

天体望遠鏡と天体の軌道図を使って，太陽系の構造を実感します

金星の動きや見え方を調べよう

望遠鏡で見た金星は，「三日月を見ている」と錯覚してしまうほど，月のように満ち欠けして見えます。ここでは，金星，地球の公転軌道図及び半球を黒く塗った球を用いて，軌道上の正確な地球・金星・太陽の位置関係をおさえ，金星の見え方と公転軌道について実感します。これらの活動を通して，惑星の見え方を太陽系の構造と関連付けてとらえます。

1 準備

天体望遠鏡，双眼鏡，ボール，電灯，方位磁針，色鉛筆，金星君，星座早見又はプラネタリウム，両面テープ

2 金星の観察

【方法】

夕方の金星観測に適した時期を調べ，観測日を決める。夕方西の空に金星が見える時期は以下のとおり。

2008年11月～2009年 3月，2010年 4月～2010年 9月

2011年12月～2012年 5月，2013年 6月～2013年12月

2015年 2月～2015年 7月，2016年11月～2017年 3月

上にない年は，金星が8年ごとにほぼ同じ星座に見えることを利用して，西暦年に8年を加えるとよい。

観察体験に基づく実感を持った理解のためにも，金星が夕方(下校時)に観測可能な期間には，学年や授業進度にかかわらず観察機会を設けたい。

日没後，南西の空に見える金星を観察し，太陽からのおよその離角，形や大きさを調べる(図1・2)。

金星君を使って，軌道図上の地球の位置を確認する。

金星君で，金星に見立てた半分を黒く塗った球の，その日の地球の位置から見えるようすと，実際の金星の見え方とを比べる。(次ページ参照)

観察した金星の形を説明してみる。(図3)。

金星が月と違い，満ち欠けしながら大きさが変わる理由，真夜中には見えない理由を説明してみる(図4)。

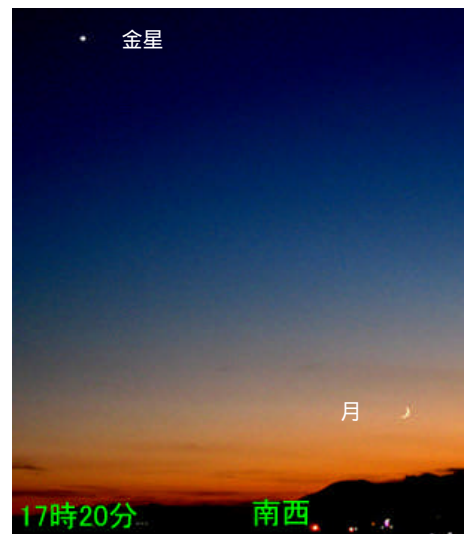


図1 夕方西の空に見える金星
2005年12月3日17時20分撮影。2007年は，8月16日の内合まで宵の明星として西の空に見えた。6月9日には半月，6月末には三日月のように見えた。

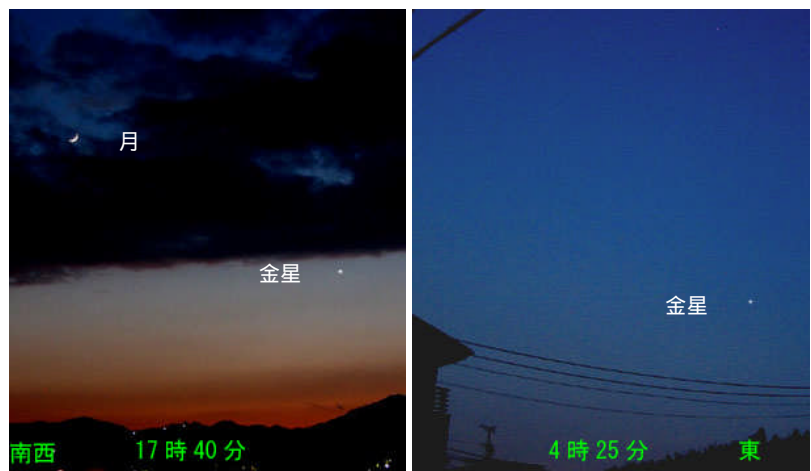


図2 2006年1月2日の金星(左)と6月4日の金星(右)
金星が見えるのは夕方の西の空か明け方の東の空だけである。また，望遠鏡で見ると大きさが変わり，月のように満ち欠けして見える。

【結果】

2007年6月9日、金星は太陽の東側（左）に45°離れている。

地球から見ると、金星は右側が光っていて、半月の形に見える（図3）。

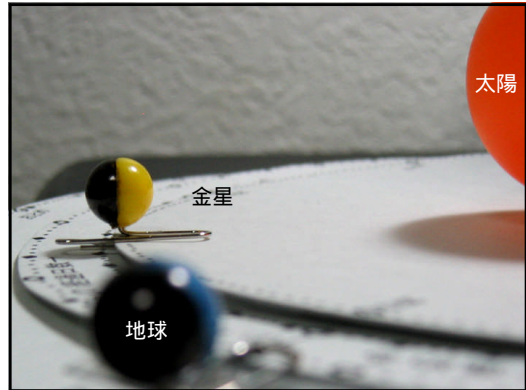


図3 2007年6月9日の金星の見え方

地球・金星の位置表示早見盤「金星君」

「金星君」は金星の会合周期が583.9日であることを基に、地球の公転に金星の見かけの位置の変化を加えることで、任意の日の太陽-金星-地球の正確な位置関係を立体模型で表示するものです。

【活用例】

- (1) 地球を公転させて、太陽との距離の変化を調べる。
- (2) ある年の1月1日の太陽-金星-地球の位置関係を調べる（図5）。
- (3) 金星を公転させながら、地球の位置から見える金星の形を調べる（図3, 5）。
- (4) いろいろな日の太陽-金星-地球の位置及び地球から見える金星の形を調べる。
 - ・2007年1月1日 ・2007年6月9日（東方最大離角） ・2007年8月16日（内合）
 - ・2007年10月29日（西方最大離角） ・2008年6月9日（外合）など

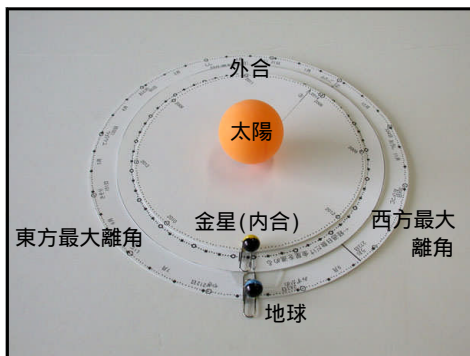


図4 「金星君」2007年8月16日(内合)

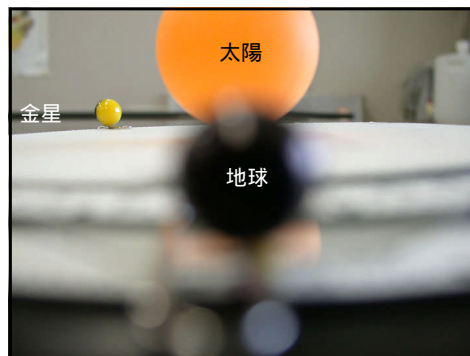


図5 2007年1月1日の金星の見え方

地球の公転軌道

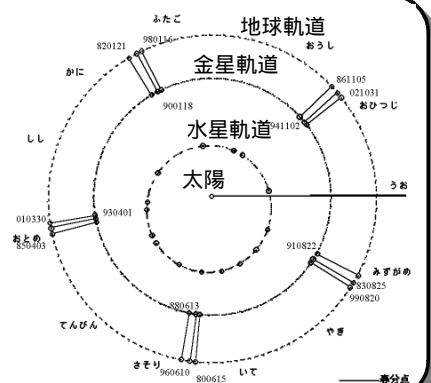
金星君で、地球を1年分公転させると夏頃、軌道は約5mm程度外側になっています。また、カレンダーで春分の日（2007年は3月21日）から秋分の日（9月23日）までの日数を調べると186日、秋分の日から翌年の春分の日（3月20日）までは179日と、7日ずれています。いずれも、地球の公転軌道が楕円であることから起こる現象です。



地球と金星の位置関係

図は1980年から2002年における金星の内合（太陽と地球の間に惑星がきたとき）の様子を示したものです。金星の会合周期は1.6年(584日)であること、また、8年ごとにほぼ同じ星座の方向に見えること、さらに、会合する場所は軌道上の5か所であることがわかります。

観測によって金星の会合周期が分かれば、地球の公転周期から金星の公転周期は0.6152年（225日）であることが分かります。



3 地球・金星の位置表示早見盤「金星君」の作製

【金星君の目盛盤】

地球の位置を示す目盛盤は「軌道表示プログラム」を用いて地球の軌道を1日ごとの位置で描き、各月の1日に、10・20・30日に、月及び通日を表示している。

金星の位置を示す目盛盤は、金星の軌道を1日ごとの位置で描き、金星軌道上に2006年～2014年までの1月1日の金星の位置を表示している。

公転させたときの経過日数を調べるための目盛盤は軌道長半径0.76天文単位、公転周期が金星の会合周期で公転する仮想天体の軌道を2日ごとの位置で描き、30日ごとに、10日ごとに表示している。

【準備】

ピンポン球（35mm～40mm）1個、黄色球・水色球（1cm）クリップ（長さ28mm）2個、透明プラスチック板1枚、ボルト（太さ3mm、長さ20mm）、ナット（8mm）1個、ワッシャー2枚、目盛板3枚（金星軌道、経過日数、地球軌道）

【製作方法】

- (1) 月、経過日数、西暦年が表示された3つの目盛盤を切り離し、中央に直径3mmの穴をあける。穴の位置は正確にとらないと、日数の誤差が大きく（1mmで1～2日）なる。
- (2) ピンポン球に2.5mmの穴をドリルであけ、ボルトが入るだけの大きさに広げる。
- (3) 月の表示された目盛盤を2枚のワッシャーではさみ、下からボルトを通し、経過日数、西暦年が表示された目盛盤、ナットの順に重ねる。
- (4) 経過日数の入った目盛盤の矢印の位置に、地球固定用の透明板を両面テープで固定する(図6)。(透明板はあらかじめ台形に切り、中心線を引いておく)
- (5) ピンポン球をねじ込む。
- (6) 半球を黒く塗った金星(黄色球)、地球(水色球)を両面テープでクリップに固定する。
- (7) 軌道上で地球と金星を調べたい年(2007年)の位置(1月1日)にセットする(図7)。
の矢印をの矢印に合わせると、2007年1月1日の地球・金星の位置になる。(図8)

【金星君の使い方】

1. の矢印(地球)を地球軌道上の調べたい日(8月16日)の目盛りに合わせる。
2. 1月1日からの経過日数は、表示されている通日で調べる。
3. の目盛りを使って、上で調べた日数(228日)だけ金星を公転させると、この日の地球・金星の位置になる(図4)。
4. 地球の位置から金星を見たときの、太陽からの方位、形及び大きさを調べる。金星が内合となり、新月のように見えることが分かる。
5. 「金星君」の誤差は約4日である。

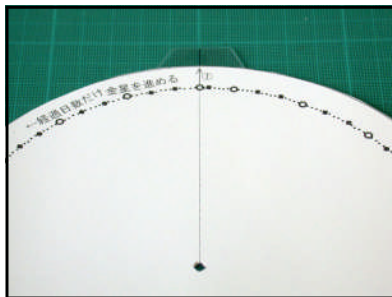


図6 透明板の張り付け

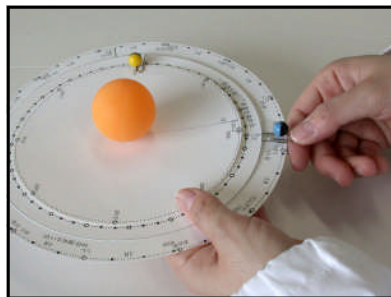


図7 金星と地球をセット

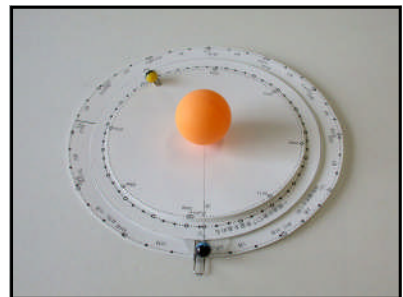
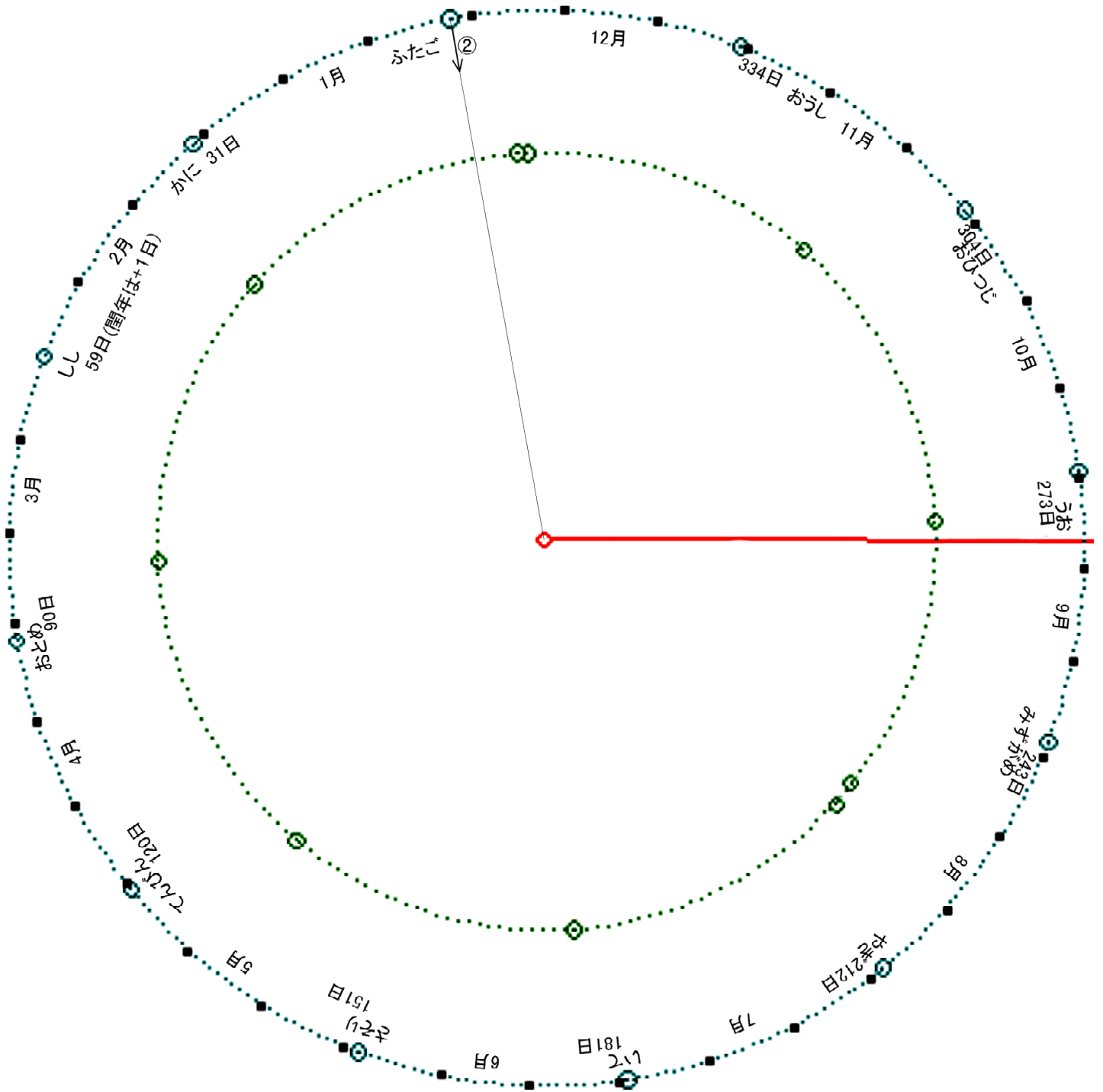
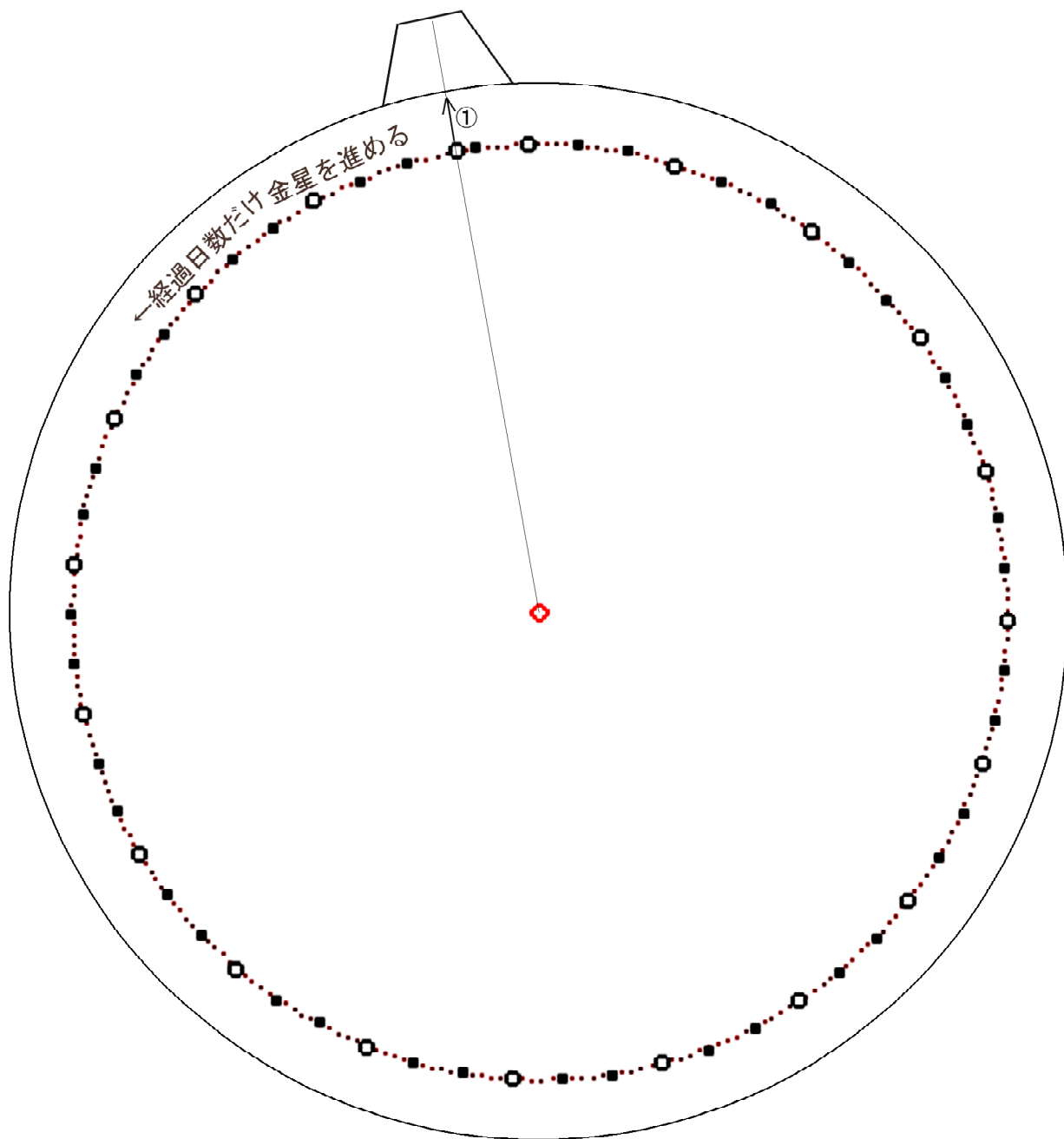


図8 2007年1月1日の地球と金星

金星君
地球軌道の長径を20cmに拡大して印刷





金星君は、地球から金星を見たときに、太陽に対して同じ位置に来る周期が584日であることを利用しています。
金星君の使い方

1. 軌道上で、地球、金星を調べたい年の位置（1月1日）にセットします。
2. ①の矢印を②の矢印に合わせて、調べたい年の1月1日の地球、金星の位置になります。これで準備ができました。
3. ③の矢印（地球）を地球軌道上の調べたい日の目盛りに合わせてみます。
4. 1月1日からの経過日数（④の矢印の位置から⑤の矢印の指す目盛りまでの日数）を、通日を使って調べます。
5. ⑥の内側の目盛りを使って、上で調べた日数だけ⑦の矢印を⑧の矢印の位置から右へ進めると、その日の金星の位置になります。⑨は30日、⑩は10日ごとです。
6. 地球の位置から金星を見たときの形や大きさを調べてみよう。

