

## モーターにボルトを直結した装置(改)の推進力の計測実験

発行日 2023年10月16日

グラビティエンジニアリング(株)

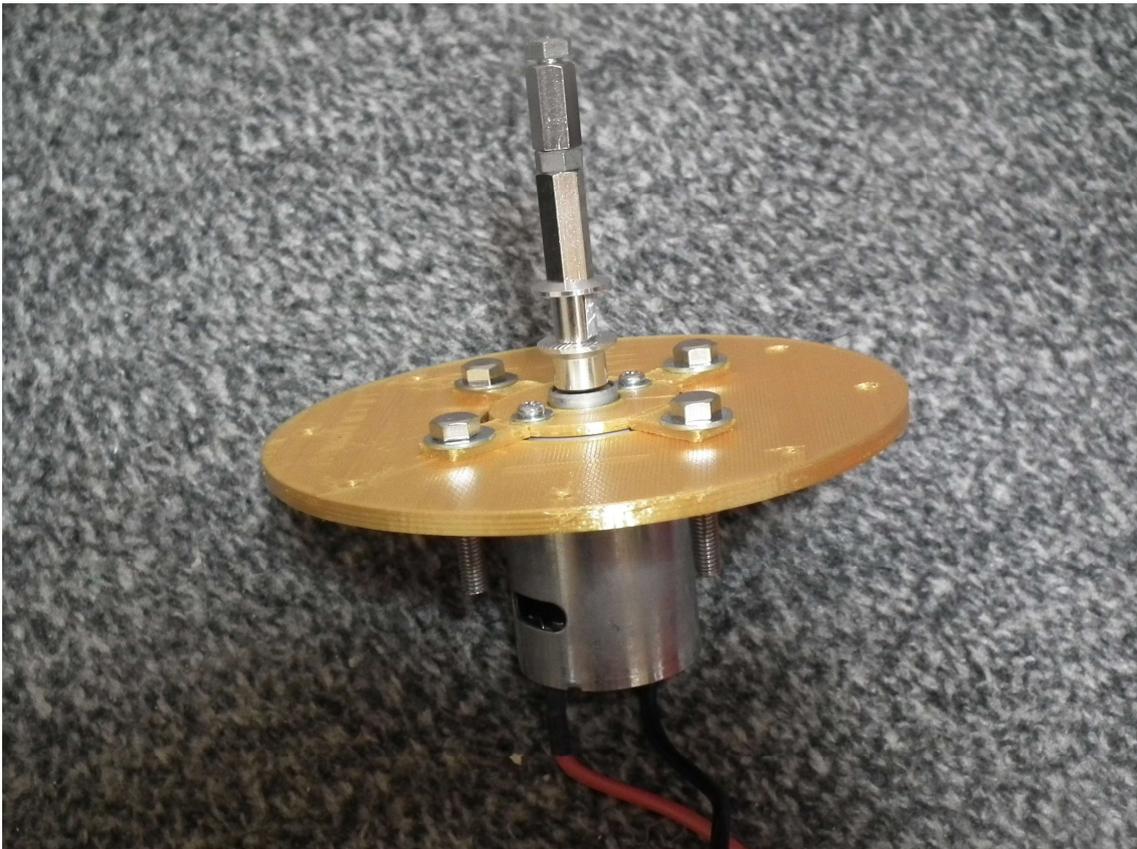
代表取締役 都田 隆

前回 540 クラスモーターに直径 5mm ボルトを直結した装置の推進力を計測したが、施工が悪く強度が不十分だった。そのため回転数を上げても推進力が上げられない状況だった。それが柔構造の良さではなかった（推進力と直交する方向の振動になる）ので、もっと頑丈な剛構造にしてみることにした。

### ■モーター接合部分の強化

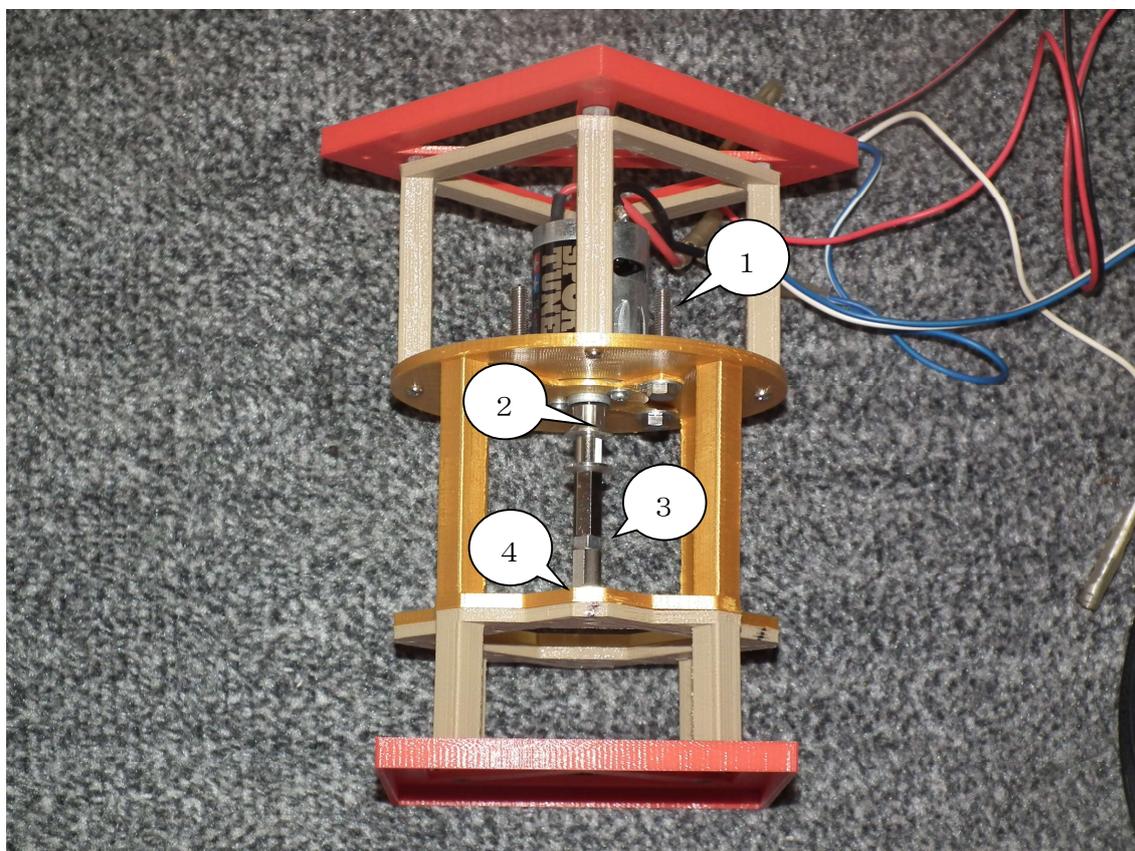
剛構造というよりは4箇所 の免震構造にした。

(金色だと金属のように見えるがプラスチックで素材は変わっていない。)





■全体構成図



- ①540 クラスのモーター
- ②直径 5mm のナットが接続できる 540 クラスの軸直径 3.18mm に対応したラジコン飛行機用アルミ合金の接続金具（コレット式プロペラアダプターセット 3.18 軸用）
- ③直径 5mm のナット（複数）
- ④直径 5mm、長さ 30mm 程度のボルト

■実験装置



■回転重力場による推進力の変化を確かめる実験結果



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-1.2g で軽くなっている。

-1.2[g]、1:31.51、3.26[v]、**26519**[rpm] 回転計は6角ナットの反射を拾ったのか不正値(この構造での照射位置の調整は難しいところがあるようだ)

(【前回値】 -1.0[g]、2:01.61、3.20[v]、8459.8[rpm])

540 モータに 5mm ボルト直結方式 (撮影した動画 [/gc540/DSCF4399. mp4] から数値を取得)				
No.	電圧 [V]①	回転数 [rpm]②	(ストップウォッチの表示)	重量計 [g]③
1	3.46	<b>26519</b>	1:31	-1.2
2	0.00	0	1:46	0.0
3	3.57	<b>29348</b>	2:27	0.0
4	3.44	<b>24660</b>	3:02 (数秒間)	-1.2
5	5.09	<b>26354</b>	3:30	1.0
6	0.00	-	3:36	0.0

No.1 は、上向きの推進力が前回より少し (0.2g) 改善し 1.2g 軽くなった

No.2 は、電圧を 0.00V にして回転を止めると重量計は 0.0g に戻った

No.3 は、電圧を 3.57V に上げると重量計は 0.0g に戻った

No.4 は、数秒間の推進力を維持できる。**振動ではない推進力が発生している**

**No.5 は、電圧をさらに 5.0V に上げると推進力の上下反転が見られた**

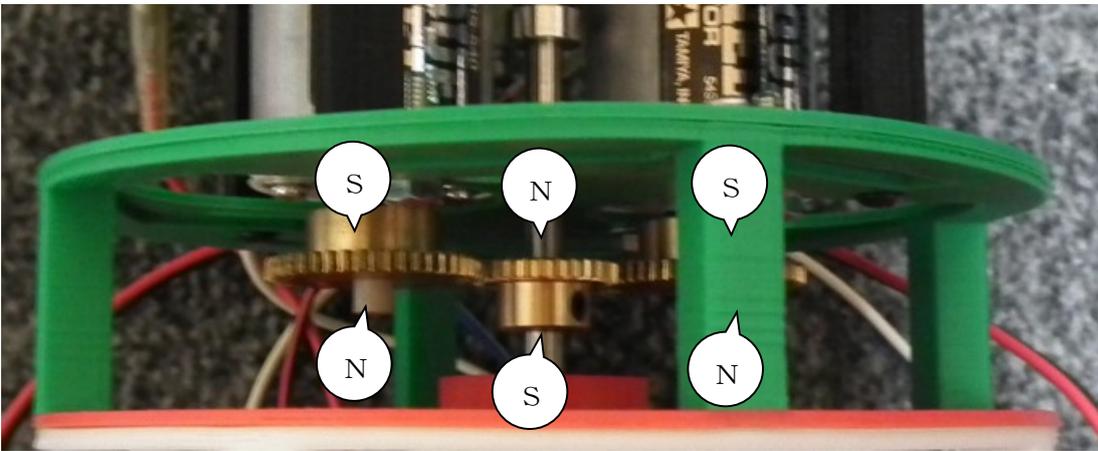
No.6 は、電圧を 0.00V にして回転を止めると重量計は 0.0g に戻った

No. 5 の結果は前回の結果で電圧を上げると推進力が 0.0g に戻ったのは、精度の問題ではなく、この構造のモーターと 5mm ボルト&ナットの質量密度の違いによって回転数を上げると推進力の上下反転のようなことが起こるからのようである。

## ■おわりに

今回の実験装置では、モーター自身の回転重力場に大きく依存しているが、質量分布などを変更することができないので、今後はモーターの影響をなるべく受けない形に変更して実験する必要がある。（今回の実験装置はこれで終了になる。）

従来、重い金属製歯車を使っていたが、回転重力場の影響が大きく、軽い素材のプラスチック製の歯車を使った方がよい。以下のような構造だと重力的な磁場（磁場のようなものが電気だけでないことは数学的に導ける）のN極とS極に挟まれたように強く拘束されてしまうようである。（別の実験で0.1gも動けなかった。）



具体的には以下のようにする。

- ・モーターと試験対象の円盤を直結するのは避け回転軸を同一にしない（力のベクトルの方向を合わせない）
- ・軽いモーターにする
- ・金属製歯車は使わずプラスチック製の軽い歯車を使う  
（プーリーを使うなどして、モーターを遠くに分離する手もある）

3Dプリンター用のPLAの質量密度はそれほど小さくはない。1円玉のアルミ程度はあるようなので小規模な実験であれば円盤作成に使える。

とりあえずは絶対的推進力の大きさは重要ではなく、30年前の発明のドーナツ型の円盤と内側の小さな円盤との2つの円盤の相対位置の変化により推進力がどう変化するかを調べることもできる。そのようなミニチュアなら研究費は小さい。

その結果が良好なら、資本を強化するか横展開して大型化を目指すこともできるだろう。

以上