

2つの円錐コロ軸受けを使った推進力の計測実験

発行日 2024年3月22日

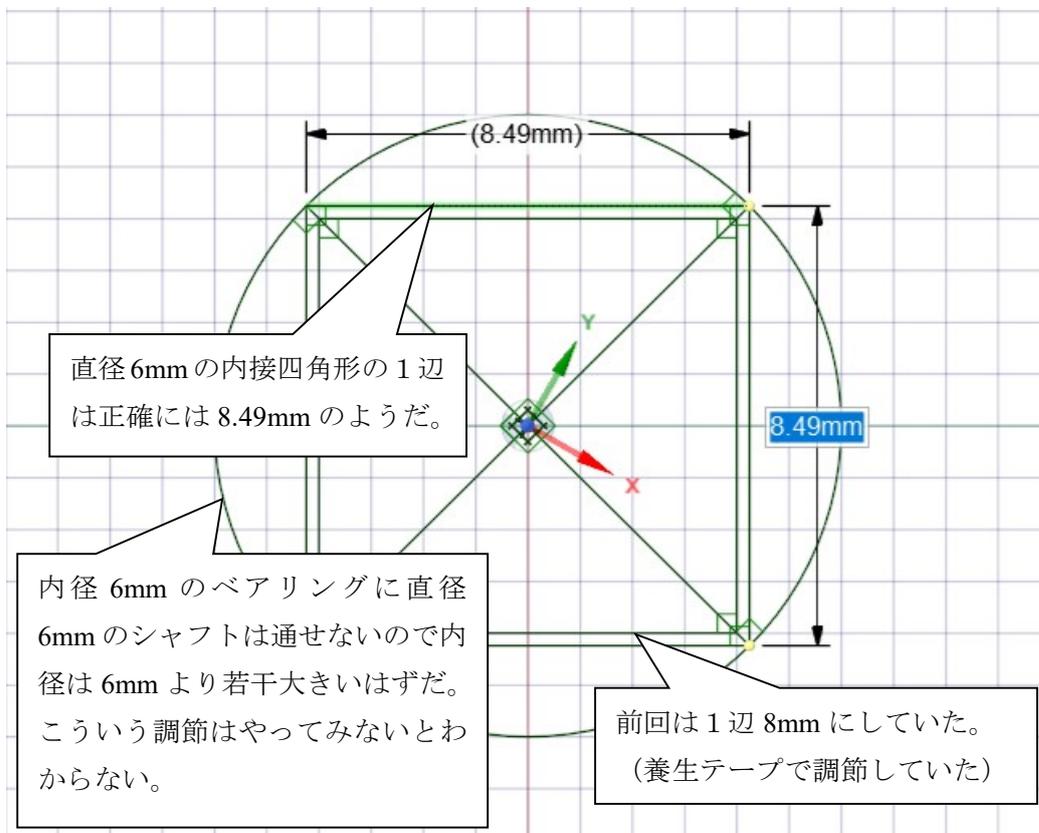
グラビティエンジニアリング(株)

代表取締役 都田 隆

前回の素材の質量密度の均質化で次は揚力タービンで試してみようということになっていた。揚力タービンにPLAの四角形シャフトを組み込んで動かす実験を試みたが期待する結果にはならなかった。

精度を上げようとシャフトをベアリングの内径と接触するぐらいにしたらおそらく以下のような不都合が生じた。

- ・シャフトが上下に動けないので上方への（柔構造のような）推進力も発生しなくなった。
- ・シャフトとベアリングに遊びがないことから大きめのベアリング（17mm(外径)×6mm(内径)×6mm(厚さ)）が同調回転しその回転重力場の影響が発生する。（おそらく前回公開の実験はシャフトが若干細かったためベアリングは空回りしていたことが幸いした。）



このようなことから、高級なベアリングを使わず、水道管のようなパイプ（金属製スペーサ）を軸受けにしてみたが、摩擦でPLAのシャフトが溶けてしまい不調だった。小さいベアリング（10mm(外径)×6mm(内径)×3mm(厚さ)）も試したが、ベアリングの内径が若干細くシャフトを通す抵抗がより大きい。

おそらく、歯車とシャフトの接合部はシャフトをきっちりに（太く）して回転精度を上げ、ベアリングの周囲は緩く（細く）すれば解決するとは思うが、それでもベアリングの影響は否定できず、そのような細々としたことに希望を感じられなくなってきた。円盤の接合など他の理由の精度の悪さも否めない。それまでかなりのフィラメントを無駄にした。

精度を上げようとシャフトと穴の大きさをほとんど同じにすると穴に通せなくなるし、穴とシャフトの差が大きいと精度が悪くなるという構造的なジレンマもある。

上記のような対処をしても大した改良も望めない気がしてきて、何か煮詰まったようなところもあり、このような場合は全く異なる方法をやってみるのがよい。

基本的に何がやりたいのかと言えば、「大小2つの重い金属のような円盤を精度良く回したい」ということだった。

以前使っていた金属製の各種歯車があり、それを円盤として使ってみる方法が考えられるが、回転軸のコネクタ部分の質量が大きく、形状的にも拘束的揚力が発生するので、おそらく駄目だろうが、実験してみたらやっぱり0.1gも推進力は発生しなかった。同系統の複数の歯車を重ねるのも有効ではない。



ということで、以前先走って、なんとなく仕入れていた大小数種類の円錐コロ軸受け（円すいころ軸受）があったので円盤として使ってみようということになった。（下の写真は

NTN 製の外径 52mm の 30304 で、実験に使ったのは系統が同じ 30000 番台の異なるサイズ。NSK 製にも同じようなものがあるが違いはよくわからない。NTN 製を使ったのは特に理由はない。)

円錐コロ軸受けはボールベアリング系統のものだから、回転が本業なので、精度良く回せるだろう。上記金属歯車のように回転軸に平行に質量バランスの大きな偏りもなく、ドーナツ型でもある。接合部品を PLA で自作すれば 6mm ボルトをシャフトにも使える。この軸受けの種類は豊富でかなり大きなものも汎用既製品として安く売っているから今後大型化する場合にも使える。とりあえずの研究開発費は大きくない。



ちなみに、外径 80mm のような大きな普通のボールベアリングも回転の専門職だから回せるだろうと試してみたが、普通に外側を固定して回そうとすると（意外にも）機械抵抗が大きく小さい 370 モーターの現状のギヤ比では回せなかった。何かに使おうとするなら、ベアリングとして回さない単なる重いドーナツ型の円盤としてなら使えるだろう。



この構造を見て、何か閃ける人は大したものだ。

<理論>

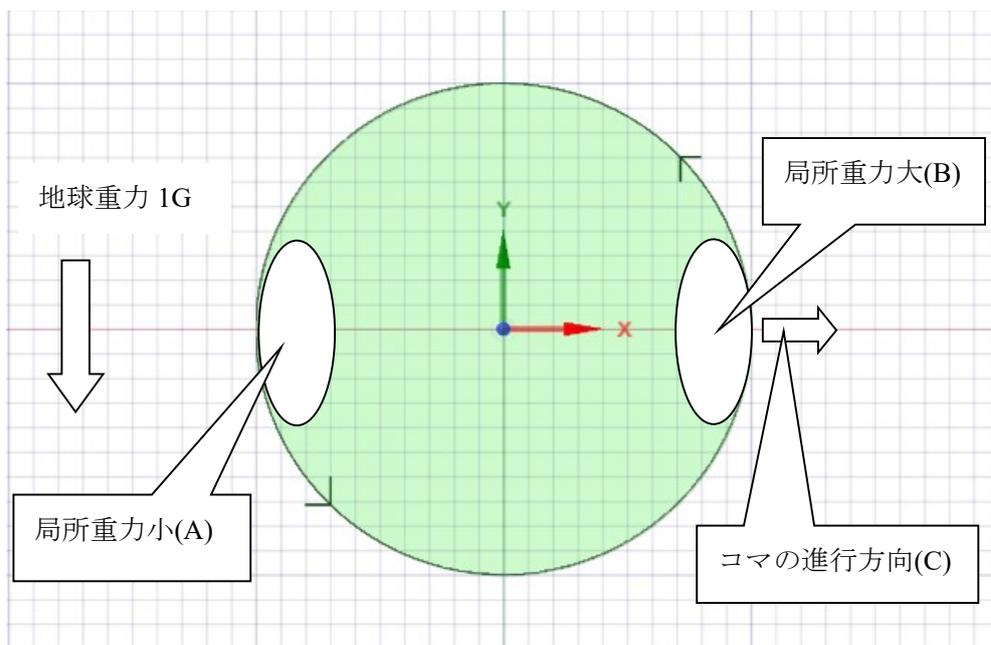
■円錐コロ軸受けには何か特別な能力があるのか

遊園地などにある観覧車を高速に回転させたらどうなるか。乗っている人は下に向かっているときは無重力のようになるだろうし、上に向かっているときは強い重力で押しつぶされるように感じる。ジェットコースター（ローラーコースター）や海賊船を模した乗り物でもそのような気持ち悪い体験ができる。

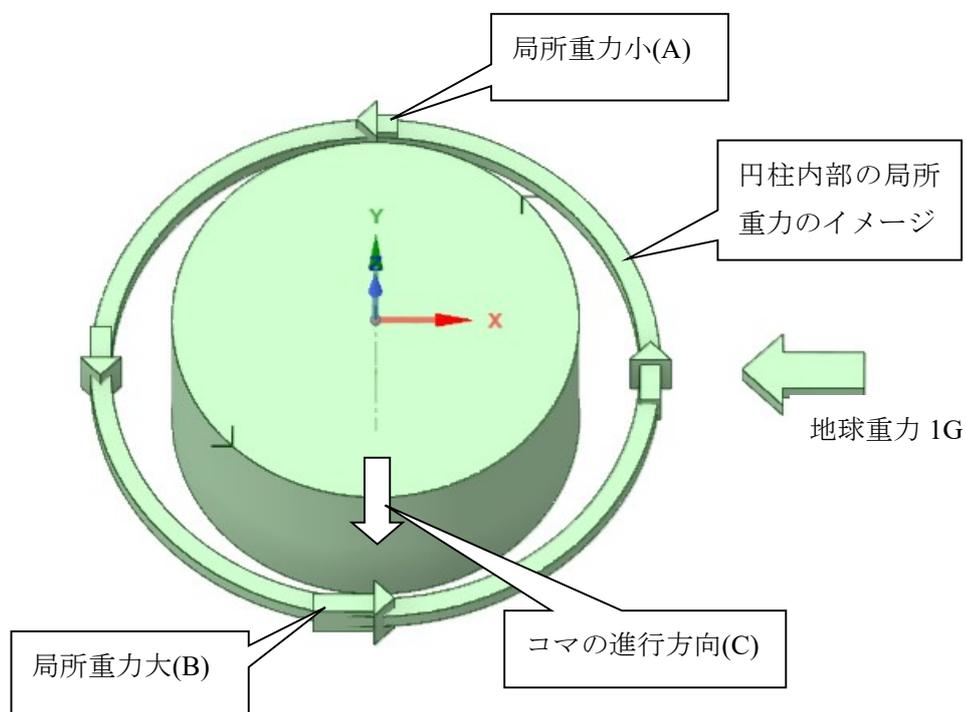
観覧車のようなものを地球上ではなく、外部からの重力が無視できるような宇宙空間のような場所で回したら放射状に一定の遠心力の重力が働き、中にいる人はむしろ快適になる。

この違いは観覧車の回転重力場と地球重力場とが相互作用を起こすか否かによる。

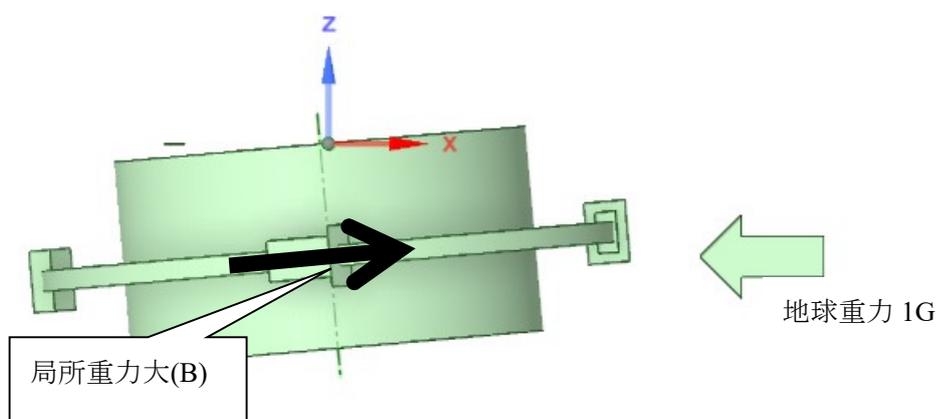
同じように地球上でコマを回すと倒れないのは、地球重力場とコマの回転重力場の相互作用による。この相互作用とは、地球上での観覧車内部のような空間の合成重力の結果ということであるが、内部と言っても外部と同じ3次元空間の特定位置のことであり、その重力は場所によって簡単に異なるものになる。回っているコマ内部の場所（空間）の局所重力場の様相はコマがない場所とは全く異なっている。コマ内部の場所には重力が大きい場所と小さい場所があるのだから、周囲の物体は重力が大きい場所に引き寄せられると考えられる。それでコマは下図の「コマの進行方向(C)」に全体として進むとも考えられる。このようなことはコマを使った実験で簡単に確かめることができる。このような(C)に進むということは地球重力があるから生じるのであって、重力がない宇宙空間でコマを回してもどちらに進んでいいかわからないからコマは進まない。



下図は同じことを立体的に表現している。

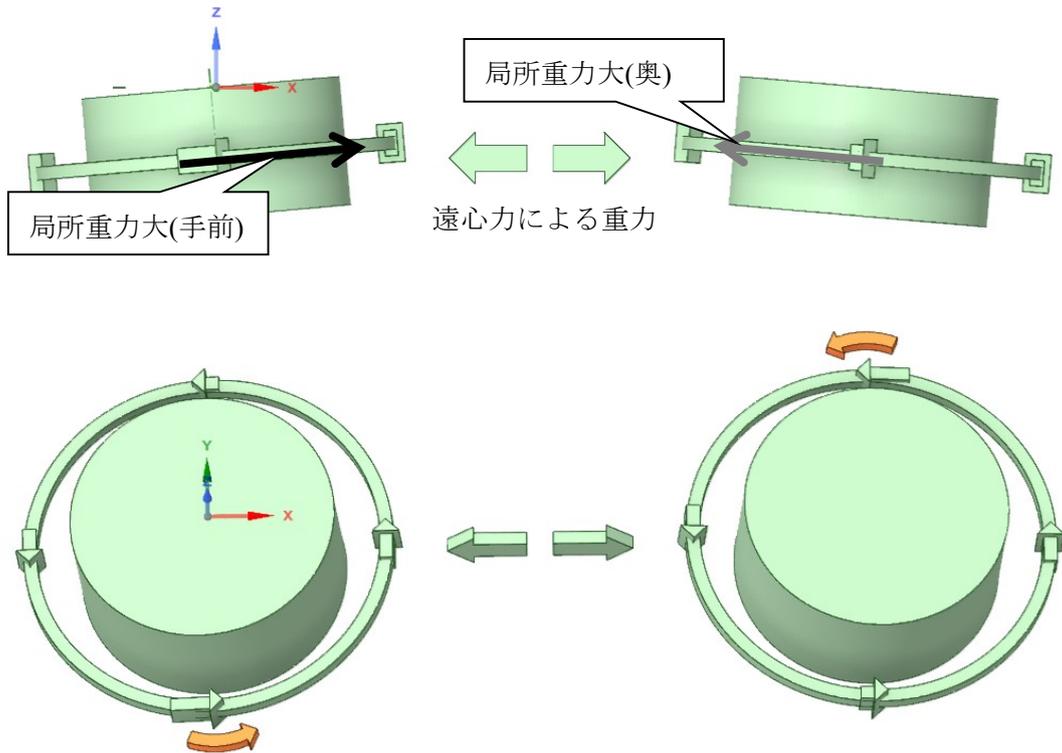


円柱の回転軸を少し斜めにして回したらどうなるか。



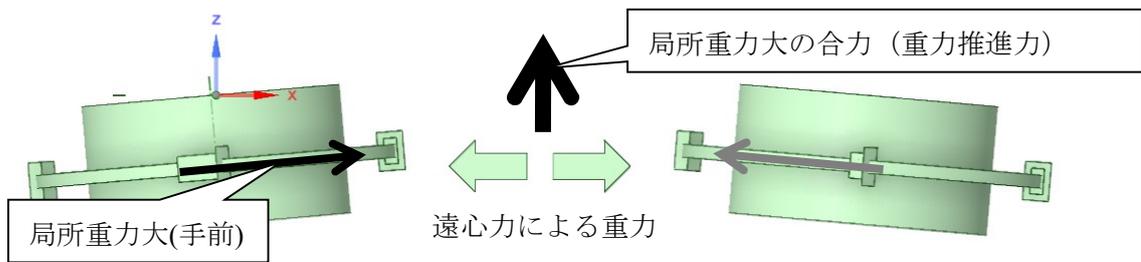
奥より手前の局所重力場が強く、全体としての力の合力は回転状に右上に向くことがわかる。この力によってコマは重力場で起き上がろうとするのである。

円錐コロ軸受けを回すと遠心力による重力が働く。



上記の円錐コロ軸受けの写真で13個あったコロのそれぞれに局所重力大の力が発生し、それぞれのコロを螺旋状に起き上がらせる方向に力が働く。

それぞれのコロの局所重力大の力の合力の方向は上を向く。



こうして円錐コロ軸受けは重力による推進力を発生させることになる。

通常、円錐コロ軸受けはプロペラ機などの推力を受け止めつつ回転させることを目指したものだが、その反対方向に隠れた重力推進力が生じていた（通常の内側の穴に回転軸を通しても生じないようなので見つかりにくい）のは、足元にあった巨大なダイヤモンドの原石を見逃していたようなものだ。（私自身も宝はどこか遠くにあるのではなく、すぐ足元にあると言いつつ今まで気付かなかった。どこに何が潜んでいるのかわからないから、何でもわかり切ったつもりになってはいけない。知らないのに知っている振りとか、知っているのに知らない振りとかでは真実は見つからない。）

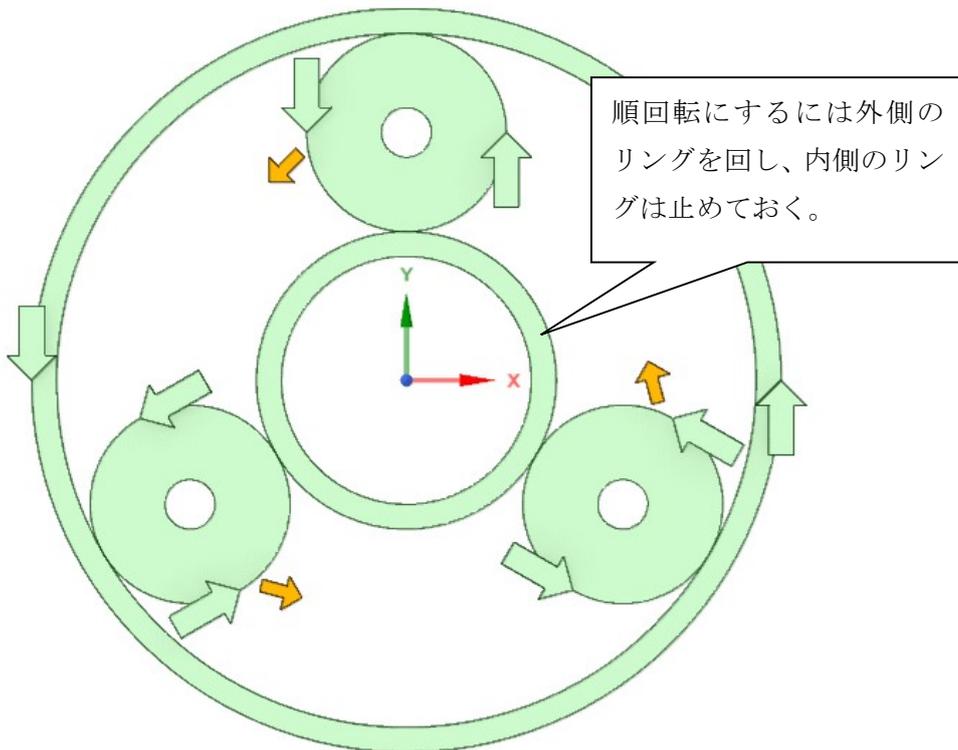
■ 順回転ならエネルギー増幅できる

ボールベアリングや円錐コロ軸受けのようなものや、大きなスケールでは惑星のようなものには自転と公転の関係性に順回転と逆回転がある。太陽系の惑星は、かなり遠くのものを除いて、順回転している。（順は順当ということ）

どうして順回転するのかと言えば、円盤のようなものを回すと外側ほど多くの距離を動かねばならず、そこに小円盤があれば、自ずから順回転することになるからである。

再び遊園地ネタになってしまうが、昔の遊園地にはコーヒーカップという乗り物があって、中央のハンドルを回すと自転できるようになっている。コーヒーカップ全体は公転のような動きをしているが、自転できる方向は順回転の方だけである。（余程の力持ちでも逆回転させるのは無理だろう。）

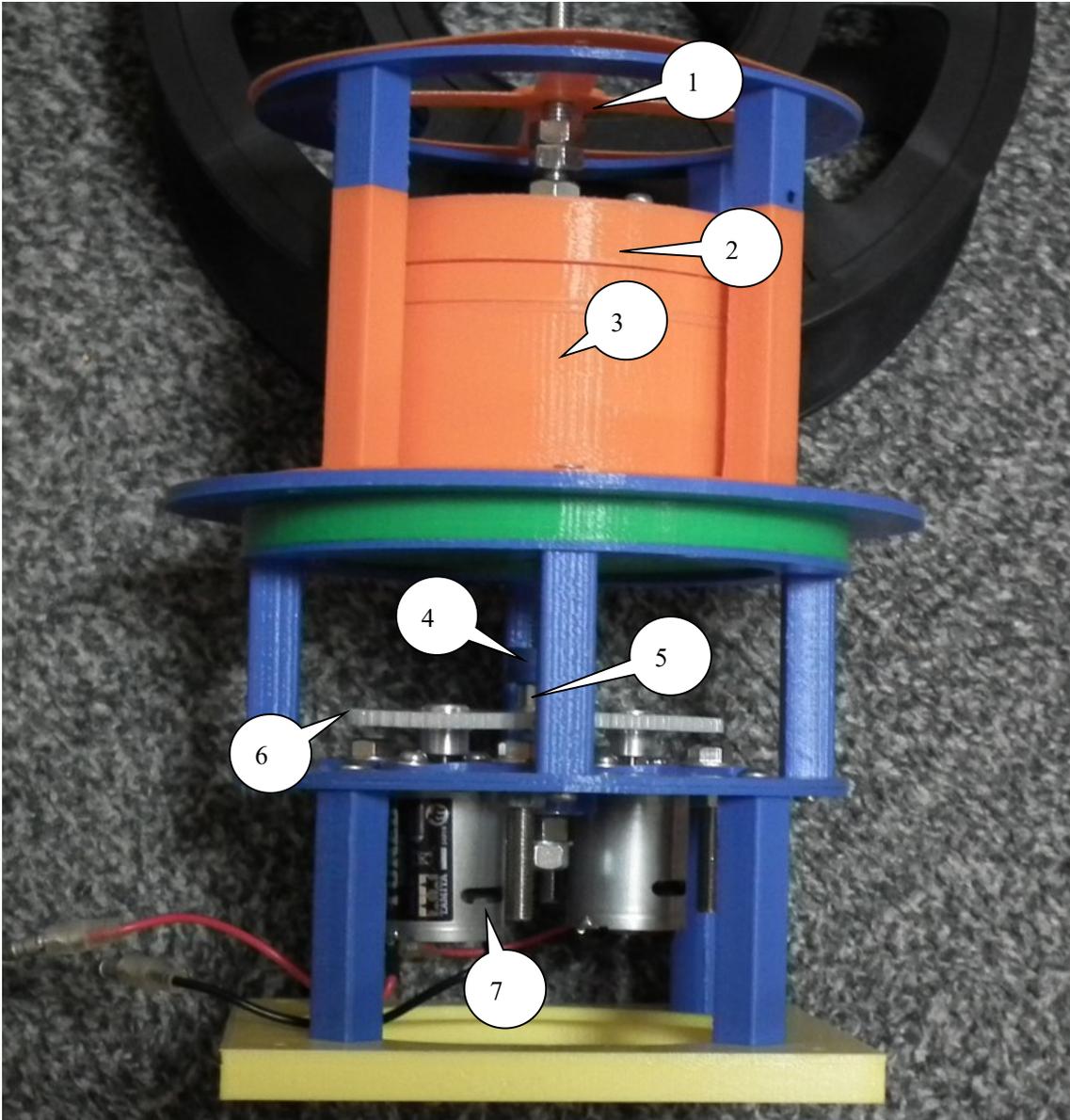
以前、遊星歯車を使った遊星エンジンなるものの研究で順回転させればエネルギー増幅できると言っていたのは外側のリングを回すようにすることで小円盤（円柱）に働く推進力方向と運動方向（下図のオレンジ）を一致させることができるからである。



普通、軸受けは外側リングを固定し中央の穴に回転軸を通すが、それでは内側リングを回すことになり、ベアリングなどは逆回転になり効率が悪く、コマ（ボール）の推進力がブレーキになる。単に外側リングを回すようにすれば順回転になり効率が良くなり、エネルギー増幅も可能な構造になる。

<構造>

■全体構成図



① 2つの円錐コロ軸受けを連結したものが上部に飛び出さないようにしている。（板バネを想定していたが、固定すると機械抵抗が大きくなり過ぎるので固定していない。）上部ボルトは円錐コロ軸受けの内側の穴を固定するためにありモーターと連結していない。

②円錐コロ軸受け (NTN_30306) の外側円盤相当 (外径 72mm、内径 30mm) が内部に入っている。

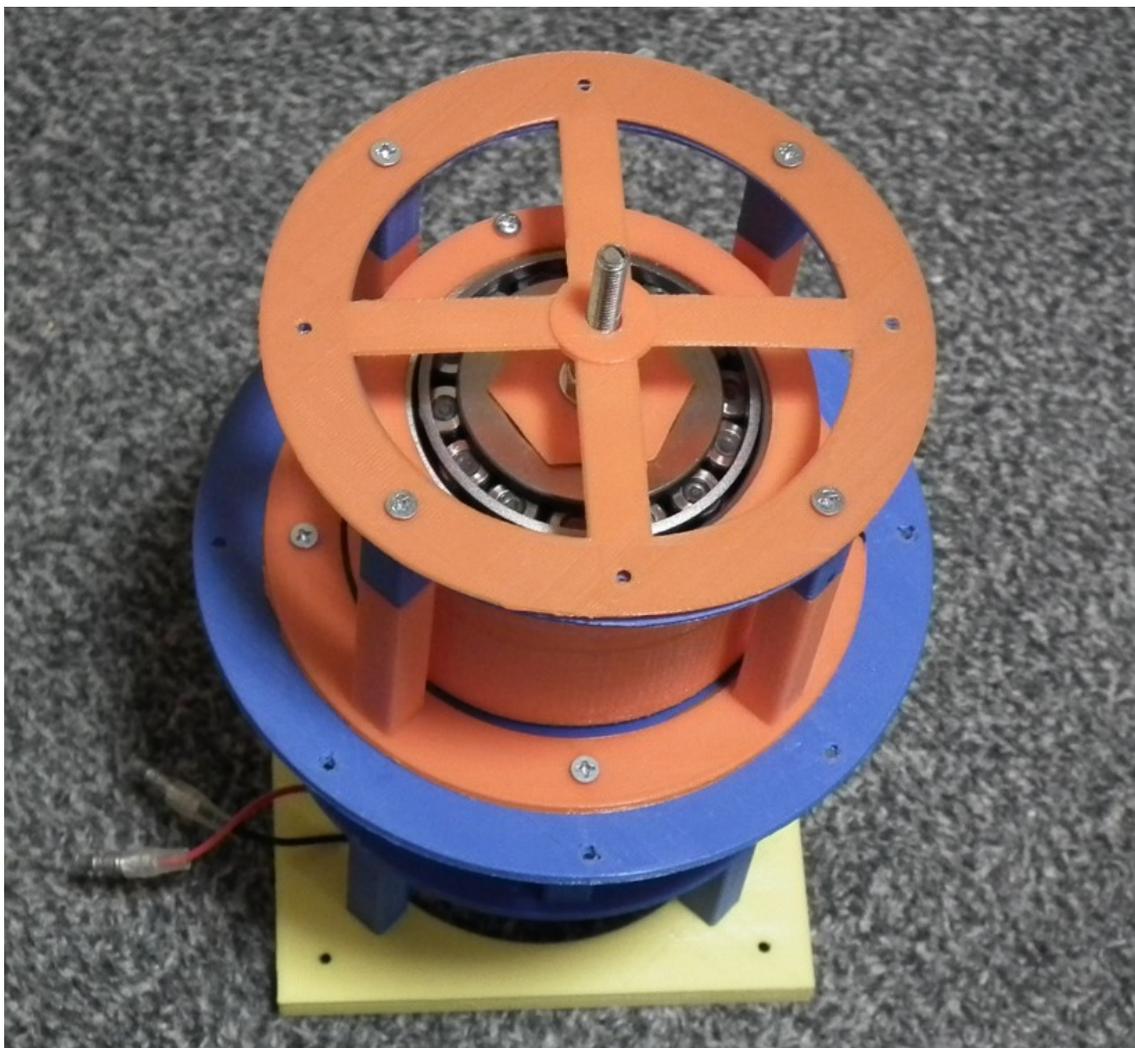
③円錐コロ軸受け (NTN_30302) の内側円盤相当 (外径 42mm、内径 15mm) が内部に入っている。

④中に 6mm ボルト用のナットが入っており、歯車を上下から固定している。カバーしているのは回転計が反射を拾うことがあるため。

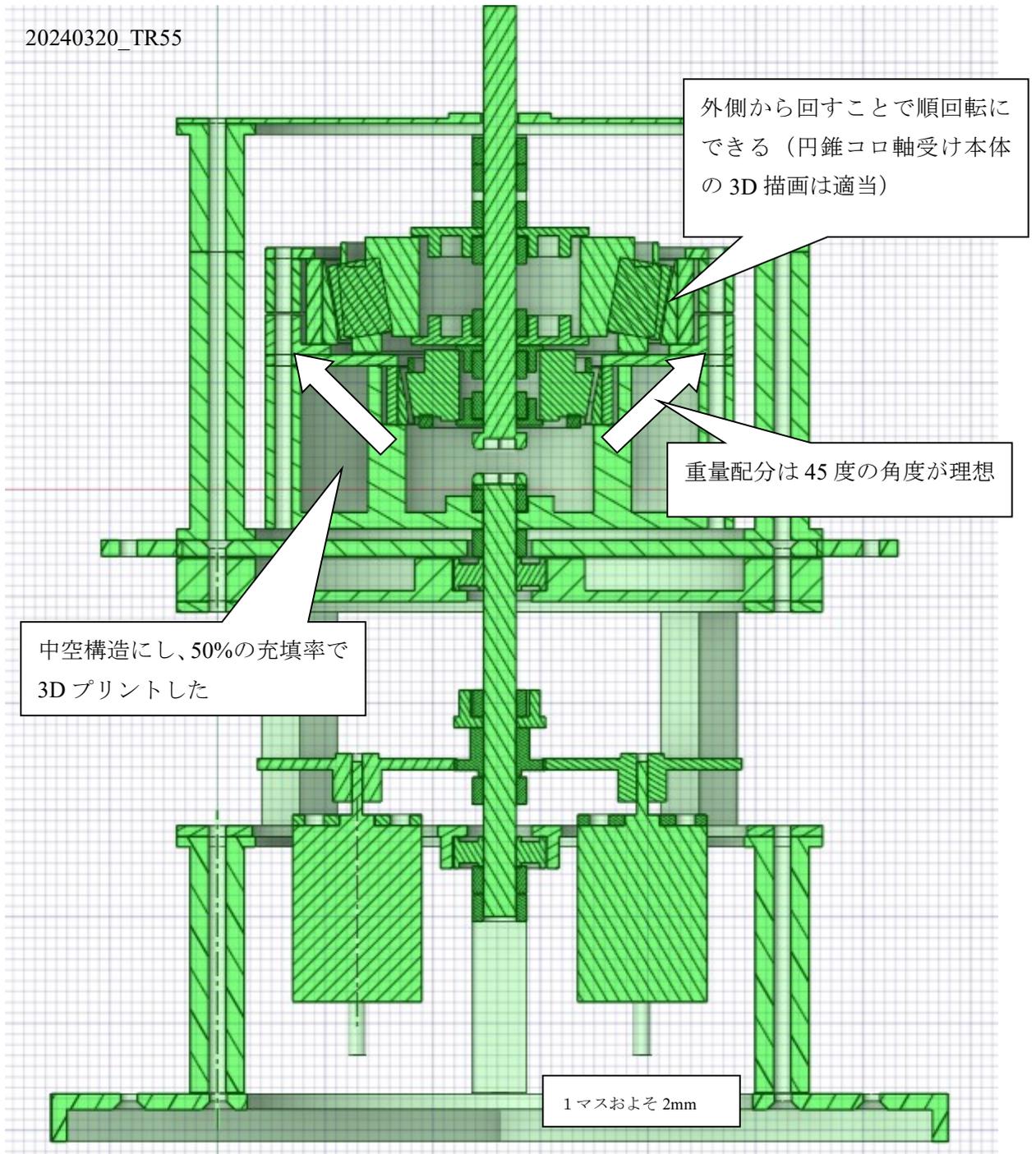
⑤回転計の計測のための反射テープ。

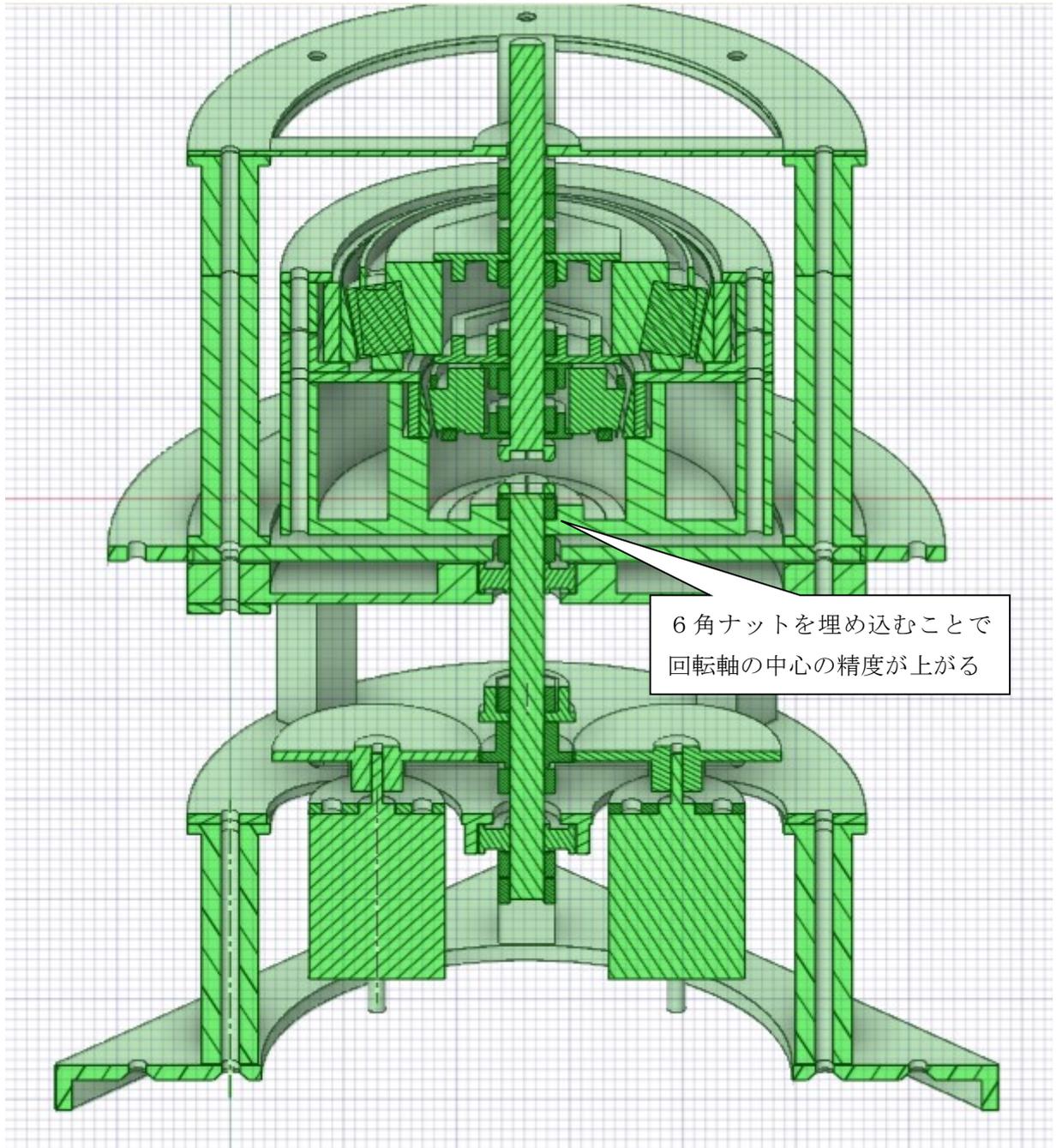
⑥モーターなどの駆動部分は基本的に前回構造を踏襲しており、歯車はモーター側が 35 歯、タービン側が 20 歯で減速比は 1.75 とした。

⑦TAMIYA 370 トルクチューンモーター、小型の割りに 6.6[v]程の入力が可能で単体 4[v]で 1 万回転近くになる。



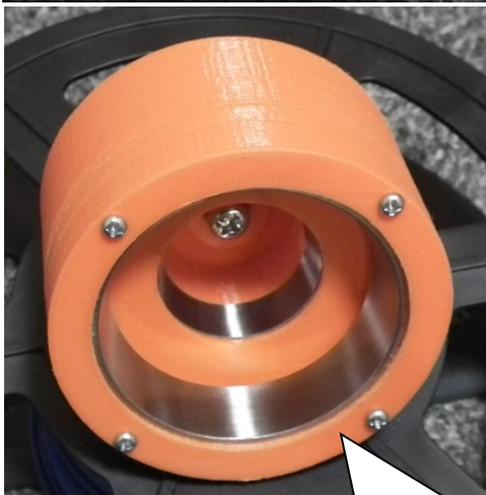
20240320_TR55







大小2つの円錐コロ軸受けの中心の穴で連結している



円錐コロ軸受けの本体なしのタービン単独でも推進力が発生することが望ましい

<実験>

■実験装置



初期の構想では、円錐コロ軸受けの中心を上部の十字の板バネ相当にボルトで固定して外側を回そうとしたが、機械抵抗が大きかったので、板バネ相当を外して実験してみることとした。外側から回すことで内側を固定しなくても順回転になるから特に固定する必要はない。さらに2連装の円錐コロ軸受け本体なしの下部のタービンのみでの推進力も計測すべきとなり、以下の3つの実験をした。

- (1) 円錐コロ軸受けなしでのタービン単独での推進力の計測実験
- (2) 浮上する2連装の円錐コロ軸受けの実験 (狙ったのではなく、やってみたら浮上した)
- (3) 浮上しないように板バネ相当を付加した実験

■ (1) 円錐コロ軸受けなしでのタービン単独での推進力の計測実験



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-2.2[g]で軽くなっている。

-2.2[g]、1:43、3.10[v]、3890.2[rpm]

タービン単独での推進力計測（撮影した動画[/TR55/DSCF4782. mp4]から数値を取得）				
No.	電圧[v]①	回転数[rpm]②	（動画の継続時間）	重量計[g]③
1	0.00	0	1:15	0.0
2	2.74	3227.8	1:39	-0.9
3	3.10	3890.2	1:43	-2.2
4	2.60	3825.2	1:58	-2.6
5	0.26	1128.1	2:25	0.0

No.1 は、円錐コロ軸受けなしのタービン単独での実験開始

No.2 は、上方への推進力が発生し出した直後

No.3 は、上方への推進力のほぼ最大（上記写真の状態）

No.4 は、2.0[g]以上の上方への推進力を5秒以上維持した

No.5 は、回転数が下がると推進力は0.0[g]に戻った

円錐コロ軸受けを下から上に押し上げ続けるためには、タービン単独での上方推進力が必要だし、単独での数値も計測した。（タービンのシャフトのボルトが上方へ動けるかは十分な上方推進力が存在しなければならない。-2.6[g]は過去の実験と比較すると、まずまずの出力だろう。）

■ (2) 浮上する 2 連装の円錐コロ軸受けの実験



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-96.8[g]で軽くなっている。

-96.8[g]、0:22、3.19[v]、2857.5[rpm]

浮上する 2 連装の円錐コロ軸受け（撮影した動画[/TR55/DSCF4783. mp4]から数値を取得）				
No.	電圧[v]①	回転数[rpm]②	（動画の継続時間）	重量計[g]③
1	0.00	0	0:00	0.0
2	3.19	2857.5	0:22	-96.8

No.1 は、実験開始

No.2 は、浮上した状態（上記写真の状態）

2 連装の円錐コロ軸受け本体の重さを測った写真では 363.5[g]もあるので、実験する前は浮上するとは思っていなかったし、しかも 3 回ぐらいジャンプして当然実験は中止した。

この実験はこんなことも現実に起こることが確認できたという点で意味があった。コロによる推進力の合力はかなり大きいのだろう。

■ (3) 浮上しないように板バネ相当を付加した実験



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-2.9[g]で軽くなっている。

-2.9[g]、0:46、5.07[v]、3438.6[rpm]

浮上しないようにして推進力計測（撮影した動画[/TR55/DSCF4786. mp4]から数値を取得）				
No.	電圧[v]①	回転数[rpm]②	（動画の継続時間）	重量計[g]③
1	0.00	0	0:0	0.0
2	4.58	3257.9	0:30	-1.9
3	5.07	3438.6	0:46	-2.9
4	5.21	3370.2	0:58	-2.9
5	0.00	0.0	1:46	1.0

No.1 は、浮上しないように上部に板バネ相当を付加した実験開始

No.2 は、上方への推進力が発生し出した直後

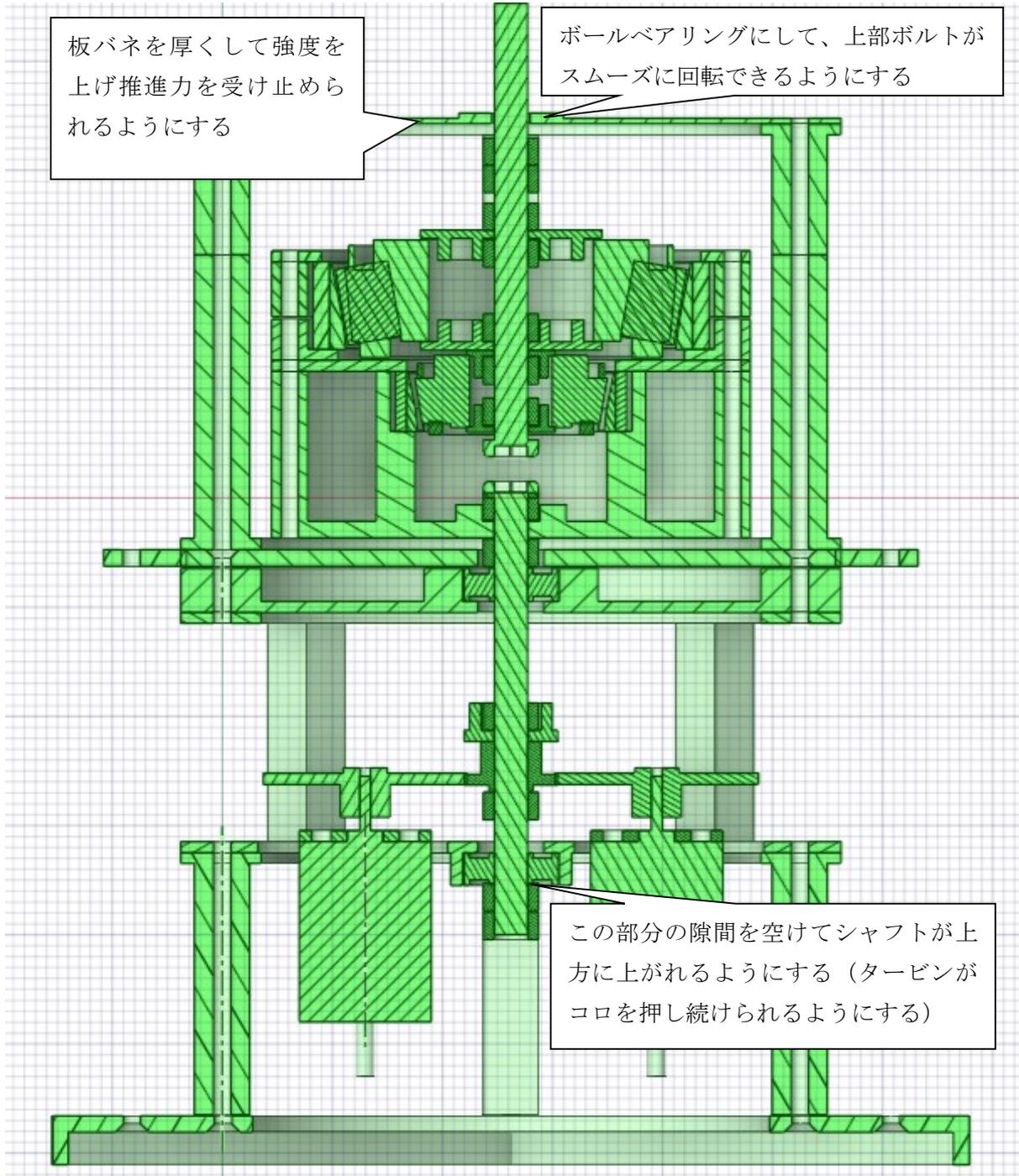
No.3 は、上方への推進力のほぼ最大（上記写真の状態）

No.4 は、2.0[g]以上の上方への推進力を5秒以上維持した

No.5 は、回転数が0で推進力は0.0[g]に戻らず1.0[g]だが何かの振動で電線の重さを拾ったのだろう

上部板バネ相当は強度不足で推進力を受け止められていないし、円錐コロ軸受けの本体が浮上すると下のタービンによるコロの回転の加速が無くなって推進力を上げられなくなるので、実験装置的にはかなり良くない。推進力の大きさのほとんどはタービン本体によるものだろうから、全体の推進力の大きさは評価できない。

■次回に向けての改善点



■おわりに

次回は上記の改善点を実装して実験してみることにしよう。

以上