

1. 適切な照射時間

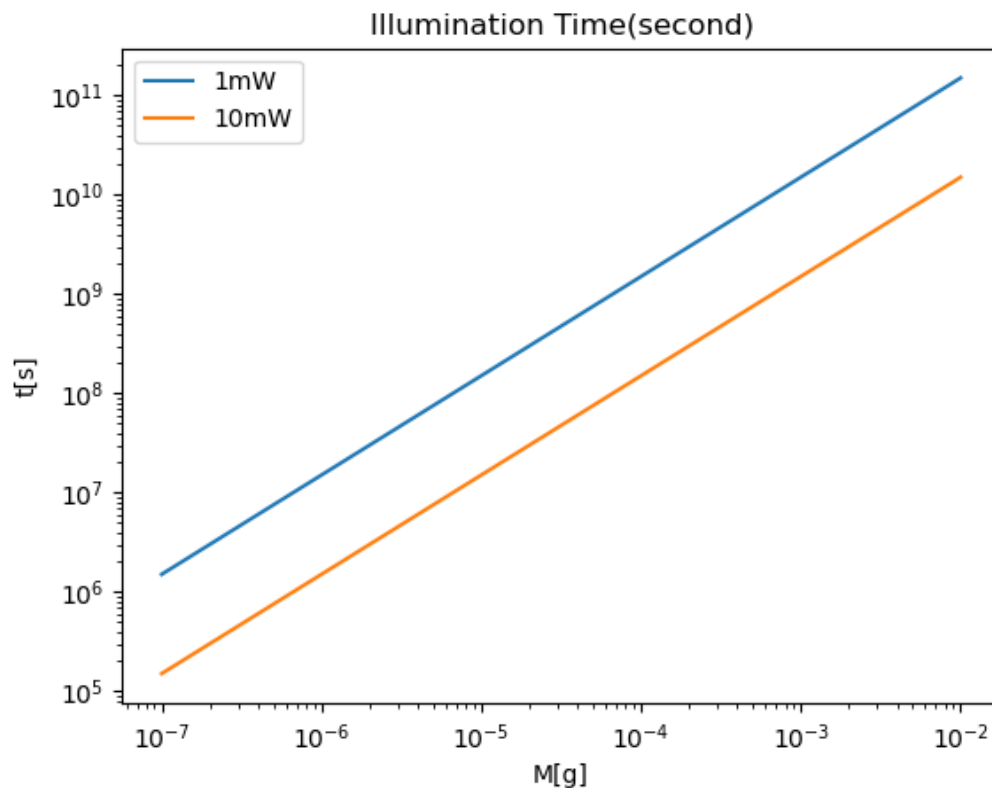
mg~ μ g ほどの質量の Sail の設計について考える。

velocity gain は次の式で与えられる。

$$\Delta v = \frac{2RP}{Mc} t$$

ここで M は Sail のみの質量としている。 $\Delta v = 10[\text{km/s}]$ を得られれば地球の重力から脱出できるので、ここではこれを目標にしてみる。レーザーのパワーは 1mW と 10mW について考え、また反射率 R を 1 と仮定する。すると $\Delta v = 10[\text{km/s}]$ に達するのに必要な照射時間が各質量についてわかる。(Figure1)

$10^{-3}[\text{g}] = 1[\text{mg}]$ の Sail を地球の重力から脱出させるには、1mW のレーザーでは 10^{10} 秒 = 3000 年ほどの照射時間が必要となる。一方、Sail の質量が $10^{-6}[\text{g}] = 1[\mu\text{g}]$ くらい のときでは、1mW のレーザーでは 10^7 秒 = 3 年、10mW のレーザーでは約 4 か月ほどの照射時間が必要となる。



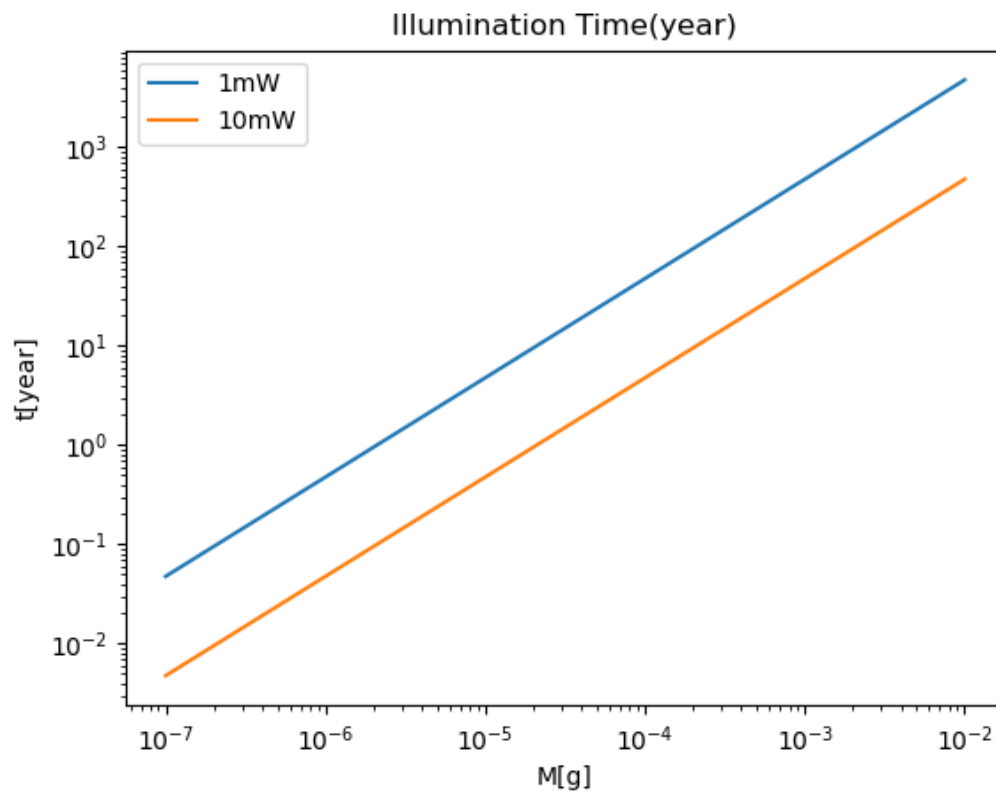


Figure 1

2. 3種の金属での Sail 半径の比較

次に、球殻型の Sail (Figure 2) を作る際、どのくらいの大きさで作れるのかを考える。

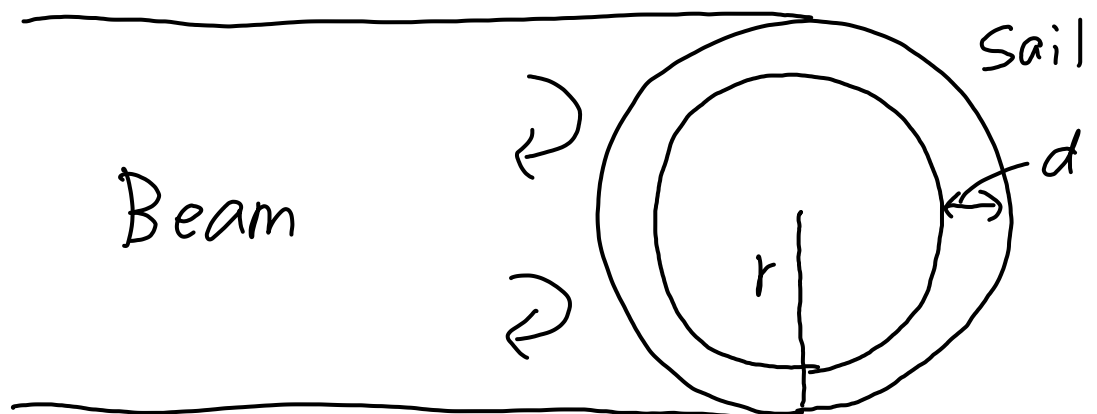


Figure2

Sail 質量は $1\text{ }\mu\text{g}$ とし、材料は金・銀・アルミニウムの3種類とする。それぞれの密度は Table 1 の通り。

Table 1

	Density[kg/m^3]
Gold	19320
Silver	10490
Aluminum	2698

球殻の厚みを $d[\text{m}]$ 、半径を $r[\text{m}]$ とすれば、Sail 質量との関係は

$$4\pi r^2 d \times \rho = M$$

ここから、球殻の厚みが $10^{-9} \sim 10^{-4}[\text{m}]$ ほどのときに、 r がどのくらいの値を取れるのかを見積もることができる。得られた結果を Figure3 にまとめた。

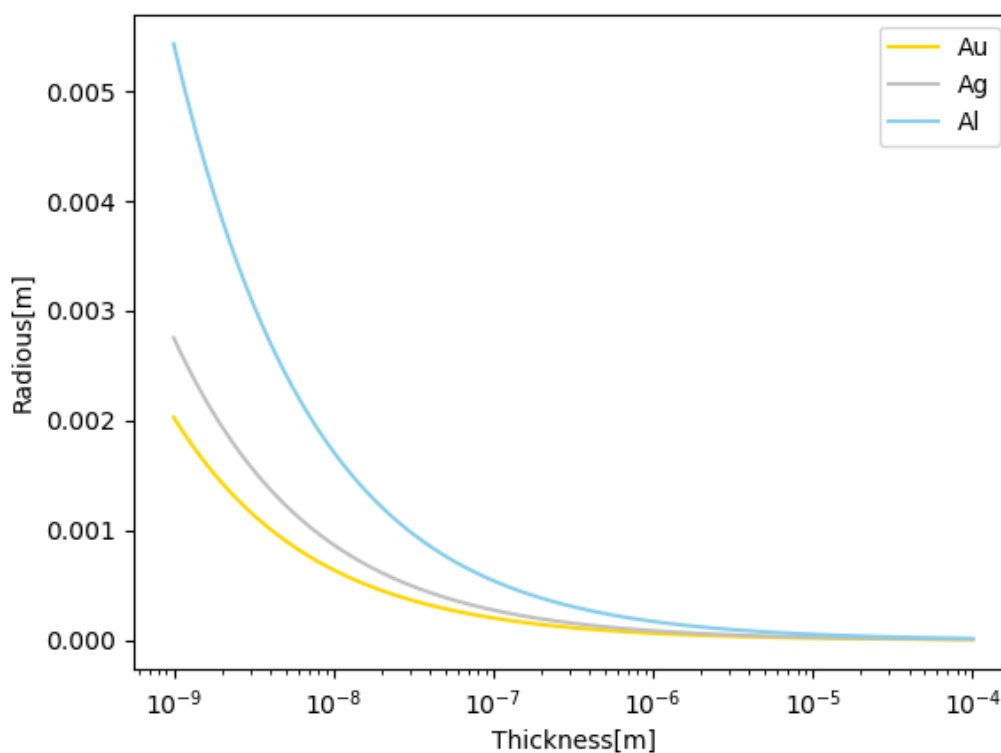


Figure 3

結果、材料にどの金属を用いても、 $1\text{ }\mu\text{g}$ の Sail を作るのに許される半径は最大で $10^{-3}[\text{m}] = 10^0[\text{mm}]$ くらいとなった。この大きさだと搭載できるものは限られるように感じるが、例えば細胞などを輸送するのには十分足りそうである。