

微小重力下における毛細管現象の挙動

東京理科大学 宇宙教育プログラム きゃぴたろう

背景：現在、長期有人宇宙探査計画が世界各国で進められている。長期有人探査を実現するにあたっては食糧確保が大きな課題であり、宇宙空間における食物栽培が計画されている。現在葉物の栽培に成功しているが根菜類等の栽培には至っていない。これを実現するためには、土壌中の水分移動のメカニズムを詳しく知る必要がある。土壌中の水分移動には毛細管現象が関係しているため、微小重力下での毛細管現象の挙動を解明することが有益である。

目的：微小重力下における毛細管現象の特徴の解明

サクセスクライテリア

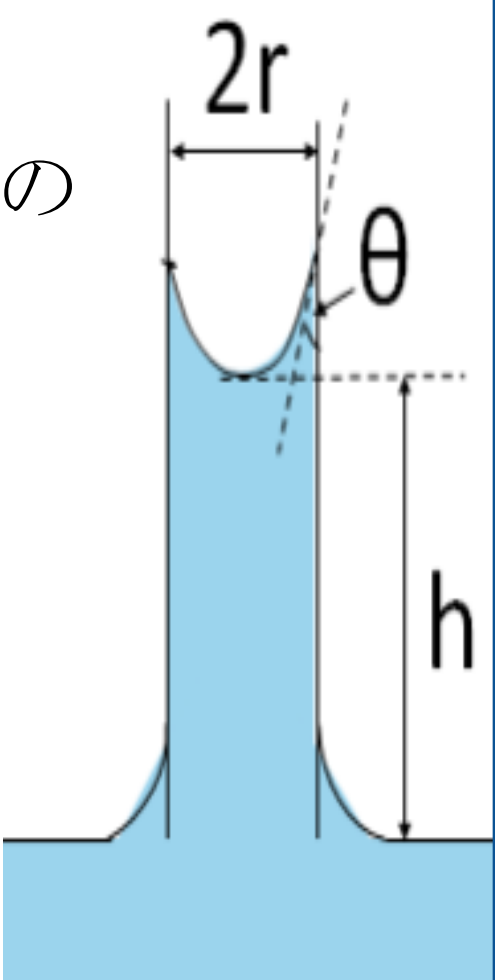
ミニマム	実験装置の運用
フル	半径が異なるガラス管における上昇高の比較
エクストラ	微小重力下において半径の違いが上昇高に与える影響の考察

毛細管現象

液体中に細い管状物体を立てた際に管内の液面が上昇する現象

$$2\pi r\sigma \cos \theta = \pi \rho g h r^2$$
$$\therefore h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g r}$$

ρ: 液体の密度 σ: 表面張力 g: 重力加速度



実験装置

- ① 穴の空いた透明容器
- ② ガラス管 (φ1.8 mm, φ4 mm, φ8 mm)
- ③ 青色食紅で着色した水
- ④ GoPro
- ⑤ LEDライト

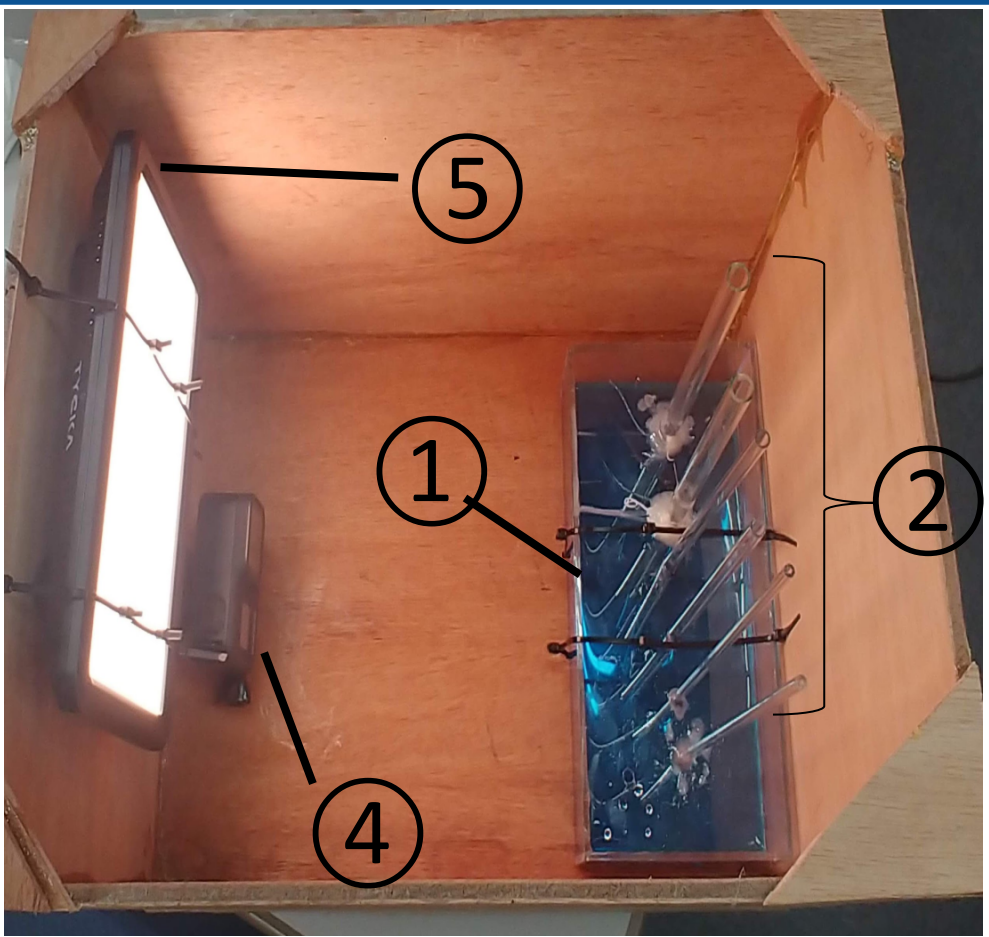


図1：実験装置

透明容器に着色した水を入れ、3種類のガラス管を2本ずつ計6本刺した。GoProとLEDライトを図のように設置した。

実験方法

- GoProのスイッチを入れた後落下させ、ガラス管内の液体の挙動を撮影した。
- 撮影した映像から、透明容器の高さに占めるガラス管内の液面の高さの割合を計算した。高さの計測にはパソコンの機能を用いて、2本のガラス管の平均値をとった。(有効数字3桁)
- 2の計算結果が地上での結果と比べてどれくらい変化したか(上昇率)を計算した。

$$\text{上昇率} = \frac{\mu\text{G下での(液面の高さ/透明容器の高さ)}}{\text{地上での(液面の高さ/透明容器の高さ)}} \times 100$$

結果・考察



図2: 地上での様子 (内径は左から順に8.0 mm, 4.0 mm, 1.8 mmが2本ずつ)

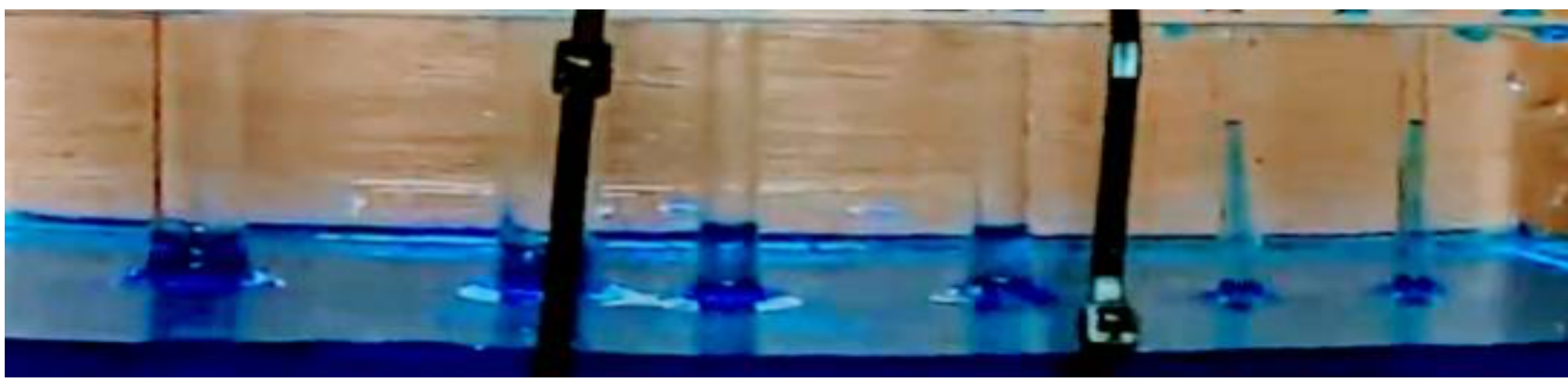


図3: 落下中、最も上昇していたときの様子 (内径は左から順に8.0 mm, 4.0 mm, 1.8 mmが2本ずつ)

図2,3より、微小重力になったときにガラス管内の液面が上昇していることが確認できる。

表1:透明容器の高さに占めるガラス管内の液面の高さの割合

内径 (mm)	ガラス管内の液体の割合		上昇率 (%)
	地上	μG下	
1.8	0.679	0.750	110
4.0	0.452	0.506	112
8.0	0.394	0.455	115

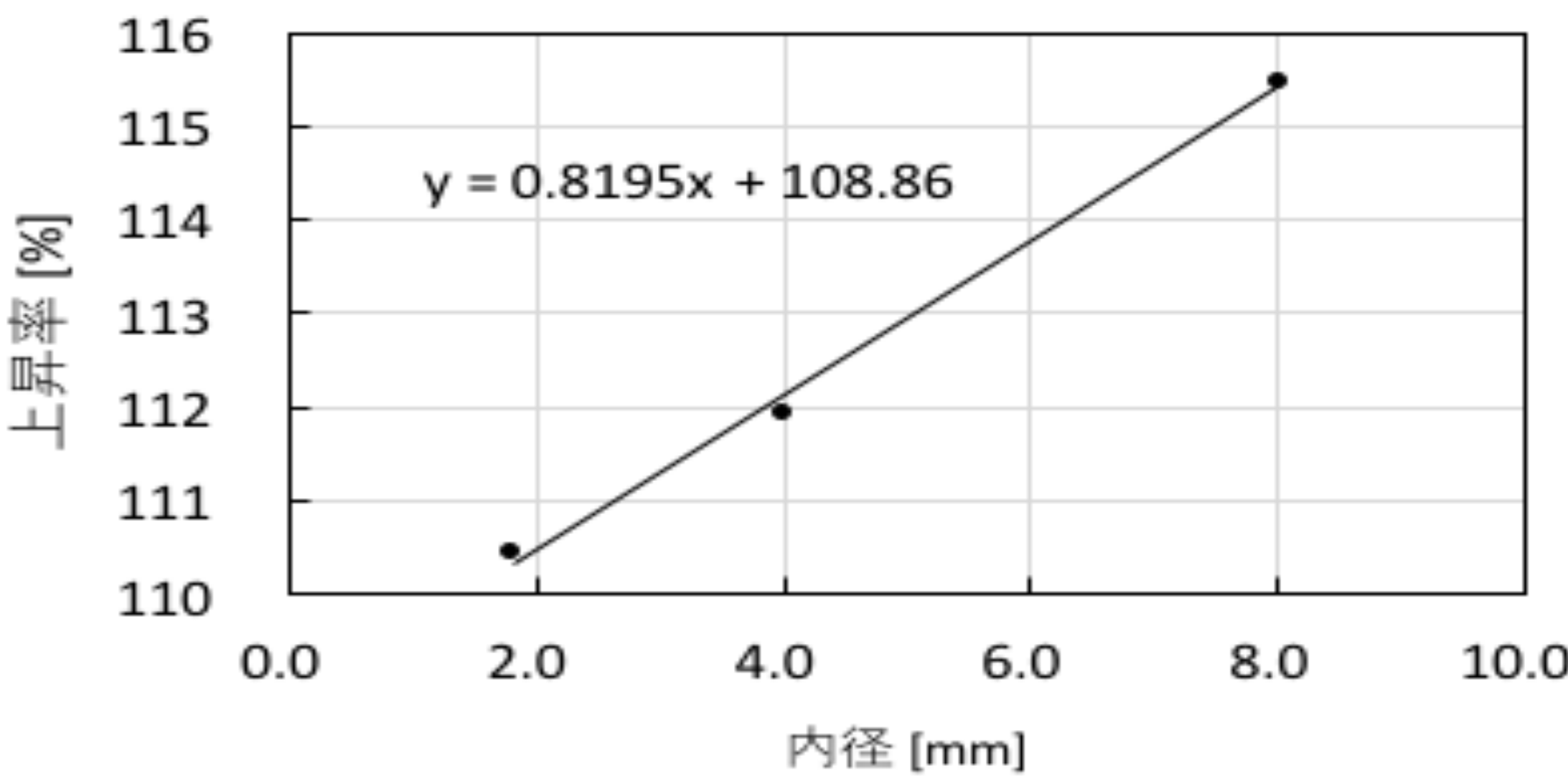


図4 内径と上昇率の関係

表1、図4より、内径が大きいほどμGになったときに液面が大きく上昇することが分かる。

結言・展望

今回の実験結果から、重力が1GからμGに変化する過程において毛細管の半径と液面の上昇率の大きさが正の相関関係にあることが分かった。今後の展望としては、実験回数を増やすことでデータの精度を向上させたい。さらに、液面の上昇速度や接触角を測定することにより、毛細管現象の挙動をより詳細に解明したい。