

2層積層方式へ内側円盤を付加した推進力の計測実験

発行日 2023年11月29日 16:30

グラビティエンジニアリング(株)

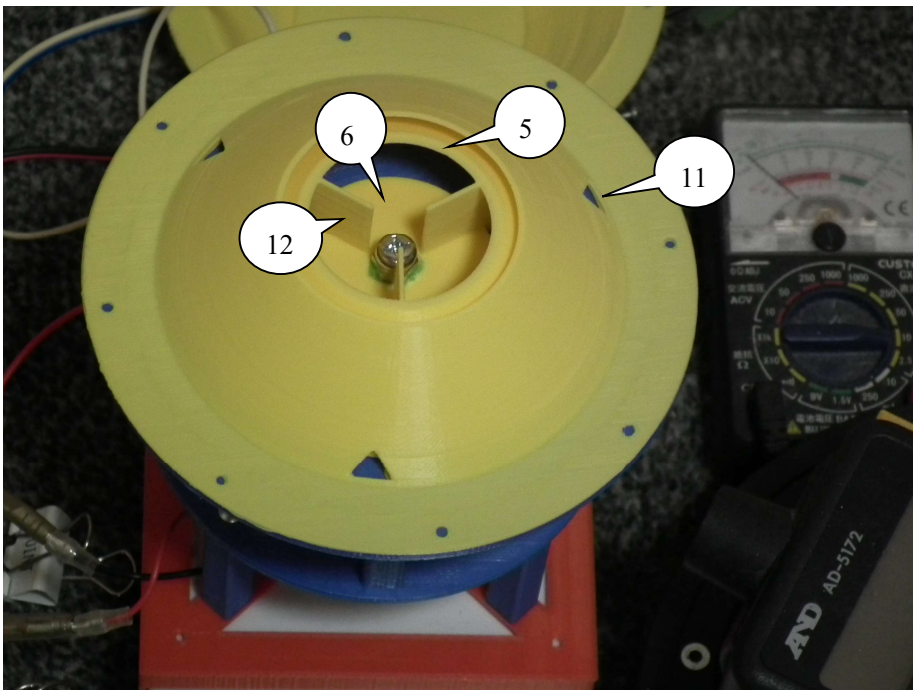
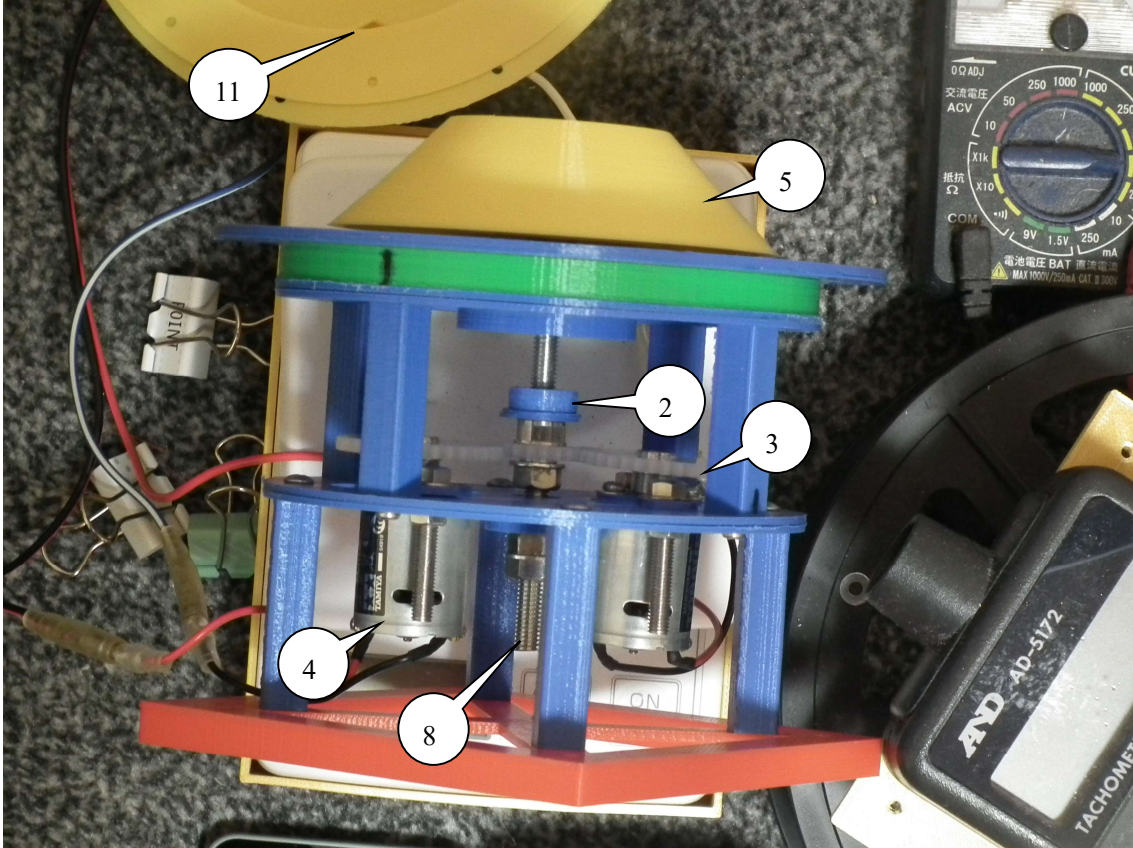
代表取締役 都田 隆

以前8月に2層積層方式の竜巻エンジンによりエネルギー増幅を確認したが、今回は、そのタービンを揚力タービンに変更し、2枚の円盤による回転重力場の合成の推進力も合力することで、エネルギーを増幅させることが可能な構造で、直線的な推進力が発生するかを確かめる実験を行う。

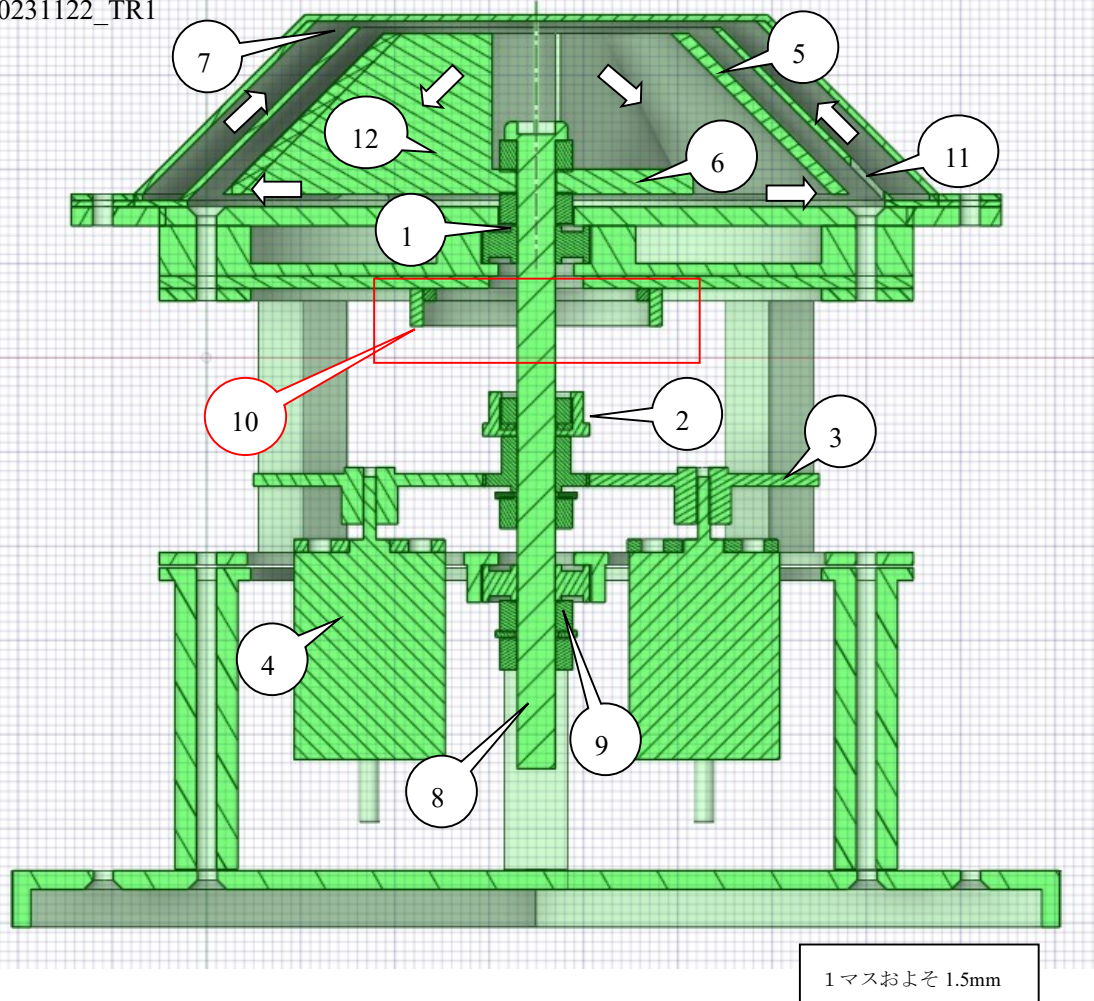
また前回などで推進力を上げられなかった理由について考える。

<構造>

■全体構成図



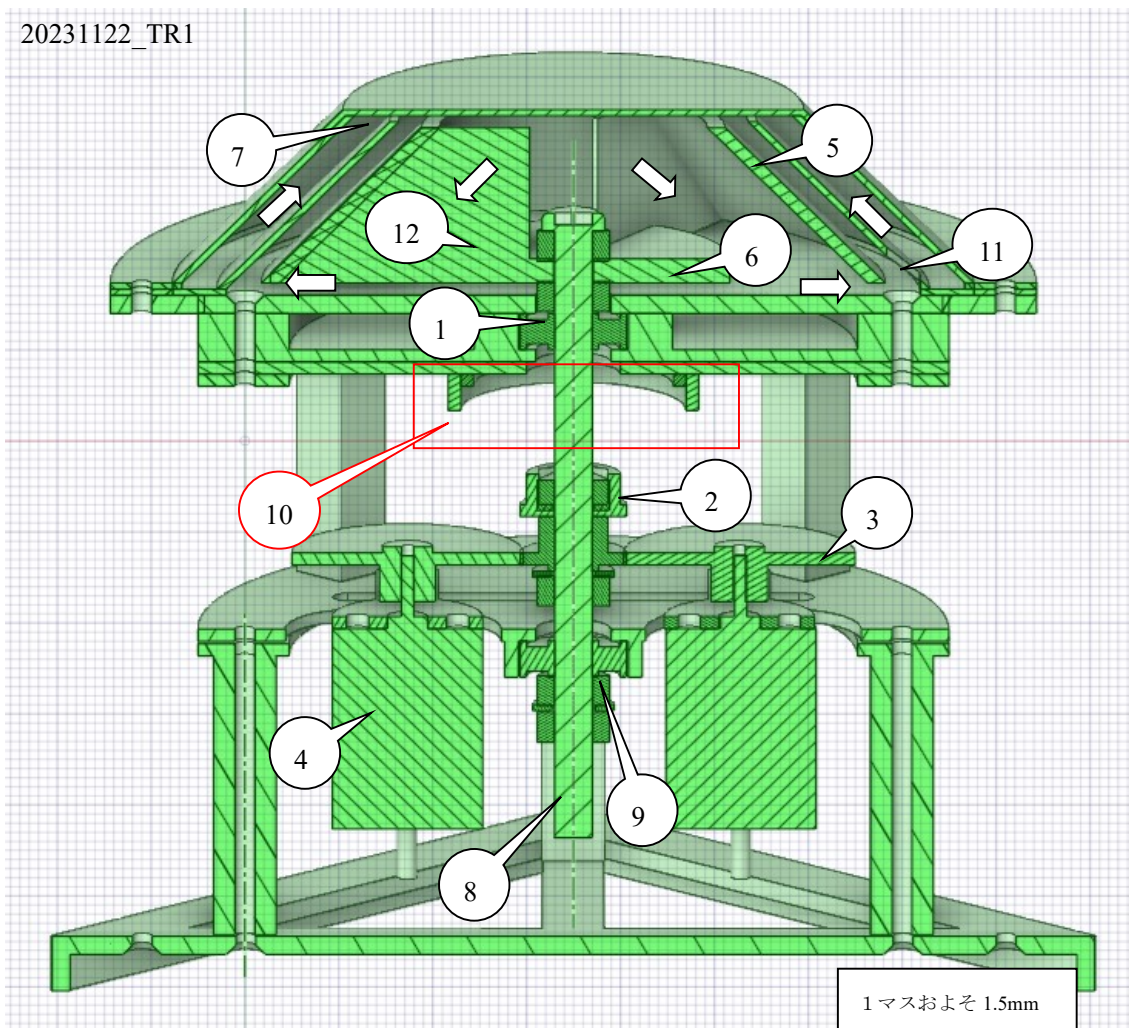
20231122_TR1



- ①下向きの推進力は大型の外径 17mm×内径 6mm×厚さ 6mm のベアリングで支える。
- ②6 角ナットは反射して回転数を正しく計測できないことがあるのでカバーを付けた。歯車のイモネジ固定は強度不足なので、上下からナットで締め付けるようにした。
- ③プラスチックの比較的軽い歯車にし、歯車自体の回転重力場の影響を小さくしている。3つの歯車はモーター側が 35 歯、タービン側が 16 歯で減速比は 2.1875 にした。基本的な目的はモーター自体の回転重力場の共振の影響を避けるために回転軸をずらすことにある。
- ④この 370 トルクチェーンモーターは、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。370 クラスモーターの直径は 24mm 程度で、540 クラスモーターの直径の 36mm 程度より 2/3 程度小型になった。(モーター自体の回転重力場の影響を小さくしている。実験してみると 540 クラスモーターはこの円盤の割りには重すぎてやはり難しかった。)
- ⑤厚さを若干厚く (2mm) した円錐型の外側円盤 (外側円盤と見なせる)。円錐型にすることで上向きに揚力を発生させる。(このタービンを揚力タービンと名付けている)

- ⑥外径 50mm×内径 6.4mm×厚さ 4mm の内側円盤。3 枚羽で円錐型の外側円盤と一体成形になっている。
- ⑦幅 1mm の狭い隙間を通すことでビル風効果で流速とエネルギー密度を上げる。
- ⑧6mm×100mm のボルトの回転軸（80mm のボルトより重心が下がっているため、上への推進力の性能は若干落ちている。）
- ⑨上向きの推進力は大型の外径 17mm×内径 6mm×厚さ 6mm のベアリングで支える。
- ⑩上向きの推進力を円錐コロ軸受けで受け止めようとした際の残骸(再び使うかも知れないのでそのままにしているが、重量バランス的には無い方がよい)。
- ⑪3 角形の排出口が 3 か所開いている。ビル風効果で流速を上げる。
- ⑫3 枚の平板タービンブレードは回転軸対称で回転方向を問わない（時計回り、反時計回りの両方可）。

20231122_TR1

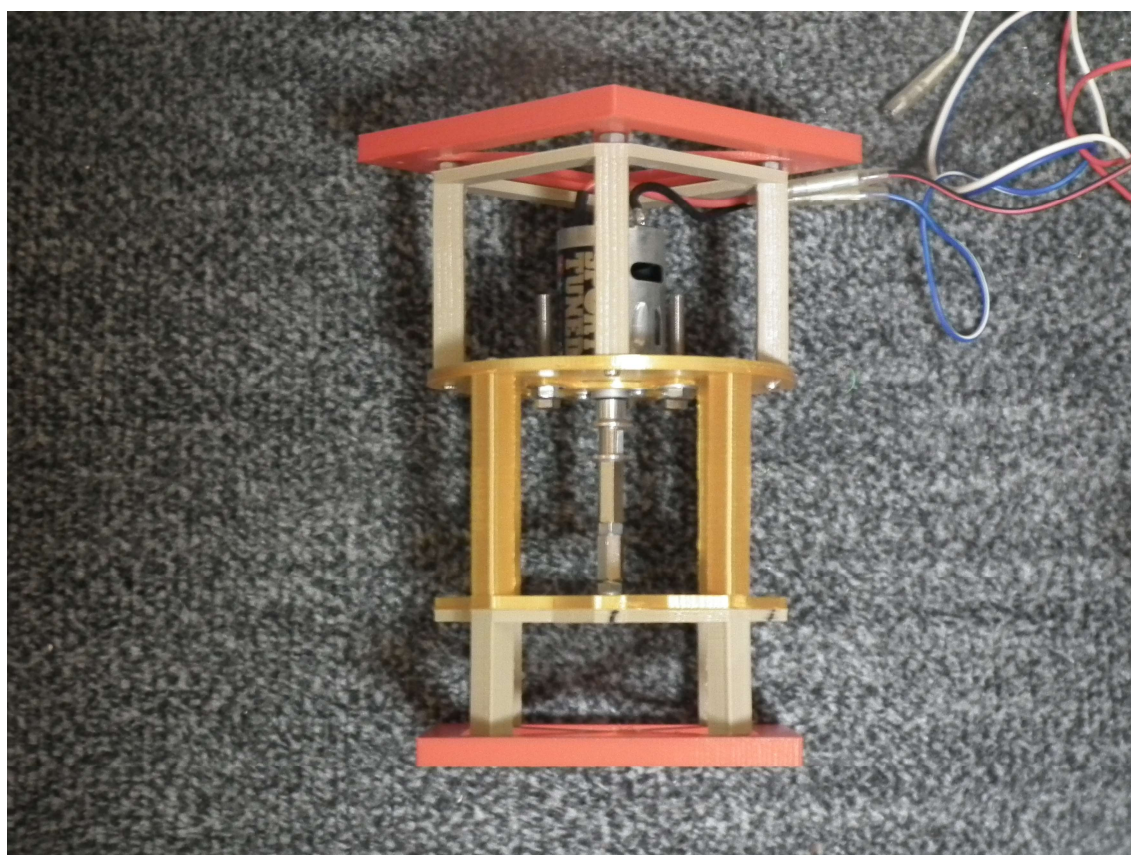


<推進力の発生原理と制御、応用>

■ どうして推進力を上げられなかったのか

2枚の円盤を使って実験していたときに、推進力が上げられないのはボールベアリングの機械抵抗かと疑ったが、指で押しながら回しても特に抵抗性は感じられず、押されれば少しは抵抗は上がるだろうが主たる原因ではないようだ。

540 クラスモーターにボルトを直結した実験の際に回転数が低い場合はボルト側からモーター側に推進力が発生したが、回転数が高い場合は反対にモーター側からボルト側に推進力が発生した。



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	26519	1:31	-1.2
2	0.00	0	1:46	0.0
3	3.57	29348	2:27	0.0
4	3.44	24660	3:02 (数秒間)	-1.2
5	5.09	26354	3:30	1.0
6	0.00	-	3:36	0.0

※回転数は6角ナットの反射を拾って正しく測れなかったが電圧比で違いはわかる

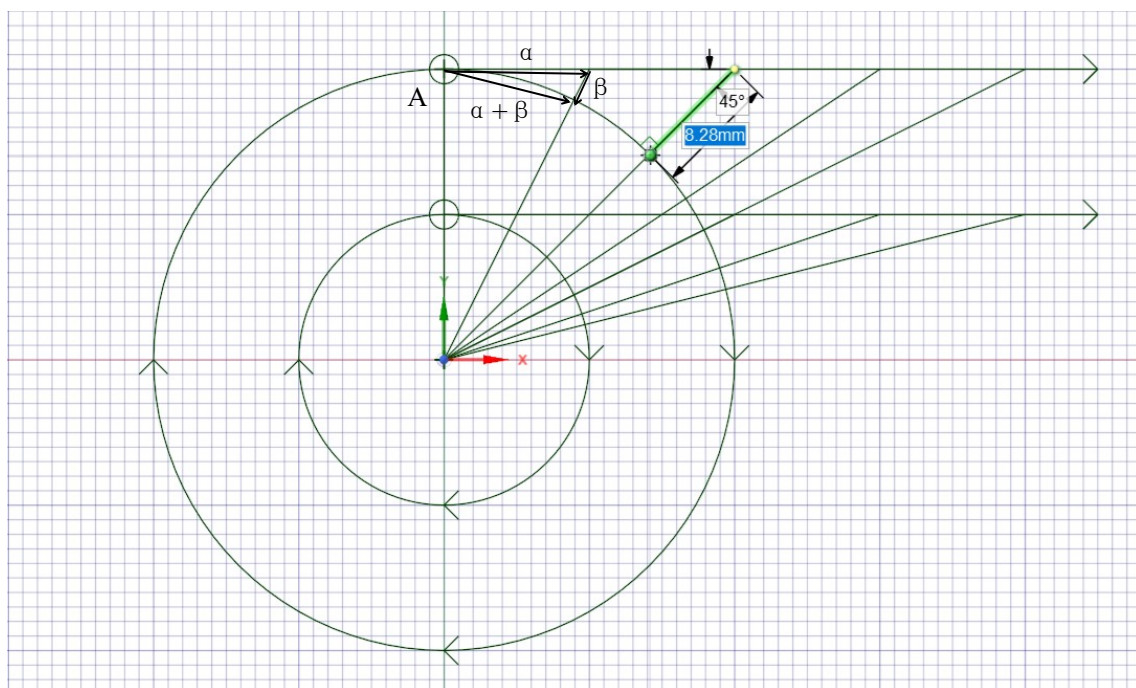
回転数を上げると、回転重力場の重心のようなものが質量密度が大きいボルト側の方へ移動することで推進力の方向が反転したようである。

これはつまりどういうことなのか。

力の方向と大きさを視覚的に表現する方法としてベクトルがある。

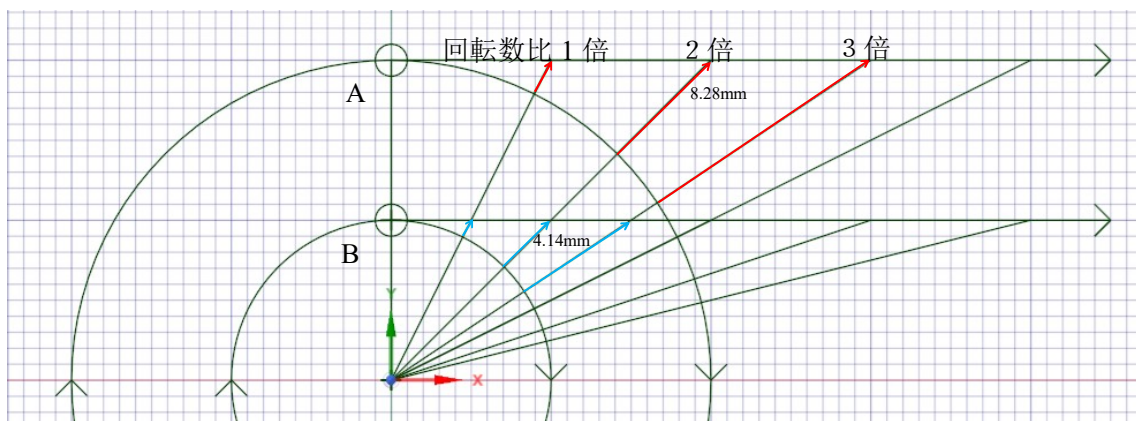
円盤上で回転している物体 A には慣性による接戦方向の力 α が働き、円に沿って進むと遠心力の反対方向の力 β が加わり、そのベクトルの合成は $\alpha + \beta$ になる。

β の長さは遠心力の大きさ（相対量）を表す。この図上の長さは 2.36mm でモデリングツールでは簡単に長さが測れるので大きさを比較できる。（直線なので定規でも測れる）



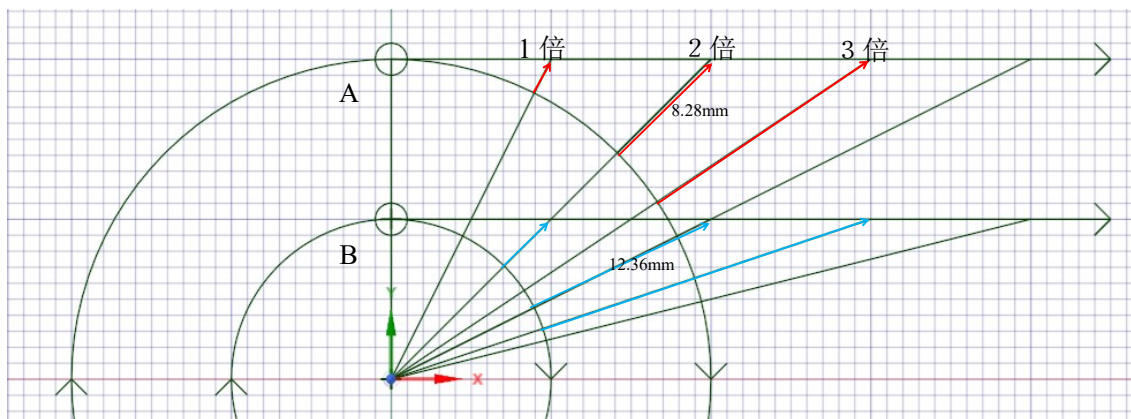
(1) 質量密度が同じなら半径が小さい物体 B の遠心力は物体 A の遠心力より常に小さい

円盤上の質量密度が同じ物体 A の遠心力は半径が小さい場所にある物体 B の遠心力より常に大きく、半径との比率も同じ。物体 B には物体 A を追い越して外側に向かうような力は加わらない。



(2) 質量密度が物体 A より大きい(2 倍)物体 B が半径が小さい(1/2)場所であれば物体 B の遠心力は物体 A の遠心力より常に大きい

物体 B には物体 A を追い越して外側に向かう力が加わるため、遠心分離機では質量密度が大きい物体がより外側に運ばれることになる。



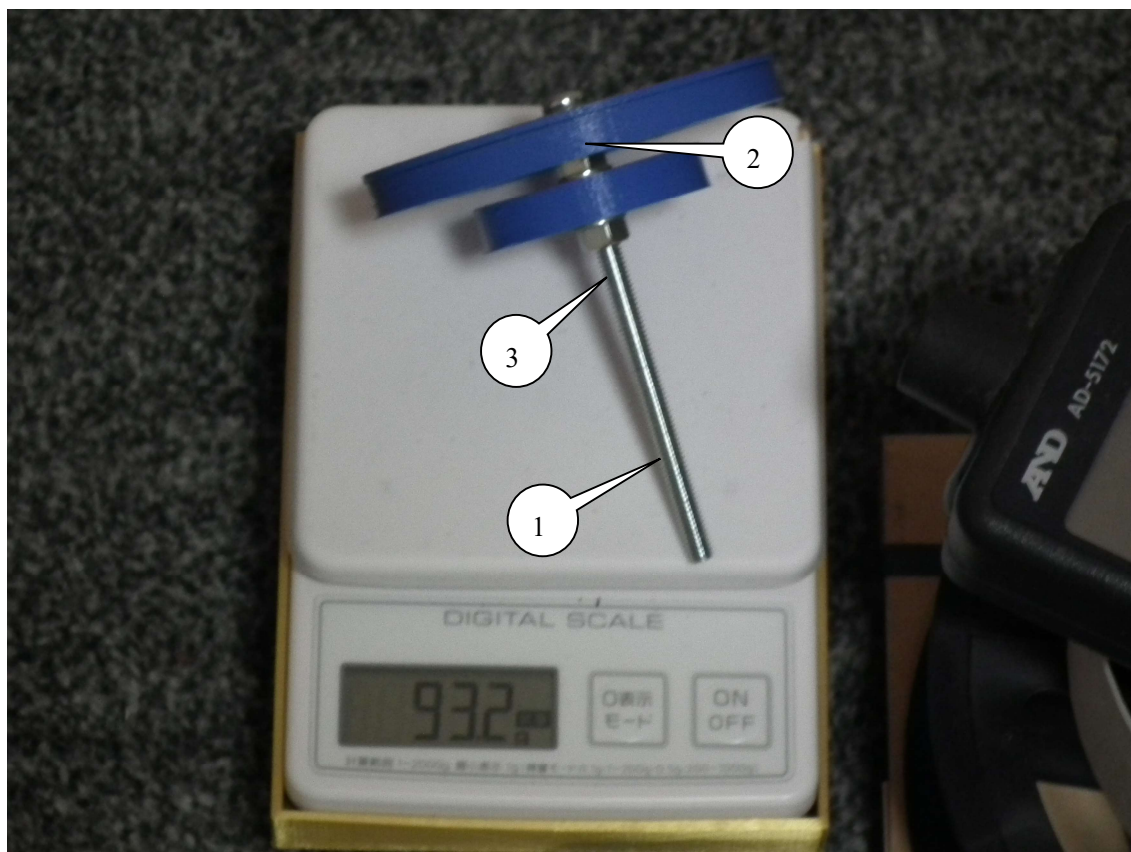
このため質量密度が大きい方が高速に回転させるとより強い回転重力場を生じさせることになるのだろう。物体 A と物体 B の相対位置が変わらなくても、物体 A が作る回転重力場を物体 B が作る回転重力場が追い越すようなことが起こる。

- 質量密度が大きいほど強い回転重力場を発生させる
- 半径が大きいほど強い回転重力場を発生させる
- 回転数が大きいほど強い回転重力場を発生させる

質量密度はおおよそ以下のような違いがあった

PLA : アルミ : ボルトやナットなどの合金 = 1 : 2 : 5

以下の①付近にナットなどの重いものが幾つかあるとして、回転数が低い場合の回転重力場の重心が②付近でも、高速に回転させると③への方向に回転重力場の重心のようなものが移動するようである。



このような複雑性が生じる理由は質量密度が大きく異なる素材（PLA と鉄系）を使っているからであり、円盤の質量密度をボルトやナットと同等にすれば回避できるのだろう。（ということは円盤の素材をアルミにするのは問題の解決にはならない。）

例えば、遠心分離機では重い素材と軽い素材は分離されるが、同じ素材ならそのようなことにはならない。

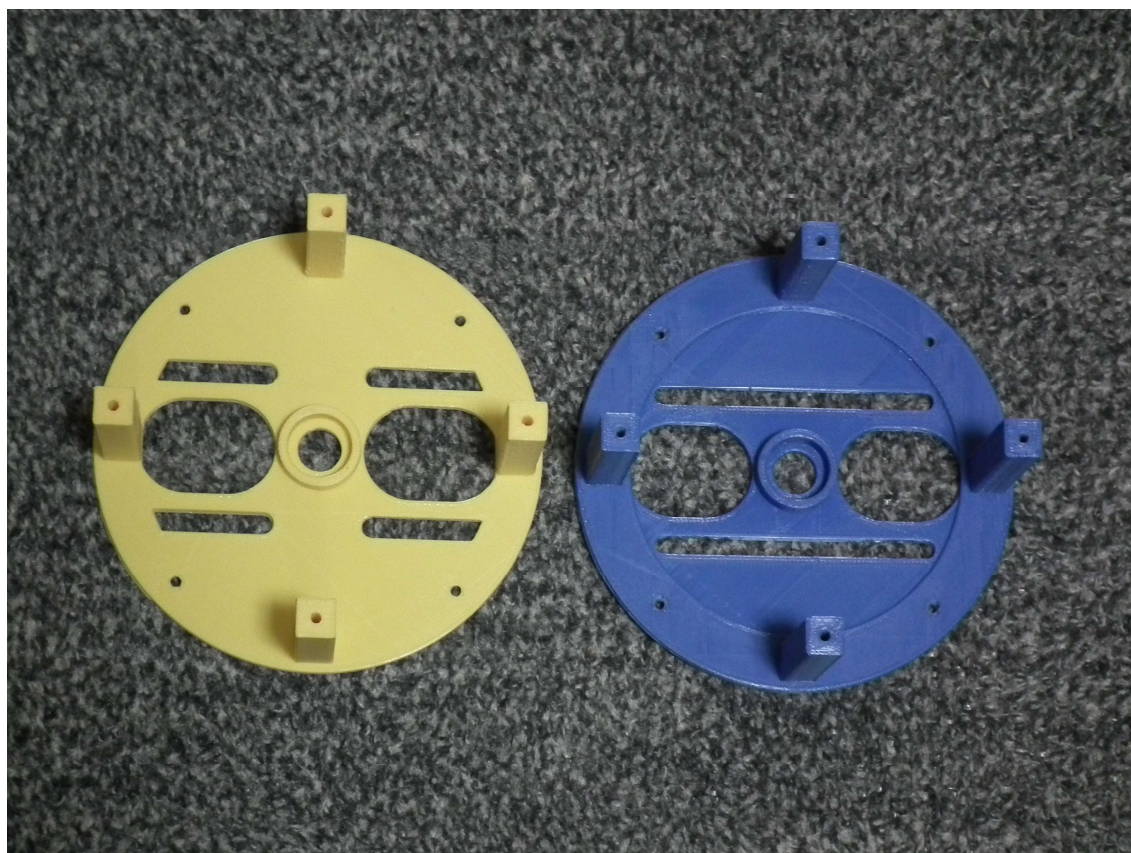
このことは3DプリンタのフィラメントのPLAで円盤のようなものを作ってボルトで締め付けるように組み込んでも回転数に比例して推進力が上がるようなものにはならない。

結局、円盤（タービン）のようなものは複雑性を避けるために回転軸と同じ鉄系の金属部品として発注する必要があるということなのだろう。（商用化するならタービンは金属になるのだから、PLAでできて、金属でできないより、最終的な金属でできる方がよい。）

■柔構造に注意

飛行機の翼が柔構造でなければほとんど飛べないだろうが改善したつもりで頑丈にしてしまいがちである。

右の青から左の一体成形の黄色にモーター設置部分を改善したつもりだったが柔構造ではなくなったことにより推進力が検出されなくなってしまった。初期の設計時は柔構造を考慮していたのだろうが軟弱な作りを改善したつもりで壊してしまっていた。こんなところが心臓部のように重要だった。改善しようとして壊すのはありがちなので注意が必要だった。



<実験>

■実験装置



■揚力タービンによるエネルギー増幅と推進力の計測実験結果



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-1.9[g]で軽くなっている。

-1.9[g]、5:29.24、4.99[v]、11169[rpm]

370 モーターに揚力タービン方式 (撮影した動画[/gctr370v3/DSCF4525. 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	1.24	2685.5	0:11.55	0.0
2	1.54	4293.9	3:26.98	0.0
3	4.99	11169	5:29.24	-1.9
4	6.18	12238	5:34.04	-1.2
5	0.01	173.5	5:51.53	0.0

No.1 は、開始直後のアクセルを固定した状態で 2685.5[rpm]、1.24[v]

No.2 は、エネルギー増幅され、回転数は 4293.9[rpm]、電圧は 1.54[v]にそれぞれ上がっている。アクセルを固定しているのに回転数、電圧共に上がるのはエネルギー増幅が起こったことを示している。4200[rpm]程度でエネルギー増幅は止まるようだが、あまり速く回転していると追い風が追いつけずそれ以上速くできないようだ。推進力を出さないアイドルリング中に発電すればよい。(エネルギー増幅だけならギヤ比を調節すればよい。)

No.3 は、電圧を 4.99[v]に上げると重量計は-1.9[g]でこの実験で最大級に軽くなった。上方への推進力が生じていることを示している。

No.4 は、電圧を最大級 6.18[v]まで上げると重量計は-1.2[g]となり推進力は下がった。

No.5 は、電圧を 0.01[v]にして回転数を下げると重量計は 0.0[g]に戻った。

No.4 で回転数に比例して、推進力が上がればよかったが、現状はおそらくタービンを構成する揚力タービンとボルトやナットとの質量密度の違いにより、回転数を上げて推進力は上げられない。

■アクセル固定時の揚力タービンなどによる推進力の維持の計測実験結果



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-1.5[g]で軽くなっている。

-1.5[g]、2:19.51、4.63[v]、10730[rpm]

370 モーターに揚力タービン方式での推進力維持（撮影した動画[/gctr370v3/DSCF4527. 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	3.53	8973.8	1:50.83	0.0
2	4.63	10730	2:19.51	-1.5
3	4.60	10629	2:31.26	-1.4
4	4.57	10545	2:50.63	-1.3
5	0.13	817.8	3:11.37	0.0

No.1 は、回転数が低い場合は重量計は 0.0[g]で推進力は発生しない。

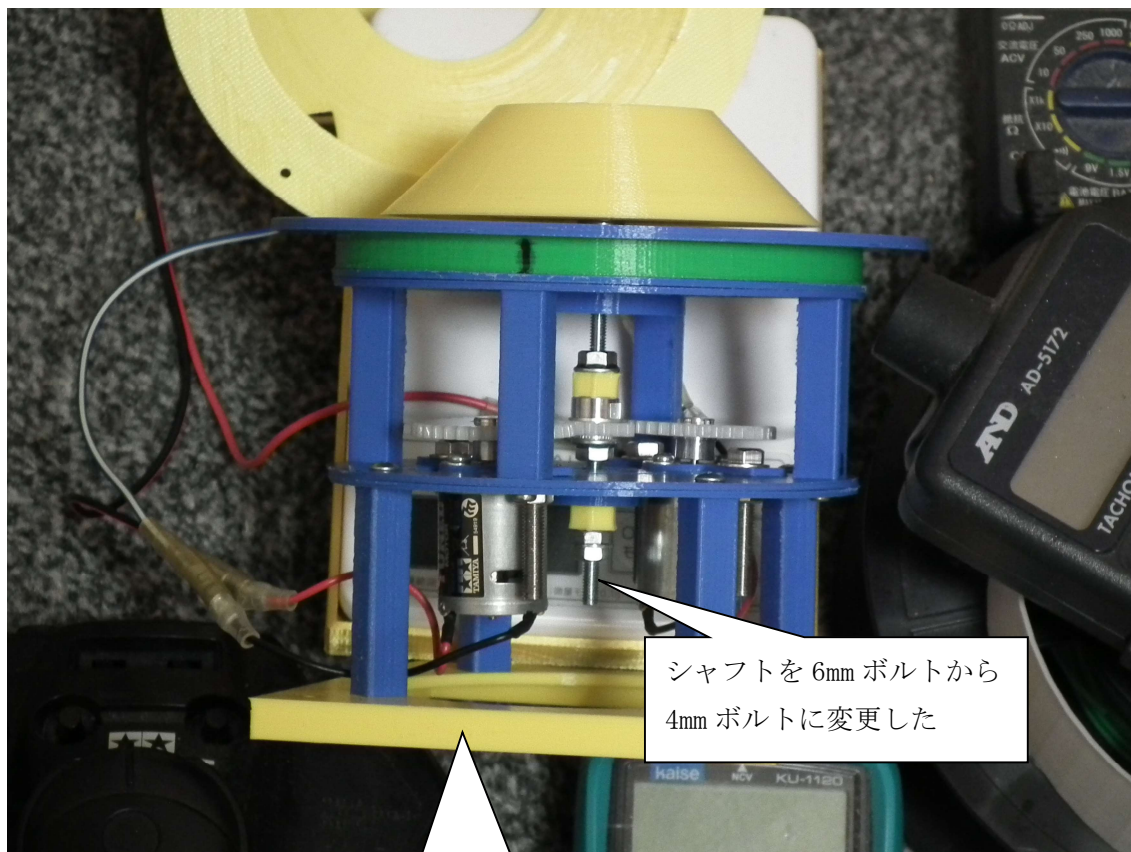
No.2 からNo.4 でペンでアクセルをほぼ固定した状態で 30 秒以上の推進力を維持している。

No.5 は、電圧を 0.13[v]にして回転数を下げると重量計は 0.0[g]に戻った。

揚力タービンがどれだけの揚力を出すのかは 2 枚円盤と比較してみるとかなり（0.5g ぐらい大）ある。エネルギー増幅を同時に満たすようにするには単に円盤を 2 つ使っても無理なのでこのような構造にするのも意味があるし、揚力タービンから質量を無くすことはできないので、単に意味がないような円盤を回しているよりは揚力も出せた方がいいのかも知れない。（構造の選択肢は多い方がよい。）

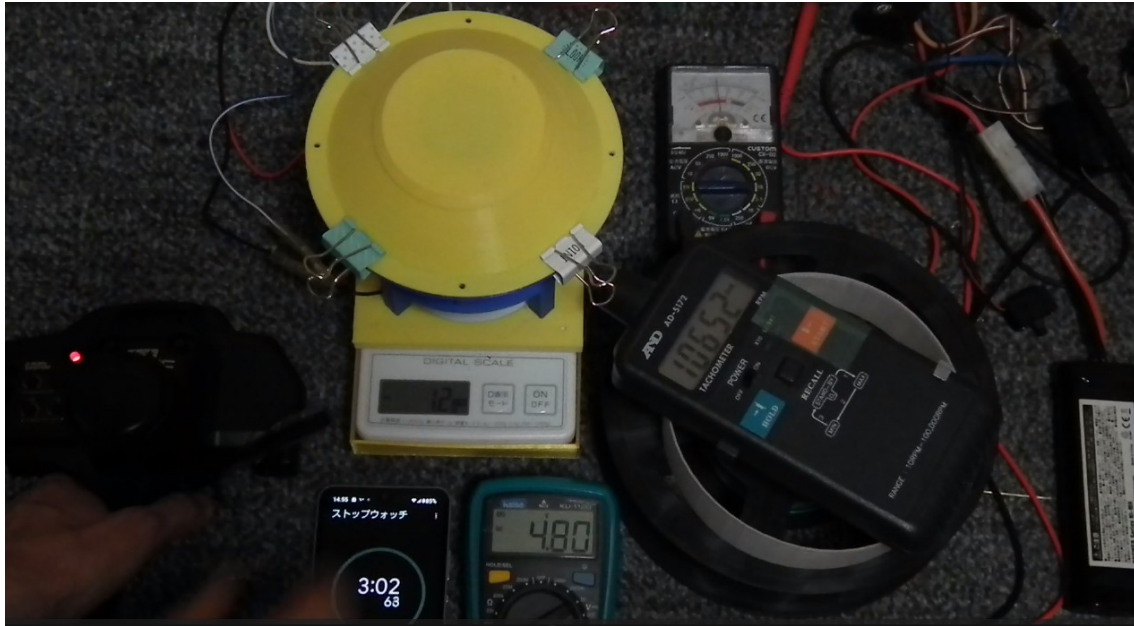
■シャフトを 4mm ボルトにした際のエネルギー増幅と推進力の計測実験結果

シャフトを 6mm ボルトから 4mm ボルトにすることで質量密度が大きい金属部品の回転重力場の影響を減らせることを期待して実験してみた。



シャフトを 6mm ボルトから
4mm ボルトに変更した

作業しづらいので、下面に大きな
穴を開けるように変更した



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-1.2[g]で軽くなっている。

-1.2[g]、3:02.63、4.80[v]、10652[rpm]

4mm ボルトでの推進力計測（撮影した動画[/gctr370v3/DSCF4564. 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	1.42	3468.5	0:12.98	0.0
2	1.67	4505.7	1:27.35	0.0
3	4.80	10652	3:02.63	-1.2
4	5.68	11336	3:58.39	0.0
5	0.60	3672.4	5:17.37	0.0

No.1 は、エネルギー増幅の初期状態、回転数が低い場合は重量計は 0.0[g]で推進力は発生しない。

No.2 は、アクセルを固定しているのに、No.1 から電圧が+0.25[v]、回転数が+1037.2[rpm]増加しており、エネルギー増幅した。6mm ボルトよりタービンが軽いので増幅速度は速い。振動的ではなく直線的に増幅したのはフードの中心の精度が以前の 540 モーターのものより良くなったからだろう。三角穴のプリント精度も良くなっている。

No.3 は、回転数が 10552[rpm]程度で上方への推進力(-1.2[g])が発生した。

No.4 は、回転数を 11336[rpm]に上げると上方への推進力は 0.0[g]になった。6mm ボルトと同様に 4mm ボルトにしても、おそらく揚力タービンとボルトやナットとの質量密度の違いにより、回転数を上げて推進力は上げられないようだ。(6mm を 4mm に変えても本質的な課題は解消されていない。実験結果は重い 6mm ボルトを使った方が上方への推進力が大きく出ており、トータルバランス的にむしろ性能を悪化させた。)

No.5 は、電圧を 0.60[v]にして回転数を下げると重量計は 0.0[g]に戻った。

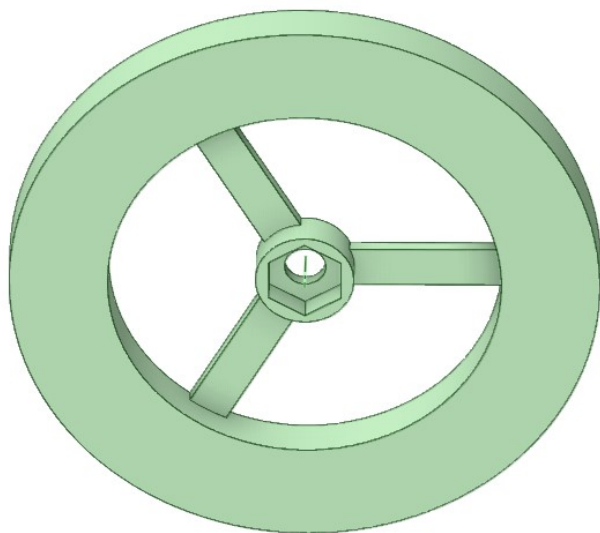
■ どうすれば推進力を強化できるのか

(1) 円盤と回転軸の質量密度をほぼ同じにする

現状、円盤のPLAとボルトやナットなどの金属部品との質量密度が5倍ほども違っており、回転数を上げると推進力の方向が逆転するようなことになっている。これでは推進力が上げられないのは当然のことだ。理想的には回転数に比例して推進力が上がるようにしたい。そのためには円盤と回転軸（ボルト等）の質量密度をほぼ同じにすれば（タービンの回転物体の各所の質量密度をほぼ同じにすれば）推進力の方向の反転のようなことは起こらない。

(2) 回転精度を上げるため円盤にはナットのようなネジを切る

現状、円盤の中心にはボルトを通す円形の穴が開いているが、小さすぎるとボルトを通せないし、大きすぎると誤差が増える。どんなに精度を上げようとしてもボルトを通すための誤差は避けられない。前回以下のように六角ナットを埋め込めるようにしたがあまり精度は上げられなかった。



精度が悪いと振動を起こし、その振動は回転数を上げると増幅するようなことになるので装置が破壊することになり回転数を上げられない。理論的には精度が高く、空気抵抗が小さく、円盤の強度が高ければ回転数を上げられる。

円盤の中心にボルトを通すとし、円盤にナットのようなねじを切れば、装着時に締め付けることでボルトが中心に寄ってボルトが高い強度で中心になり精度良く回転させられることが期待できる。

回転数に比例して推進力が増加するなら、回転数を上げれば推進力も際限なく上げられることになる。現状、数gの推進力しか出ていないからといって侮るのは早計だ。

■おわりに

エネルギー増幅できる構造でも推進力を発生させられることが明確になった。

まだ整備された道とは言えないが、少なくともジャングルを切り開くような状況ではない。思うように推進力が上げられていないが改善策はある。自分はマッドではなく極めてまともであるが、映画などに出てくるマッドサイエンティストはほとんど一人で細々とやっている。二人で絵は描けないように一人にしかできないこともある。一人でやらざるを得ないのは理由があって、実証機のようなものが製造されるまではほとんど信じられることがないからだが、その後は大きく飛躍することがある。その点で規模が小さい会社でも捨てたものではない。逆に言えば大きな組織にはできないことがある。基本的に発明は誰か一人が生み出すもので、最初から簡単に他者に理解されるなら大した新規性もない。(30年以上かかるのは一人の人生には長すぎるが、何か世代交代のようなことが原因で30年ぐらいかかるのは意外と普通なのかも知れない。大規模道路工事のように時間がかかる。)

エネルギーを増幅させつつ、直線的な推進力を発生させる構造を長年目指して来たが、発明的には目的地に到達したようだ(実装時の部品の質量密度の違いで問題が生じているが、質量密度が同じなら構造的に問題ない)。何か最近数か月に成果が出たので切りのいいところまで継続せざるを得なくなったが、とりあえず発明フェーズは終えて一段落になった。

果たしてこのようなものが世間に受け入れられるのだろうか。受け入れられなかったのは不明確だったからで、おそらく来年からは本格的にエネルギー増幅が使われるようになり、エネルギー増幅起源年のようになって、その後は宇宙開発に進むのが正しい成長のあり方だ。これからは何かの補助金か、資本主義の威力か、丸投げするか、地道な体制立て直しかで産業化を目指すことになるのだろう。飛行機が発明されなければ航空機産業もなかった。まず発明しなければ始まらない。

ジェットエンジン、ロケットエンジンの次はグラビティエンジンになる。

以上