

ぶんぶんゴマの遠心分離機への応用について

東京都立日比谷高等学校

研究背景

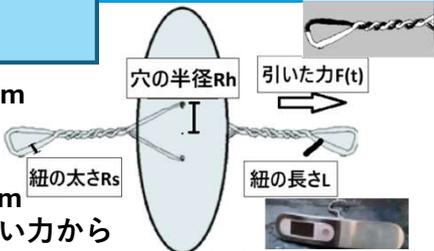
近年、研究費の削減が要求されているが、高価な実験器具の購入抑制は学問の発展の障害になりかねない。そこで非常に安価なぶんぶんゴマを人力で回転する最速の装置として、遠心分離に用いる研究がある。この機構の利用可能性について考察していきたい。

目的

ぶんぶんゴマのより広範囲への応用は可能かを、試料の量、実用化に向けての再現性、実際に簡易的なぶんぶんゴマにより発生する遠心力という観点から考える。

実験 1

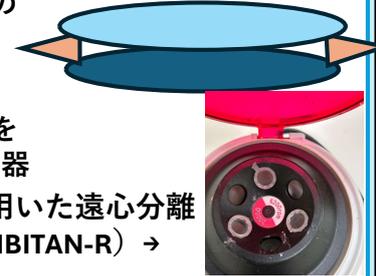
ディスクの半径：6cm
ディスクの重さ：6g
Rh=7mm
Rs=0.60mm L=146cm



測りで引っ張り、弱い力から自然に回らせて、ぶんぶんゴマの紐を白黒に塗り分けて、その交差から、残り巻き数を0.1秒ごとに調べ、与えた仕事や運動量の観点から、ぶんぶんゴマがどのように回るか、実際、どのぐらいのものが遠心分離ができるのかを、考察する。また、そのために、ぶんぶんゴマの紐の長短の変化が、どのように起きているのかを観察する。

実験 2

チョコレートの粉0.01gを水と一緒に容器に入れ、よくかき混ぜる。片方は6200rpmで遠心分離を30秒して、遠心分離機とおよそおなじ半径のぶんぶんゴマをつくり、右図のように試料を挟み、実験1の結果をふまえて五分間回す。



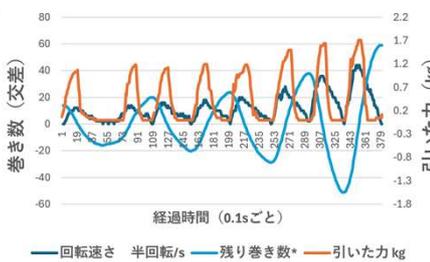
実験に用いた遠心分離機 (CHIBITAN-R) →



結果 1

ぶんぶんゴマの引いた力の強さと回転の速さの関係

いずれの波についても、残り巻き数が0になる付近で、回転の速さが最大になる。このデータ内での最速回転速度は、22回転/sであり、Rpmは1320となり、ディスクの半径6cmでは、血漿を分離するまでに至らず、観測された最大速度は3000rpmであり、5分から10分間この回転速度で回せば、先行研究で言われているような遠心分離に適しているということが分かった。また、実際に引いて、引く力、巻き数との関連を調べた結果では、このぶんぶんゴマでは、ばね係数が0.33kg/cmのばねと同じような挙動を示すという結果になった。巻き数による長さの差は、すくなくとも2mm以下であるという、非常に微小なものとなっていて、この結果は、巻き数にあまりよらなかった。



結果 2

遠心分離機で30秒遠心分離をした試料は透明度が高く、向こうの線が見えるのに、遠心分離機で30秒遠心分離した試料に対して、ぶんぶんゴマで5分間遠心分離をした方は、向こうの線が見えない。また、遠心分離機で遠心分離をした方は、15秒ほどでも、似たような透明度になった。



考察・展望

実験1では、与えた仕事や、力積についてのデータは集まったものの、それらを分析するにあたって、ぶんぶんゴマの運動を単振動と見たときに、復元力が引く紐が分かれる角度が時間変化してしまい、理論値と実測値を比較するというよりかは、時間変化した角度を求めるといった形になり、考察の正確性に懸念がある。実験2については先行研究とは異なり、より多くの試料を扱うことができるのかという点において、先行研究では細いチューブ型の容器に試料を入れていたのを、実際に遠心分離機で使うような試料の入った容器を載せた結果、回転数が落ちたことが予想され、多くの試料を扱うためには安定して、今回の最大回転速度を出すことは最低条件であることが分かった。

参考文献

“Hand-powered ultralow-cost paper centrifuge”2017 Manu Parakash et, al.(2025.12.12)

	第一波	第二波	第三波	第四波	第五波	第六波	第七波	第八波
与えた力積の和 (N・s)	1.656	1.508	1.582	1.849	2.274	2.47	2.043	2.813
巻き数が0になるまでに与えた力積 (N・s)	1.39	0.468	1.133	1.293	1.387	1.121	1.14	1.892
速度増加 (回転/s)	6	3	8	10	12	12	14	20
最大回転速度 (回転/s)	6	7	9	10	14	14	18	22
力積を与え始めたときの巻き数	14	16	20	21	24	29	38	52