互に来る。この単位を1年とする。(地球が太陽のまわりを公転しているからである。)

■うるう年 (閏年)

1年は365日である。4年に一度、閏年があり、366日になる。これは、太陽の見かけの位置が、正確にもとの位置に戻るまでが、約365.2422日だからである。

現在、世界で使われているグレゴリオ暦(ローマ教皇グレゴリウス13世が、1582年に制定)では、400年間に97回の閏年を入れて、1年の平均的な長さを365.2425日となるようにしている。そのために、

- 4年に一度、西暦年が4で割り切れる年は閏年とする。
- ただし、西暦年が100で割り切れる年は平年とする。
- ただし、西暦年が400で割り切れる年は閏年とする。

としている。

■1年 = 12ヶ月

1ヶ月を約30日とするのは、月の満ち欠けが由来である。新月から次の新月までの周期(1朔望月)は約29.53日である。月の満ち欠けに基づくカレンダーを**太陰暦**という。太陰暦では1ヶ月を29日か30日とする。12倍すると太陰年 = 約354.36日になるので、1年には11日ほど足りなくなる。そこで、19年間に7度の閏月を入れる、というカレンダーである。日本では、明治のはじめまで使われていた。

しかし太陰暦では季節とのずれが激しい。毎年、一定の期間ナイル川の洪水に見舞われていた古代エジプトでは、**太陽暦**が発達した。当初は月の動きに基づいた太陰暦であったが、紀元前2700年頃に、一か月を30日とし別に5日の祭日を設けた一年365日のシリウス歴に改めたという[†]。どうやら、このあたりが、1年 = 12ヶ月の由来といえるだろう。

閏年 (leap year)

英語で leap (飛ぶ) という語が使われているのは、平年なら翌年の曜日は1日ずれるだけだが、閏年だと2日ずれるから、だとか。

西暦2000年は閏年だったが、これは、グレゴリオ暦制定以来2回目の特別な年だった。

太陰暦 (lunar calendar)

[†] 古代エジプトでは、当時すでに1年が約365.25日であるという値を得ていた。

太陽暦 (solar calendar)

コラム 1 (月の呼び名)

日本人は昔から月を愛でていた。だから、粋な名前がたくさんある。太陰暦では、新月を1日とし、満月を15日としていた。だから、満月の夜を十五夜(じゅうごや)とよぶ。

月は毎日約50分遅れて昇ってくる。翌日の16日(十六夜)を「いざよい」と呼ぶのは、月が出てくるのをためらっている(躊躇している=いざよう)と考えるのが語源である。十七夜以降の月には、日ごとに、立待月(たちまちづき)、居待月(いまちづき)、寝待月(ねまちづき)、更待月(ふけまちづき)と名前がついている。満月の月の出時刻を18時頃とすれば、5日も経つと月を待つ間に夜も更けている。



図4: 月は毎日約50分遅れて昇ってくる。

■1日 = 24時間

1年を12等分することに決めた古代エジプト人は、1日の昼と夜も12等分することにした。これが、1日を24時間で考えることになった由来とされている。

時計は右回りにまわる。この理由は、時計が日時計に由来するからだ、と言われている。日時計をつくると、影は右回りにまわる。東から昇って西に沈む太陽が、天頂より南側を通るからである。(こう言えるのは、北半球に住んでいるからだ。南半球では、東から昇って西に沈む太陽が、天頂より北側を通る。日時計の影は左回りに動くことになる。現在の時計が右回りなのは、北半球で文明が発達した証拠である。)

太陽が動くのは、地球が自転しているからである。1日に1周するから、1時間に15度回転する。だから、太陽や星は1時間に15度移動するように見える。



図5: 日時計 (sundial)

■1時間 = 60分

古代メソポタミアの地で生まれた幾何学では、円を1/60にした角度(6度)を「第一の小さな角度(minuta)」と呼び、それをさらに1/60にした角度(0.1度)を「第二の小さな角度」と呼んだそうだ。これが、分と秒の語源とされている。つまり、1周の1/60の角度を分(minute)として、さらにその1/60を秒(second minuteのsecond)とした。

現在では、円弧の1/360を表す角度を「1度」角、その1/60を「1分」角、さらにその1/60を「1秒」角とする。

角度で使われた「分と秒」が、時間にも使われるようになったのは、14世紀に歯車を用いた時計が開発されてからだといわれる。1時間で1周する時計を設計し、その1/60を「1分」、さらにその1/60を「1秒」としたのだ。

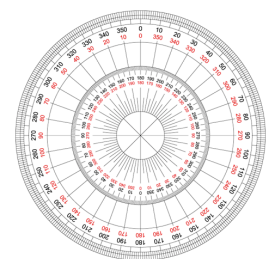


図6

現在の角度の単位
円一周 = 360度
1度 = 60分
1分 = 60秒

1.4.2 1秒の精密な定義

1956年以前には、地球の自転をもとにして1秒の長さを決めていた。しかし、地球の自転速度は潮汐摩擦などの影響によって一定ではないことが判明し、1956年には地球の公転をもとにするように改められた。より正確な定義とするために、現在では、セシウム原子が放つ放射光の周期を使う。

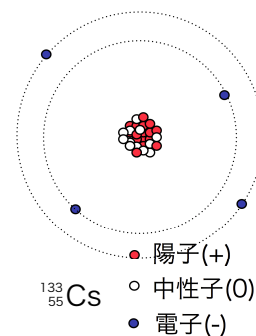


図7: 原子模型.

表6: 時間1秒の定義

~1956年	平均太陽日の86400分の1
1956年	1900年1月0日に対する太陽年の1/31556925.9747倍
1967年	セシウム133原子の基底状態の2つの準位間の遷移に対応する放射の9192631770周期

■うるう秒

実は、上記のように定められたセシウム原子を用いた1秒の定義は、1750年から1892年に行われた天文観測で得られた秒の長さを用いていて、現在の地球の自転の長さとは若干合わなくなっている。そこで、半年に一度、追加で1秒を入れるかどうかの調整が続いている。1972年以来、25回のうるう秒が挿入されていて、直近では、2012年6月末に実施された。

閏秒 (leap second)

1.4.3 地球の軌道は円ではなく、楕円である

カレンダーをよく調べてみると、2016年の場合、春分の日から秋分の日までは186日、秋分の日から春分の日までは179日で、半年ではない。これは、地球の軌道は円ではなく、楕円であることの結果である。夏至の日付近は地球は太陽から最も遠く、冬至の日付近は最も近いところを通過する。

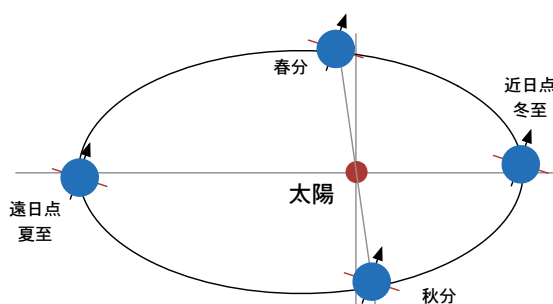


図8: 地球の公転軌道は楕円であり、北半球が冬のときの方が太陽に近い。この図は楕円を極端に描いている。地球太陽間の平均距離で1億5000万kmだが、太陽は楕円の中心からわずかに250万km離れた場所にある。

1.4.4 季節が生じるのは地球の自転軸の傾き

地球は南極と北極を結ぶ軸を中心に1日1回自転している。そして、太陽の周りを1年で1周公転する。地球の自転軸は公転面に対して23.4度傾いている。この傾きが原因で、太陽が南中したときの高さ(南中高度)が変わることになる(図9)。

自転 (rotation)
公転 (revolution)

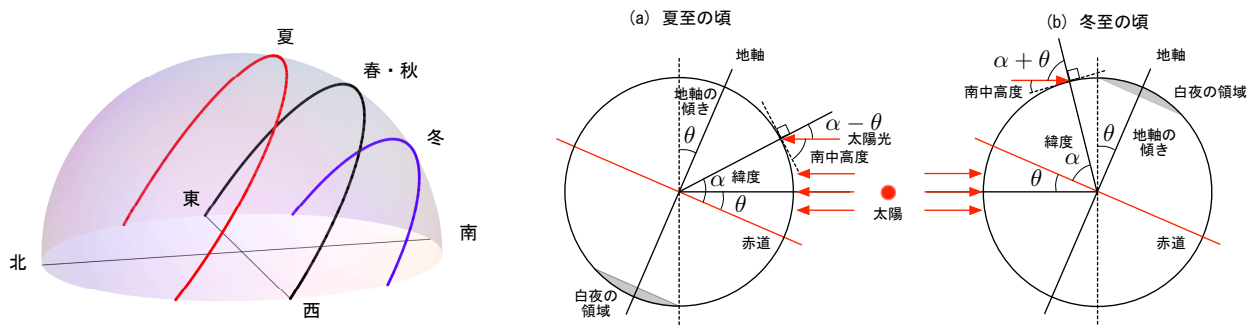


図 9: 〔左〕北半球での太陽の動き. 〔中〕夏至の日 (6月22日頃) の太陽の南中高度. 〔右〕冬至の日 (12月22日頃) の太陽の南中高度. 北緯35度では, 太陽が最も高い位置に来るのは夏至の日で南中高度は $90 - (35 - 23.4) = 78.4$ 度, 太陽が最も低い南中高度となるのは冬至の日で, $90 - (35 + 23.4) = 31.6$ 度となる.

太陽高度がちょうど90度の真上になることがあり得るのは, 緯度が23.4度より低い地域 (南回帰線と北回帰線で挟まれた地域) である. また, 高緯度地帯では, 一日中太陽が沈まない白夜になったり, 一日中太陽が昇らない期間があることもわかる.

白夜 (white nights)

■時差ボケは何故おきる?

ジェット機で海外に行くと, 約半日で, アメリカやヨーロッパに着いてしまう. 現地に着くと, それまでの日本で生活していた体内時計と合わず, 数日の間は, 昼間なのに眠かったり, 夜なのに眠れなかったりしてしまう. このような「時差ボケ」は, 東へ移動したときと西へ移動したときとで, 苦しさが違うようだ.

時差ボケ (jet lag)

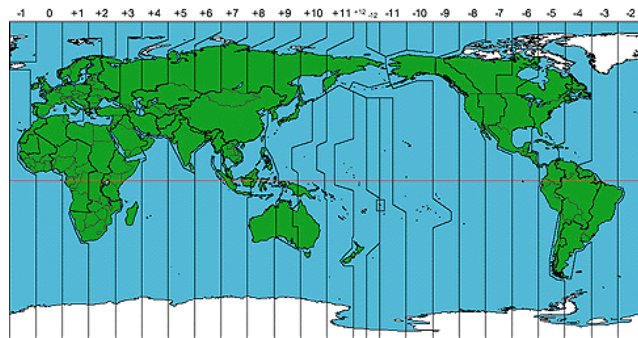


図 10: 世界のタイムゾーン. 日本は, 東経135度 (明石) を基準に標準時が決められていて, グリニッジとの時差は +9 時間である. (夏時間などを採用している国では時期によって時差はずれる).

問題と研究

- 問 1.7 白夜が生じるのは, 緯度で何度以上の地域か.
- 問 1.8 時差ボケに苦しむのは東へ移動したときか, 西へ移動したときか.
- 問 1.9 夏至の日, 春分/秋分の日, 冬至の日のそれぞれについて, 日時計の影の先端がどう動いていくか描いてみよう.

■2015年の流星群 出現規模 A のペルセウス座とふたご座が、月明かりなく最良！

表1 主な流星群

流星群名	出現期間	極大時刻 (JST)	極大		輻射点 赤経 赤緯 (2000.0)	出現 規模	極大日 の月齢 0° (JST)	流星 性状	観測 条件
			太陽黄経 (2000.0)	赤経 (2000.0)					
1 しぶんぎ座	1月 1日～ 1月 7日	1月 4日11時	283.16	230°	+49°	B	13	中～速	最悪
2 4月こと座	4月16日～ 4月25日	4月23日09時	32.32	274	+34	B	4	中～速	最良
3 みずがめ座 η	4月25日～ 5月20日	5月 6日23時	45.5	337	-1	B	17	速・痕	最悪
4 みずがめ座 δ 南	7月15日～ 8月20日	7月28日	125	339	-16	C	12	中	最悪
5 やぎ座 α	7月10日～ 8月25日	7月30日	127	307	-10	C	14	緩	最悪
6 ペルセウス座	7月20日～ 8月20日	8月13日15時	140.0	47	+58	A	28	速・痕	最良
7 はくちょう座 κ	8月 8日～ 8月25日	8月18日	145	289	+56	C	3	速・痕	最良
8 9月ペルセウス座 ϵ	9月 5日～ 9月17日	9月10日07時	166.7	60	+47	C	26	速・痕	最良
9 10月りゅう座	10月 5日～ 10月13日	10月 9日15時	195.4	262	+54	C	25	緩～中	最良
10 オリオン座	10月10日～ 11月 5日	10月22日	208	95	+16	B	9	速・痕	良
11 おうし座南	10月15日～ 11月30日	11月 6日	223	52	+15	B	24	緩	良
12 おうし座北	10月15日～ 11月30日	11月13日	230	58	+22	C	1	緩	最良
13 しし座	11月 5日～ 11月25日	11月18日13時	235.27	153	+22	B	6	速・痕	最良
14 ふたご座	12月 5日～ 12月20日	12月15日03時	262.2	113	+32	A	3	中	最良
15 こぐま座	12月18日～ 12月24日	12月23日11時	270.7	217	+76	C	11	緩	悪

図 13: 2015年の主な流星群. 『天文年鑑 2015』(誠文堂新光社)より.

■金星 春は宵の明星, 秋は明けの明星となる.

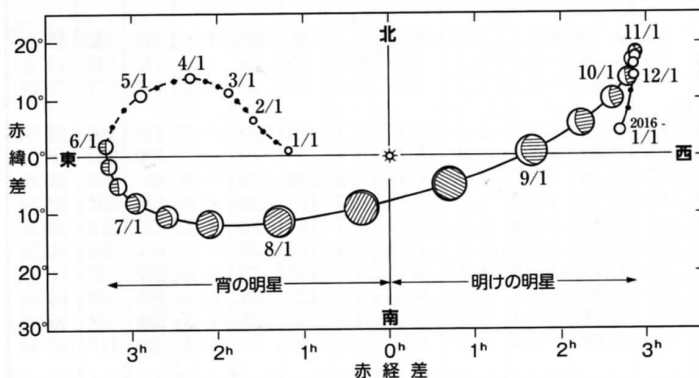


図1 太陽の周りの金星の動き (毎月1・11・21日の位置)

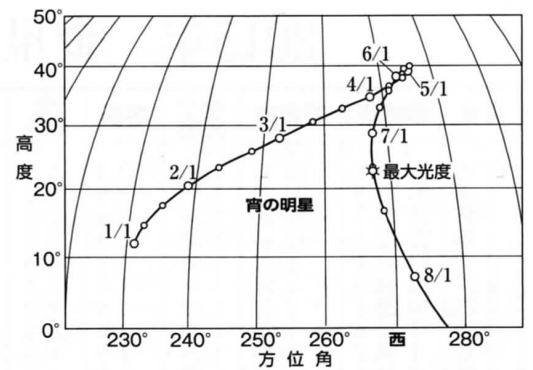


図3 日没時の金星の高度と方位角(東京での値)

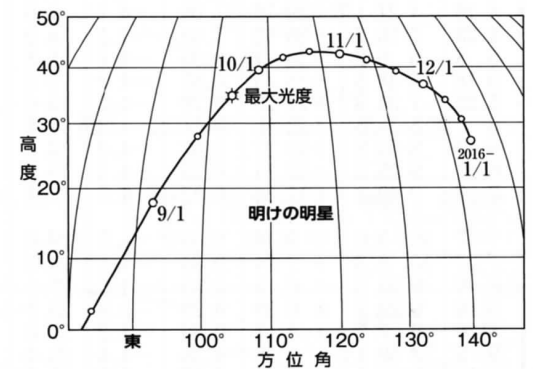


図4 日出時の金星の高度と方位角(東京での値)

図 14: 2015年の金星. 『天文年鑑 2015』(誠文堂新光社)より.

■火星 今年はほとんど太陽の向こう側で観測不向き。

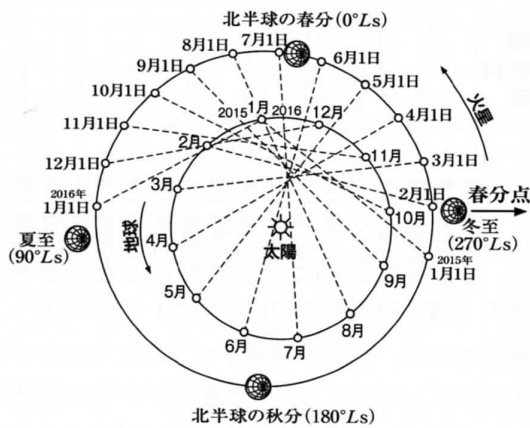


図1 2015年 地球と火星の位置

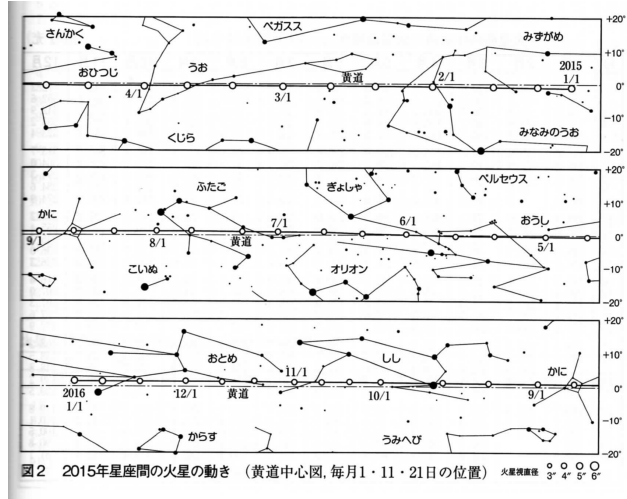


図2 2015年星座間の火星の動き (黄道中心図, 毎月1・11・21日の位置) 火星視直径 3' 4' 5' 6'

図 15: 2015 年の火星. 『天文年鑑 2015』(誠文堂新光社) より.

■木星 しし座とかに座付近. 春が見頃.

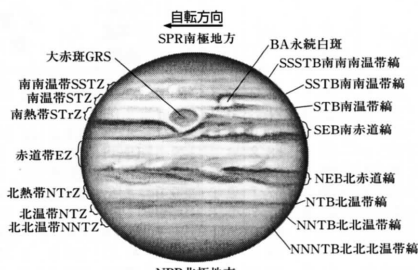


図1 木星面の模様の名称

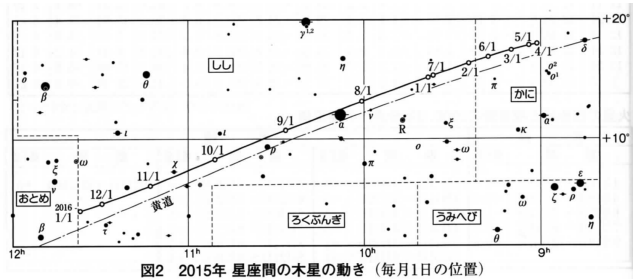


図2 2015年 星座間の木星の動き (毎月1日の位置)

図 16: 2015 年の木星. 『天文年鑑 2015』(誠文堂新光社) より.

■土星 さそり座付近. 夏が見頃.

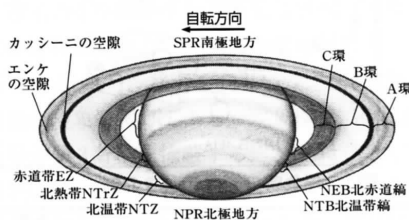


図1 土星面の模様の名称

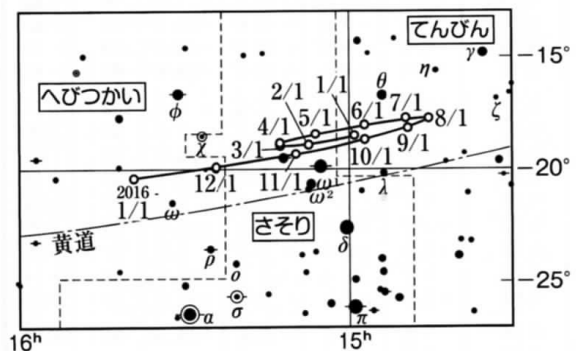


図2 2015年 星座間の土星の動き (毎月1日の位置)

図 17: 2015 年の金星. 『天文年鑑 2015』(誠文堂新光社) より.