



# 科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)  
<http://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

## 地球シリーズ

辰年・北極星・コマ回しをつなぐ？

### 歳差

*Precession*

姫路科学館 学芸員 徳重 哲哉

今年は辰年です。辰の字には星という意味もあり、北辰というとは北極星のことです。北極星は天の北極の近くにあり、北の目印になる星ですが、5000年前の北極星と今の北極星は違う星なのです。

#### ■ヒッパルコスの発見

アレキサンドリアのチモカリス (BC320 頃～BC260 頃) は、おとめ座の1等星スピカが、秋分点から8度ずれていると記録しています。一方、ギリシャのヒッパルコス (図1) は、紀元前150年頃に、スピカの位置が秋分点から6度離れていると観測しています。角度で2度という分度器ではわずかな角度に感じますが、夜空では満月4個分にあたり、はっきりと違いがわかります。ヒッパルコスは他の星の位置も正確に測定しており、位置がずれているのはスピカだけではないことを確かめました。そして、スピカがほぼ黄道上にあることから、天の赤道と黄道の交点である恒星に対する秋分点 (および、反対側の春分点) の移動は、黄道に対し天の赤道が東から西へ移動する、つまり、天球に対して地軸の向きが変わっているからだ と結論しました (図2)。これを「歳差」といいます。



図1 ヒッパルコス  
BC190 頃～BC120 頃  
(ウィキペディアより)

#### ■5000年前の北極星 (りゅう座のツバン)

歳差によって地軸の向きが変わるため、地上から見ると、北極星の位置が変わっていきます。現在の北極星は「こぐま座アルファ星」(ポラリス) で、天の北極から角度で41分離れていますが、

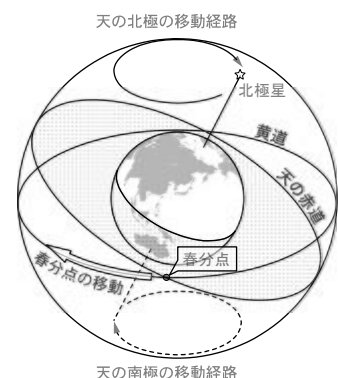


図2 地球の歳差運動

2102年には27.6分まで接近します。歴史的にみると、紀元前3000年頃には「りゅう座のツバン」が北極星として輝いていました。そして、西暦1万4千年頃には、こと座のベガ（織姫星）が天の北極におよそ5度まで接近し、北極星と呼ばれるようになるでしょう（図3）。

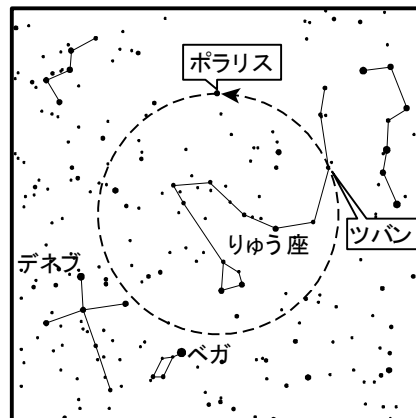


図3 天の北極の移動

### ■歳差のしくみ

物体の回転状態は、回転軸の向き、回転の方向と速さ（単位時間に何度回るか）で表せます。これらは1本の矢印で表せます。回転軸と回転の方向は矢印の向きで表し、上から見て反時計回りの回転は矢印が上向きとします。そして、回転の速さは矢印の長さで表します（図4）。回転する物体は、外部から力が働かない限り、同じ向きに同じ速さで回転し続け、矢印は動かないことになります。

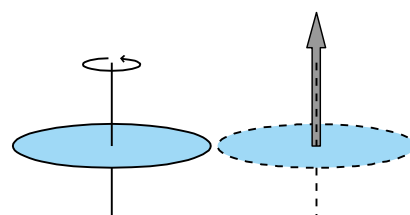


図4 回転を表す矢印

地球は公転軌道（黄道面）に対して約23.5度傾きながら、北極から見て反時計回りに自転しています。そして、自転による遠心力で赤道方向にわずかにふくれています。自転軸（地軸）を通る断面を考えると、ふくれた赤道部分（図5の着色部）が太陽の引力に引かれ（図5①）、地球の重心の周りに地軸を起こそうとするトルク（回転を引き起こそうとする働き）がかかります（図5②）。地軸を起こそうとするトルクも矢印で表すことができ、その向きは、図5では紙面に垂直・手前向きになります（ $\odot$ ）。自転とトルクの合力により、北極側が図5の手前に向かうように地軸の向きが変化します。太陽の引力によるトルクは常に黄道面に平行なため、トルクの矢印も黄道に平行で地軸に直角になり、地軸は黄道面に垂直な軸に対して傾きを保ちつつ回転します。その結果、地軸の動きは北極側から見て時計回り（自転と逆向き）に回転する歳差運動になります。

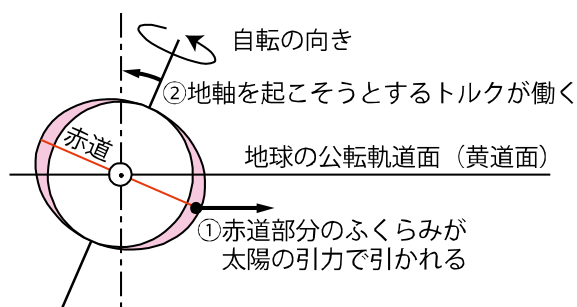


図5 地軸に働くトルク

### ■コマの首振り運動

地球に限らず、回転している物体に対して外部から力が働くと、歳差が起こります。身近なところでは、傾いて回るコマの首振り運動も歳差現象です（図6）。

コマが傾いている場合、コマには地球の重力が下向きに働きます。重力によるトルクは、コマの心棒を倒すような回転を引き起こします。地球の自転と同じ反時計回りに回るコマでも、地軸に働くトルクとは向きが逆になるため、コマの心棒は上から見て反時計回りに回転します。

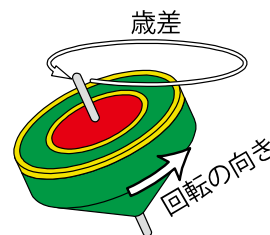


図6 コマの首振り