

スーパープレシジョン ジャイロスコープ



マニュアルバージョン 9.0
2018年4月



同梱内容

- ジャイロスコープ 1台
- 電動モーターおよび電池パック 1個
- モーター取り付けネジ 2個
- ジャイロスコープを乗せるひも 1本
- 六角レンチ 1個
- 延長ロッド 2個
- ボールエンド 2個
- スロットエンド 1個
- 電池ボックス用のネジ 1個

電池パック用の単3電池 別途4個必要

備考：

スーパージャイロで使用できるアクセサリキットもいくつか販売しています。**ジンバルアドオンキット、レートキット、交換部品キット**などは別途袋に入った状態で提供されます。ジャイロスコープと一緒にご購入いただいた場合は、ジャイロスコープの箱の中に同梱されています。

卵を扱うように



「卵を扱うように」という文言はイギリス軍用機のジャイロスコープに対してよく使われていました。面白い言い回しではありますが、ジャイロスコープの取り扱い方法を説明する上でも最も伝わりやすい文言です。ジャイロスコープは一定高さ以上から落としてしまうと壊れてしまいます。ジャイロスコープで初めて実験される際は、厚めのタオルなど柔らかいものが敷かれた机の上で実験することを強くお勧めします。また、初めの間は、ジャイロスコープの持つ高さを机から数インチ以内に抑えることを強くお勧めします。初心者にとって、ジャイロスコープは思いもよらない動きをします！

その他の注意点

- 回転している間は、回転体に触れないようにしてください。摩擦で火傷しかねません。
- ジャイロスコープを落とさないようにしてください。精密機器となっています。
- ジャイロスコープに潤滑油は絶対に使用しないでください。ベアリングの損傷の原因となります。
- ネクタイなど衣服は回転体に近づけないようにしてください。
- ジャイロスコープが回転している間、髪の毛を近づけないようにしてください。
- 小さいお子様の手が届かないところで使用あるいは保管ください。
- 子供が使用する場合は、必ず大人の指導のもと使用するようにしてください。

ジャイロスコープについて

このジャイロスコープは、真鍮削り出しの回転体に軽量なアルミニウムのフレームを搭載し、精度の高さを追及してデザインされた商品となっています。選別されたステンレス製の小型ボールベアリングにより無音に近いぐらいの静音性で回転します。電動モーターと電池パックにより最大で毎分 12,000 回転という高速回転が可能です。

ネジを 2 個使えばモーターをジャイロスコープに取り付けて何時間もの間使い続けることができます。あるいは、モーターを使わずに 7 分程度の短時間の実験に使用することも可能です。ジャイロスコープに付属するいくつかのアタッチメントを使えば、科学実験、学校での実験、あるいは単なる興味本位の実験などあらゆる場面に設定を合わせることができます。



バランス

回転体のバランスが取れていないとブレの原因となります。快適な運転のために車のタイヤのバランスが必要であるように、ジャイロスコープにもバランスが必要です。対称性とバランスを完璧なものとするために、スーパージャイロの真鍮製の回転体はミクロン単位で仕上げられています。

表面上は完全な真鍮の仕上げに見えますが、実際にはいくつかの金属で構成された合金で作られており、必ずしも平等に分散されたものとはならないため、出来上がりは極わずかですが重量配分が不均一なものとなります。

これを修正するため、パソコンを使って誤差 250 分の 1 グラムという驚くほどの精度までバランスを調整しています。結果として、完璧なバランスと極めて滑らかな動作、そして長時間の回転と高い静音性を持ち合わせたジャイロスコープが完成します。

バランス調整のための穴

真鍮製の回転体の外周にはいくつか穴が開けられています。ジャイロスコープそれぞれに対してバランステストを実施しています。バランスが取れていない箇所が見つかったら、ジャイロスコープの重量を調整するために正確な位置に穴を開けて部分的に重量を減らしていきます。誤差 250 分の 1 グラムとなるまでこの

手順を繰り返しジャイロスコープのバランスを調整します。車のタイヤの

バランス調整の過程ととても似て

いますが、その

精度を極めて

高くしたものと

と言えます。



回転時間

最大速度で回転させた状態で机の上に静置させた場合、25 分程度回転を続けます。（回転が完全に止まるまでの時間）ただし、何かしら動作を加える度にジャイロスコープのエネルギーは失われていきます。したがって、実験を行う場合は、回転時間が短くなります。場合によっては、数分程度まで回転時間が短くなることもあります。

仕様

RPM

12,000rpm+

重量

総重量 :	345g / 12.16oz
ジャイロスコープ重量 (モーター抜き) :	145.3g / 5.12oz
真鍮ディスク (シャフト抜き) :	111.2g / 3.92oz
ケーシング、ベアリング、シャフト :	34.1g / 1.2oz
シャフト+ベアリングワッシャー :	4.7g / 0.16oz
ベアリング :	0.6g / 0.02oz
アルミニウムケーシング :	26.1g / 0.92oz
ネジ :	2.7g / 0.10oz

電気特性

モーター電流値 (起動時) :	2.5A / 14.5W~
モーター電流値 (最大 RPM 時) :	0.5A / 3W
モーター電圧 :	5.8V~
モーター最大電圧 :	6V
電池 :	4 x AA 単三電池

ジャイロスコープ寸法

外ケーシング直径 :	62.5mm / 2.46in
真鍮ディスク直径 :	53mm / 2.08in
真鍮ディスク直径 :	12mm / 0.47in
真鍮ディスク削り出し深さ :	5.25mm / 0.21in
真鍮ディスク削り出し直径 :	40.9mm / 1.61in
シャフト直径 (最大値) :	4mm / 0.15 in
モーター長さ :	58.2mm~
モーター直径 :	28.1mm~

物理的性質

慣性モーメント	0.000055 kg m ²
---------	----------------------------

ジャイロスコープの起動



1. ジャイロスコープのフレームを片手に持ってください。
2. モーターの電源がオフの状態、モーターをジャイロスコープの車軸に押し込みます。
3. モーターとジャイロスコープをしっかりと結び付けた状態でモーターの電源をオンにします。（電源スイッチは電池ボックスにあります）
4. ジャイロスコープが必要な速度に達するまで待ち、モーターをジャイロスコープから離します。
5. モーターの電源をオフにします。（これで自由にジャイロスコープの実験を実施できます）

モーターを取り付けた状態にしておきたい場合は、モーターを押し込み、付属の六角レンチを使ってネジ二つを締めてください。取り付けた後は、モーターをハンドル代わりに使うことができます。

ジャイロ運動 ひもで吊り下げ

ジャイロスコープの電動モーターを取り付ける側と反対の側にボールエンドを一つねじ込んで、ジャイロスコープを回転させてください。ひもの両端を持ち、輪の中にボールエンドを通してジャイロスコープを持ち上げると、ジャイロスコープがおおよそ水平の角度で状態を保ちます。速度が落ちてくると落下しますので、キャッチする準備をしておきましょう。ジャイロスコープの回転体の速度が落ちてくるにつれ、ひもを中心とした回転運動（歳差運動）の速度が速くなっていくことがわかります。



ジャイロ運動 ひもの上でバランス



ジャイロスコープの電動モーターを取り付ける側と反対の側にスロットエンドを一つねじ込んでください。ぴんと張られたひもやワイヤーの上にジャイロスコープを乗せます。（底にあるスロットの方向を確認ください）ジャイロスコープの速度が落ちるまでワイヤーの上にとどまります。キャッチする準備をしておきましょう。

ジャイロ運動 簡単にできる歳差運動

ジャイロスコープの電動モーターを取り付ける側と反対の側にボールエンドを一つねじ込んでください。電動モーターを使ってジャイロスコープを十分に回転させ、回転したらジャイロスコープのボールエンド側を平らな面の上に置き、手を放します。初めは垂直を保っていたジャイロスコープが徐々にボールエンドを中心に回転する様子が見られます。この運動を歳差運動と呼びます。ジャイロスコープの速度が落ちてくるにつれ、歳差運動は速くなり、ジャイロスコープが傾き始めます。



延長ロッドを追加

ボールエンドとジャイロスコープの間に延長ロッドを一つ取り付けた状態で、上記手順を繰り返します。ジャイロスコープの歳差運動の速度がさらに速くなるのがわかります。想定よりも早く倒れますので、キャッチする準備をしておきましょう。延長ロッドを二つ取り付けて試すこともできます。一般的に1秒ぐらいで倒れますので、キャッチする準備をするとともに、倒れる場所に柔らかい面があることも確かめておきましょう。アドバイス：ゴムやシリコンのマットの上でやると、回転中心にかかる摩擦により歳差運動の速度が遅くなります。とても役に立つ情報です！



指の上でバランス

指の上でバランスを取ってみましょう。先に他の技を試してジャイロスコープの動き方を知ってからこの技を試すことをお勧めします。傾けさせすぎず、指から落ちる前にキャッチする準備をしておきましょう。また、万が一落ちてしまう可能性に備えて、下にクッションなどのような柔らかい面があるところで試した方が良いでしょう。既にお伝えしていますが、壊れてしまう可能性が高いのでジャイロスコープを落とさないようにしましょう。



その他の技

アタッチメントを取り付けられる箇所はジャイロスコープのフレームに7つあります。異なる箇所にアタッチメントを取り付けた状態で試してみても、どう結果が変わるか見てみましょう。

すぐに転倒する可能性

どのアクセサリを使って、どのような技を試すかによって、たった4分の1秒で転倒することもあるかもしれません。長い時間直立を保てることもあります。いついかなる時もキャッチする準備をしておきましょう。



音

ジャイロスコープが最大速度に達し、モーターから切り離されると、垂直に持った状態（シャフト上向き）では比較的音は静かです。しかしながら、完全に無音で機械的な動きができるような部品は存在しません。ジャイロスコープを垂直から水平状態に傾けると音色や音質、音量の違いを聞き取れるかと思えます。方向によって音がうるさくなったり静かになったりするかと思えますが、これは通常の変化です。ジャイロスコープは長時間動作するよう最適化されています。ベアリングに少し余分の負荷をかければ音は小さくなりますが、回転時間が大幅に削られます。

シャフトの動き

スーパージャイロスコープでは、シャフトが少しだけ垂直に上下運動します。（上下に 1mm 程度動かさず）これは通常の動きです。シャフトの両端には、ベアリングと隣接して赤いバッファが設けられており、ジャイロスコープが落ちたときにベアリングにかかる衝撃を吸収してくれます。また、場合によっては、ジャイロスコープの音を吸収してくれることもあります。

シャフトの上下運動を可能な限り小さくする必要があり、回転時間が短くなっても構わないようであれば、ベアリング交換キットを使って調整することもできます。

<https://www.gyroscope.com/d.asp?product=REPLACEKIT>

メンテナンス・修理

ジャイロスコープを通常通り大切に扱っていれば、メンテナンスや修理が必要となることは通常ありません。ベアリングには特殊な潤滑油が使われており、ジャイロスコープを使う限りは持続できる設計となっているため、絶対に他の油を注さないようお願いします。油が追加され他のものと混ざってしまうと、潤滑油に粘りが出て、ジャイロスコープの動きが遅くなるとともにベアリングを損傷してしまいます。

ジャイロスコープを落としてしまった場合は、高い可能性で故障してしまいます。衝撃を受けると、ベアリングに主な負荷がかかります。4 インチ（10 センチ）程度の落下だけでもベアリングが損傷し、大きな音が発生する可能性があります。さらに高い位置からの落下であれば回転時間が短くなります。ベアリングが損傷した際は、ベアリング交換キットを購入いただければ、ベアリングを交換することができます。あまりに高い位置から落下（腰高さの机から落下など）してしまうと、大抵の場合は、修理できないほどに回転体やシャフトが損傷してしまいます。損傷がひどい時には、回転体がぐらつく様子が目視で確認できるかもしれません。

掃除

ジャイロスコープは主にアルミニウム、ステンレス、および真鍮で出来ています。アルミとステンレスの部分は光沢を保ち続けますが、真鍮仕上げの部分は変色により状態が悪くなる可能性があります。真鍮の状態を良く保つためには、湿気のある蒸し暑い環境は避け（露点温度よりは高く保ち）、使用後はカバーをかぶせるか、あるいは袋に入れるようにしましょう。指で直接真鍮部に触れないようにしましょう。皮膚の酸性が原因で、真鍮に指紋が残ってしまいます。真鍮の手入れには、Brasso など評判が良いとされる真鍮・銅専用のクリーニング剤を使用することを推奨しています。

ジンバルアドオンキット (オプション)

本キットはジャイロスコープ本体には付属していません。スーパープレジジョンジャイロスコープのアクセサリとして販売されています。24 個の部品で構成される組み立てモジュールキットとなっており、それらを使うことで実施可能な実験の種類が補完・拡張されます。また、ジャイロスコープ本体に付属する部品と互換性があり、合わせて使用することもできます。主要な特徴の一つとして、2 軸ジンバルが使用できるようになります。その他にも多くの実験が可能となります。ジンバルを使用することにより、歳差運動や章動がより簡単に実施できるようになります。

ジンバルキットに含まれる内容：



- センターハブ 1 個
- 脚部（延長ロッドとしても使用可能） 3 個
- 足部（脚部の端に接続） 3 個
- 六角ネジ（側部/脚部を固定） 3 個
- ゴム製 O リング（足部に設置） 3 個
- ジンバル垂直アーム 2 個
- つまみねじ 2 個
- 分銅 1 個
- プラスチック製ワッシャー（ハブの上に設置） 1 個
- ピン（ハブと水平アームに差し込む） 1 個
- 六角ネジ（水平アームを固定） 1 個
- センタービーム（六角ネジ付き） 1 個
- 分銅用グラブネジ 1 個
- 六角レンチ 1 個

注意！

ジャイロスコープジンバルキットにはつまみねじが 2 個付いてきます。これらをジャイロスコープに直接ねじ込まないようにご注意ください。ジャイロスコープ本体にある 7 つの取り付け箇所の中には、ねじ込んでしまうと真鍮ディスクに当たってしまう箇所もございます。これをしてしまいますと、ジャイロスコープを損傷させる原因となります。

初めてジンバルキットを 組み立てる場合

ジンバルを使用する前に一度だけやらなくてはならないことが一つあります。センタービームと垂直アーム 2 個とつまみねじが必要になります。下の写真に示されたかたちに組み立て、

手を使ってつまみねじを強く締めます。垂直アームをお互いの方向に小刻みに動かしてみ、少しでも動くようであれば、つまみねじを強く締めて同じことを繰り返します。動きがなくなるまでこれを繰り返します。こうすることで、第 2 形態のかたちでジャイロスコープを所定の位置に設置した際に、ジンバルキットがしっかりと固定できているようにします。



ジンバルキットを使用することで、ジャイロスコープによる多数の形態や実験を実施することが可能となります。下記にいくつかの形態をリストアップしました。

第1形態

ジンバルキットを使った最も簡単な形態となります。ジンバルキットを使わずとも簡単にこの実験は実施できますが、ジンバルキットを使えばジャイロスコープのボールエンドを一箇所に固定することができます。備考：ボールを乗せる部品は裏返しても使用することができます。本実験では、凹んでいる側を上に向ける必要があります。



第2形態

この形態では、ほとんどのジンバルキット部品を使うため、ジャイロスコープの基本を勉強するには最適といえます。回転していない状態でジャイロスコープを回してみた後に、電動モーターで回転させ同じようにジャイロスコープを回してみても、どのように変わるか見てみましょう。回転している状態のジャイロスコープとジンバルを手のひらの上に乗せてみるのもひとつです。ジャイロスコープの軸を北方向に向け、部屋の中を円を描くように歩き回ってみましょう。ジャイロスコープが同じ方向を指し続けることに気づきましたか。



第 3 形態

第 2 形態と同じ構成ですが、追加でジャイロスコープに付属する延長ロッドを 1 本か 2 本使います。ロッドをジャイロスコープのネジ穴にねじ込んでください。電動モーターを使ってジャイロスコープを回転させ、写真のように延長ロッドを上を持ち上げます。手を放して様子を見てみましょう。ジャイロスコープがゆっくりと歳差運動する様子が見られます。



第 4 形態

第 3 形態と同じ構成ですが、追加で分銅を活用します。分銅がある時とない時での挙動の違いに注目しましょう。（写真のように）分銅を延長ロッドの先に取り付けて、ジャイロスコープと直接つながったかたちでも試してみましょう。



第 5 形態

この形態ではセンタービームを使います。延長ロッドを 1 本か 2 本ジャイロスコープにねじ込みます。（写真は 1 本使う場合）延長ロッドをセンタービームに通した後、センタービームのネジを六角レンチを使って締めます。ジャイロスコープを回転させ、上に持ち上げ、手を放します。ジャイロスコープがジンバルの周りを回転する様子が見られます。ジャイロスコープとセンタービームの間の距離を調整し、ジャイロスコープが遅くなった時の挙動を見てみるのもひとつです。また、この実験では、章動も見られますので、そちらにも注目しましょう。



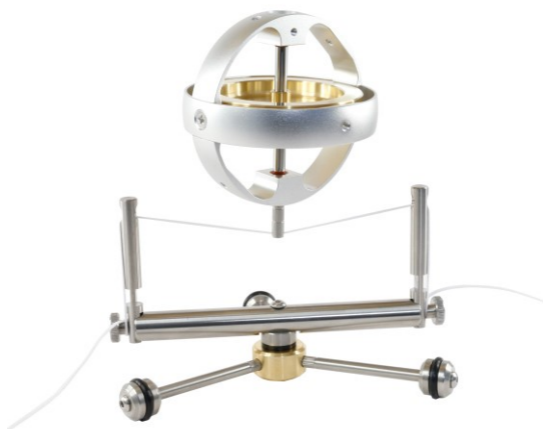
第 6 形態

第 5 形態の構成ととても似ていますが、追加で分銅を使います。同様に、実験の配置を変えながら様子を見てみましょう。



第7形態

ジンバルキットがなくてもひもの上でバランスを取ることは可能ですが、ジンバルを使った方が手が自由に使えるため、落下の時にキャッチしやすくなりより安全に実験することができます。ひもは垂直アームを通してつまみねじに巻き付けることができます。つまみねじを一度外し、ひもと一緒に締めることでしっかり固定することができます。備考：スロットエンドアタッチメントを使う必要があります。



第8形態

ジャイロスコープが二つあれば、連結することができます。まずグラブネジと分銅を外します。1本の延長ロッドの先にグラブネジを取り付け、六角レンチで締めます。延長ロッドの両端にネジ山ができますので、両端をジャイロスコープにねじ込みます。ジャイロスコープを起動し、挙動の様子を見てみましょう。



レートキット



レートジャイロスコープとは、歳差運動の速度（角速度）を検出するジャイロスコープのことをいいます。例えば、ほとんどの航空機では、レートジャイロが搭載され、航空機の左右の回転角度を毎秒教えてくれます。このキットを使えば、スーパージャイロとジンバルキットがレートジャイロに変える事ができ、パイロット訓練の実演ジャイロスコープを回転させ、指で押して回してみましょ。ジャイロスコープによってゲージが傾けられ、速度を示します。ジャイロスコープを押す速度が早いほど、ゲージが示す値も大きくなります。航空機に搭載されているものと機能は同じですが、レートキットの方がよりシンプルで動きが目に見えるものとなっています。

レートキットを使うためには以下のものが必要となります。

- スーパージャイロスコープ
- ジンバルアドオン

レートキットアドオンはスーパージャイロスコープとは別に販売されています。

交換部品キット



スーパープレジジョンジャイロスコープには、高品質かつ頑丈なステンレスベアリングが搭載されていますが、ちょっとした出来事が原因でジャイロスコープが壊れてしまったというお客様もいらっしゃいます。例えば、ジャイロスコープを落としてしまうかもしれません。中高や大学などの教育環境では頻繁に起こりうることです。ベアリングはまだ機能していても、ベアリングのケージが損傷し、回転時間が短くなったり、大きな音を出すようになることも考えられます。こういった稀に起きる状況のために、ベアリング交換キットを開発しました。キットには、新しいステンレスベアリング 2 個、ゴム製 O リング 2 個、ベアリングを取り外すためのカスタムツールが含まれています。

備考：スーパージャイロにはバージョンごとにいくつか変更が加えられています。ベアリングの交換方法は動画で確認いただけます。ただし、注意点として、ジャイロスコープの最近のバージョンではグラブネジが取り付けられています。（ジャイロスコープのスペシャルツールを取り付ける側）グラブネジがある場合は、ベアリングを交換する前に六角レンチで取り外してください。交換し終わった後は、元の場所に戻してください。不明な点がございましたら、メールにてご連絡ください。

注意：カスタムツールを使わずにベアリングを取り外そうとしないようご注意ください。

交換部品キットはスーパージャイロスコープとは別に販売されています。

現代社会でジャイロスコープが重要な役割を担っていることを知る人はあまりいません。カメラや携帯、おもちゃ、車、航空機、そしてパソコン部品にもジャイロスコープは使われています。ジャイロスコープが搭載されていない場合でも、ジャイロ運動が極めて重要な働きをしていることもあります。

ジャイロスコープに付属するいくつかのアタッチメントを使えば、科学実験、学校での実験、あるいは単に興味本位で実施する実験などあらゆる場面に設定を合わせることができます。オプションのジンバルアドオンキット（別途販売）を使えば、実験の幅が大きく広がり、理想的な教育ツールとして使えるようになります。

- 電動モータースターター同梱
- 12,000 RPM
- 高速ミニチュアボールベアリング
- 250 分の 1 グラム単位でバランス調整済
- 回転時間最大 25 分
- 高精度な製造技術
- 交換可能なアタッチメント
- 様々な実験オプション
- 取り外し可能な電動モーター
- 真鍮削り出しの回転体
- ステンレスシャフト
- 大学での使用に最適
- 高効率モーターを使えば何時間も使用可能
- 大人のデスクトップ玩具としても
- イギリスにてデザイン・製造

Copyright © 2018. All rights reserved.

本商品はおもちゃではありません。

精密な実験器具となっています。



本機器は FCC 規則パート 15 に準拠しています。 操作は次の2つの条件に規制されます。(1) 電波障害を起こさないこと。(2) 誤動作の原因となる電波障害を含む、受信されたすべての電波障害に対して正常に動作すること。

本機器はカナダの電波障害規則に準拠しています。

CAN ICES-3(B)/NMB-3(B)

Brightfusion Ltd、グロスター、イギリス



3 歳以下の子供には使用しないでください。小さな部品はのどをつまらせる原因となります。