

星に願いは叶うのか？

小林聖心女子学院 2年 村田 黎

1:研究の動機や目的

両親が昔見たという『しし座流星群』の話をしてくれたことがあります。それは今までに見たことも無いような多くの流れ星が、夜の空に降り注ぎ、本当に美しかったということでした。自分は3歳になっていたはずですが、深夜でぐっすり就寝中ということもあり、起こすのがかわいそうだったということで、両親だけで見ていたそうなのですが「そんなにも綺麗な流れ星であれば自分も見つかった、どうして起こしてくれなかったのか」と大きくなって聞かされた後、責めたりもしました。

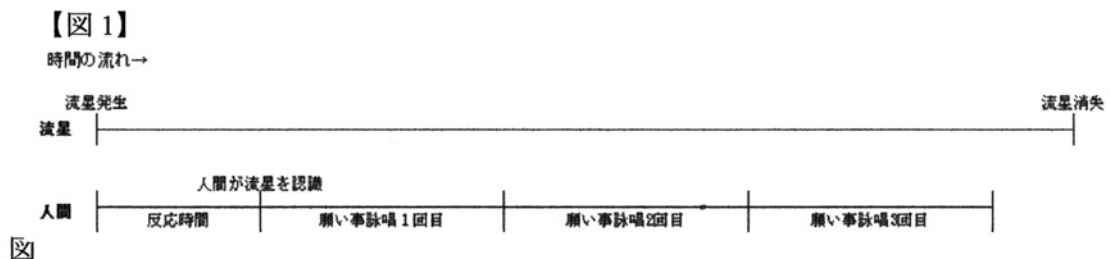
流れ星と言えば、やはり「光っている間に願い事を3回唱えれば願いが叶う」という言い伝え（おまじない？）を思い出します。そんな話は嘘で実現しないということは分かっていますが、いつか流れ星を見つける機会があれば、是非願い事を唱えてみたいとは思っています。

しかし、実際の流れ星が光っている時間内に、果たして願い事を3回も唱える余裕があるのだろうか、実際に出来そうも無い事の比喩として言われているだけではないだろうかという疑問があり、今回確認することにしました。

2:研究の方法や内容

星が願いを叶えてくれるかどうかは別にして、まず「流れ星が光っている間に、願い事を3回唱える」という条件をクリアする事が、まず必要条件と考える。

時間軸に沿って経過を考えると、数値的に必要な条件は下図となる。



そこで以下3点の確認が必要と考えた。

①流れ星の発光時間を求める

②人間の反応時間を求める

③願い事を三回唱える時間を求める

以上3点の時間を割り出し、

流れ星の発光時間 $\geq$ 人間の反応時間 + (1回の願い事詠唱時間) $\times$ 3

であれば成功（願いは叶う）とする。

①流れ星の発光時間を求める

参考文献の確認により、下記6点が解った。

(1) 流星は上層大気中の現象で、流星が空を横切って流れるときに放たれる光は、高度 115km と 85km の間で発生する。

(2) 流星が光っている時間は、その上層大気中を進む速度と質量に関連していると想像できるが、それに加えて天頂角にも依存する。

(3) 流星の初期速度は、最小 11.2km/s から最大 72.8km/s である。

(4) また、人間の目がどの程度の光までをとらえられるかによっても、発光時間は異なってくるが、裸眼で6等級以下を流星として見る事が出来る事が解った。尚、数値が小さくなるほど明るくなり、0等級で恒星カペラ、-12等級で満月の明るさということである。

(5) 流星体は、約 300km 上空で地球上層大気中の分子に衝突し始めるときに温度上昇が始まり、約 2000℃の表面温度になるまで加熱され続け、一般的にこの温度に到達するのは、約 115km の高度である。

(6) 115km の高度に達した後、流星体は表面からアブレーション（材料の表面が蒸発、侵食によって分解する現象）を始め、質量と速度を失い始める。このとき流星のイオンと大気原子との衝突の結果、流星体の後方でプラズマ飛跡が発生。プラズマ飛跡により光子が発生し、流星として観測される。

上記6点により、一般的な数値を出そうとしても、流星それぞれの質量、速度、天頂角は異なる為、観測によって統計を取るしか平均値は出すことが出来なさそうである。

そこで下記条件に限定し、ワーストケースとベストケースを仮定。その中で流星の発光時間を算出してみることにした。

[1] 街中でも比較的観測が可能であった 120° を視野角と設定する。

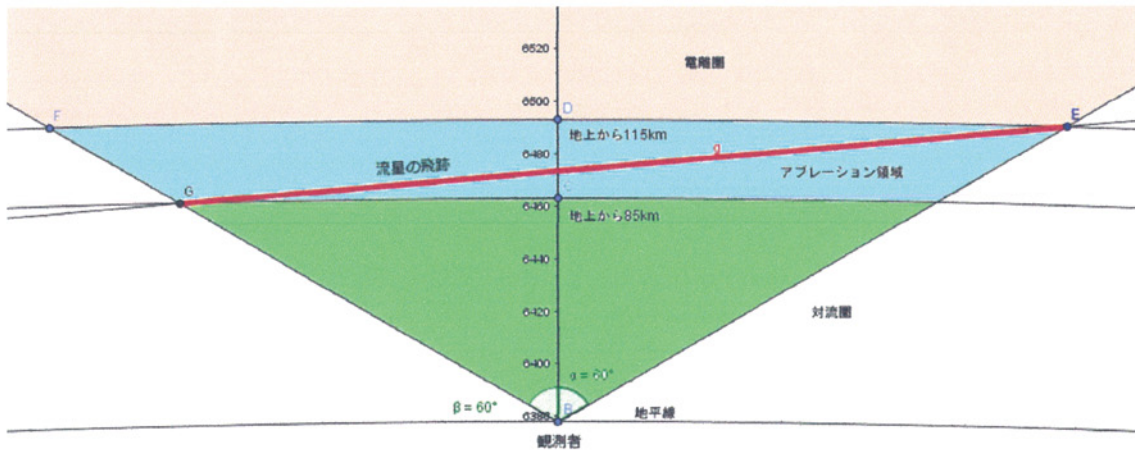
[2] 観測域内を、6等級以下で流れることとする。

[3] 飛跡は、直線的に落下しながら観測域内の出来るだけ長い距離を飛ぶこととする。

【ワーストケース】

観測域内で、等級が充分ある場合でも、観測者に対してほぼ直線的に移動してくる場合、観測者から見える飛跡の長さが短く、流れ星であるということを認識することが困難である。よってワーストケースを考慮する場合は、願い事を唱えるきっかけすら掴めず、不可能である。

【ベストケース】



【図 2】

※ Y 軸は地球の中心からの距離 (km)

地上 115km 上空の、アブレーション領域に入ってきた流星体が、ちょうど視野角 120° の端から進入し、地上 85km の領域脱出点がもう一方の視野角の端になる場合がベストケースと想定。

作図より、この場合の流星の飛跡の線分の長さは 339km であることがわかった。

流星の初期速度は、最小 11.2km/s から最大 72.8km/s であることから、最も遅い場合と最も速い場合とで、発光時間を算出すると、

$$\text{Max: } 339\text{km} / 11.2\text{km/s} = 30.26\text{s}$$

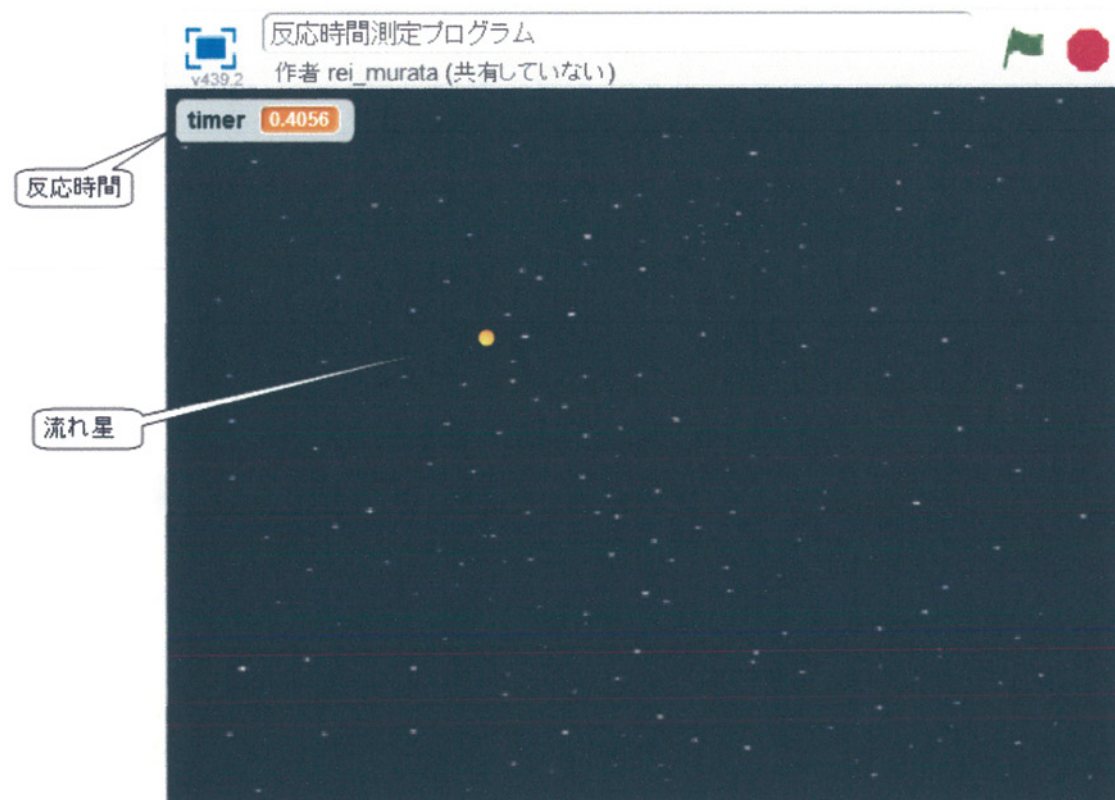
$$\text{Min: } 339\text{km} / 72.8\text{km/s} = 4.65\text{s}$$

想定条件下での流星の発光時間は 4.65 ～ 30.26 秒であることが解った。

②人間の反応時間を求める

流星を人間が認識してから、どれくらいの時間が経過した後に願い事を唱え始めることが出来るのかを測定する為に、コンピュータ上に流星の動きを模したプログラムを作成し、実際に私がどれくらいの時間で反応できるかを計測してみた。

【動作画面】



【スクリプト】



【プログラムの動き】

- 1:起動
- 2:星空の背景が表示される。
- 3:起動から不特定秒後に、流れ星が表示される。
- 4:被測定者は、流れ星が認識できた時点で、スペースキーを押す。
- 5:流れ星が表示されてから、スペースキーが押されるまでの時間が表示される。
- 6:表示された時間を記録

このプログラムによる測定を 50 回繰り返し、反応時間の平均値を求めた。

【反応時間測定結果表】

回数	反応時間[秒]	回数	反応時間[秒]	回数	反応時間[秒]	回数	反応時間[秒]	回数	反応時間[秒]
1	0.406	11	0.338	21	0.372	31	0.406	41	0.372
2	0.338	12	0.372	22	0.304	32	0.406	42	0.338
3	0.304	13	0.304	23	0.406	33	0.372	43	0.473
4	0.541	14	0.473	24	0.372	34	0.439	44	0.406
5	0.304	15	0.338	25	0.473	35	0.473	45	0.811
6	0.304	16	0.338	26	0.845	36	0.406	46	0.304
7	0.304	17	0.946	27	0.338	37	0.439	47	1.758
8	0.338	18	0.372	28	0.406	38	0.439	48	0.608
9	0.304	19	0.439	29	0.507	39	0.439	49	0.338
10	0.304	20	0.845	30	0.338	40	0.507	50	0.439
								平均	0.455

この測定結果から、流星を発見してから、願い事を唱えるまでにかかる反応時間を**0.455 秒** と設定することにした。

③願い事を三回唱える時間を求める

願い事を3回唱える時間を求める為には、実際に願い事を設定し、ストップウォッチで計測することにした。

願い事は「成績が上がりますように」とし、3回連続で唱え、計20回の測定を行った。当初、1回の詠唱時間の測定し3倍する方法を考えていたが、3回まとめて詠唱した分を測定することにした。

【詠唱時間計測結果】

回数	詠唱時間[秒]	回数	詠唱時間[秒]
1	3.85	11	3.01
2	3.51	12	3.23
3	3.31	13	3.13
4	3.41	14	3.28
5	3.33	15	3.1
6	3.53	16	2.99
7	2.85	17	2.98
8	3.09	18	3.23
9	3.05	19	3.06
10	3.15	20	2.88
		平均	3.190

測定の結果より、願い事を唱え始めてから、唱え終わるまでの時間を
3.19 秒 と設定する。

④測定結果の統合

各測定結果が算出された為、統合を行ってみる。

流星の発光時間 $\geq$ 人間の反応時間+（1回の願い事詠唱時間） $\times$ 3

$$\begin{aligned}\text{まず右辺は} & \text{人間の反応時間} + (\text{1回の願い事詠唱時間}) \times 3 \\ & = 0.455\text{s} + 3.190\text{s} \\ & = 3.645\text{s}\end{aligned}$$

流星の速度が最も低速の場合

$$30.26\text{s} \geq 3.645\text{s} \quad \underline{\underline{\text{成り立つ}}}$$

流星の速度が最も高速の場合

$$4.65\text{s} \geq 3.645\text{s} \quad \underline{\underline{\text{成り立つ}}}$$

3:研究の結果と考察

上記④の統合結果から。

視野角 120 ° の環境下において、流星体の大きさが充分で、最も長いコースを迎った場合、願い事「成績が上がりますように」を、発光時間内に3回唱えることは、可能ということが解った。

4:感想と今後の課題

当初、検討前の段階では、どのような条件下でも不可能であるという想像をしていたので、この結果には驚きました。但し、想定のような条件の良いコースを辿る流れ星に遭遇すること事態が、非常に低い確率では無いかと思われることと、流星体の大きさによっては、殆どがアブレーション領域の途中で消失してしまうと思われること。また反応時間測定及び詠唱時間測定は、気持ち的な準備が整った条件下において測定を行ったものであるため、実際に空を眺めている状態で同様の数値が出すのは難しいと思われます。

反対に、視野角を広げるために、観測地を平野部にしたり海上にする事で、さらに成功確率は高まり、反応時間に関しては、例えばスポーツ選手等はさらに速い数値が出せるだろうし、願い事を短い物に変更する等を行うことで、さらに成功率は高めることが可能であると思われます。

今回、紙の上で作図を行おうとしたところ、非常に難しく断念してしまいそうになりました。そこで、コンピューターによる、作図及び反応時間を測定するプログラムに関しては、実際の作成は殆どを父に協力して貰いながらの対応になってしまいました。

まだ一人で作成するのは難しい状況ですが、自分で考えた物を自分自身で作る事が出来るようになれば、非常に便利になると思うので、これから勉強していきたいと思います。

この課題を行うのに先駆けて、8月1日に国際宇宙ステーション(ISS)の観測を行いました。ISSの400kmという高度は、今回作図を行った電離圏よりもさらに高い軌道にありますが、非常に明るく、よく見ることが出来ました。時間も4分位見えていた様ですので、こちらは願い事を唱えるのに十分な時間がありました。

人工衛星ではありましたが、試しに唱えた「数学のレポートが無事完成しますように」という願い事は、現時点で叶えられた様ですので、あながち言い伝えも嘘では無かったのかも知れません。

5:参考文献他

- 1:藤井旭 著『やさしい天体かんさつ すい星・流れ星』金の星社
- 2:Martin Beech 著 長谷川一郎+十三塾 訳『天体観測の教科書 流星観測編』誠文堂新光社
- 3:長谷川一郎著『天文計算入門-球面三角から軌道計算まで-』恒星社
- 4:作図ソフト: Geogebra 5.0.143.0-3D
- 5:プログラム言語: Scratch <https://scratch.mit.edu/>