

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

古代ギリシャ アリストテレス

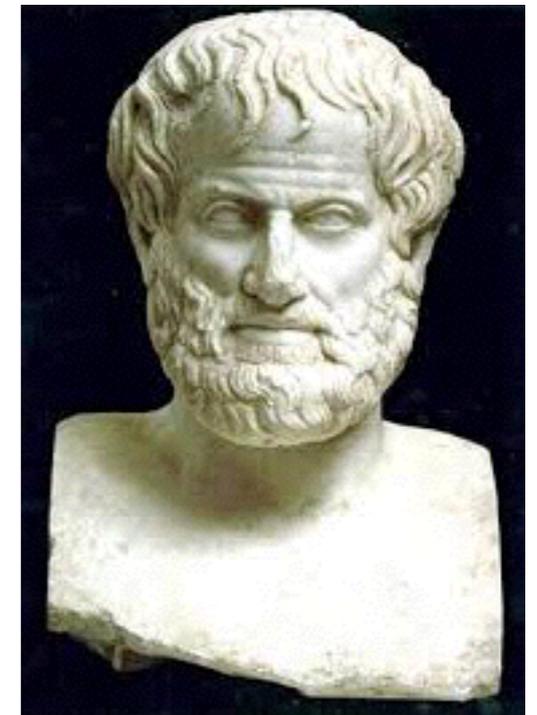
『形而上学』

(metaphysics = beyond physics)

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

「第一哲学」 = 存在を追求する学問
(philosophy)

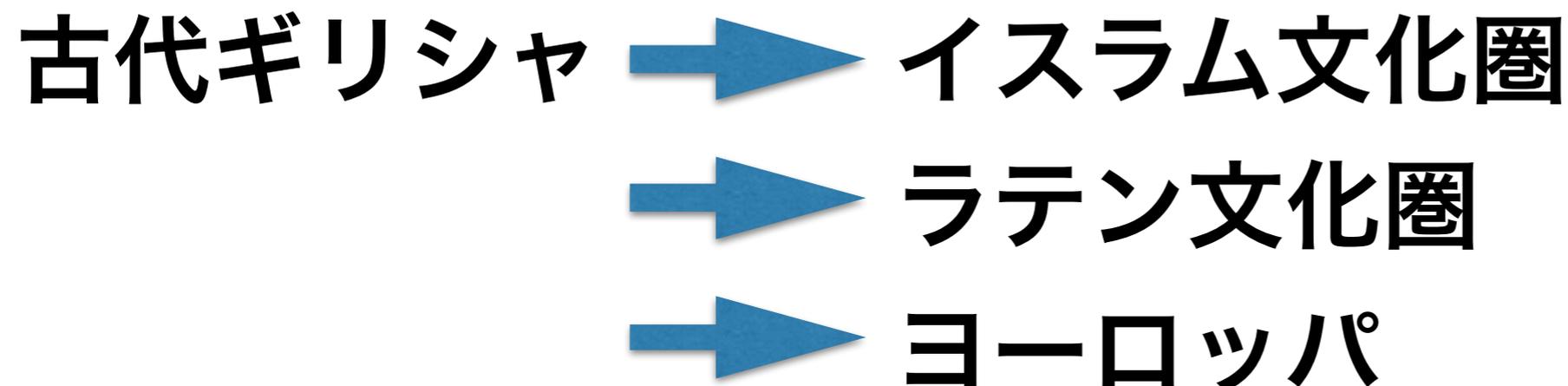
「第二哲学」 = **自然現象を扱う自然哲学**
(natural philosophy)



Aristotle

(BC384–BC322)

1.1 物理がカバーする分野



16世紀

自然現象を扱う自然哲学のうち運動学的なもの
(natural philosophy) = physics

中国 → 日本

「物の道理」 = 物理

江戸時代

「窮理学」(物の道理を窮める学)



明治時代

「物理学」

1.1 物理がカバーする分野

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

近代物理学の進展

1600

1700

1800

1900

1905

天文学

ガリレイ
ケプラー

電磁気学

ファラデー
マクスウェル

熱学

光学

流体力学

力学

解析力学

ニュートン

ラグランジュ
ハミルトン

物理学完成!?

現代物理学の発展

1905

1916

1925

1960s

1980s

一般相対性理論

宇宙物理

特殊相対性理論

物理化学

経済物理

ブラウン運動

物性物理

生物物理

光電効果

統計力学

複雑系

量子力学

原子核理論

場の理論

素粒子論



1.1 物理がカバーする分野

表 1: 身のまわりに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

10進数 日本語の「位」の名前

表 1.1: 日本語の数の位の単位

大きさ	読み	大きさ	読み	大きさ	読み
$1 = 10^0$	一	10^{16}	京 (けい)	10^{44}	載 (さい)
$10 = 10^1$	十	10^{20}	垓 (がい)	10^{48}	極 (ごく)
$100 = 10^2$	百	10^{24}	杼 (じょ)	10^{52}	恒河沙 (ごうがしゃ)
$1,000 = 10^3$	千	10^{28}	穰 (じょう)	10^{56}	阿僧祇 (あそうぎ)
$10,000 = 10^4$	万	10^{32}	溝 (こう)	10^{60}	那由他 (なゆた)
10^8	億	10^{36}	澗 (かん)	10^{64}	不可思議 (ふかしぎ)
10^{12}	兆	10^{40}	正 (せい)	10^{68}	無量大数 (むりょうたいすう)

ベキ指数

指数

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.

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, 1.5×10^8 km (= $1.5 \times 10^{\cancel{14}}$ m) と表す.

10進数 大きさを表す接頭語

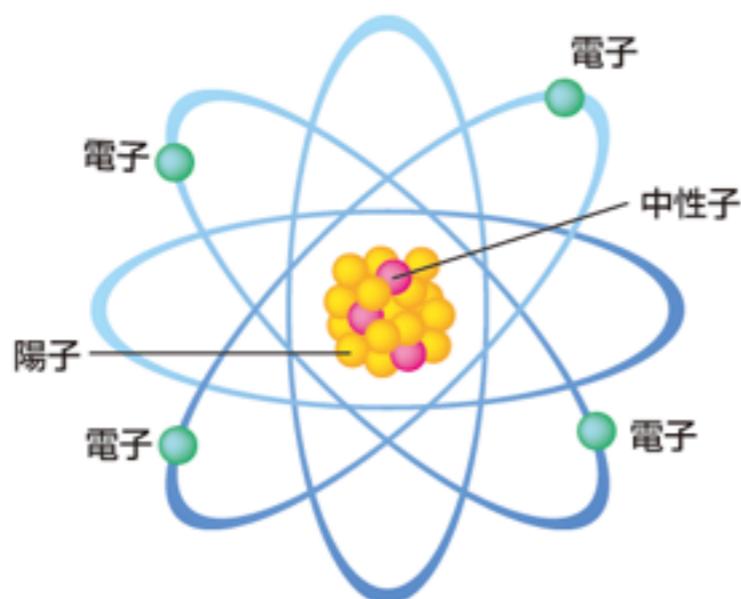
大きさ		接頭語		記号		
10^{24}	1,000,000,000,000,000,000,000,000	ヨッタ	yotta	Y		
10^{21}	1,000,000,000,000,000,000,000	ゼッタ	zetta	Z		
10^{18}	1,000,000,000,000,000,000	エクサ	exa	E		100 京
10^{15}	1,000,000,000,000,000	ペタ	peta	P		1000 兆
10^{12}	1,000,000,000,000	テラ	tera	T	Trillion	1 兆
10^9	1,000,000,000	ギガ	giga	G	Billion	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		

原子の大きさ

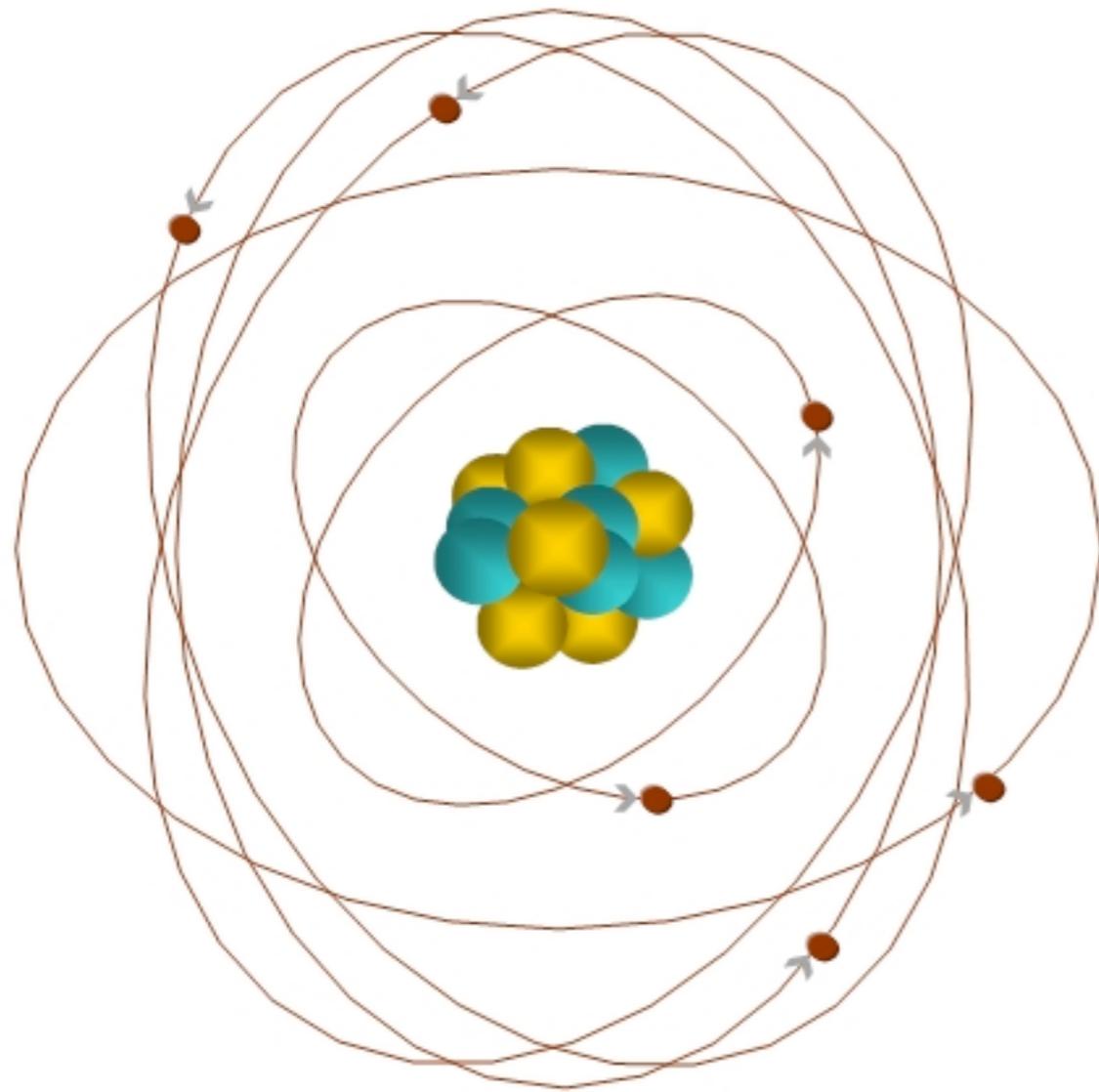
Topic

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 0.00000000001 m と表すとたいへんなので、 1.0×10^{-10} 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。



原子核と原子のサイズ



原子核

10^{-15} m

10 cm とすると,



原子の大きさ

10^{-10} m

$$10 \times 10^5 = 10^6 \text{ cm} = 10^4 \text{ m} = 10 \text{ km}$$

10進数, 2進数, 12進数

10進数 10数えたら, 次の桁へ

$$1234 = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0$$

2進数 0と1だけで数を表す. 2数えたら次の桁へ

$$1234 = 1 \times 2^{10} + 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1$$

$$1234 = 10011010010_{(2)}$$

12進数 12数えたら, 次の桁へ

16進数 16数えたら, 次の桁へ

2進数

0と1だけで数を表す。
2数えたら次の桁へ

$$1234 = 10011010010_{(2)}$$

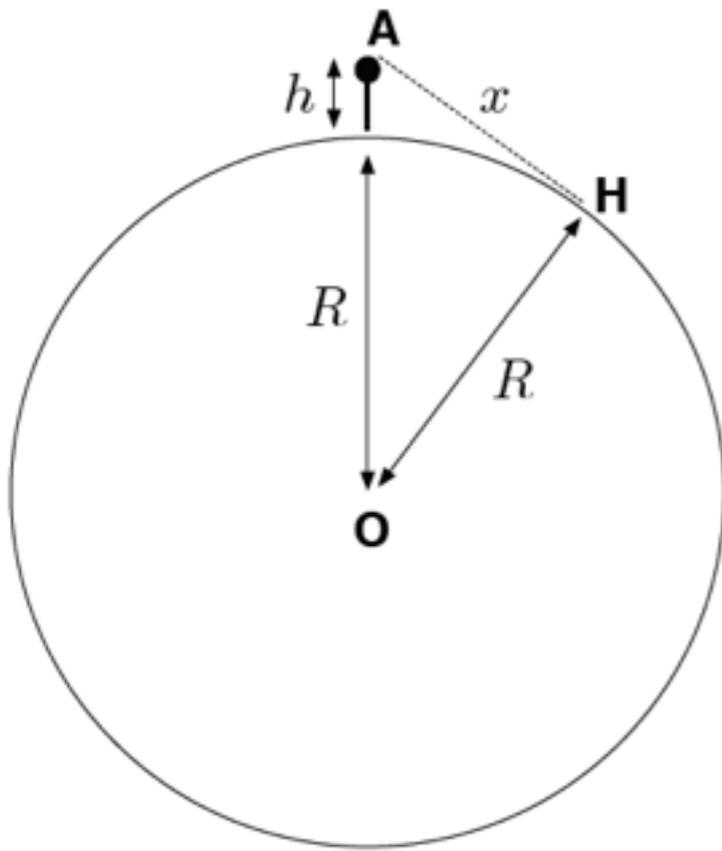


バーコードもQRコードも「2進数」

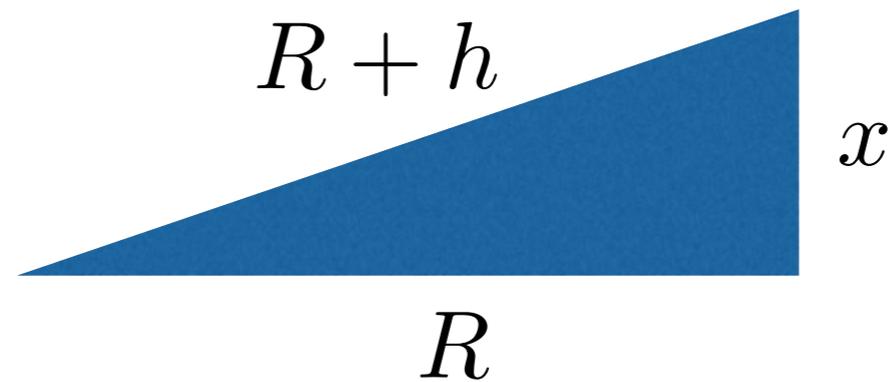
10 進法	2 進法	16 進法
0	0	0
1	1	1
2	10	2
3	11	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	10000	10

1.3 距離を測る — 地平線までの距離は？

- 目線が、高さ $h=1.5$ [m] のとき、
地平線までの距離 x は？



地平線までの距離を x とする。直角三角形 OAH を考える。地球の半径 R は、 $R = 6380$ km.



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

- $h=1.5$ m のとき、 $x=4$ km
- $h=300$ m のとき、 $x=60$ km

1.3 距離を測る

地平線までの距離はどれくらい？

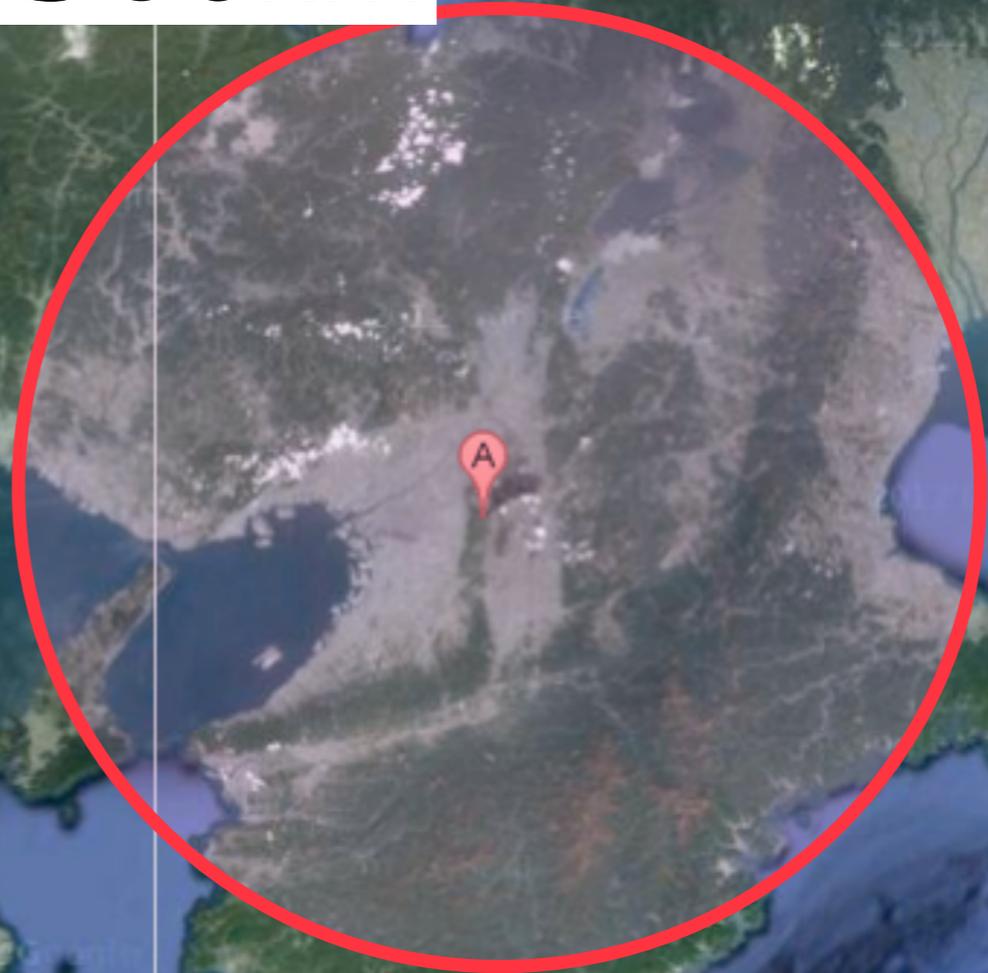
問 1.5 下表を完成させよ。地球半径を $R = 6380$ km とする。

	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	

ハルカスから60km

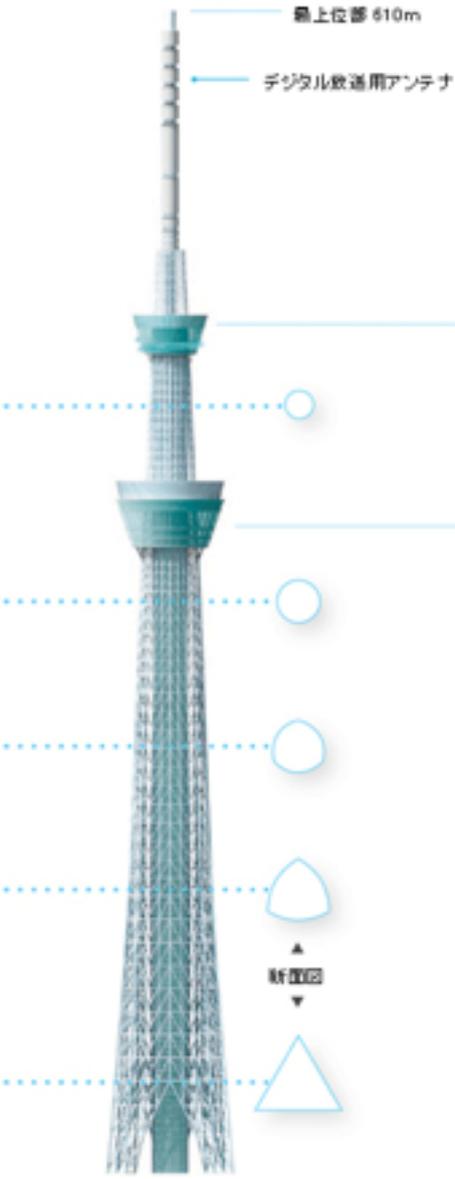
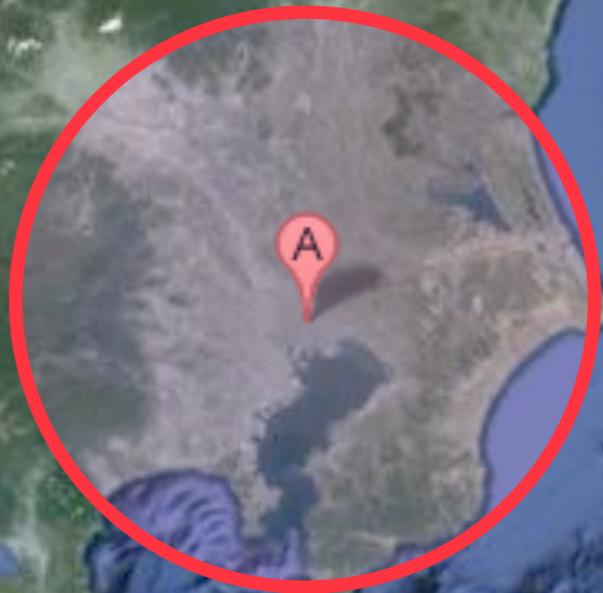


生駒山から90km



50 km
20 mi

スカイツリーから90km



100 km
50 mi

福島県岩代町日山 (299km)

富士山から220km

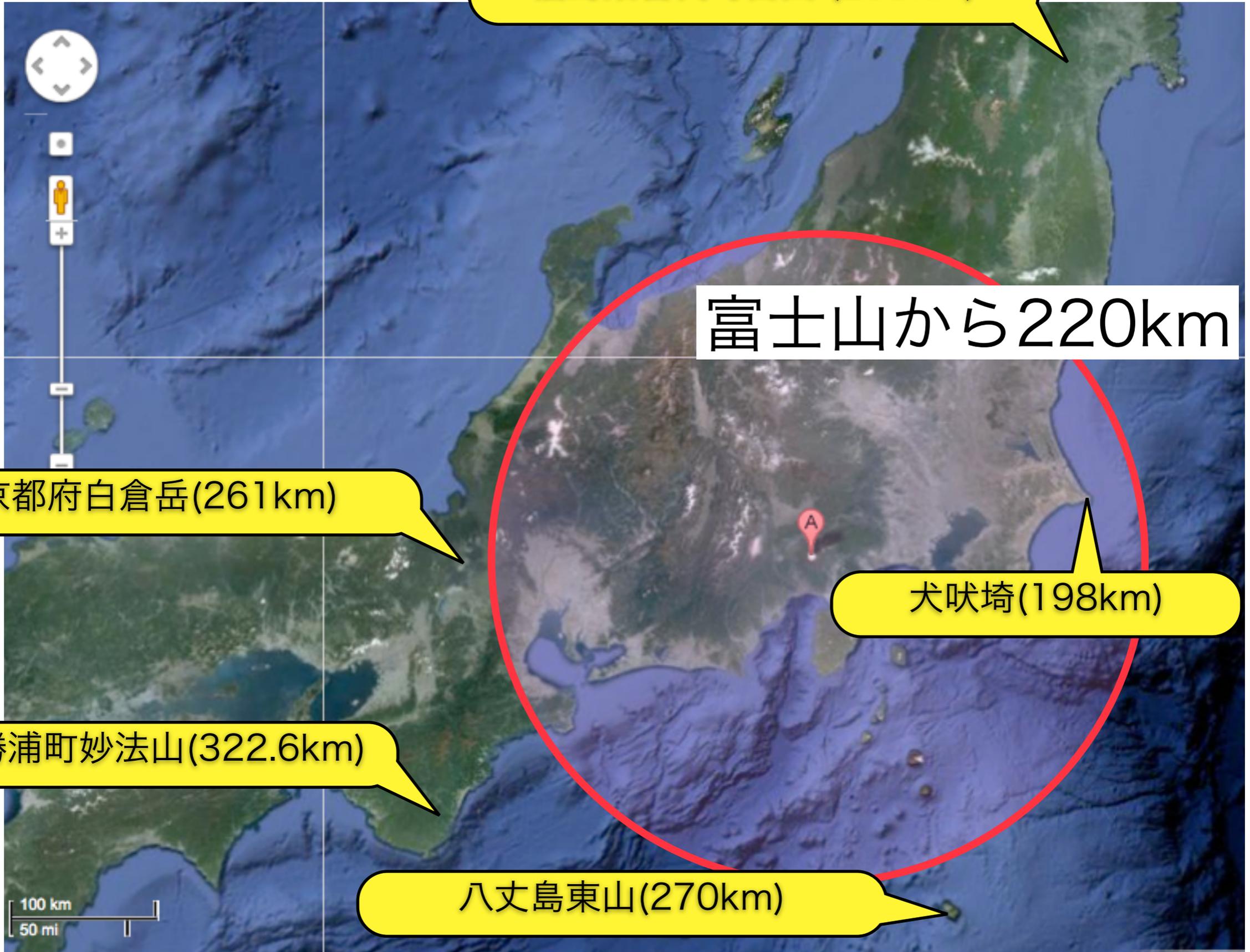
京都府白倉岳(261km)

犬吠埼(198km)

那智勝浦町妙法山(322.6km)

八丈島東山(270km)

100 km
50 mi





心に染まる悠久の地・熊野

和歌山県 那智勝浦町

英語 (English) | 韓国語 (Korean) | 中国語 (Chinese)

サイト内検索



検索

文字サイズ変更 標準 大 最大

🏠 サイトマップ

🔄 TOPへ戻る

サイトの現在位置 [トップ](#) ⇒ [観光情報](#) ⇒ [見どころ](#) ⇒ [富士山が見える最遠の地](#)

更新日付 2012年4月25日 更新

[印刷用ページを開く](#)

富士山が見える最遠の地

ここ那智勝浦町から、富士山が見えました。

以前は下記のとおり妙法山から富士山が撮影され、この地（妙法山富士見台 322.6km）が最遠とされていましたが、2001年9月、妙法山より西に位置する色川小麦峠（色川富士見峠）から富士山が撮影されました。その距離322.9km。

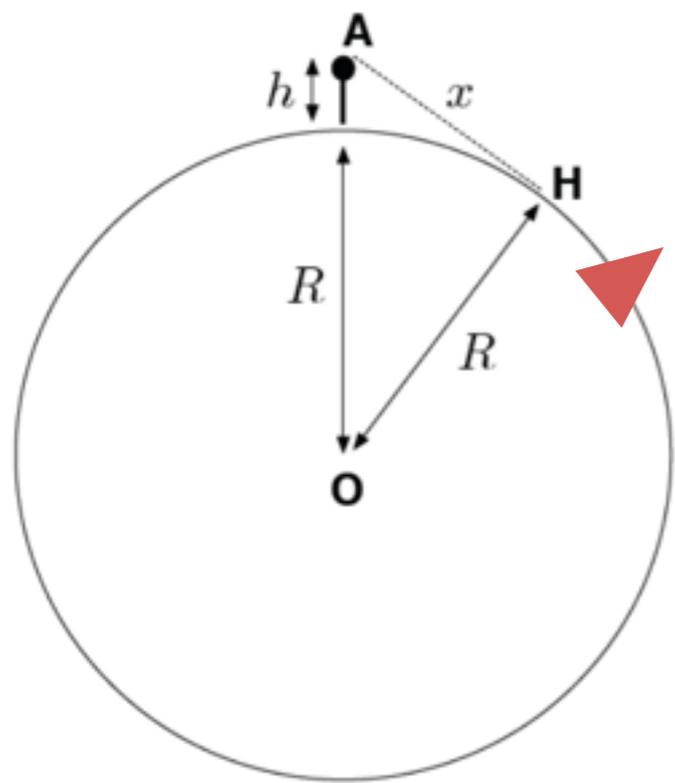
現在は、この色川小麦峠（色川富士見峠）が富士山の見える最遠の地とされています。



妙法山（標高749m）から楠本弘兒氏撮影



妙法山富士見台東屋から富士山



福島県岩代町日山 (299km)

富士山から220km

京都府白倉岳(261km)

犬吠埼(198km)

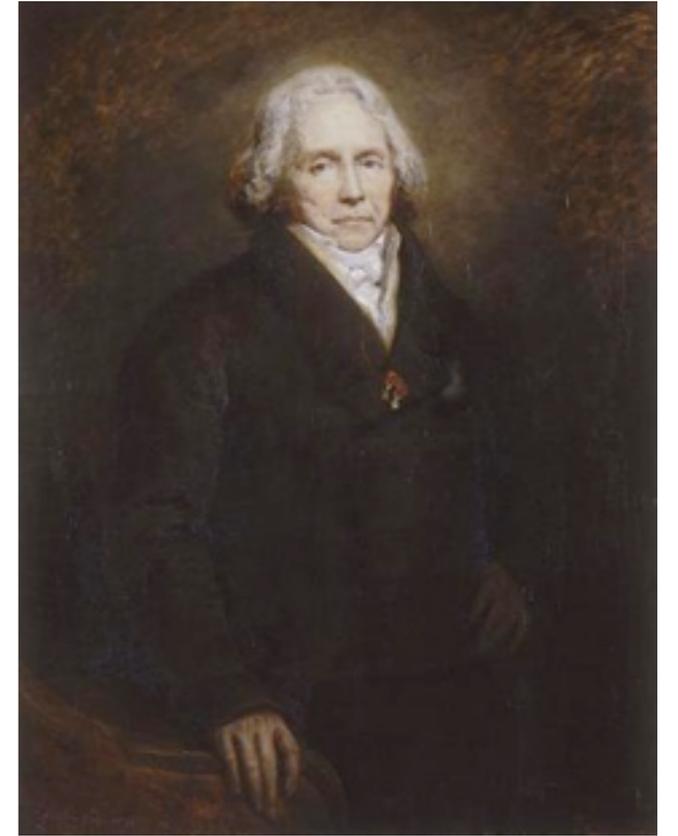
那智勝浦町妙法山(322.6km)

八丈島東山(270km)

100 km
50 mi

1mの定義

- 1790年
フランスのシャルル=モーリス・ド・タレーラン=ペリゴールが
普遍的な物理量基準の必要性を提唱
- 1792年
フランス科学アカデミー
「地球の子午線全周長を4千万分の1にした長さ」
- 1792年測量開始 1795年法律公布
新しい単位メートルを「パリを通過する北極点と赤道をつなぐ子午線長の 10^7 分の1と定める」



1mの定義 (2)



1796-1797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

- 1960年, 第11回国際度量衡総会にて再定義.
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倍に等しい長さを1メートルとした.
- 1983年, 第17回国際度量衡総会にて再定義.
真空中で光が $1/299792458$ 秒に進む距離を1mとする.
にくくなくふたりよればいつもハッピー

天体の動きから

- 1日：地球の自転 昼と夜が交互に来る
→ なぜ24時間？
- 1ヶ月：月の公転 月の見かけの形が一周
→ なぜ30日？
- 1年：地球の公転 春夏秋冬が一巡
→ なぜ12ヶ月？

うるう年（閏年） leap year

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⁴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、うるう日を入れる。

2012, 2016, 2020, 2024,

★100年に一度、うるう日を入れない。

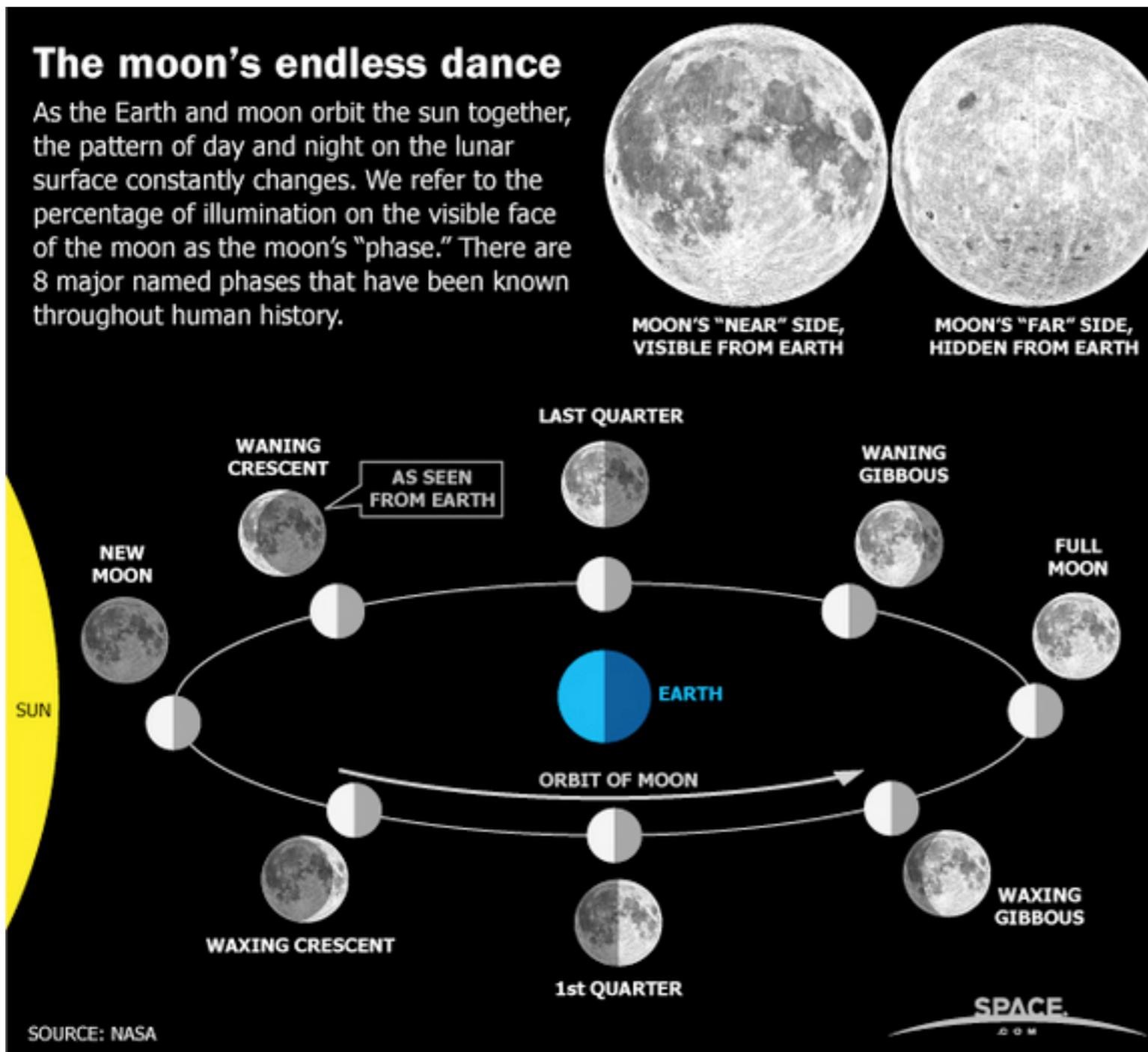
1700, 1800, 1900,

★400年に一度、うるう日を入れる。

1600, 2000, 2400,

• $365 \div 7 = 52$ あまり 1

1年=12ヶ月



1朔望月 = 29.53日

<http://www.space.com/62-earths-moon-phases-monthly-lunar-cycles-infographic.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/朔望月>



十五夜
じゅうごや



居待月
いまちづき



十六夜
いざよい



寝待月
ねまちづき

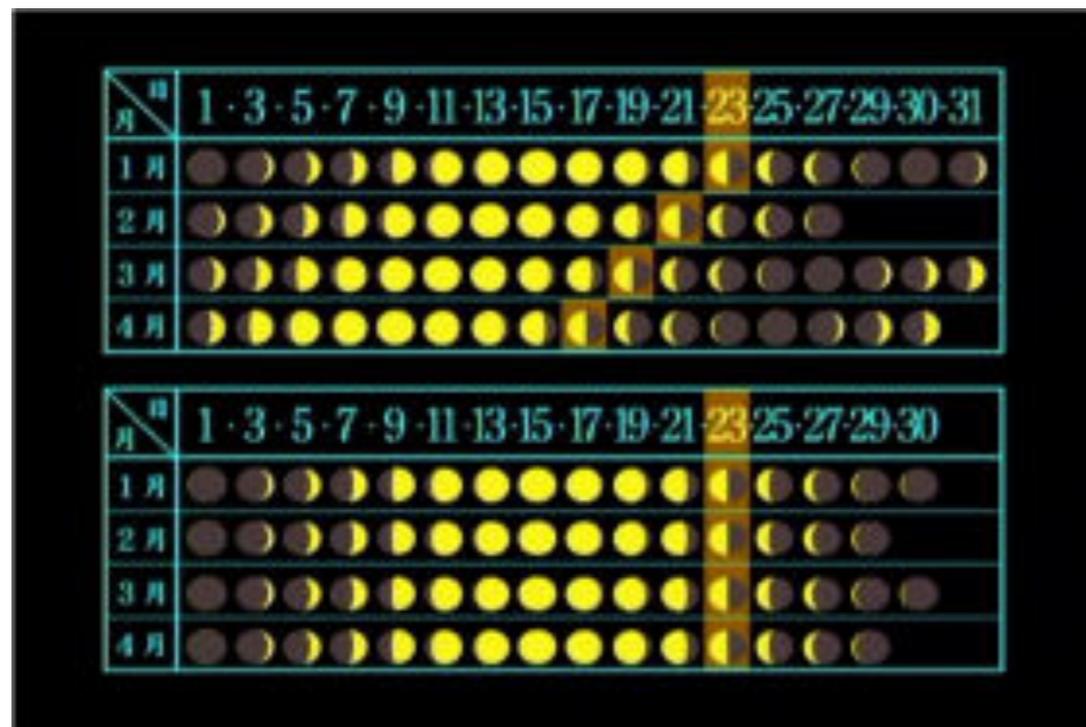


立待月
たちまちづき



更待月
ふけまちづき

太陽暦と太陰暦



太陽暦（現在のカレンダー）

$$30/31日 \times 12 \text{ ヶ月} = 365日$$

太陰暦（旧暦）

$$29.53日 \times 12 \text{ 朔望月} = 354日$$

1 太陽年=365.2422日

★4年に一度，うるう日を入れる。

2012, 2016, 2020, 2024,

★100年に一度，うるう日を入れない。

1700, 1800, 1900,

★400年に一度，うるう日を入れる。

1600, 2000, 2400,

★約3年に一度，うるう月を入れる
(19年で7回入れる)

★ときどき，うるう秒を入れる。

2012年6月30日23時59分60秒

2015年6月30日23時59分60秒

60年で一巡する干支（えと）

		甲	乙	丙	丁	戊	己	庚	辛	壬	癸
		きのえ	きのと	ひのえ	ひのと	つちのえ	つちのと	かのえ	かのと	みずのえ	みずのと
子	ね	1984		1996		2008		1960		1972	
丑	うし		1985		1997		2009		1961		1973
寅	とら	1974		1986		1998		2010		1962	
卯	う		1975		1987		1999		2011		1963
辰	たつ	1964		1976		1988		2000		2012	
巳	み		1965		1977		1989		2001		2013
午	うま	2014		1966		1978		1990		2002	
未	ひつじ		2015		1967		1979		1991		2003
申	さる	2004		2016		1968		1980		1992	
酉	とり		2005		2017		1969		1981		1993
戌	いぬ	1994		2006		2018		1970		1982	
亥	い		1995		2007		2019		1971		1983

表 4: 十干十二支による干支と、西暦の対応。

「ひのえうま」はあるが、「ひのえうし」はない。

1.4 時間を測る

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。

1時間 = 60分

古代メソポタミアの頃の角度の単位は

円一周の60分の1 = 「第1の小さな角度(minute)」

さらにその60分の1 = 「第2の小さな角度(second minute)」

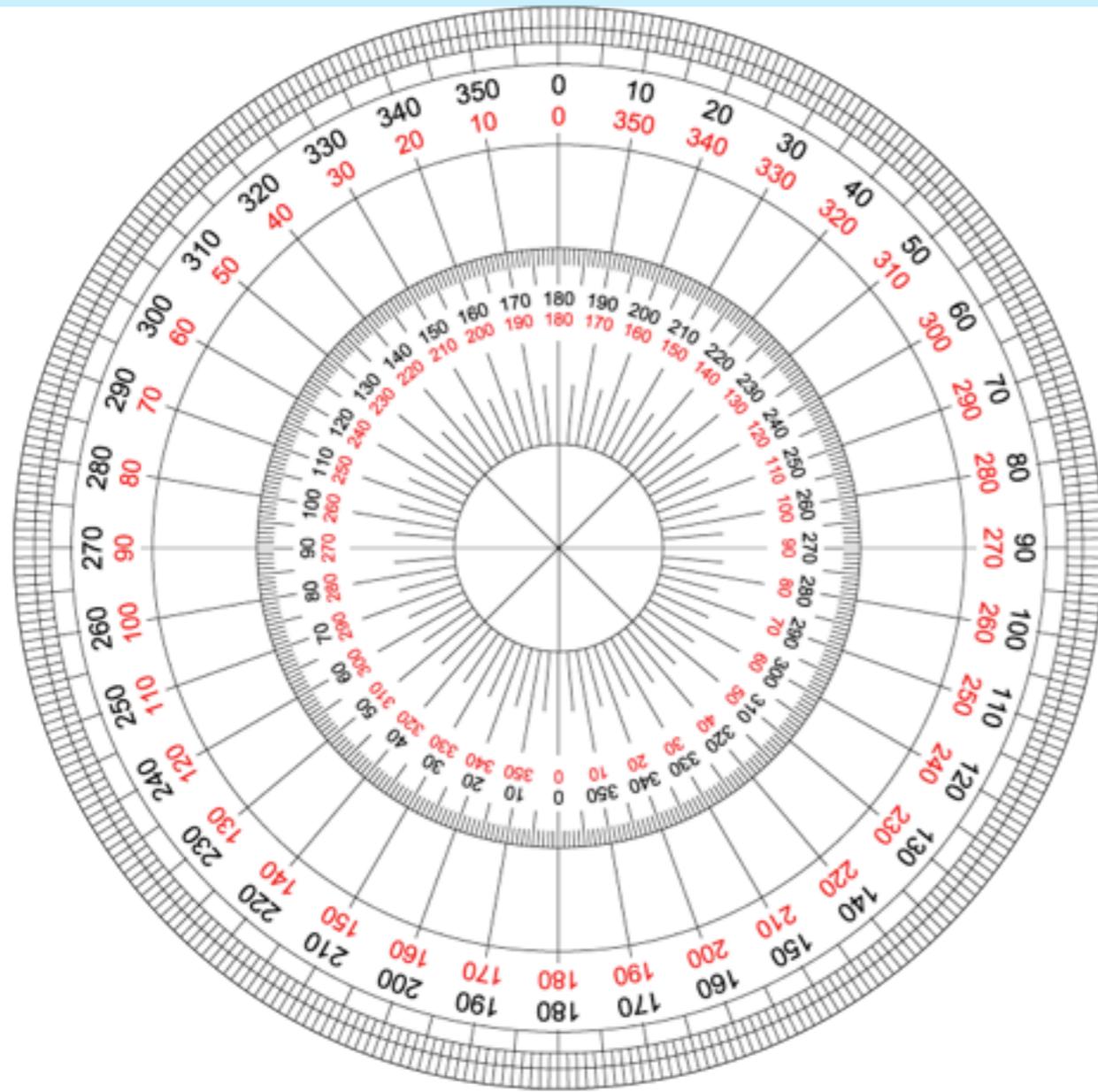
現在の角度の単位は

円一周の360分の1 = 1度

1度の60分の1 = 1分

1分の60分の1 = 1秒

角度の単位



1度 = 60分 minute

1分 = 60秒 second minute



現在の角度の単位は

円一周の360分の1 = 1度

1度の60分の1 = 1分

1分の60分の1 = 1秒

1秒の定義

- 1956年以前

地球の自転をもとにして平均太陽日の86400分の1

→ 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

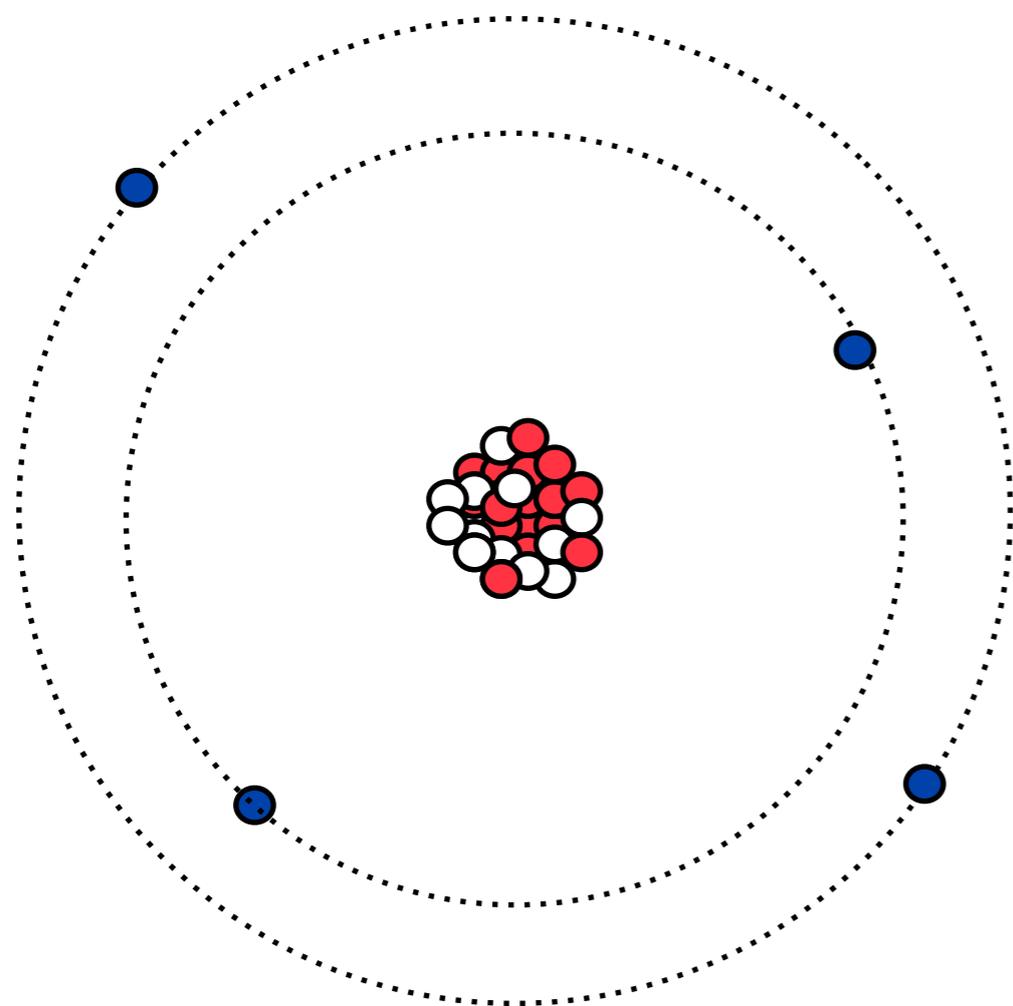
- 1956年

地球の公転をもとにして「1900年1月0日12時に
対する太陽年の $1/31\,556\,925.9747$ 倍」

1秒の定義 (2)

- 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



- 陽子(+)
- 中性子(0)
- 電子(-)

地球の軌道は楕円である

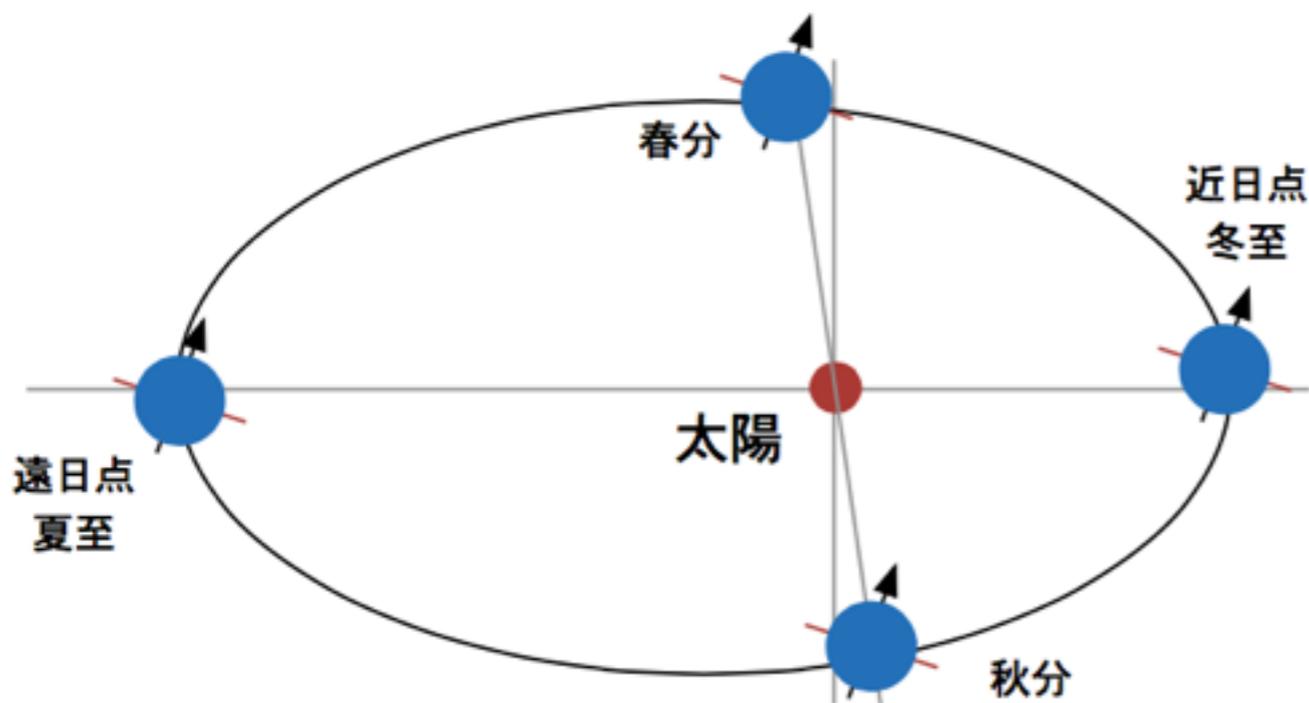
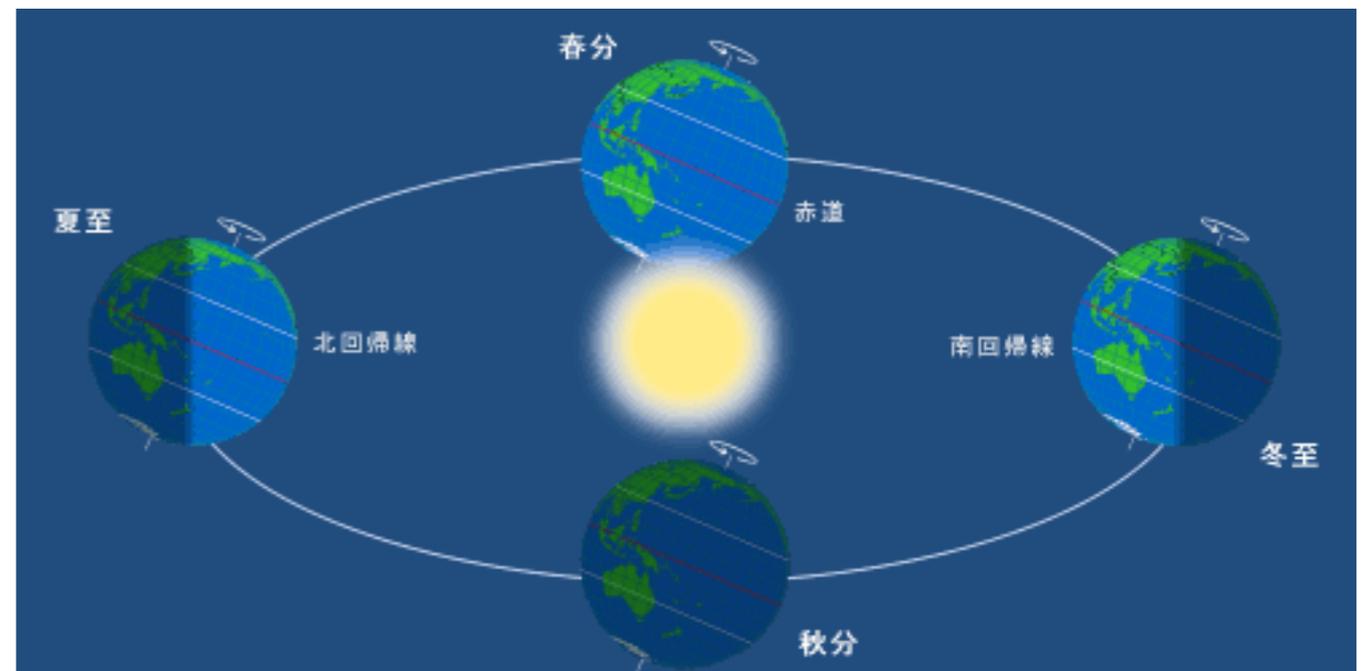
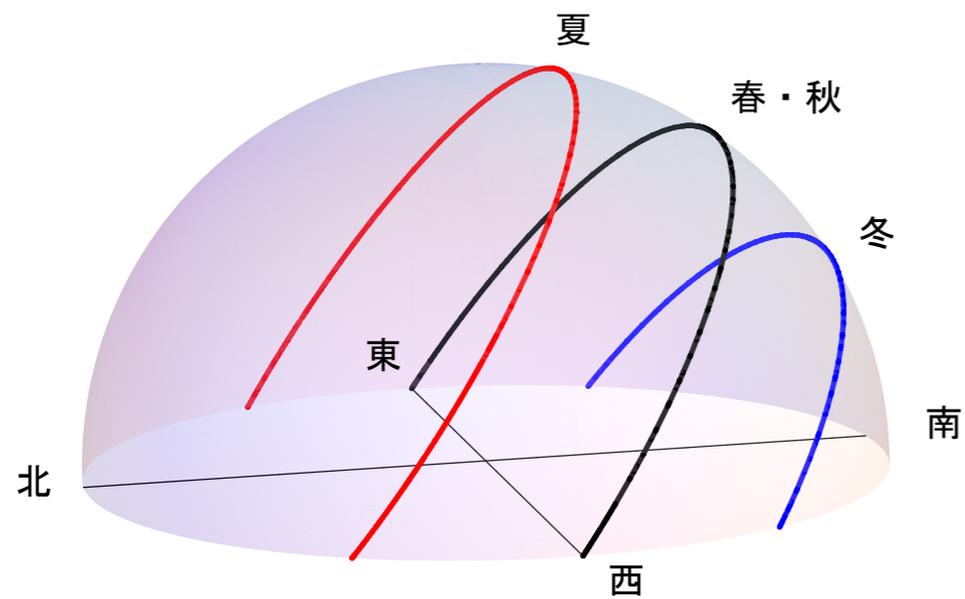


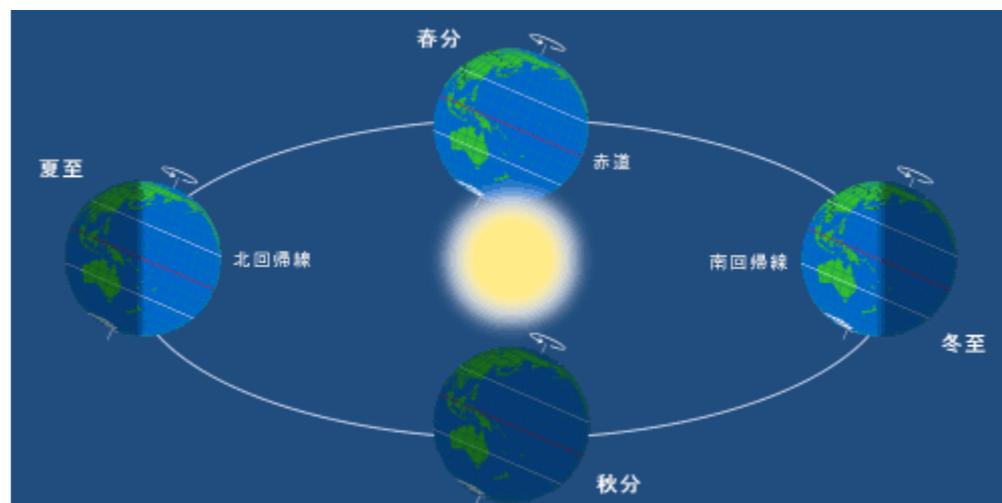
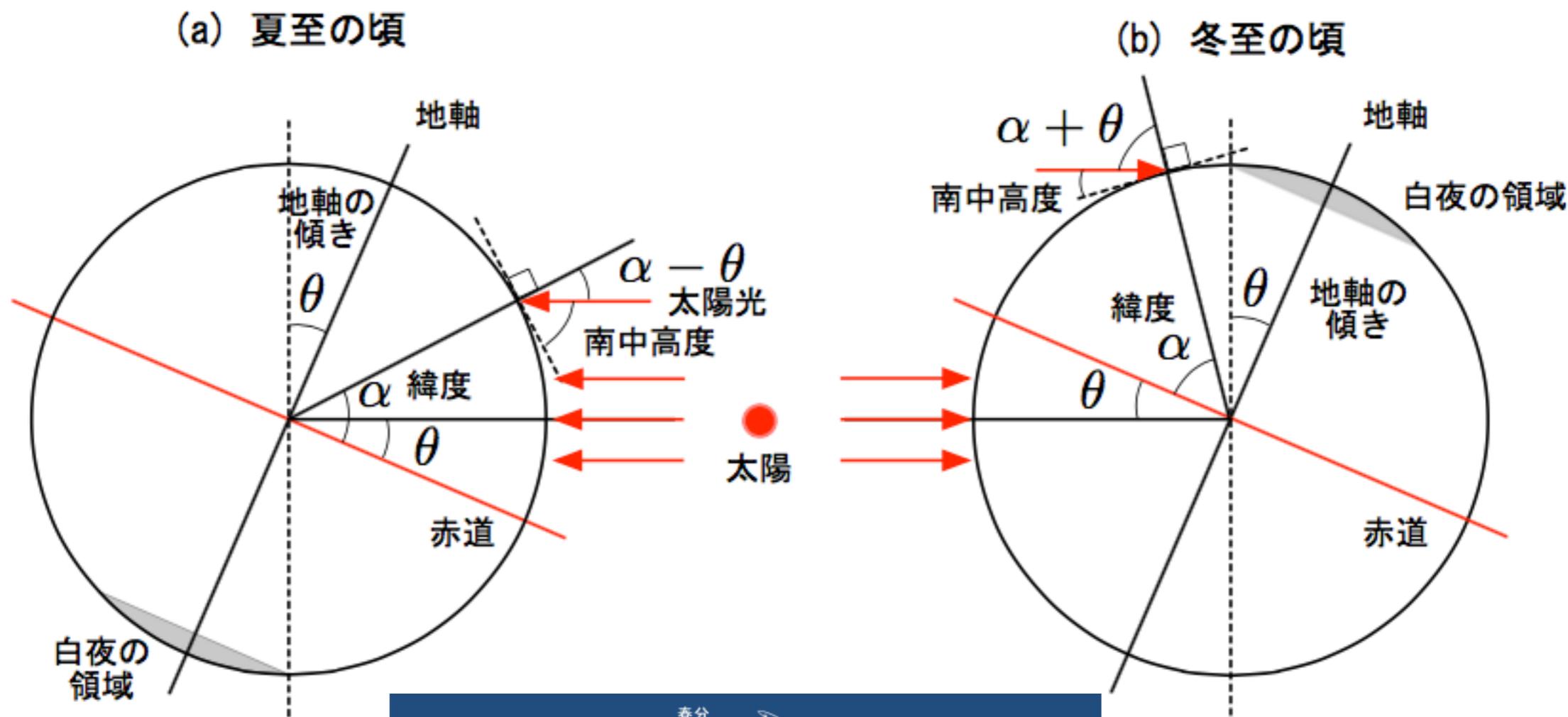
図 8: 地球の公転軌道は楕円であり、北半球が冬のときの方が太陽に近い。この図は楕円を極端に描いている。地球太陽間の平均距離で 1 億 5000 万 km だが、太陽は楕円の中心からわずかに 250 万 km 離れた場所にある。

2015/2016 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

季節が生じるのは地球の自転軸の傾き



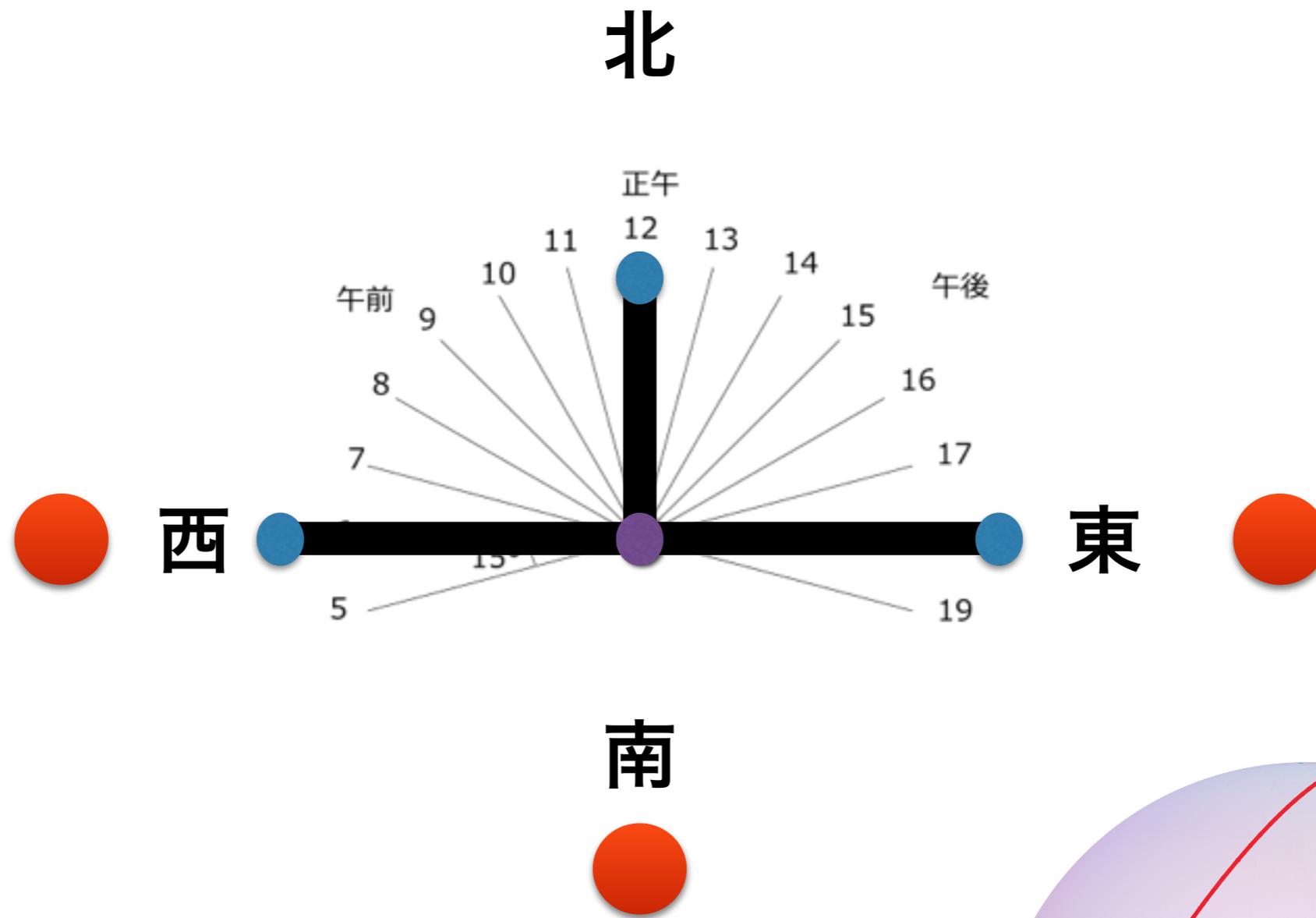
季節が生じるのは地球の自転軸の傾き



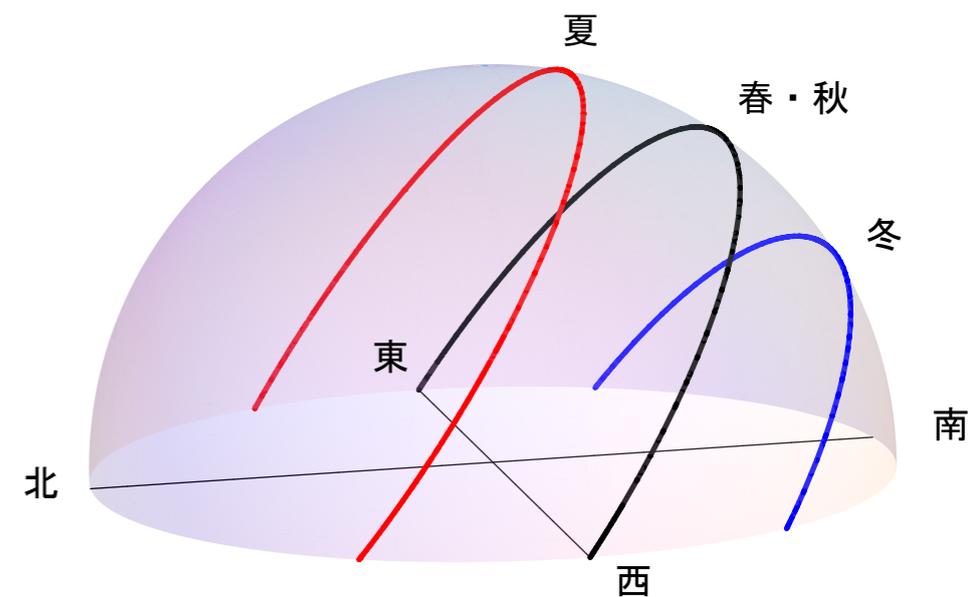
日時計



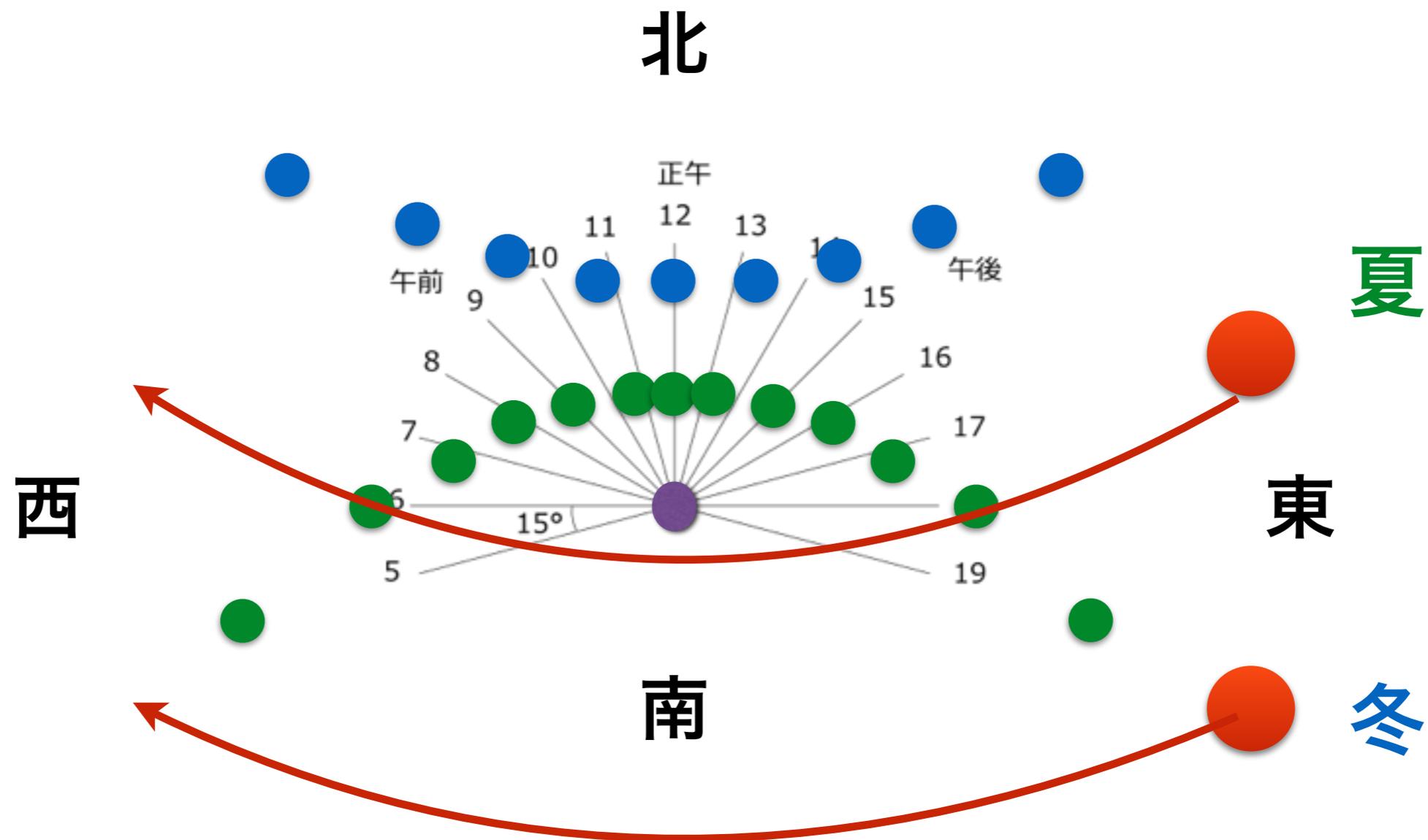
日時計の影はどう動く？



問題：季節ごとに正確に影を描くと？



日時計の影はどう動く？

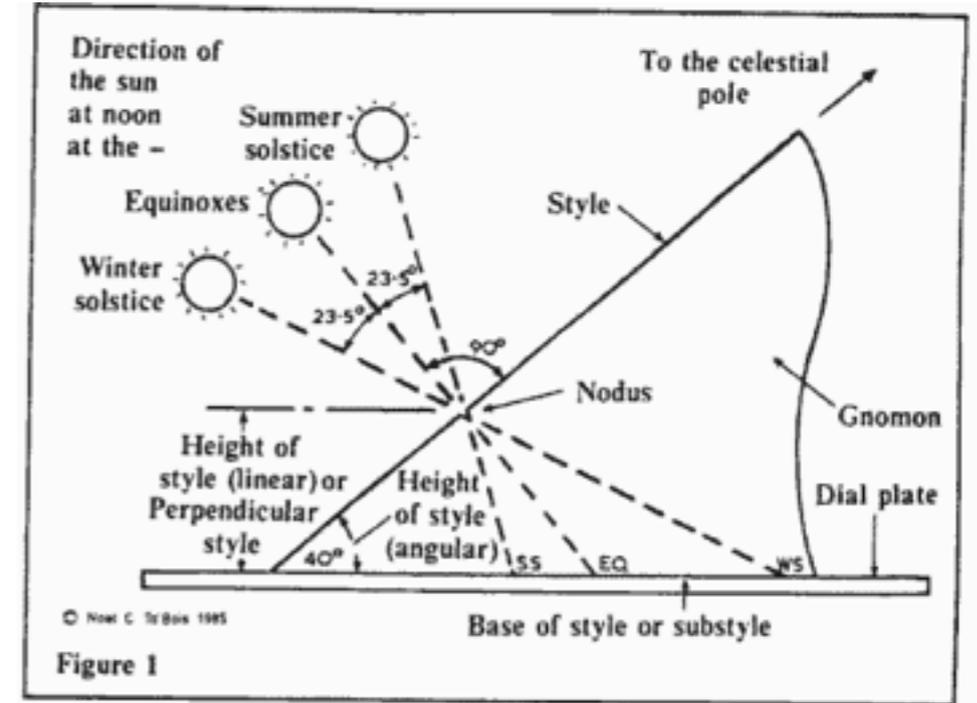


問題：季節ごとに正確に影を描くと？

時計はなぜ右回りか

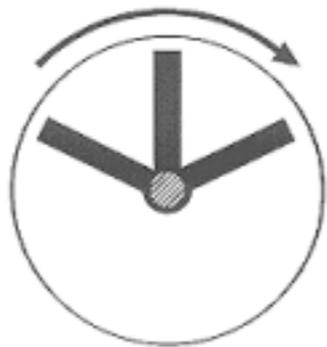


sundial

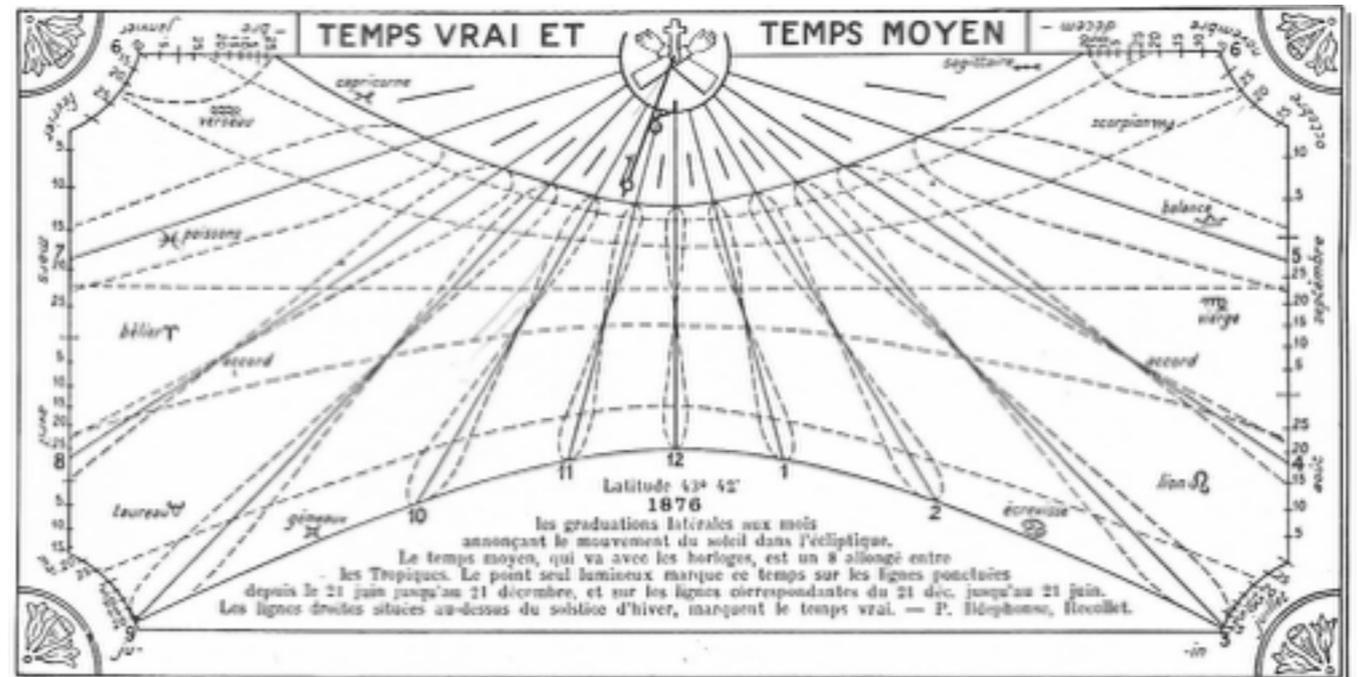


<太陽とかげの動き>

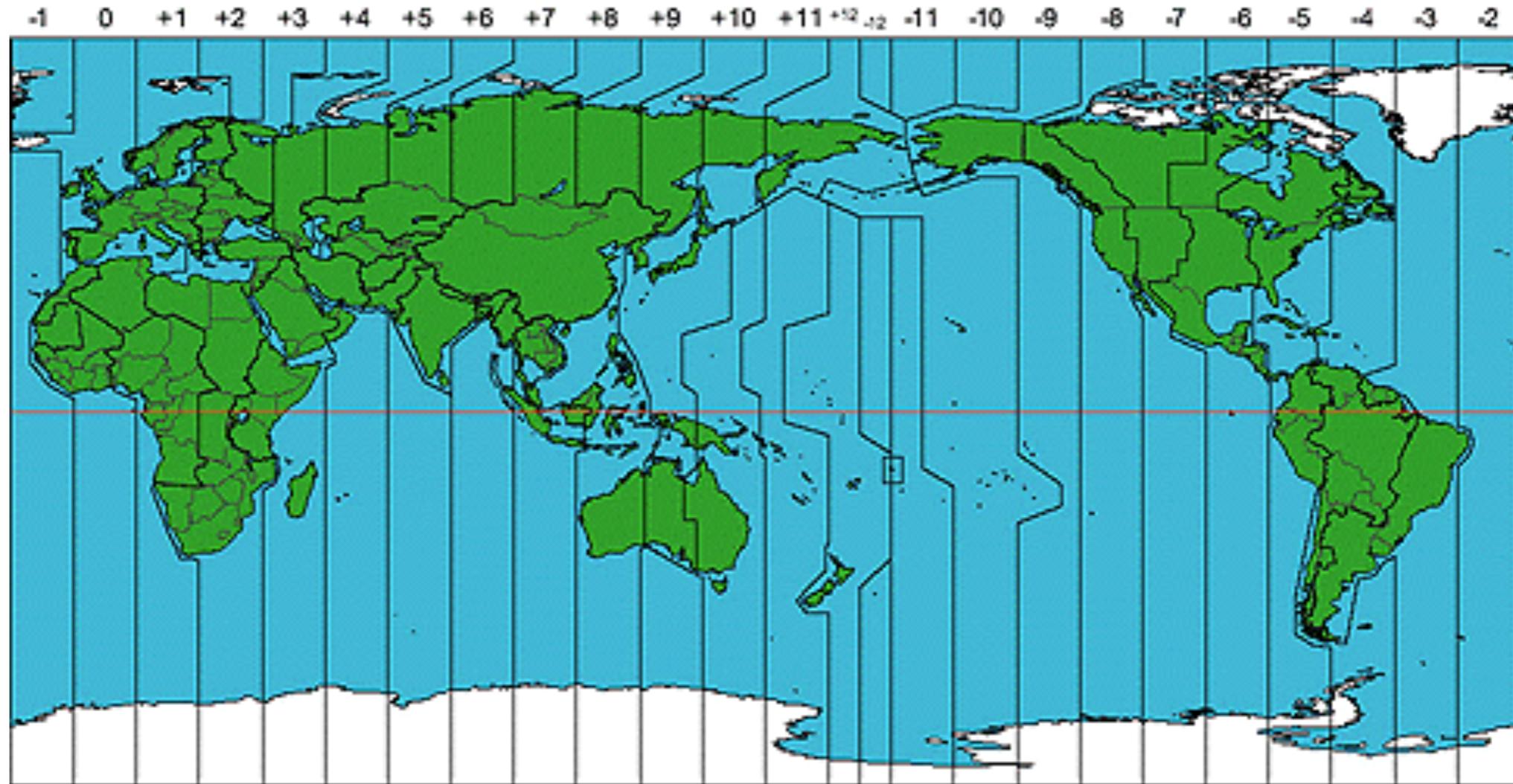
かげの動き



太陽の動き



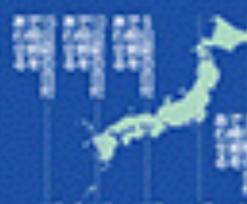
【脱線】 時差ボケは東に移動する方がつらい



日本12時出発

- a) 10時間かけてアメリカ(+8) : 体感22時 = 現地朝6時
- b) 10時間かけてヨーロッパ(-8) : 体感22時 = 現地14時

1.5 星座盤に惑星がない理由は何か



つかいかた
「星図盤」を利用して日に対して時刻の回転をあわせると、その日・その時刻に見える星空が得られます。星図盤の時間を時計の上から時計回りに上げていくようにして、星空と見くらべてみましょう。この星図盤は、東京の緯度にあわせて、日に対して時刻の回転を作っています。そのため、大抵では約20分、極端では約40分後に同じ星図盤になります。大抵で使うときは、5日前の日付で時刻の回転をあわせてください。極端で使うときは10日前の日付で時刻をあわせてください。

30分

AstroArts

星座早見工作セット

この星図盤は東京の緯度（緯度136.7°、経度139.7°）にあわせて作られています。



つかいかた

- ①この紙を左ページと右ページに切つはなします。つかいかたが書かれたこの部分と「切り抜き」部分を切り抜きます。右ページの「星図盤」を矢張り切り取ります。
- ②このページ（台紙）の裏から「星図盤」をあてて、「ツメ」にはめこみます。
- ③台紙の上下を折り返して、ホチキスまたははのりなどでめると、「星図盤」がはずれにくくなります。

台紙

星ナビ

毎月1冊の星座や天文図鑑の良きところ。最新ニュース、最新プラネタリウムや天文館のイベントの紹介、お楽しみ企画など、デジタル時代の天文ライフをサポートする天文誌。毎月読者のみなさんの記事をお楽しみください。

発行元：星ナビ編集部
編集長：高橋 誠司
編集：高橋 誠司、高橋 誠司、高橋 誠司
編集：高橋 誠司、高橋 誠司、高橋 誠司

星ナビの良きところ

- 最新天文ニュース
- 最新プラネタリウムや天文館のイベントの紹介
- お楽しみ企画など、デジタル時代の天文ライフをサポートする天文誌
- 毎月読者のみなさんの記事をお楽しみください

天文シミュレーションソフトウェア
ステラナビゲータ10
StellaNavigator

「ステラナビゲータ」は、星空をリアルに美しく再現。天文図鑑や天体観測の予知情報を正確にシミュレーションするPC用ソフトウェアです。星図盤では作成した星図をネット上の共有スペースに投稿・保存・公開可能です。FacebookやTwitterとも連携します。またアラステリウム連携も可能。ウレシイ星図盤について調べることから星図盤の制作まで、さまざまな天文の楽しみ方を幅広くサポートします。

ステラナビゲータ10 価格 4,500円

ステラナビゲータ10 価格 4,500円

ステラナビゲータ10 価格 4,500円

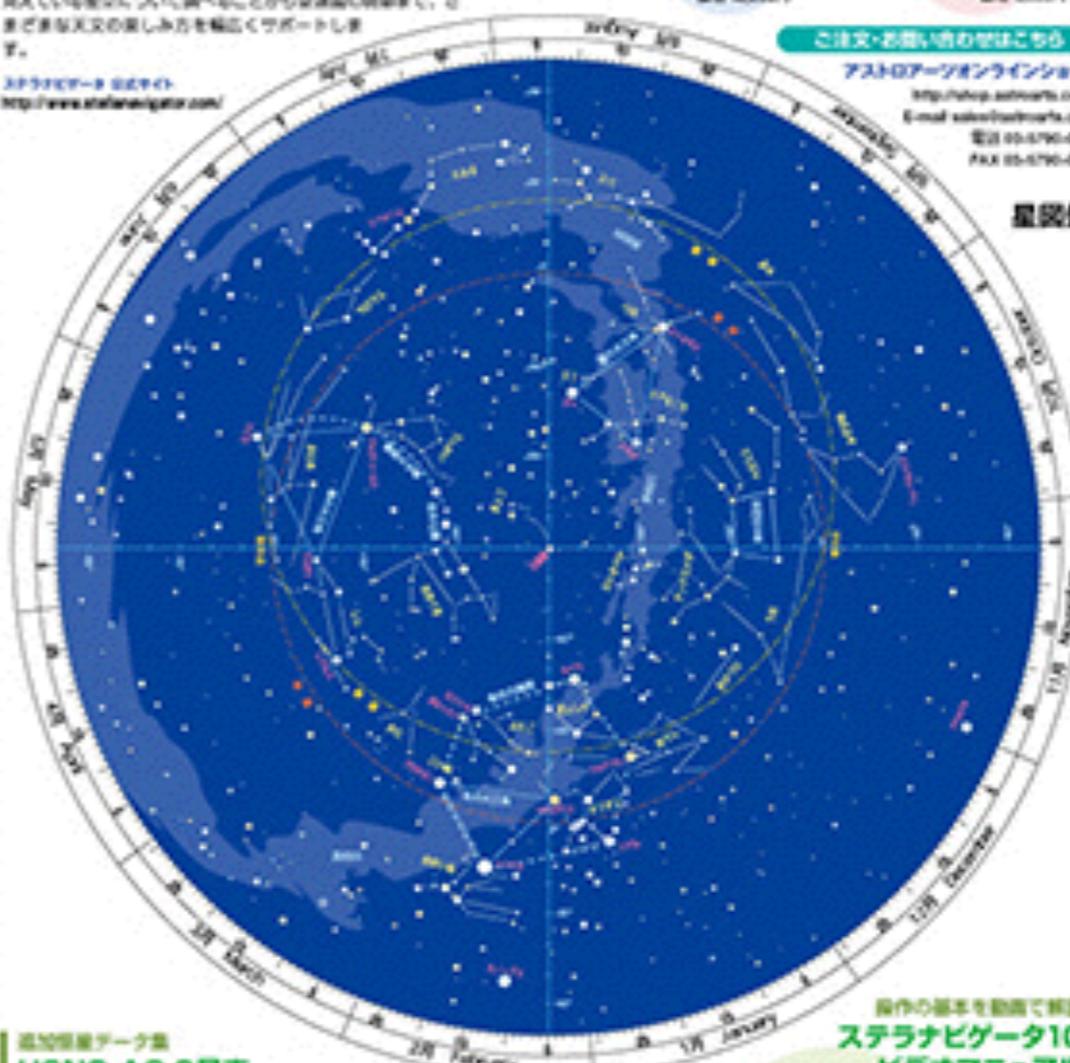
ステラナビゲータ10 価格 4,500円

ご注文・お問い合わせはこちら

アストロアーツオンラインショップ

http://shop.astromarts.co.jp
E-mail: sales@astromarts.co.jp
電話 03-6790-0871
FAX 03-6790-0877

星図盤



追加情報データ集
USNO-A2.0星表

USNO-A2.0星表

USNO-A2.0星表

価格 4,500円

操作の基本を動画で解説
ステラナビゲータ10
ビデオマニュアル

「ステラナビゲータ10」の操作性をわかりやすく、天体観測、写真撮影に役立つ機能まで、動画で操作を説明しながら手順を解説したビデオマニュアル。DVDプレーヤーでの視聴ではもちろん、Windows PCでも視聴できます。

価格 2,700円

惑星の動き 2015年

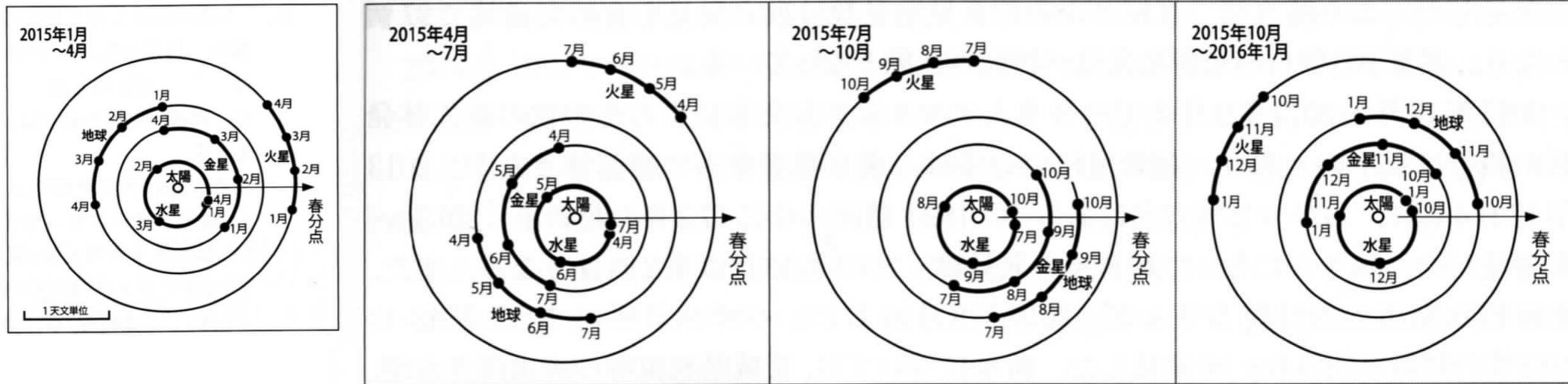


図2 3ヵ月ごとの内側惑星の動き ・印は毎月1日の位置

水金地火ケレス木

土天海冥・ハウメア・マケマケ・エリス

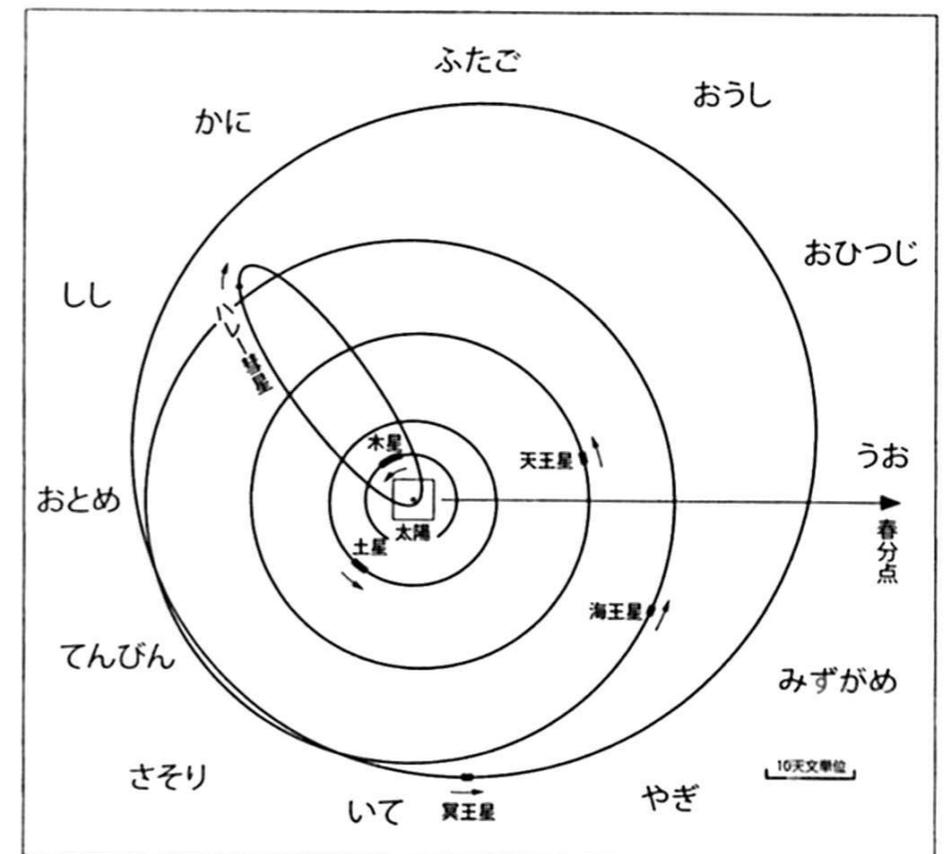


図1 2014年の太陽系 (太線は今年中に動く範囲)

金星の動き 2015年

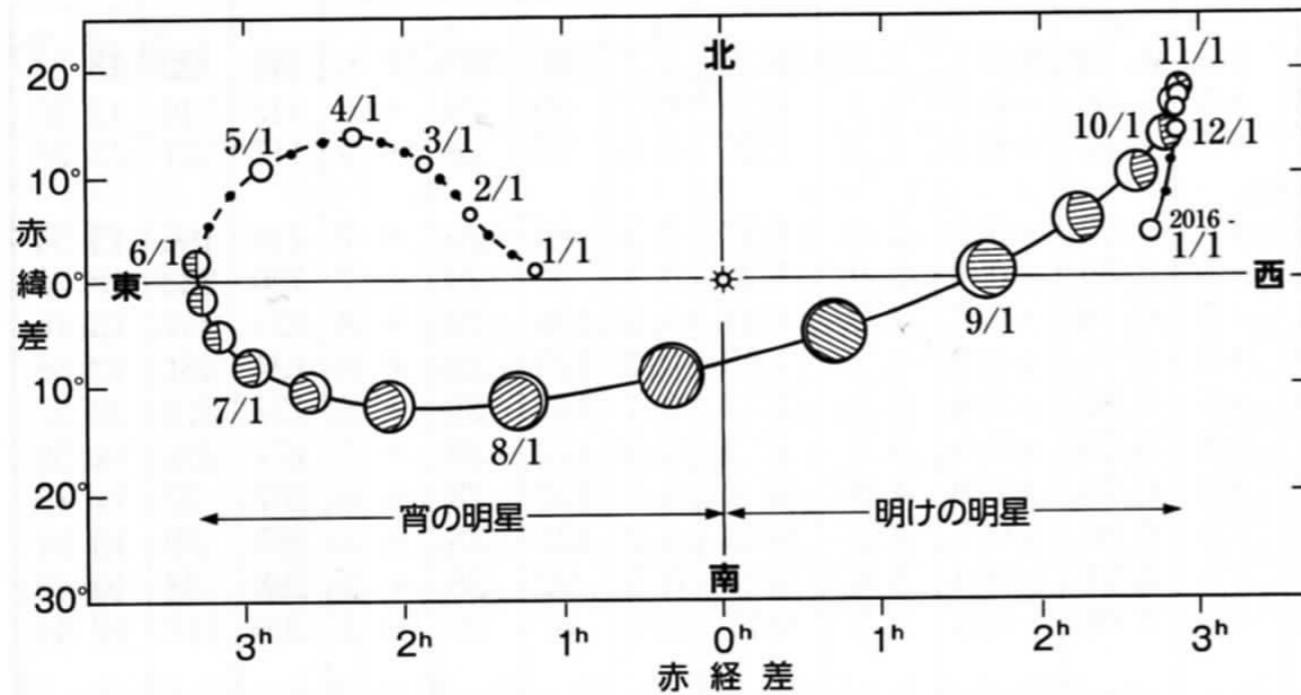


図1 太陽の周りの金星の動き (毎月1・11・21日の位置)

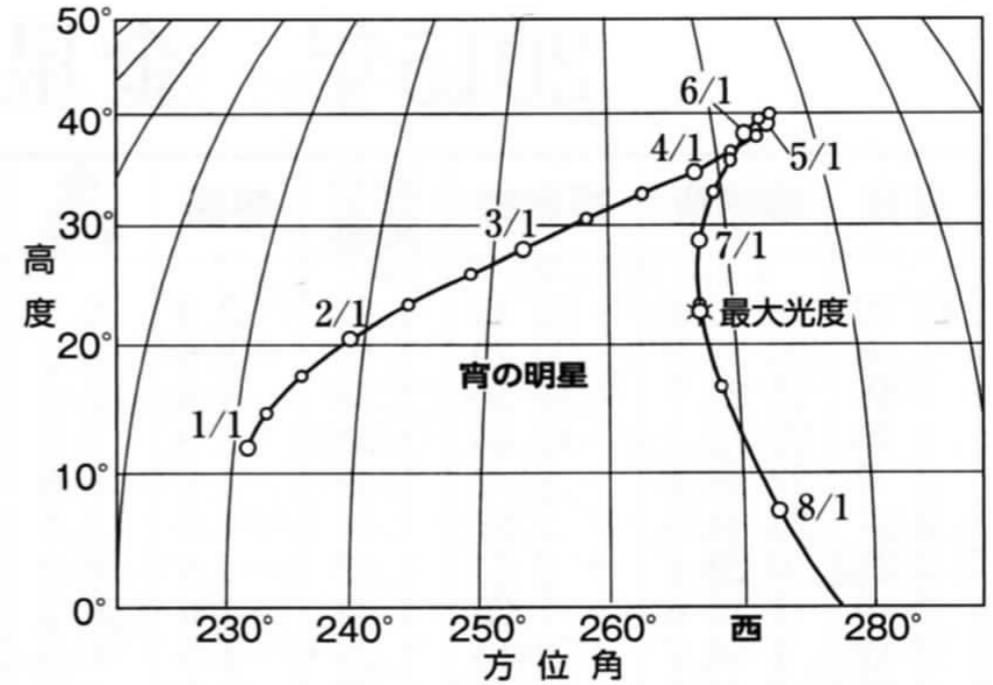


図3 日没時の金星の高度と方位角 (東京での値)

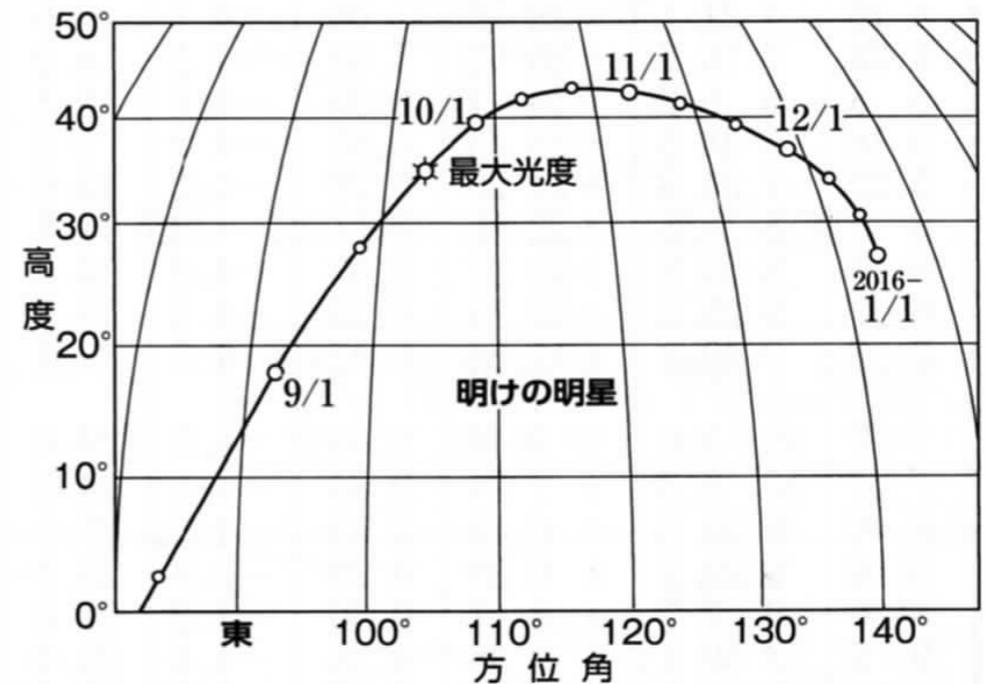


図4 日出時の金星の高度と方位角 (東京での値)

火星の動き 2015年

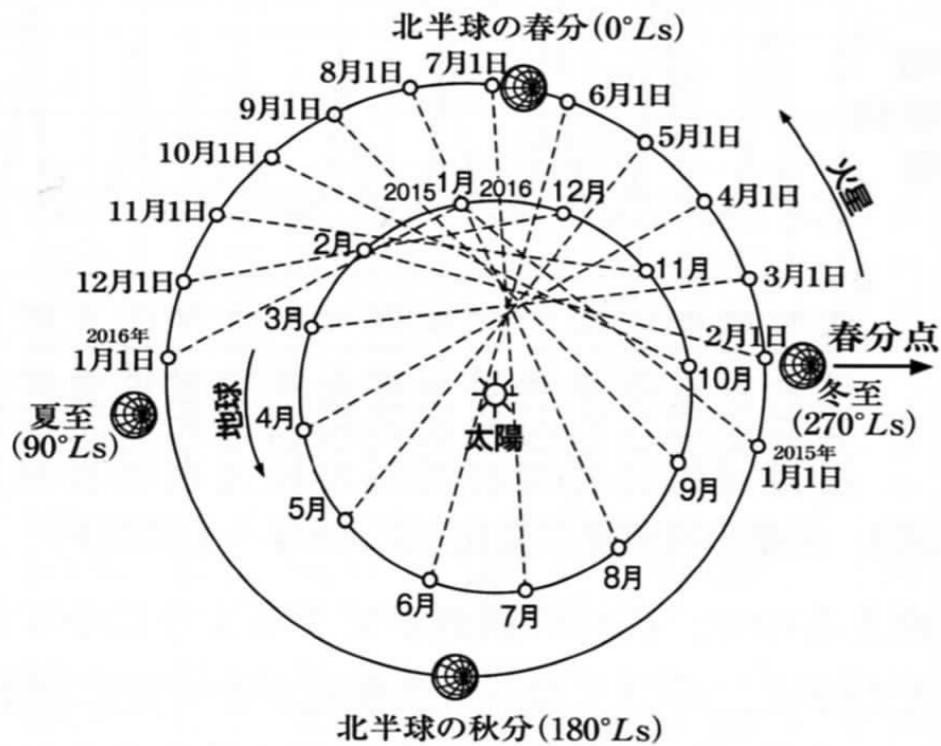


図1 2015年 地球と火星の位置

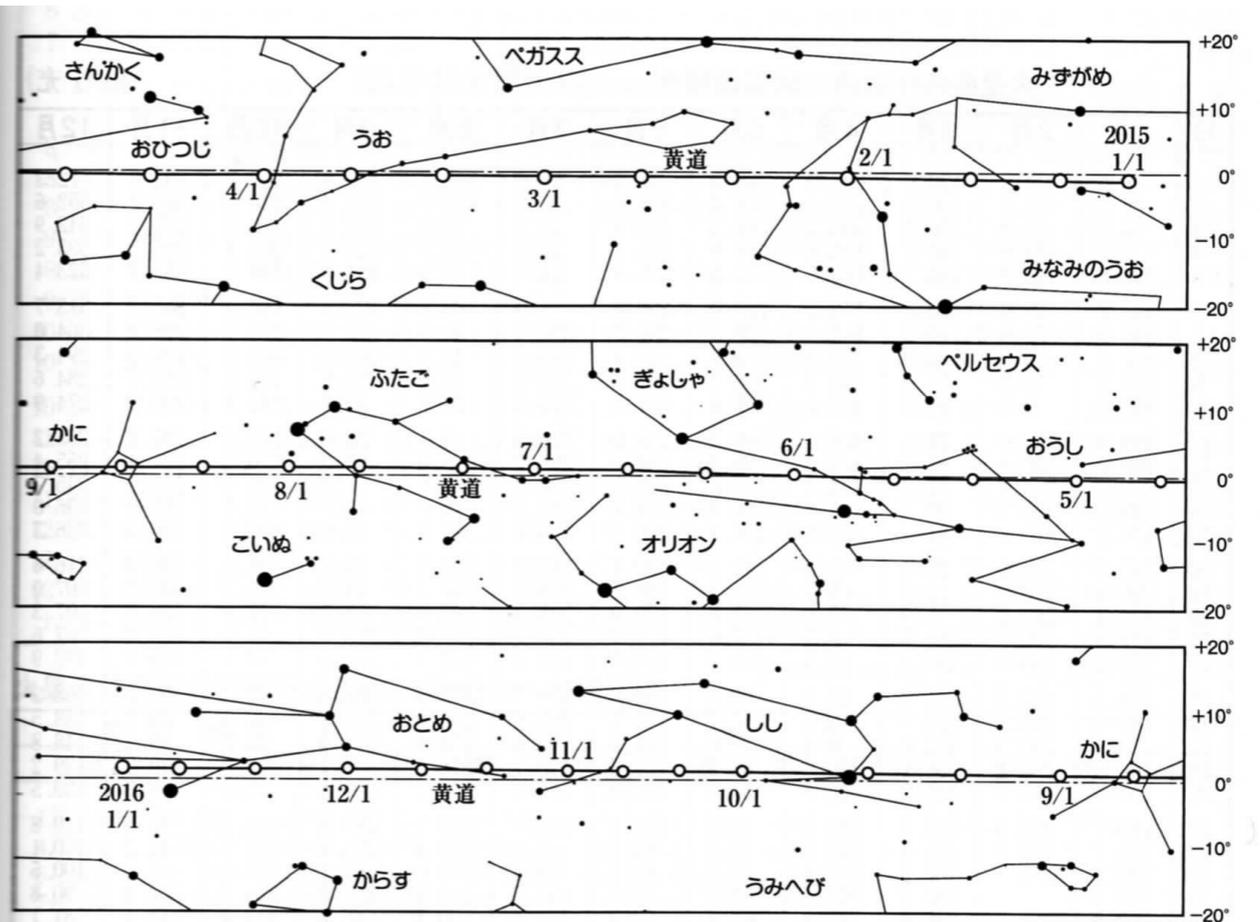
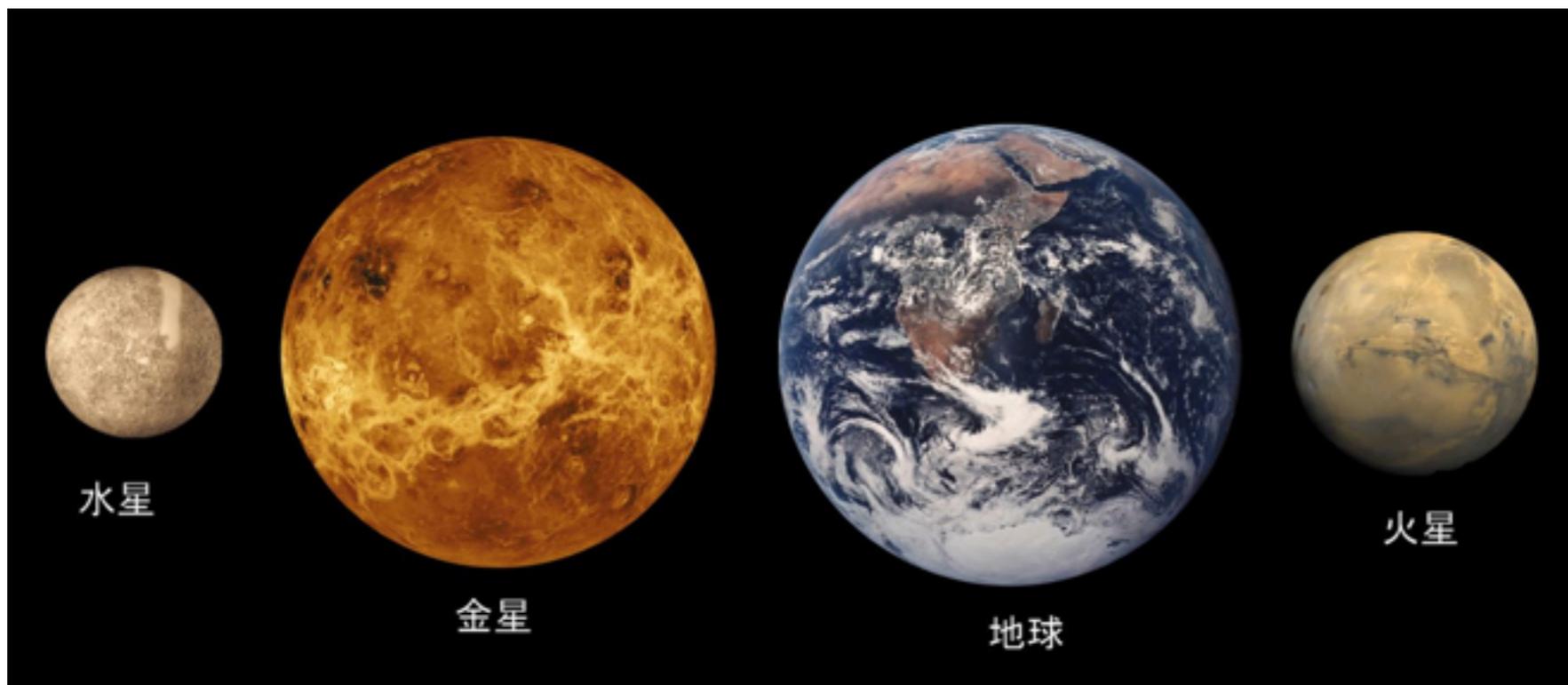


図2 2015年星座間の火星の動き (黄道中心図, 毎月1・11・21日の位置) 火星視直径 3' 4' 5' 6'



土星の動き 2015年

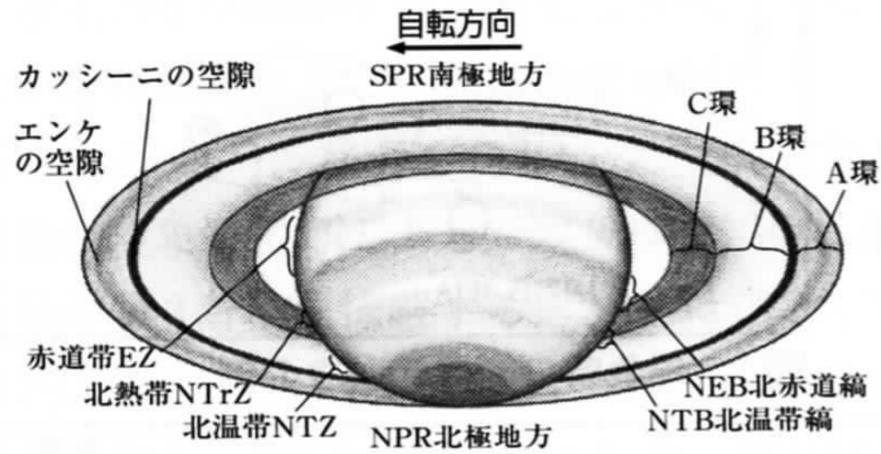


図1 土星面の模様名称

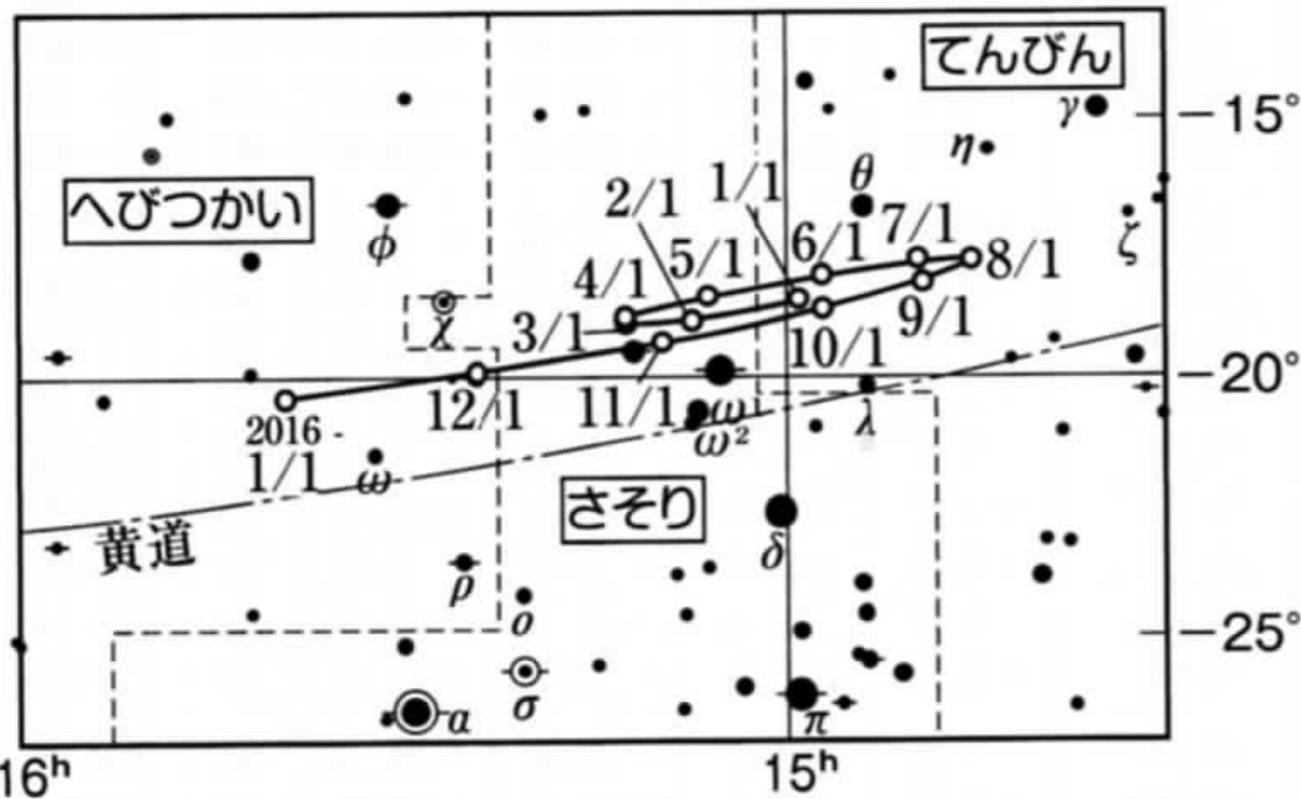
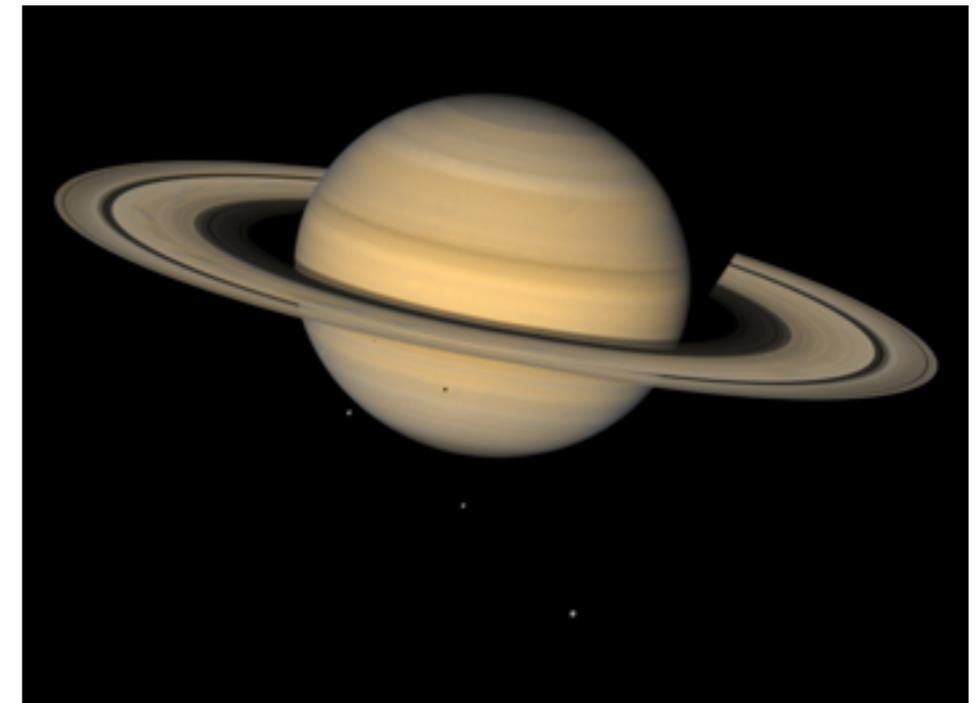
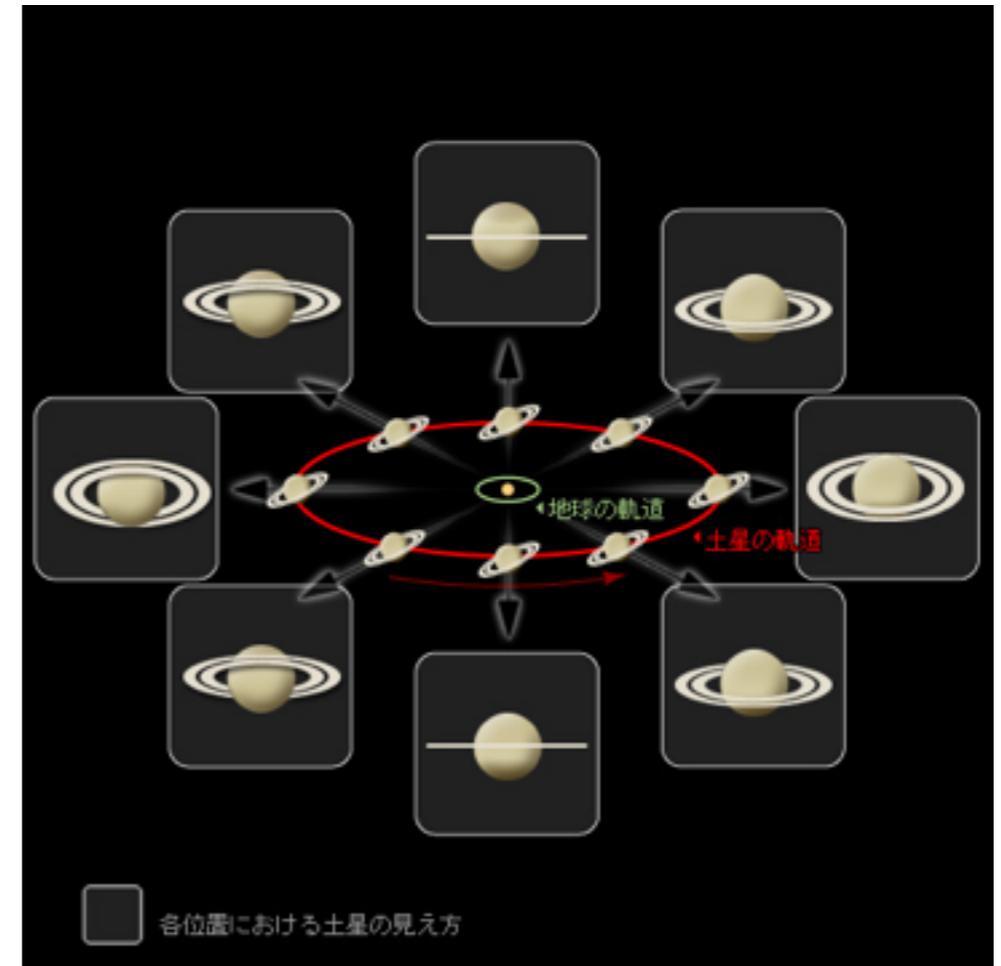


図2 2015年 星座間の土星の動き (毎月1日の位置)



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

次回は、5月22日（金）です。

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