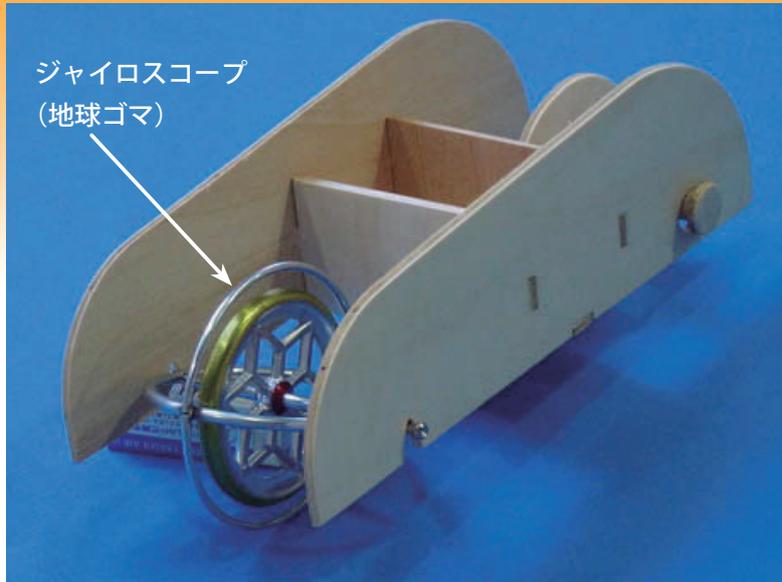


# —ジャイロカー—



ジャイロスコープ  
(地球ゴマ)

本教材は宇宙とのつながりを軸として科学を身近に感じてもらうために作った科学教材です。本教材の利用による事故等については一切責任を持ちかねますので、本教材の利用は、経験のある指導者の指導の下に行ってください。

●教材提供●  
日本宇宙少年団  
苫小牧分団 杉山光二氏

2005年3月31日 発行  
2008年4月 1日 改訂

## 目標とねらい

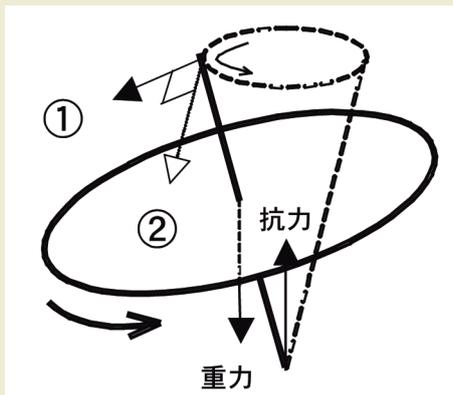
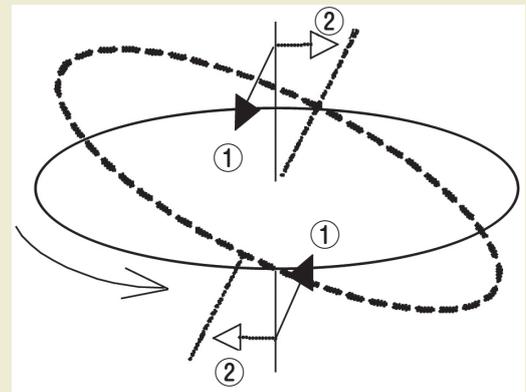
ジャイロスコープは、回転軸を自由な方向に向けることのできる「こま」の一種です。このジャイロスコープを使用した2輪ジャイロカーを製作し、いろいろな条件で走らせてみることによって、ジャイロスコープの振る舞いを体感します。

対象学年	小学校低学年以上	所要時間	2～3時間
------	----------	------	-------

## ●ジャイロ（スコープ）って何？

ジャイロスコープは一種のコマのようなもので、回転軸が自由な方向に向くことができるように作られている装置です。玩具としては「地球ゴマ」が知られています。

このような回転体は、回転軸を変えようとする力に抵抗を示し、その回転軸のまま回り続けようとする性質があります。動いている自転車やコマが倒れないのはこのためですが、あえて外からの力によって傾けようすると、加えた力（右の図では前後方向①）と直角方向（図では左右方向②）に傾きます。



## 回転するコマが見せる歳差運動

軸が傾いて回っているコマは、「すりこぎ運動」（歳差運動）をします。これは重力（と床の抗力）が回転軸を傾けようとする（左の図では左向き①）ため、その直角方向（図では手前向き②）へ軸が傾き、その動作が連続的に生じるからです。

**注意 「ジャイロ」という用語**

- ①ジャイロスコープとは、広義には「角速度を測定するセンサー」のことをさし、一般には「ジャイロ」と呼ばれます。ここでは、コマのような回転型のものに限定してとりあげています。
- ②「ジャイロゴマ」とは、ジャイロスコープの働きを学習できる構造のコマ、「ジャイロ効果」とは、ここで見られる回転体の性質などをさして、便宜上にこれらの用語を使用しています。
- ③最近、さまざまところで実用化されているジャイロ（スコープ）には、回転型のジャイロ効果を使わないものも多くなってきています。私たちの身近なものによく使われているのは振動型ジャイロで、これはデジタル・カメラ機能の手ブレ補正やGPSによるナビゲーション機能の方位補正などに利用されています。

**身近な生活の中の「ジャイロ」**

ジャイロスコープは、身近な生活の中でも案外普通に使われています。倒れずに回転し続ける自転車のタイヤのように、それとは意識せずに応用されているものがあります。玩具としてのジャイロスコープは、「地球ごま」などが古くから知られています。

自然界に見られる現象としては、たとえば地球自身もコマのように自転しており、太陽や月の引力によって実に2,600年もの周期で地軸の方向が変化する歳差運動をしています。（歳差運動：首振り運動。回転している物体の回転軸の向きがゆっくり回転する運動。）

ジャイロ効果（姿勢の安定化・外力に対する直角方向への回転軸傾斜）は、大地や地磁気をよりどころとしない空間でも有効なので、宇宙開発時代の現代において、航空機やロケット、人工衛星や宇宙ステーションなどで重要なはたらきを担っています。よく耳にするものとしては、ジャイロコンパスやジャイロスタビライザーがあります。

（現代では、「光ジャイロ」という、光の性質を利用したジャイロコンパスも使われています。）

- ・ジャイロコンパス：船などで使われる羅針儀の一種で、地磁気にたよらずに方位を定める装置。
- ・ジャイロスタビライザー：ジャイロスコープを利用して船や飛行機の横ゆれを防ぐ装置。

**●用意するもの****【ジャイロカー本体の材料】**

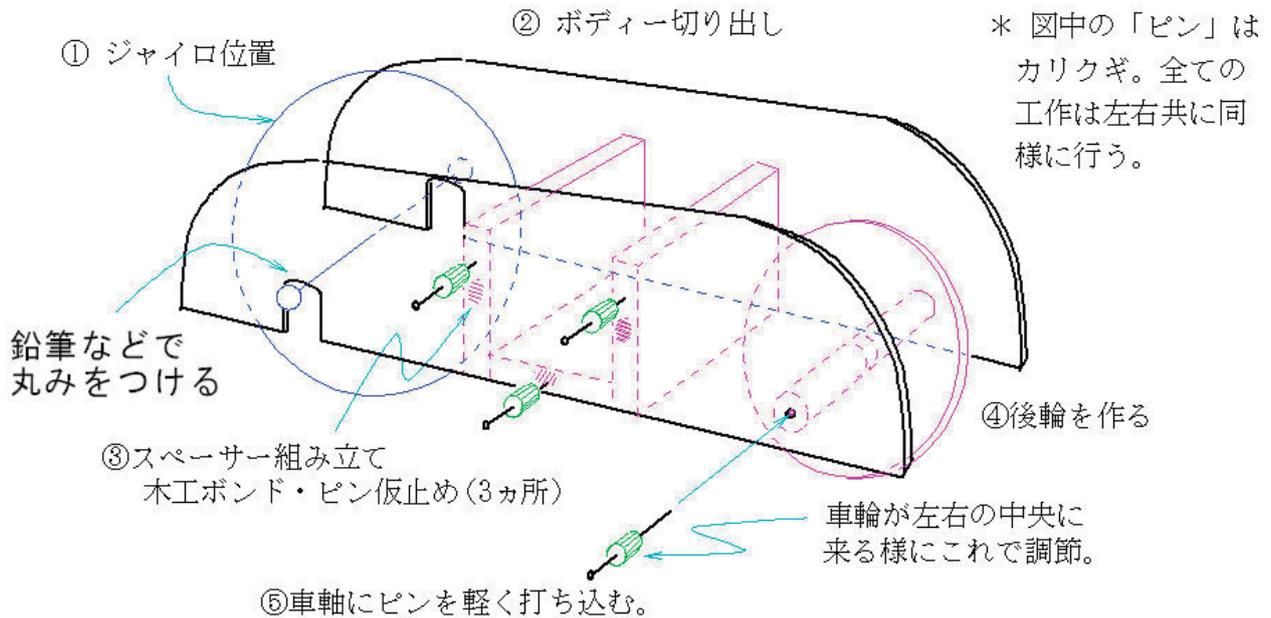
- ジャイロスコープ（「地球ゴマ」等の商品名で販売されているもの）
- 厚さ3ミリのバルサ材：側板（2枚）
- 高密発泡スチロール小片（7ミリ厚3枚）：スペーサー
- \*写真用品店などで「ハレパネ」などの商品名で市販されている。
- 厚さ5ミリのベニヤ板：後車輪（車輪円盤）

- 10ミリ径の木製丸棒（ホビー工作用の市販品）：車軸

**【工具・道具】**

- カッター
- 木工用ボンド
- のこぎり
- カリクギ
- （必要に応じて）サンドペーパー、木工用やすりなど

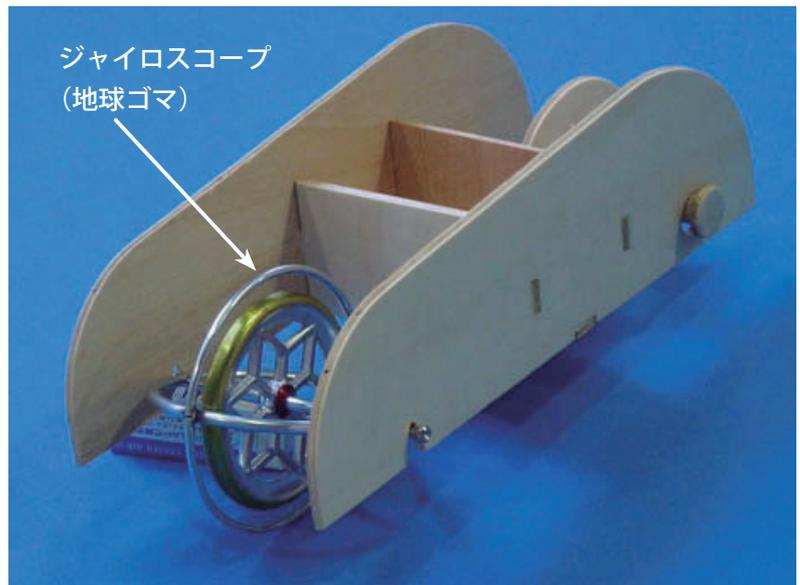
# 1 ジャイロカーの工作



## ① ジャイロスコープ（前輪）を手に入れる

ジャイロスコープは、玩具としてはいわゆる「地球ゴマ」や「宇宙ゴマ」等の商品名で販売されています。まとまった数では案外入手しにくく、価格も高め（まともな買い方では千円以上）です。教材店や文具店で見つからないときは、ネットショッピングで入手することも可能です。その際は、信頼できる業者かどうか確認してから注文してください。

外枠径や軸長等のサイズが商品ごとに微妙に異なるので、これを入手しないことには車体設計（とくに幅寸法）が決まりません。



## ② ボディの側板を作る

厚さ3ミリのバルサ材を使って、ボディーの両サイドになる2枚の側板を作ります。ジャイロ軸受部の形状が逆U字形になるように、鉛筆に巻いた紙ヤスリなどで工作します。バルサ材は、ホビー工作材料店や日曜大工の店にごく普通に市販されているもの。これを使用する理由は下記の通りです。

- (1) カッターなどで比較的簡単に型を切り出せる。
- (2) 軽い割には丈夫。
- (3) 接着、整形等の工作がしやすい。

### ③スペーサーを作る

高密発泡スチロール小片（7ミリ厚3枚）で、スペーサーを作ります。スペーサーは、ボディー内部に相当する部分で、2枚の側板を適当な幅に固定する役目があります。

写真パネル用として市販されている高密発泡スチロール小片（7ミリ厚3枚）を凹の字に組むと作りやすいでしょう。これを使用する理由は下記の通りです。

- (1) カッターで簡単に切断できる。
  - (2) 軽くて丈夫である。
  - (3) 糊つきなので3枚を凹形部品に仮組みでき、ボディー側板ともピンで仮止めできる。
  - (4) 木工用接着剤での接着などバルサ材との相性もよい。
- \*高密発泡スチロールが手に入らない場合は、厚手のバルサ材を使ってもかまいません。

### ④後車輪を作る

5ミリ厚のベニヤ板を60ミリ径の円盤状に切り出して作ります。これにはちょっとした工具と工作技術が必要なので、ハレパネや厚紙その他の材料で作っても一向に差し支えありません。ただ、仕上がり条件としては厚さが3～6ミリ程度で、なるべく真円に近く、垂直な車軸がつけやすいものということになります。

\*厚さ範囲の意味：3ミリ以下では転倒しやすく6ミリ以上では安定しすぎます。安定しすぎると、ジャイロ効果が見えにくくなり、本来の学習目的が達成できません。

### ⑤車軸を作る

車輪円盤の中心の穴に合うように、10ミリ径の木製丸棒を通して、木工用接着剤で垂直に固定します。別の材料で工作した車輪の場合は、それに見合った車軸材料と工作を考えて下さい。このときの条件は車軸が車輪に垂直に固定されて、車軸ごと回転すること。つまりボディーが軸受け（回転する軸の）になる構造であればOKです。

なお、10ミリ丸棒は車体側板を貫通させずに、車体内寸幅より少し短めにとります。（丸棒の切断はのこぎりを使います）。そして、両側面から側板を通してカリクギを打っておきます。カリクギは虫ピン程度の太さなので車軸が回りやすく、かわいらしい（?）。プラスチック・ヘッドがついているので抜け止めになります。

\*カリクギは日曜大工店などで市販されていて、いろいろな用途に利用できる便利な釘というよりは、プラ・ヘッドつきのピンという感じです。

## ここで作る「ジャイロカー」の特徴

車体の構造はできるだけ簡素化し、ジャイロゴマは単体でも使用できる分離型の構造としたことにより、次のような特徴を持っています。

- ①ジャイロゴマの振る舞いをそのまま前輪の舵取りに利用しているので、その効果を直接観察できます。
- ②ジャイロゴマの動きが車体に対して比較的自由であり、シンプルな構造の割にはジャイロ効果が出やすく、ジャイロゴマの回転状態による走行結果の違いを明瞭に観察できます。
- ③分離構造のため、ジャイロゴマのセット状態を簡単に変えることができます。そのため、ジャイロ効果の持つ2つの性質（姿勢の安定化・外力に対する直角方向への回転軸傾斜）を区別して観察できます。
- ④分離構造のため、ジャイロゴマを回すときに、車体をいっしょに持つ必要がありません。
- ⑤分離構造のためジャイロゴマ単独でも使え、ほかの実験にも使用することができます。

## 2 ジャイロカーを走らせよう

### ① ジャイロスコープの振る舞いを体感する

ジャイロカーの目的は、ジャイロスコープそのものの振る舞いを、遊びながら体感することです。ジャイロカーはそれを目で見るための手段であり、ジャイロゴマを車体に設置する条件によって、その走りに顕著な差異が出ます。

### ② 3つの走行パターン

このジャイロカーは動力は持たないので、発進は勢いよく手で押し出すか、斜面を利用することになります。いずれにしても発進時の姿勢が微妙にその走りに反映し、走りのパターンを複雑化させます。慣れるに従ってうまく発進させることができるようになり、次のように3つの走行パターンに収束されてきます。

#### (1) ジャイロゴマが車を前進させる向きに回転しているとき

姿勢の安定化+舵取り効果（軸方向変化） → 走行距離最長

#### (2) ジャイロゴマが(1)と逆向きに回転しているとき

姿勢の安定化-舵取り効果（逆効果になる） → 走行距離中間

#### (3) ジャイロゴマが回転していないとき

姿勢の安定化・舵取り効果ともになし → 走行距離最短

### ③ リーダーは試作し、納得いくまで実験する

指導にあたるリーダーは、子どもたちが自由に走らせてみてお互いの結果（走り方の違い）にいくつかのパターンがあることに気づき、その理由にせまることができるように指導します。しかも本質でない要素にいつまでも振り回されないように注意深く方向づけをしていく必要があります。そのためにはリーダー自身が納得するまで試作し、実験し、考察することが重要です。事前に十分な研究をしておいてください。

科学する心を  
育てよう

- ジャイロカーのもう1つの目的は、ジャイロスコープの原理の応用に触れること。ジャイロゴマをそのまま前輪にしてしまったのは、まさに自転車の前輪に対応する身近な例と考えたからである。子どもたちが、その関連性に気づけるように指導しよう。最近は行き届いた交通指導のせい、自転車を手放しで乗る子はあまり見かけなくなった。身体の傾斜だけで舵を切る動作は、まさにこのジャイロカーの挙動そのもので「手放し自転車カー」とでも名づけるべきものと筆者は考えている。

## 安全対策

- ① 現代っ子は刃物のコントロールが苦手なので、何といたってもカッターの扱いに注意が必要である。
- ② カッターの使用については、作業する子どもの工作レベルによって危険度が異なり、ケースバイケースの判断が必要である。低学年層には予め切り出しておいたものを用意する（筆者の苦小牧分団もそうした）。時間があればそんな機会に使い方を指導しておく、次からの活動に効果的である。例えば、牛乳パックの底をカッターで切り取るだけでも、少しのコツで簡単に終わるが、それを知らないと大変危険な動作をすることになる。
- ③ ジャイロゴマにも、危険が潜んでいる。ジャイロゴマは本来その回転の慣性力が大きく作られているので、回転部分に指を挟むと予想以上のダメージとなる。とくに始動時（ひもを引っ張るとき）に小指を挟みやすいので十分注意する必要がある。

学習指導要領  
との関連

中学校 3年	理科（エネルギー・粒子）	科学技術の発展
中学校 3年	理科（地球）	天体の動きと地球の自転・公転

## キーワード

ジャイロスコープ、ジャイロカー、地球ゴマ、回転軸

教材提供 : 日本宇宙少年団苦小牧分団 杉山光二氏  
発行 : 宇宙航空研究開発機構 宇宙教育センター

協力 : 財団法人日本宇宙少年団 YAC 株式会社学習研究社  
©JAXA2009 無断転載を禁じます