

夢実現プロジェクト成果報告

プロジェクト事業名：風力発電開発

4年 小塩歌月

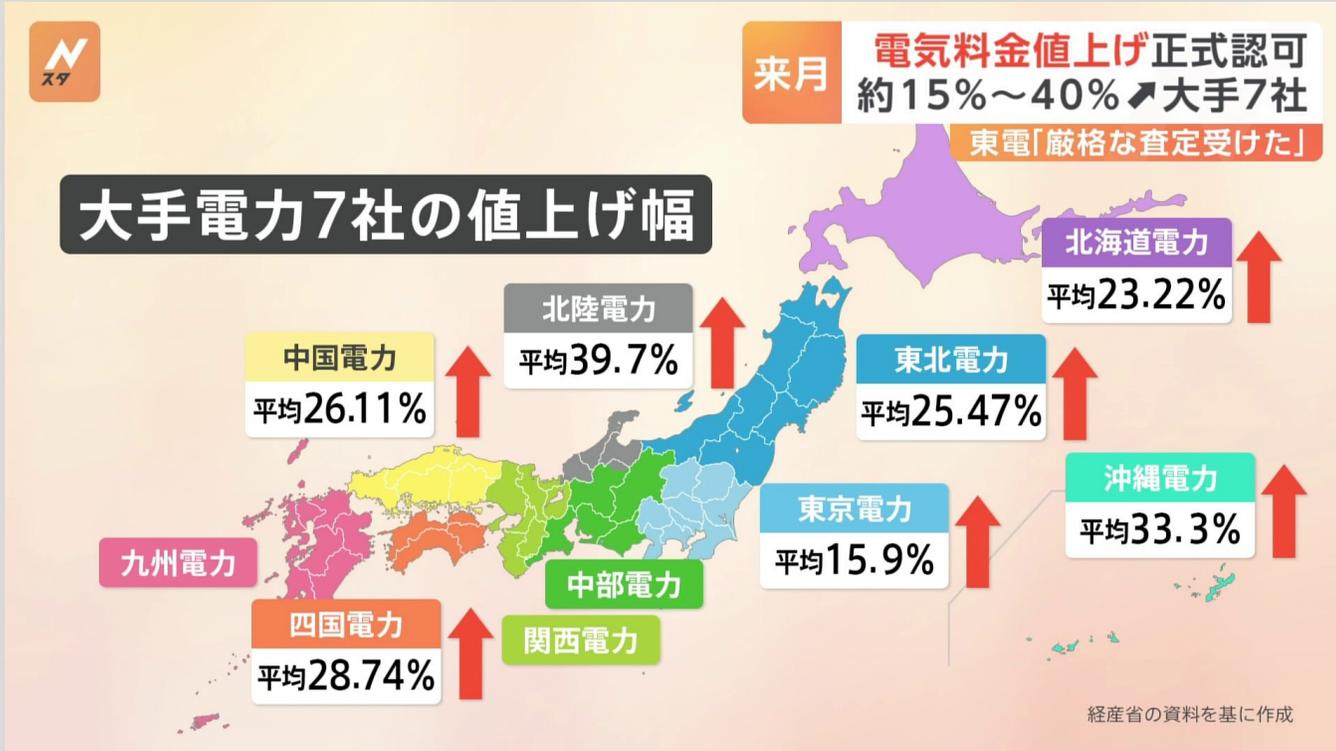
3年 平岡耕我



3つの背景



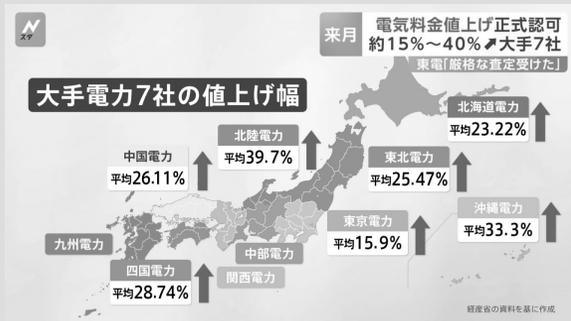
①電気代の高騰



<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/-/494449>



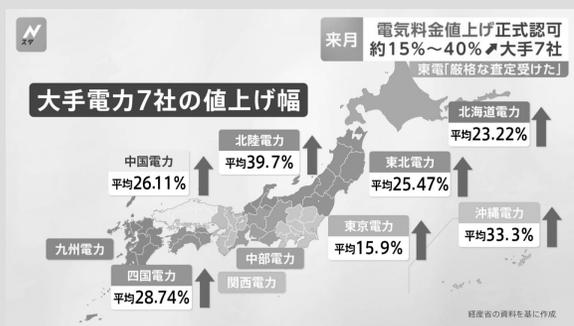
②化石燃料への依存



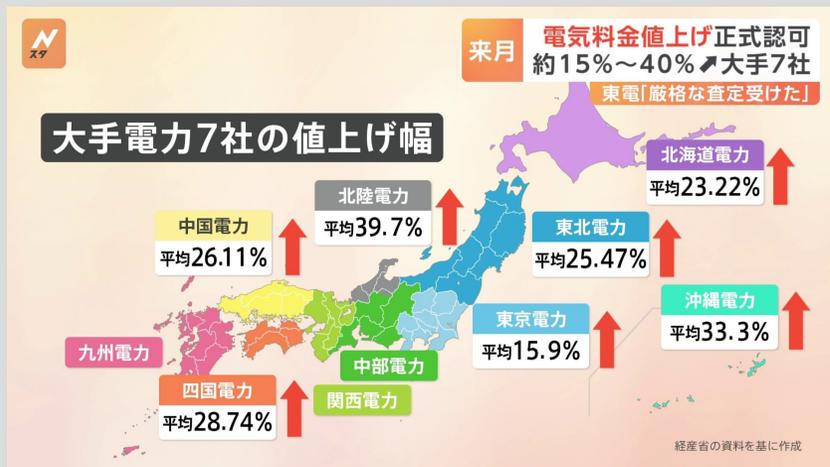
https://gurilabo.igrid.co.jp/wp-content/uploads/2022/04/AdobeStock_196117554-1-2048x1365.jpeg



③災害時の電力供給



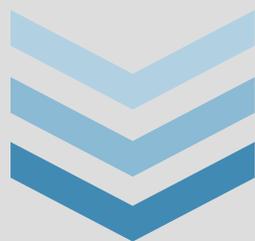
①電気代の高騰



②化石燃料への依存



③災害時の電力供給



再生可能エネルギー



再生可能エネルギー

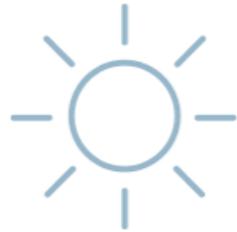
水力発電



風力発電



太陽熱利用



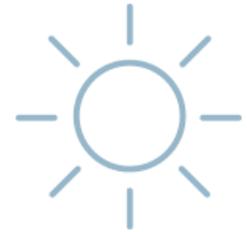
水力発電



地熱発電

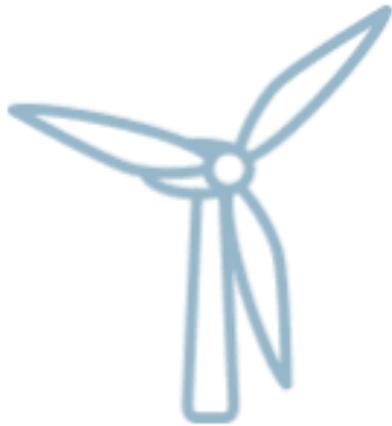


太陽熱利用



再生可能エネルギー

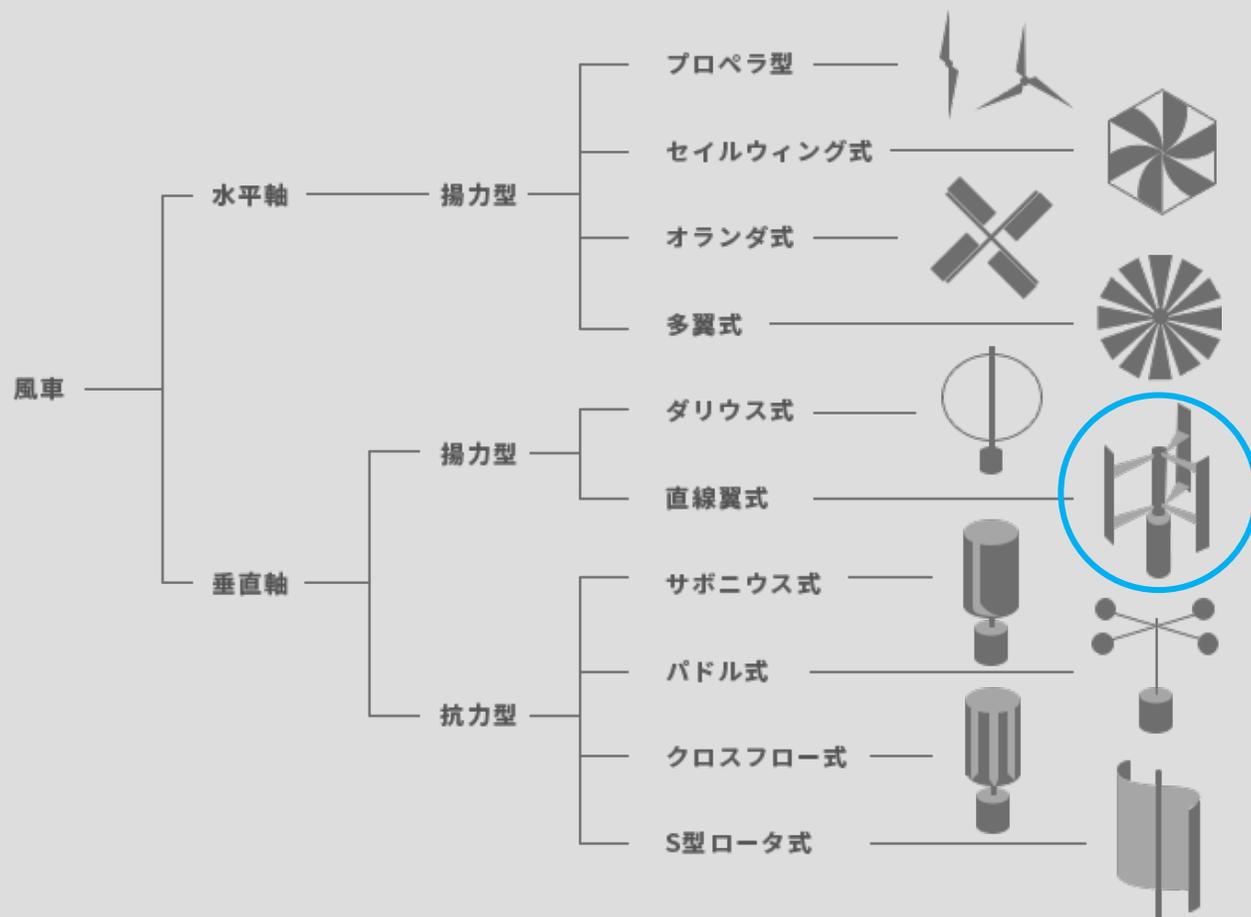
風力発電



- ▶ 設備が小規模で済むこと
- ▶ 天候にほとんど左右されないこと
- ▶ 風さえ吹けばどこでも・いつでも発電可能であること



風力発電

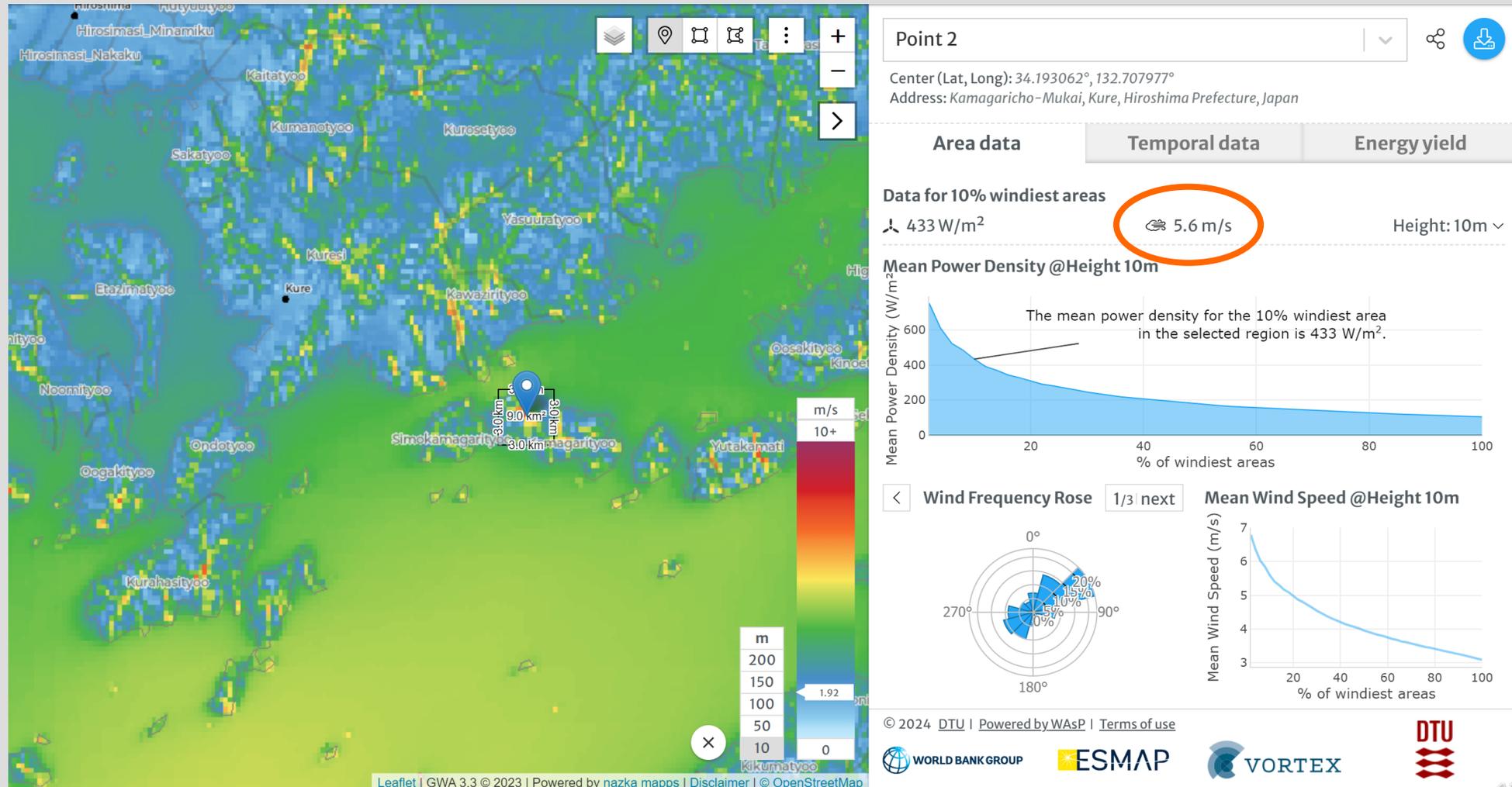


従来のタイプと比べて

- ▶ 風向の変化に強い
- ▶ 構造がシンプル
- ▶ 騒音が少ない
- ▶ コンパクト化しやすい



呉市の地理的特徴



【上蒲刈町】

<https://globalwindatlas.info/en>

活動の目的・目標

「呉市の災害に強いまちづくりに貢献すること」



「スマホ」の充電ができる発電システムを作る



製作プロセス



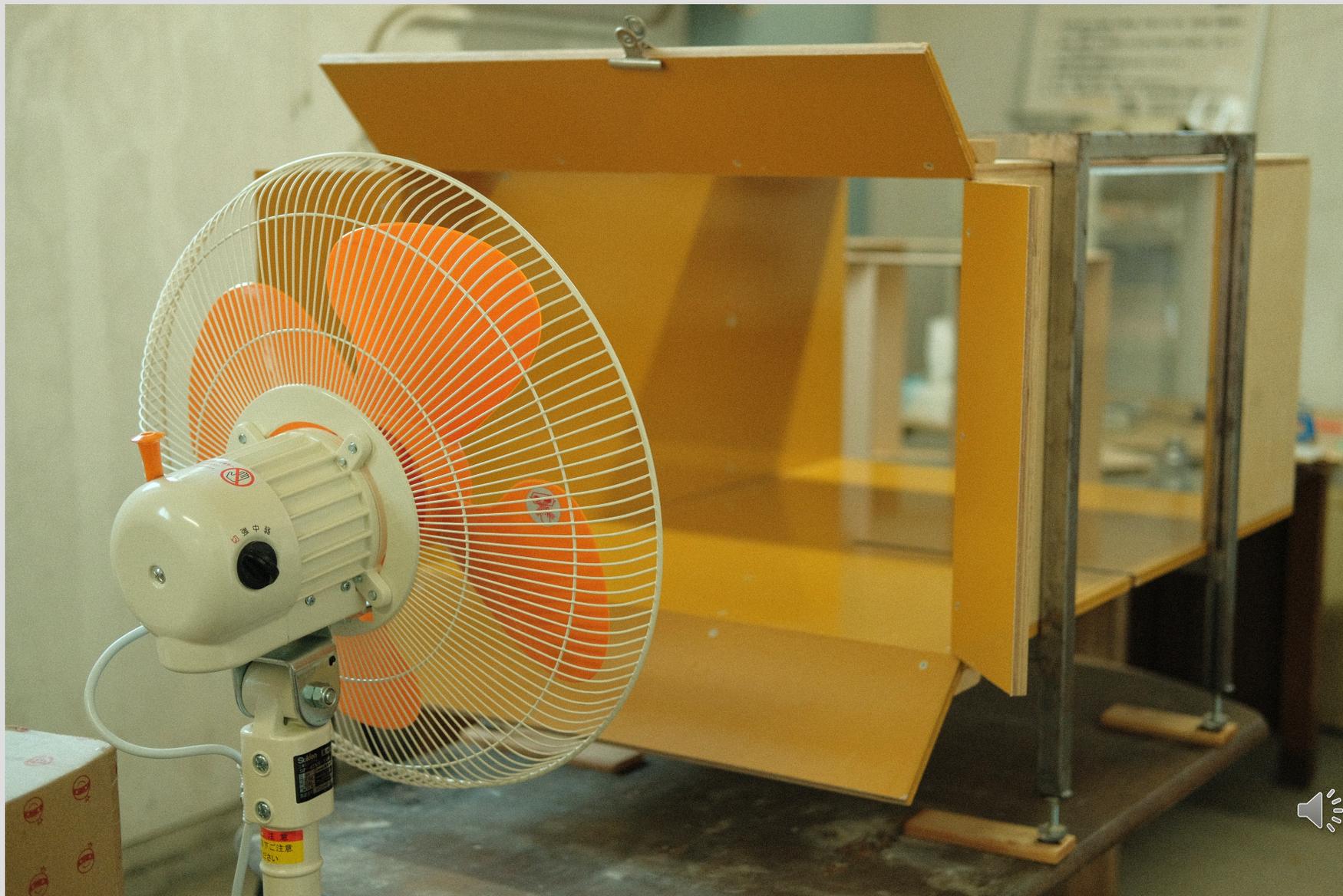
▶ 風洞装置の製作

10月

11月

12月

1月



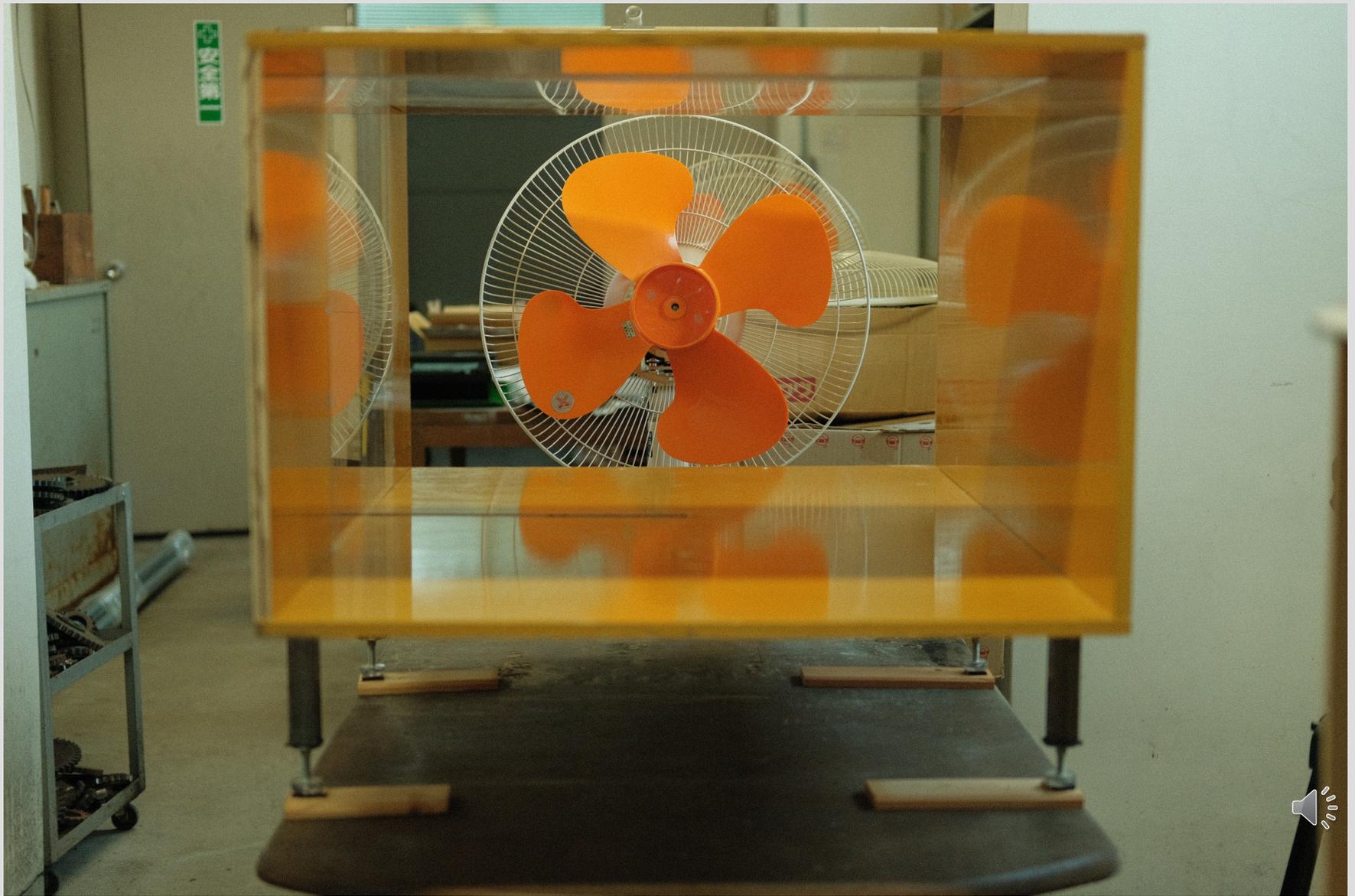
▶ 風洞装置の製作

10月

11月

12月

1月



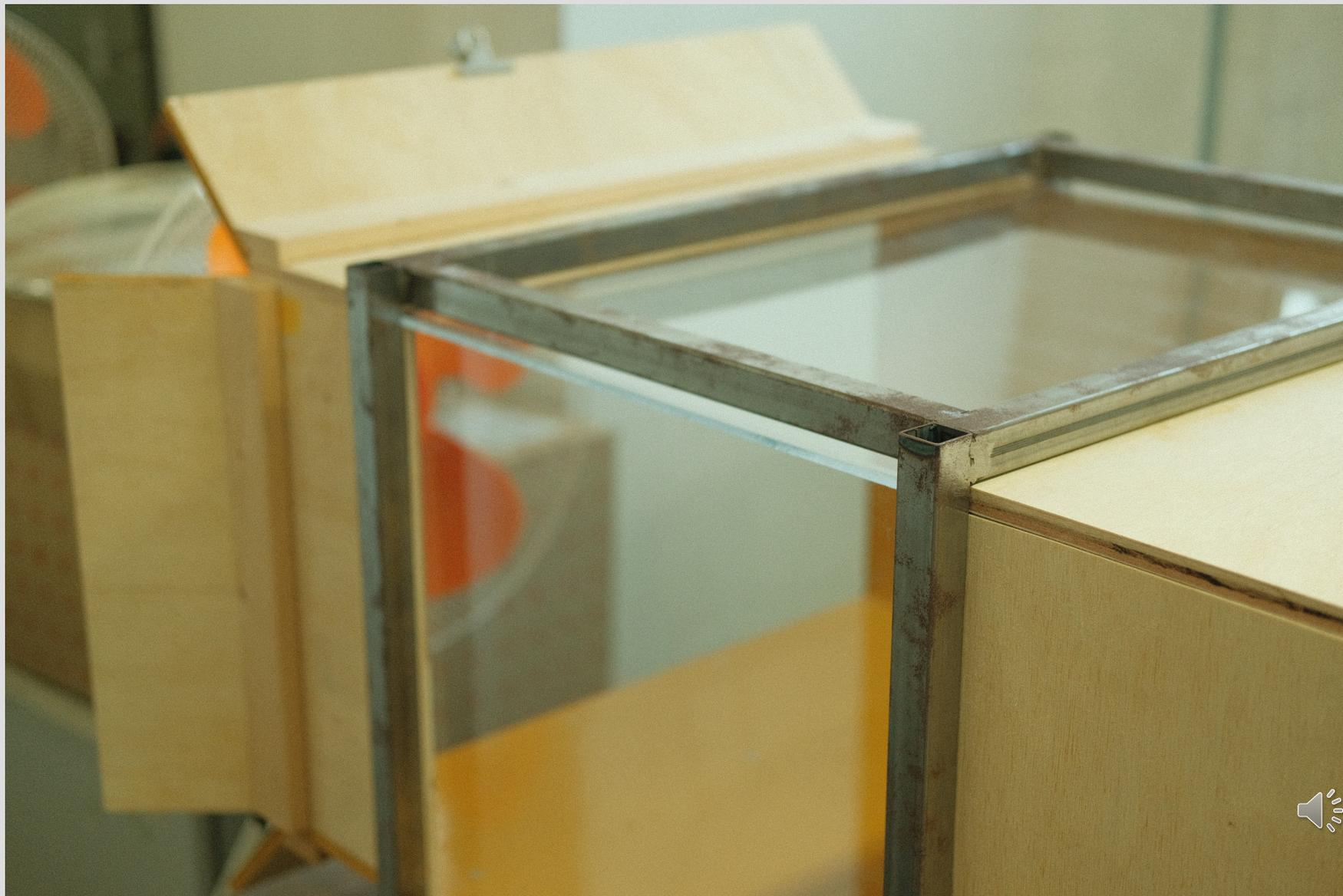
▶ 風洞装置の製作

10月

11月

12月

1月



10月

▶ パーツの3Dプリント開始

11月

12月

1月



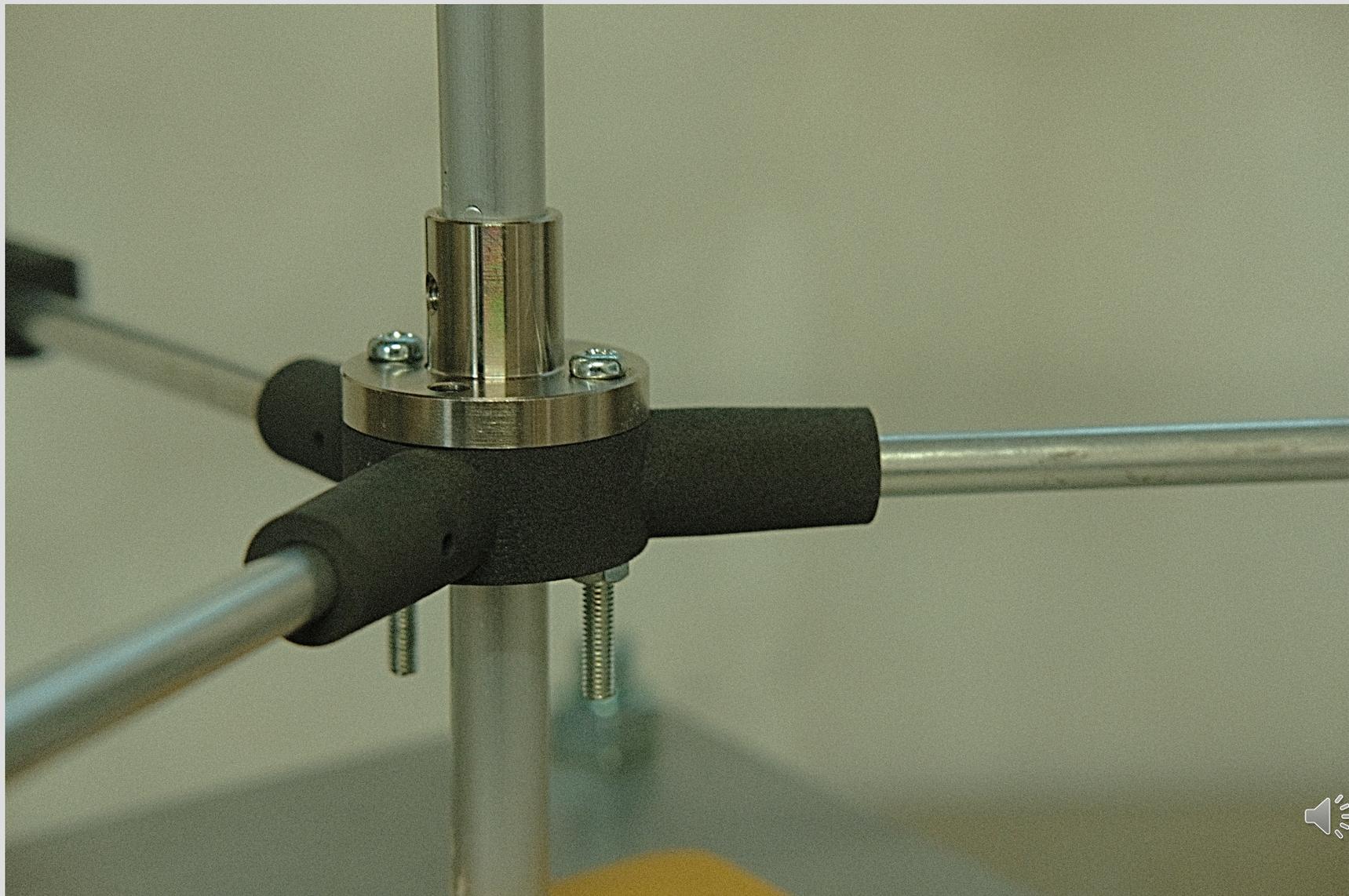
10月

▶ パーツの3Dプリント開始

11月

12月

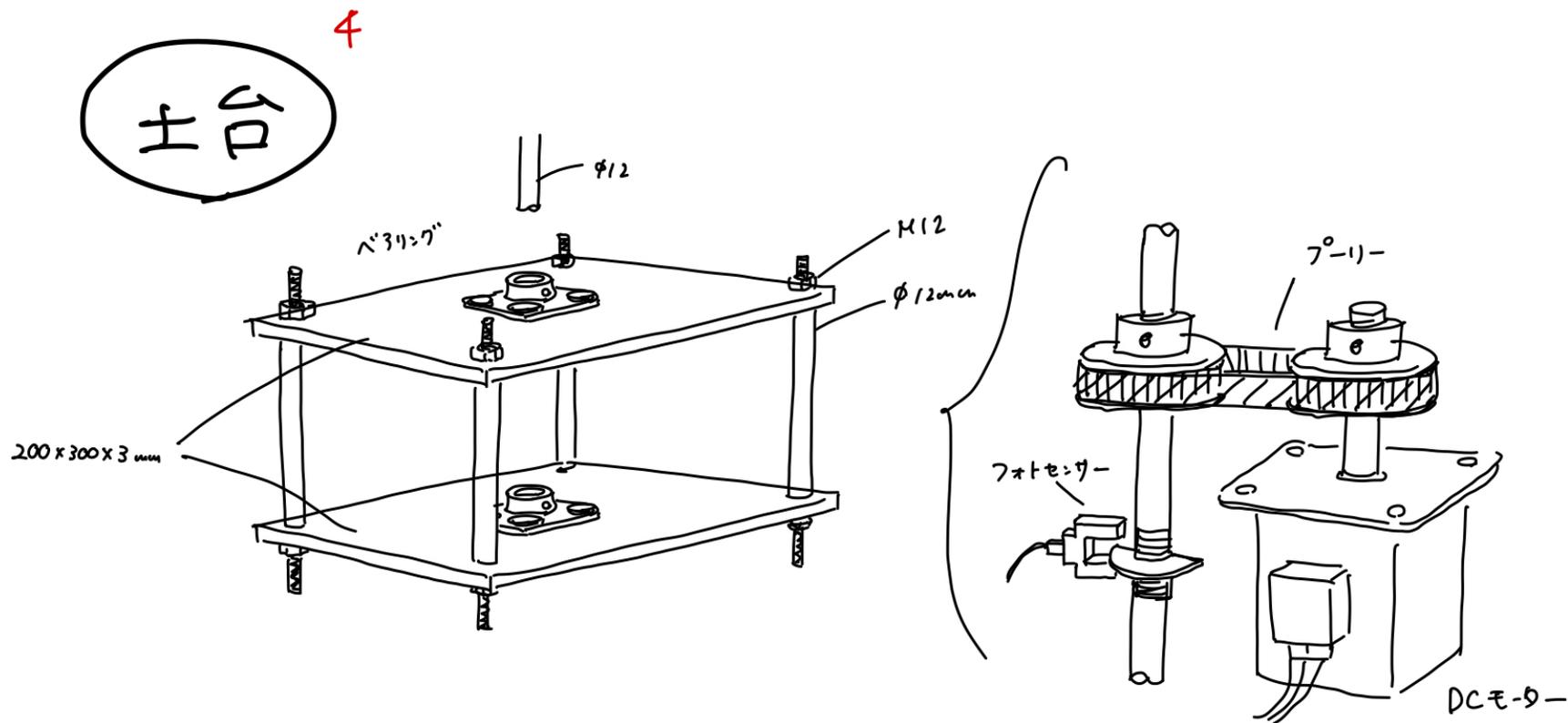
1月



10月

▶ 風車土台の製作

11月



12月

1月



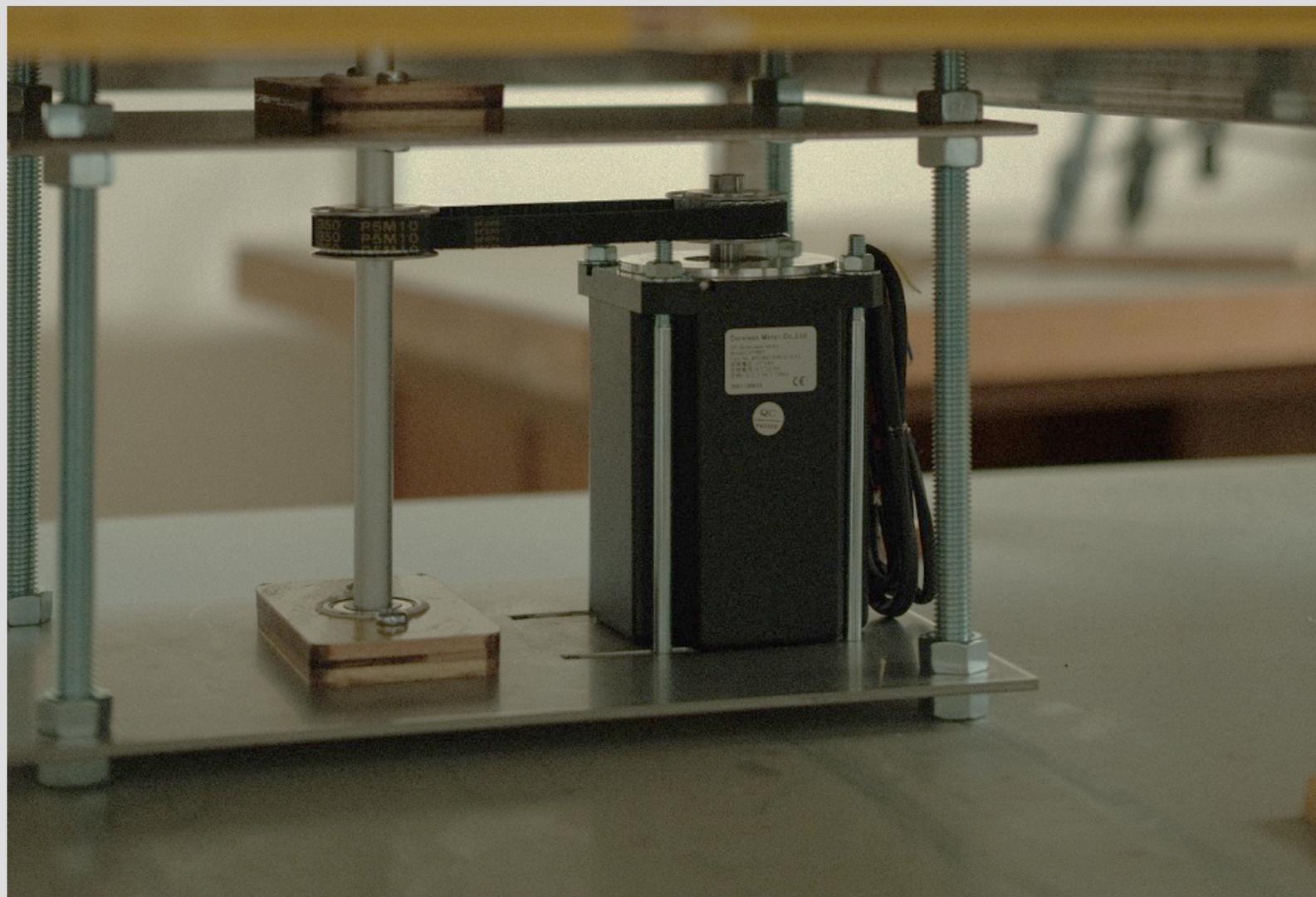
▶ ブレード土台の製作

10月

11月

12月

1月



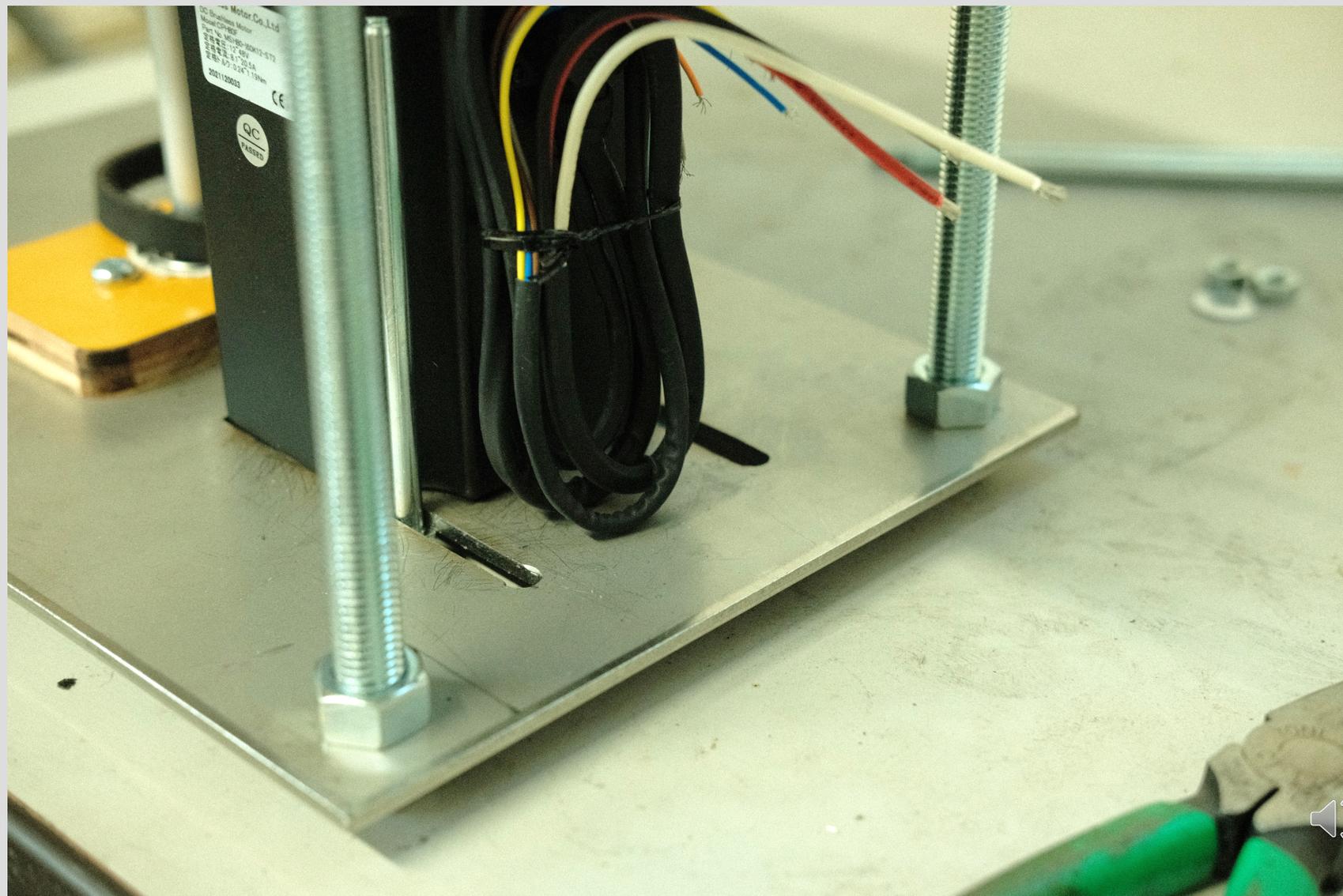
▶ ブレード土台の製作

10月

11月

12月

1月



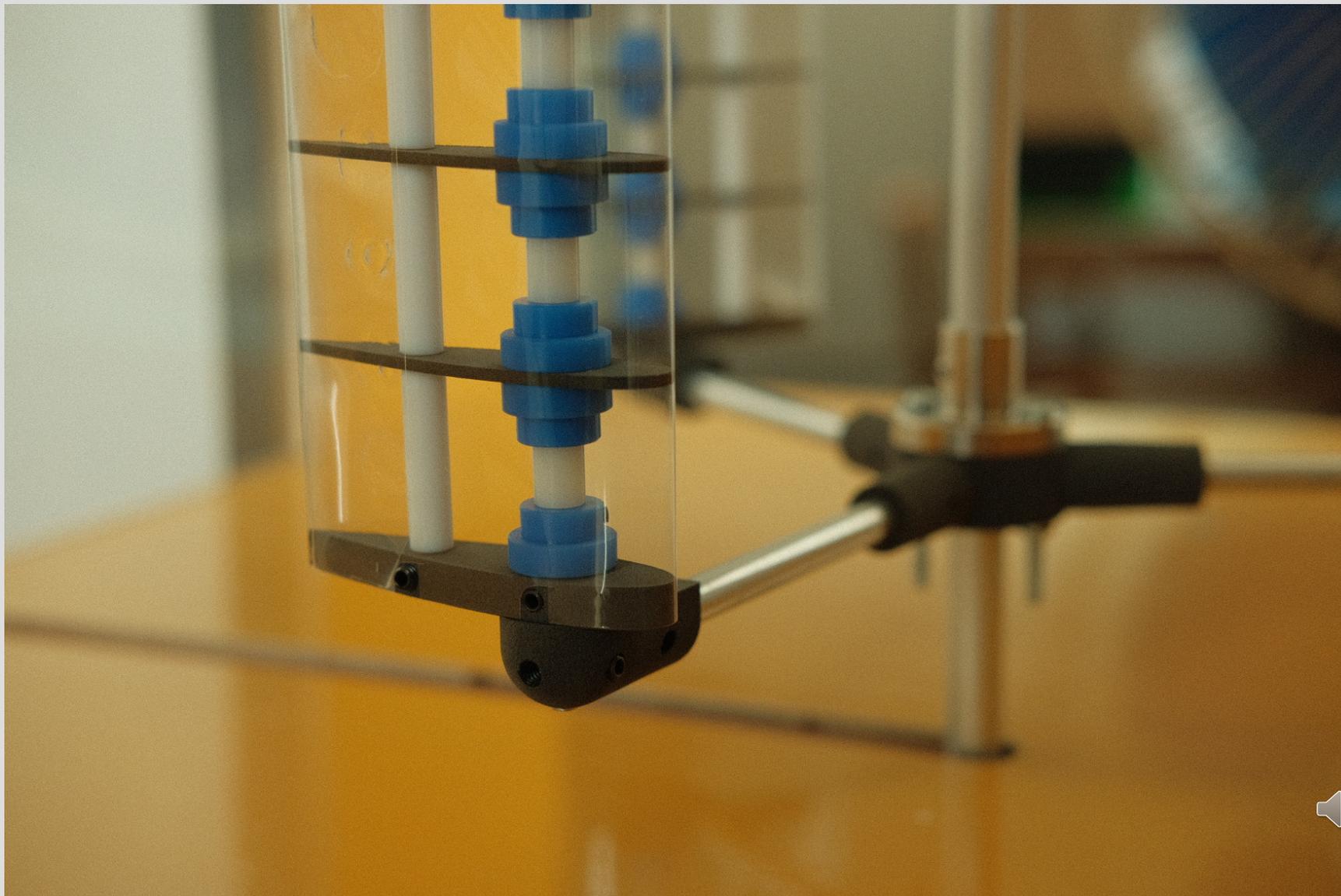
▶ ブレードの製作

10月

11月

12月

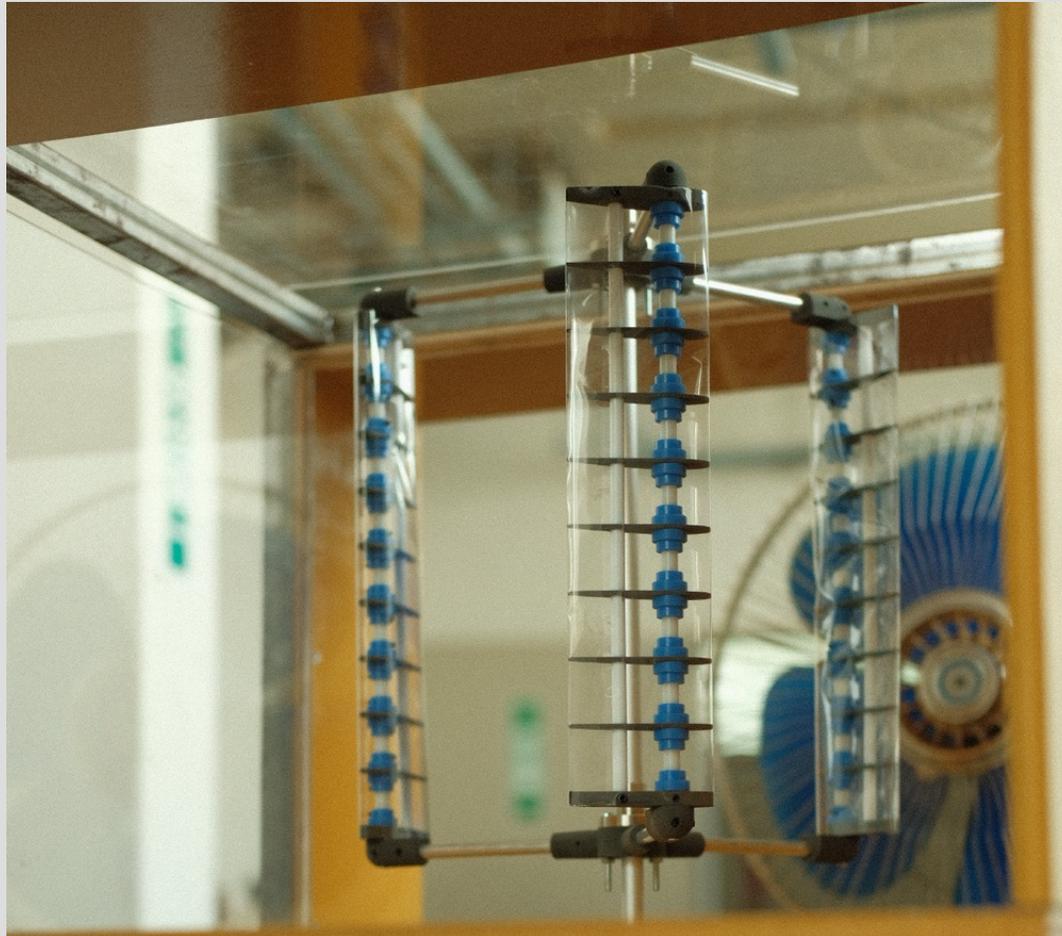
1月



10月

▶ ブレードの製作

11月



12月

1月

→回転方向が定まらず上手く回転しない



10月

▶ 改善策① ベアリングの改良

11月



12月

旧：回転が鈍く回りにくい

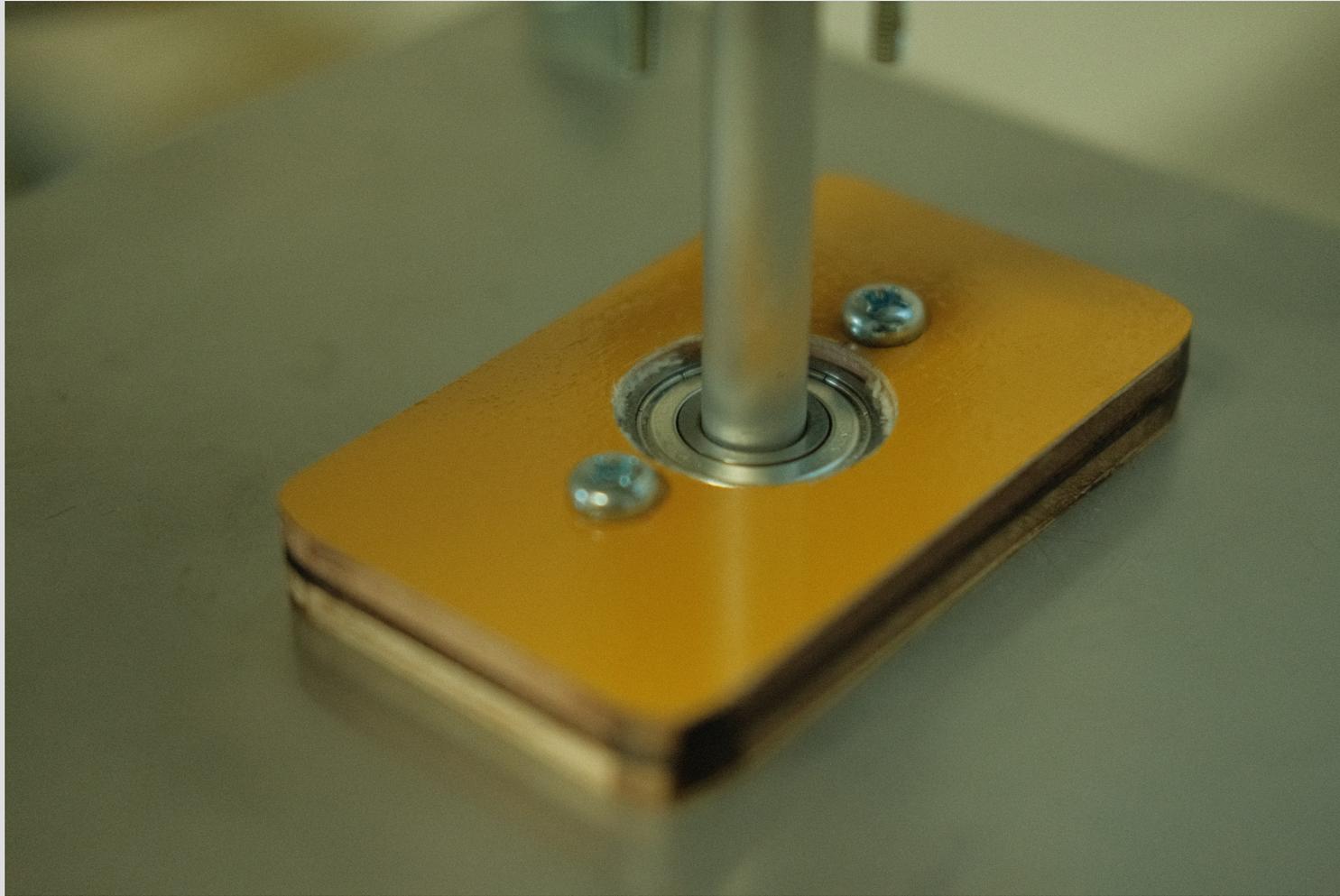
1月



10月

▶ 改善策① ベアリングの改良

11月



12月

1月

→よりスムーズな回転が可能に



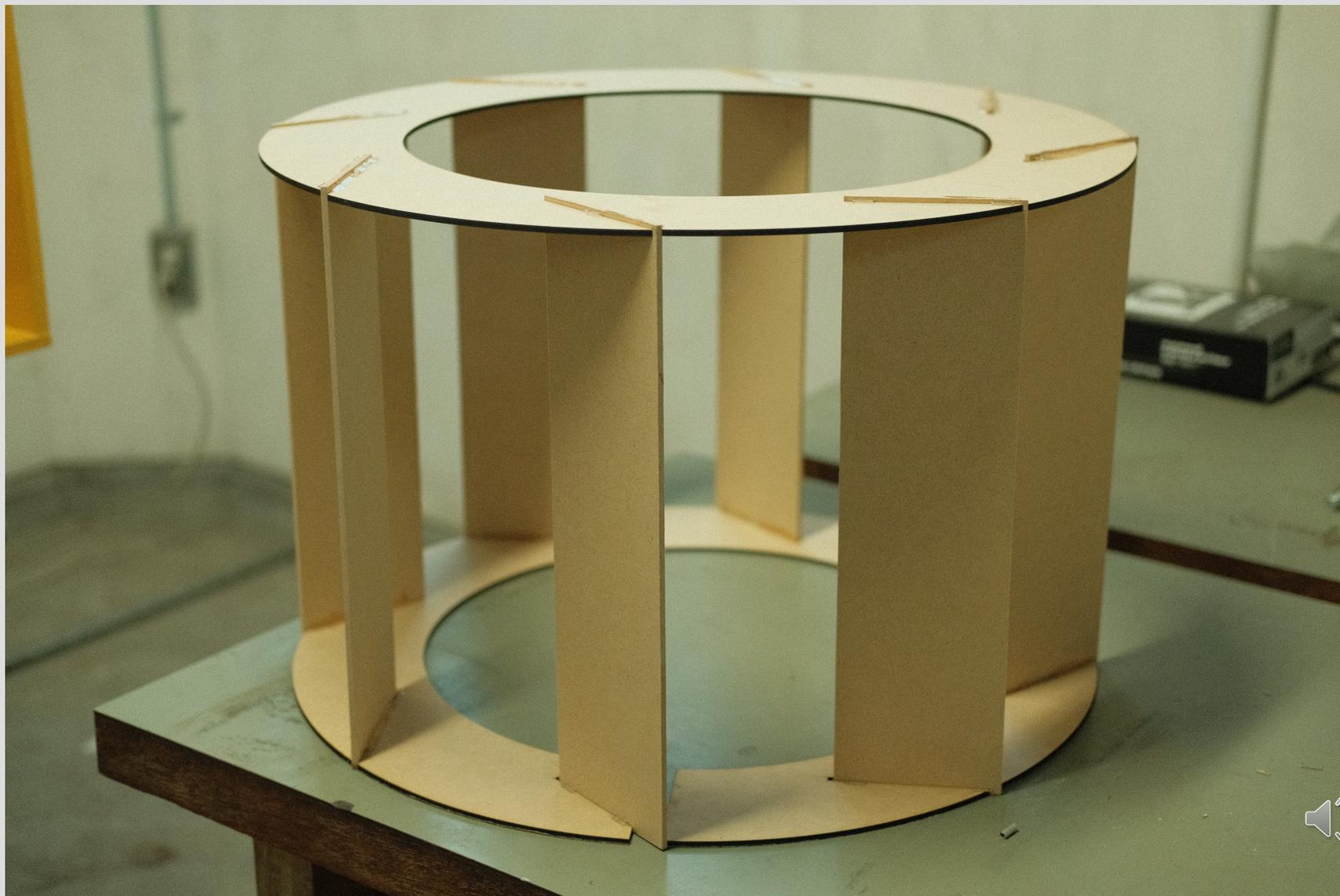
▶ 改善策② 集風板の製作

10月

11月

12月

1月



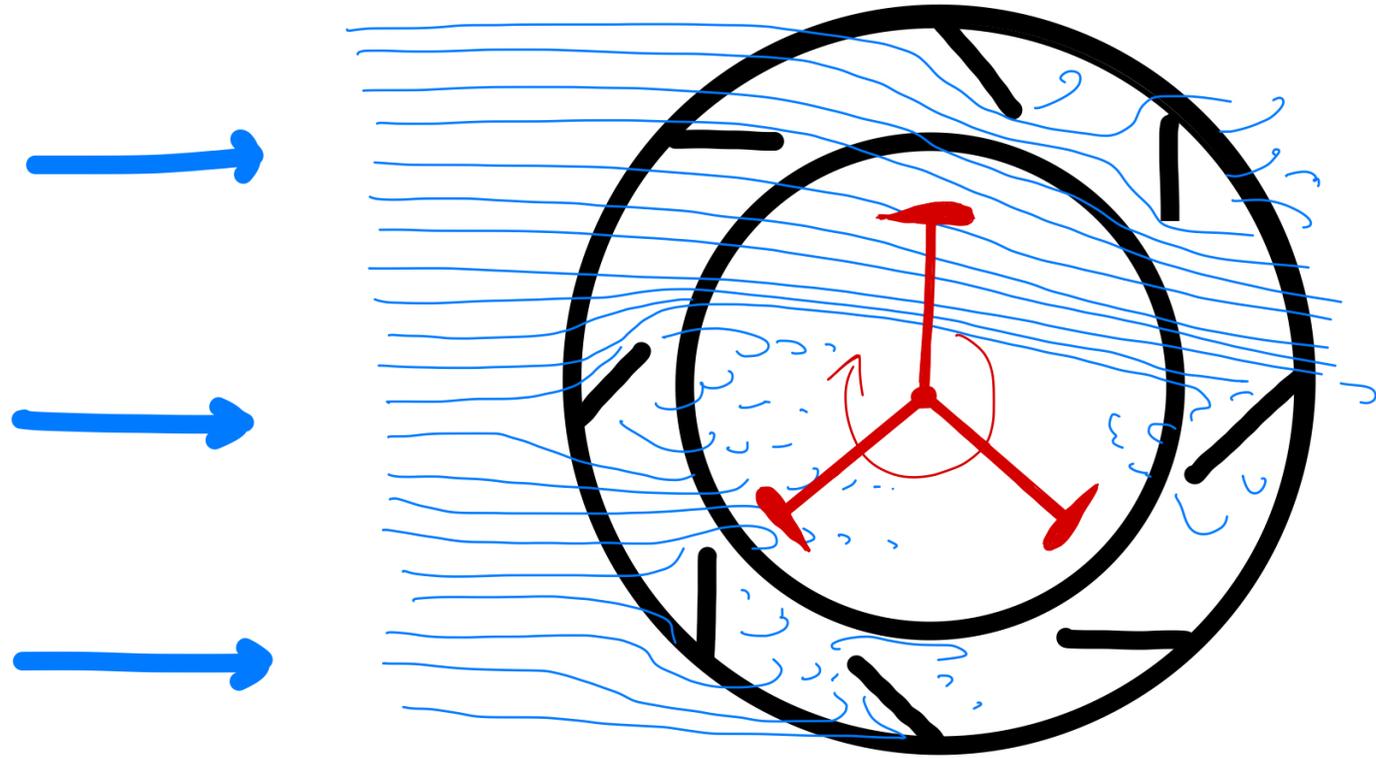
▶ 集風板の製作

10月

11月

12月

1月



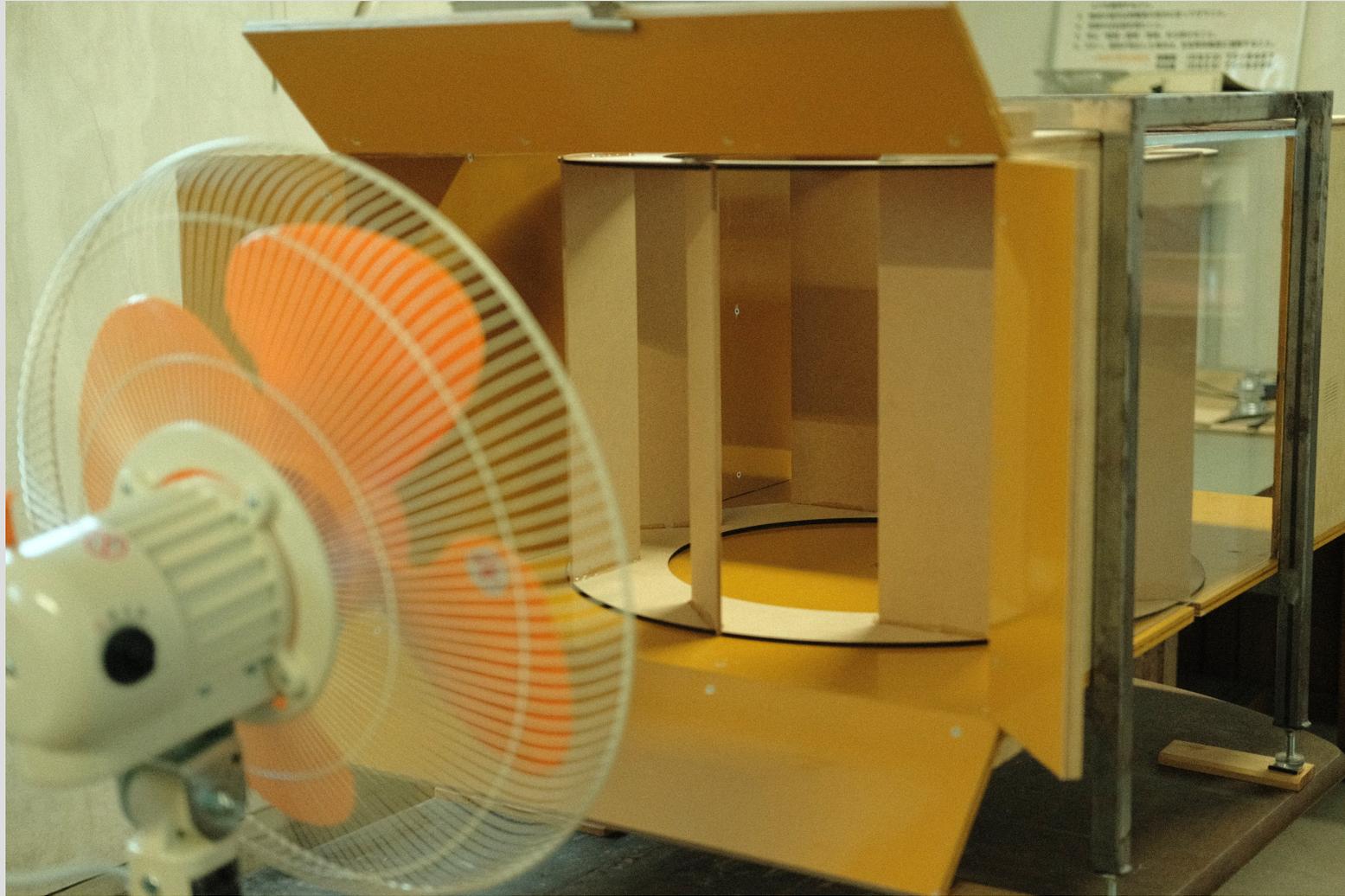
▶ 集風板の製作

10月

11月

12月

1月



→ 風が思い通りに進まずあまり効果なし



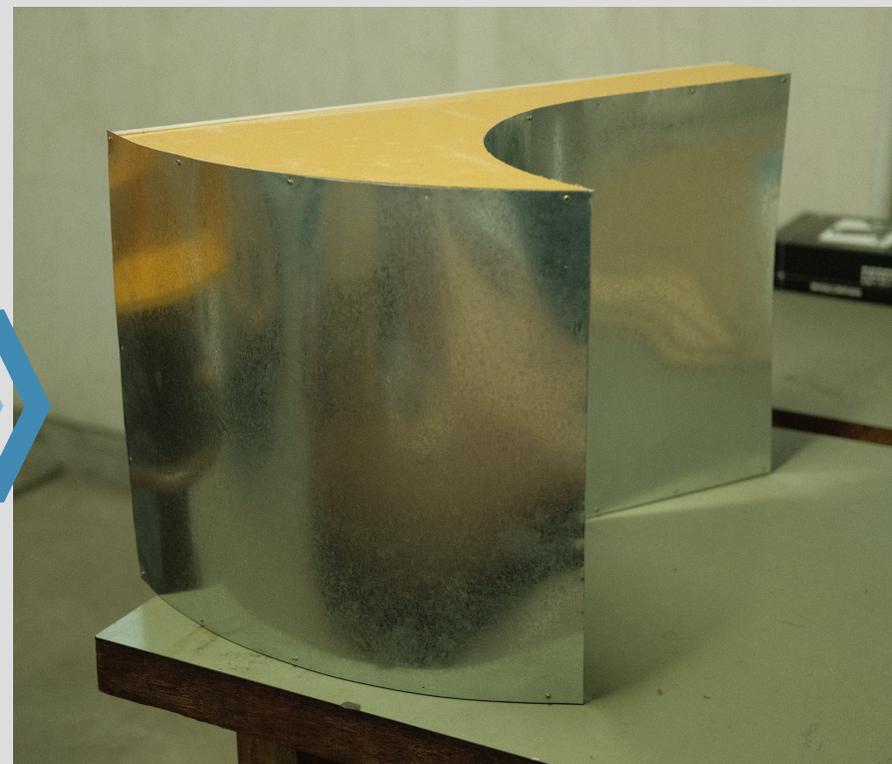
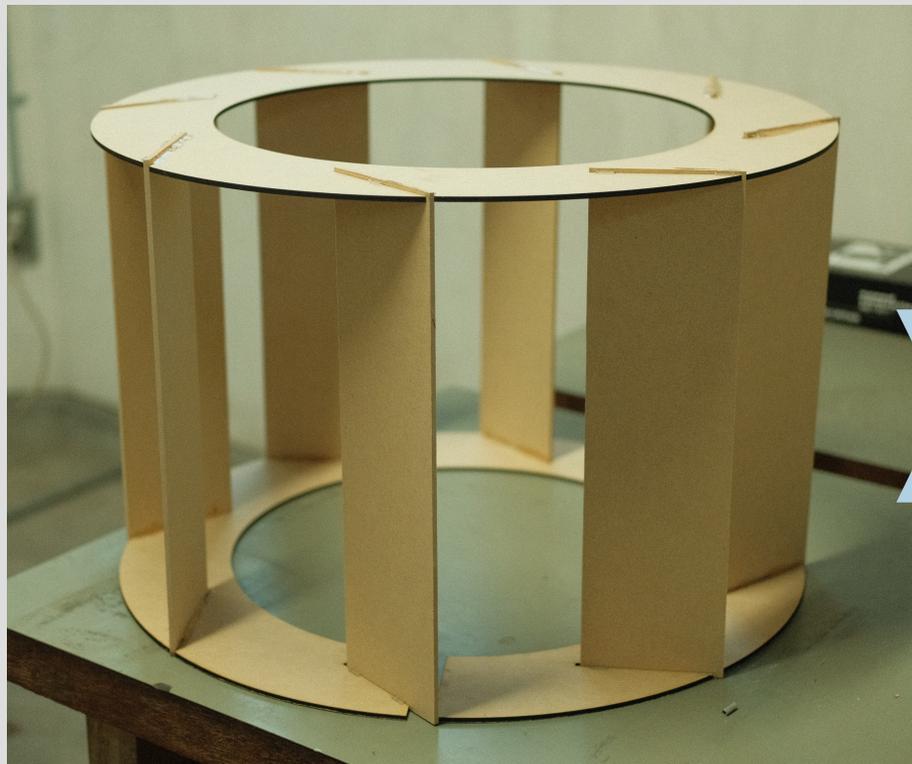
10月

▶ 集風板の改良

11月

12月

1月



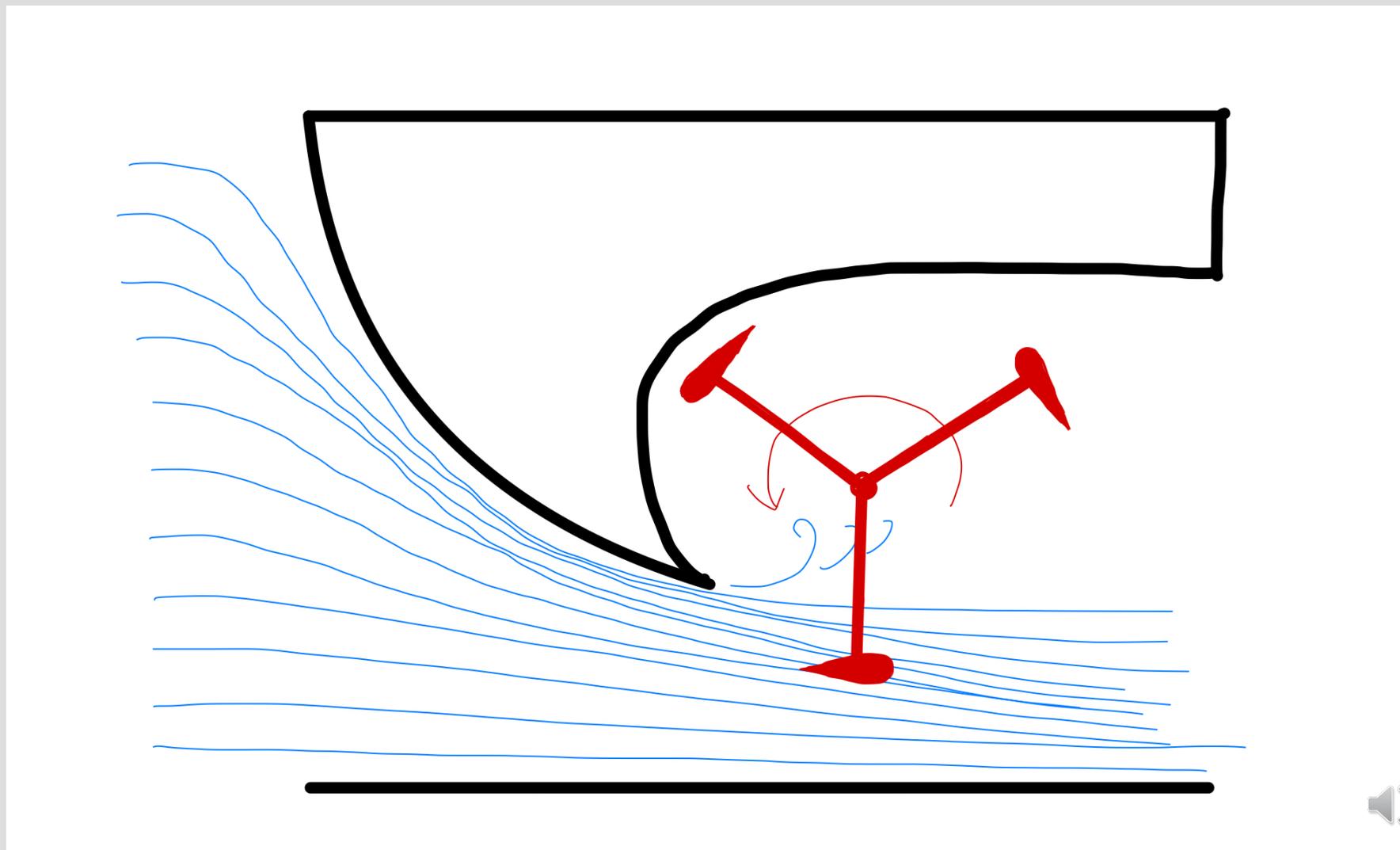
▶ 集風板の改良

10月

11月

12月

1月



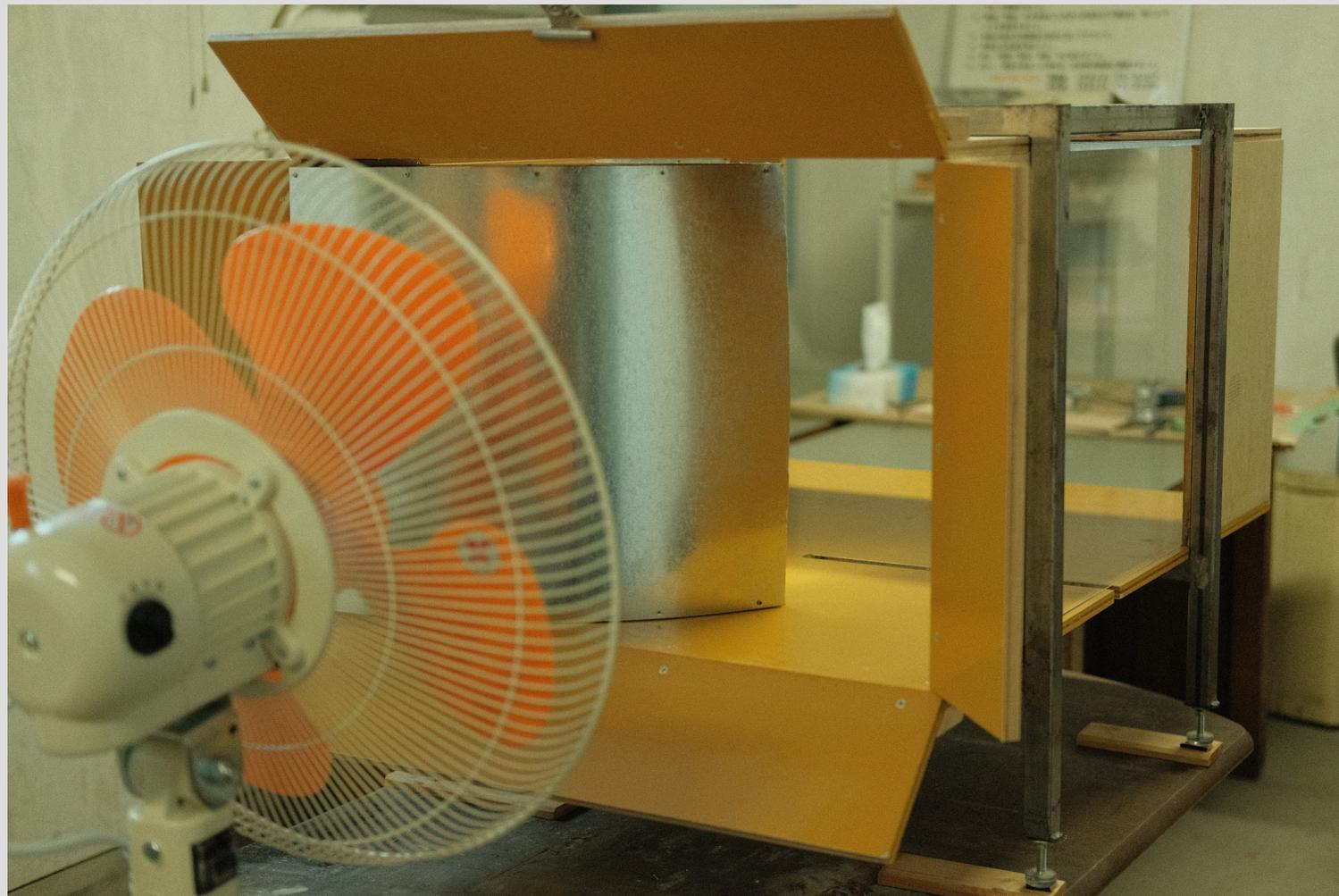
10月

▶ 集風板の改良

11月

12月

1月



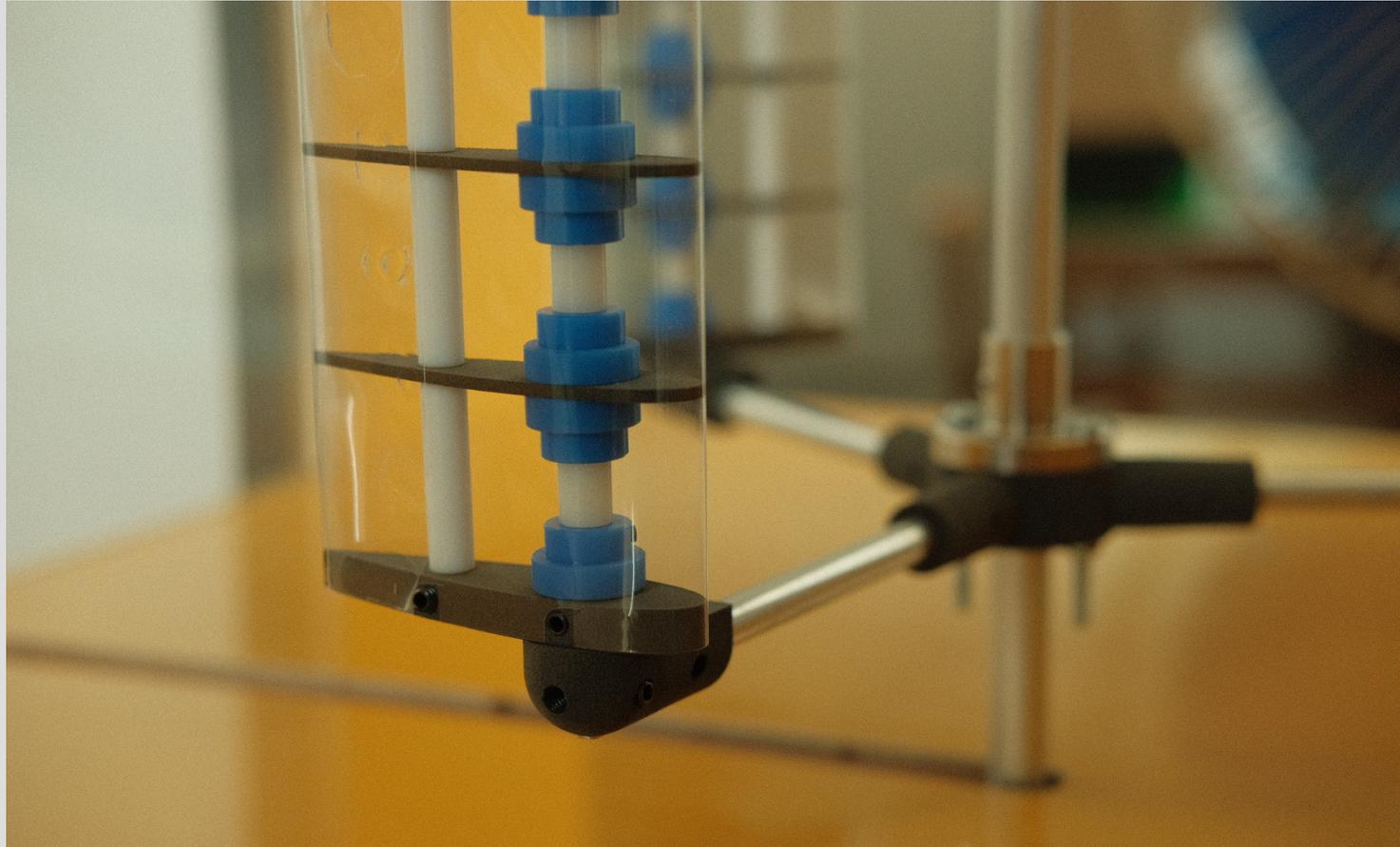
→ 回転方向が明確になり上手く回転するように



10月

▶ 改善策③ ブレードの改良

11月



12月

1月

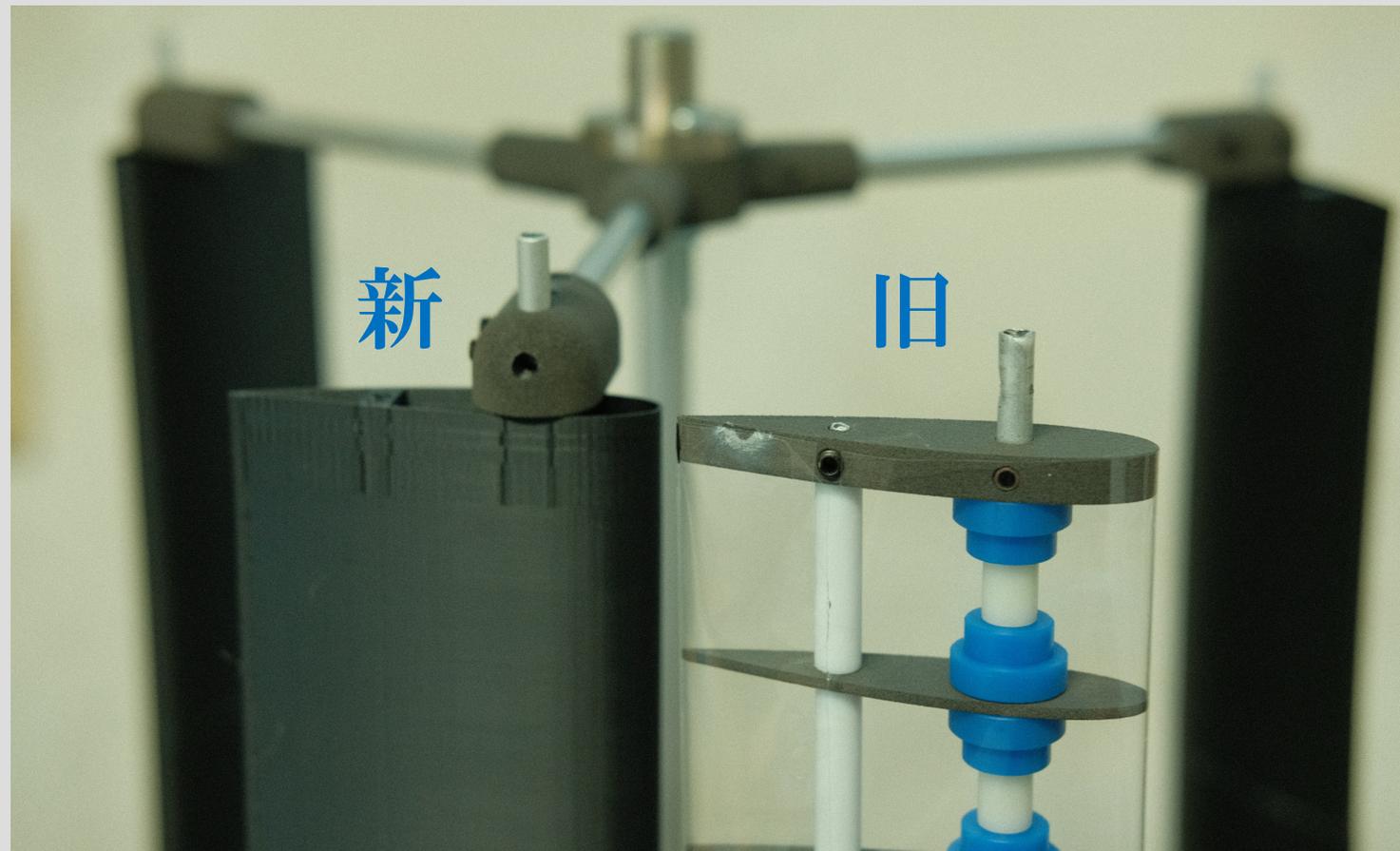
→ブレードが重すぎることが原因と考えた



10月

▶ 改善策③ ブレードの改良

11月



12月

1月

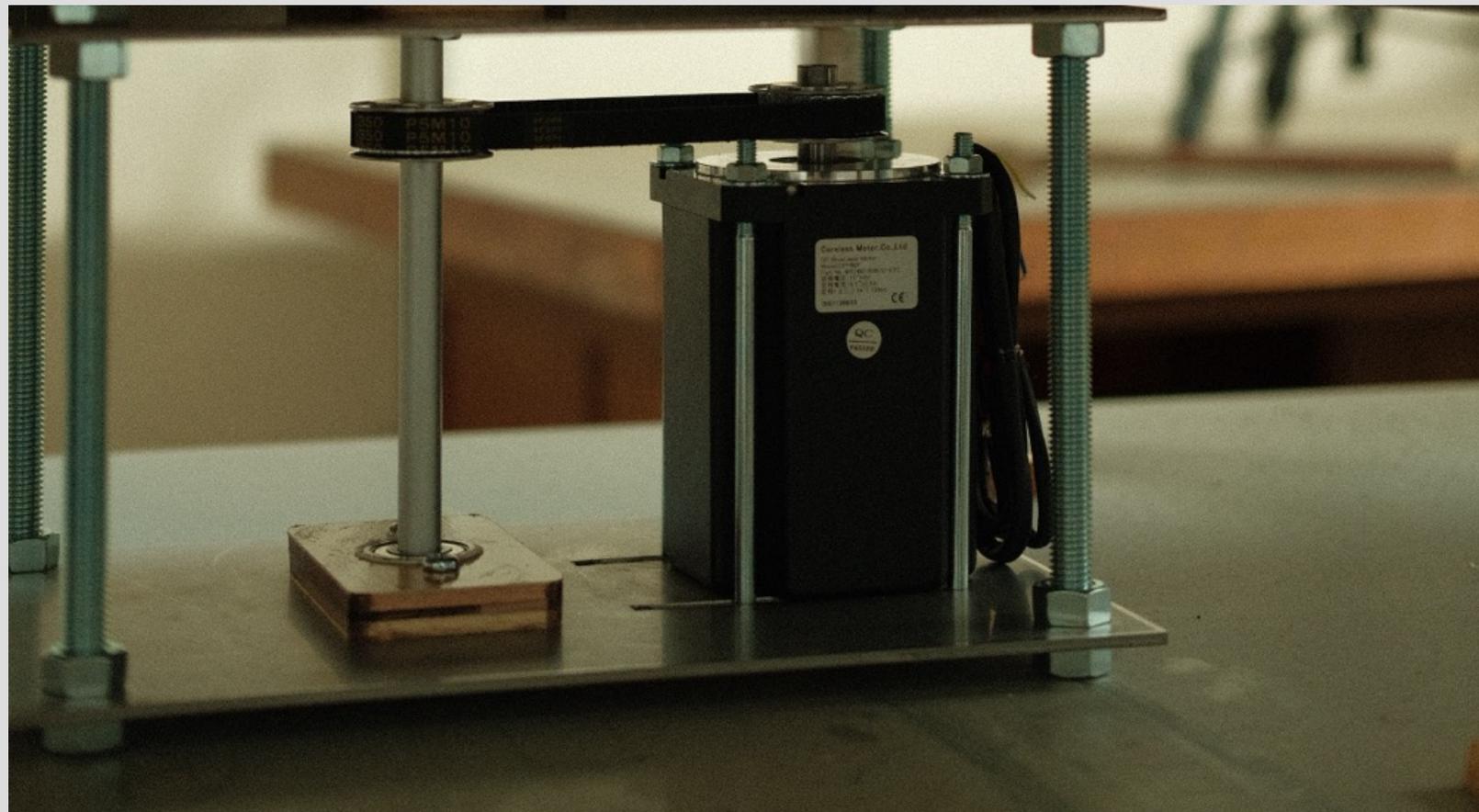
→重量が半分以下になり精度も高まった



10月

▶ 改善策④ ギアの改良

11月



12月

1月

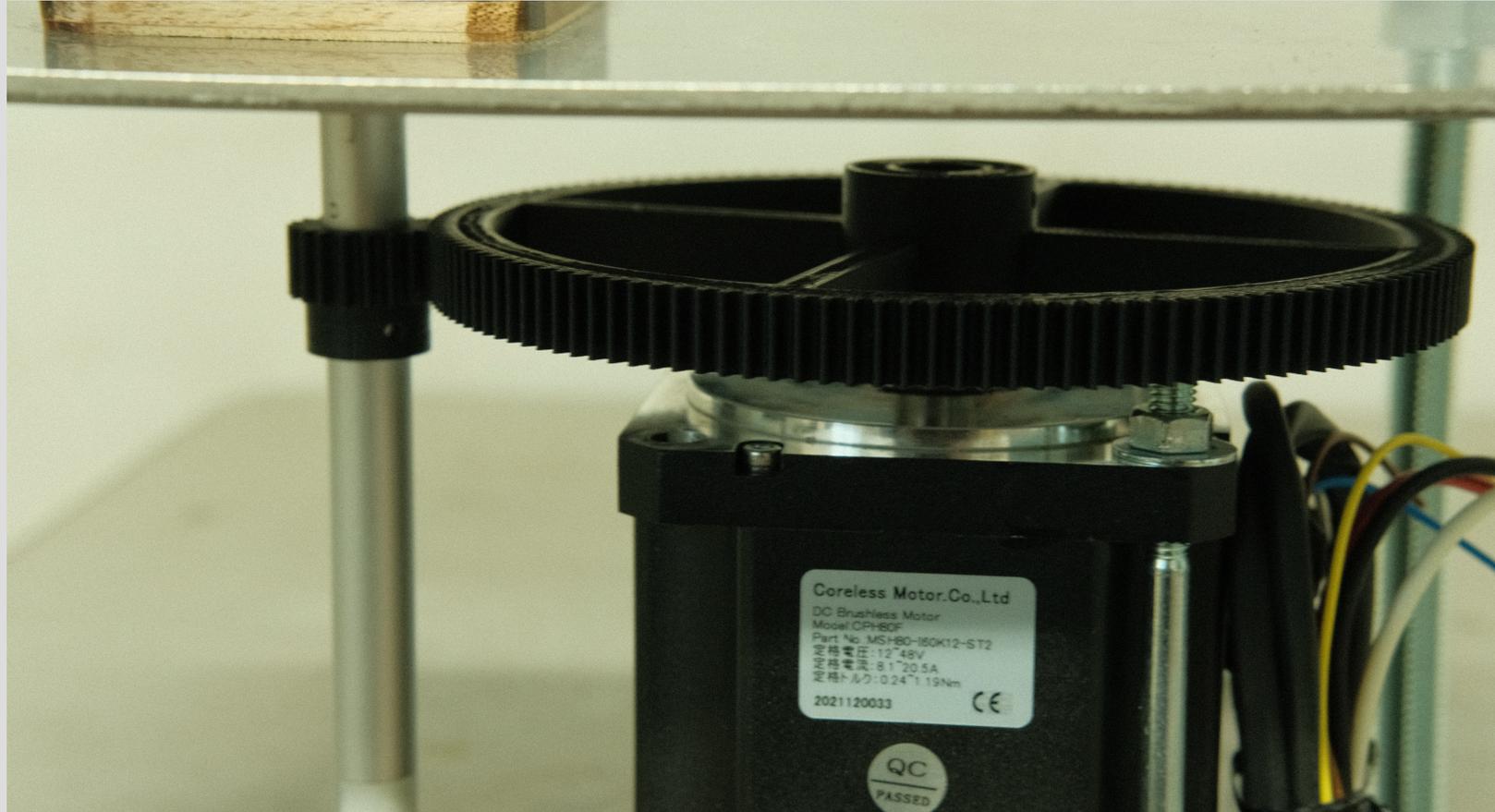
→モーターの負荷が高く、風車が回りづらい



10月

▶ 改善策④ ギアの改良

11月



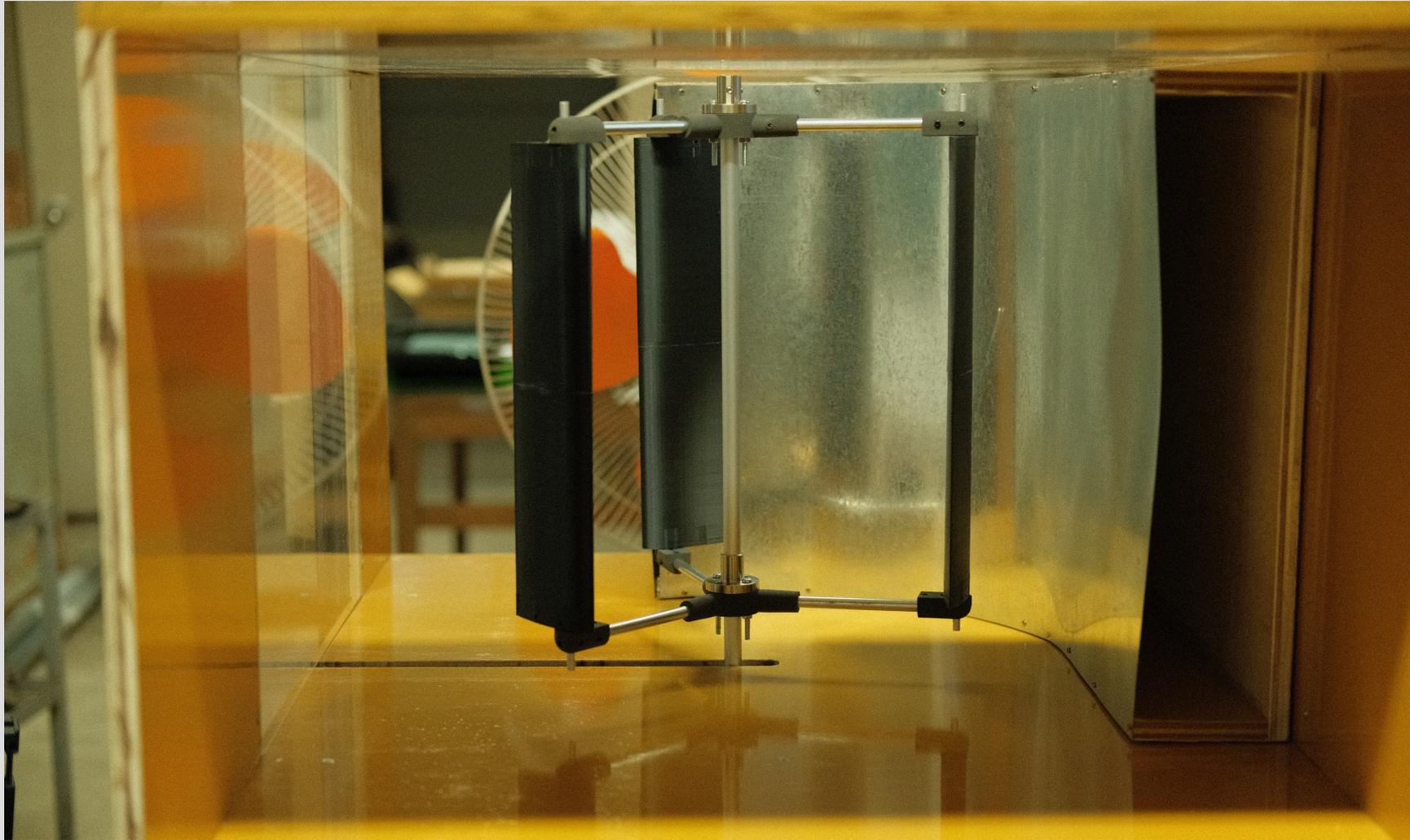
12月

1月

→ギア比を変えてモーターによる負荷を削減



最終形



風車のサイズ:半径150mm, 高さ300mm



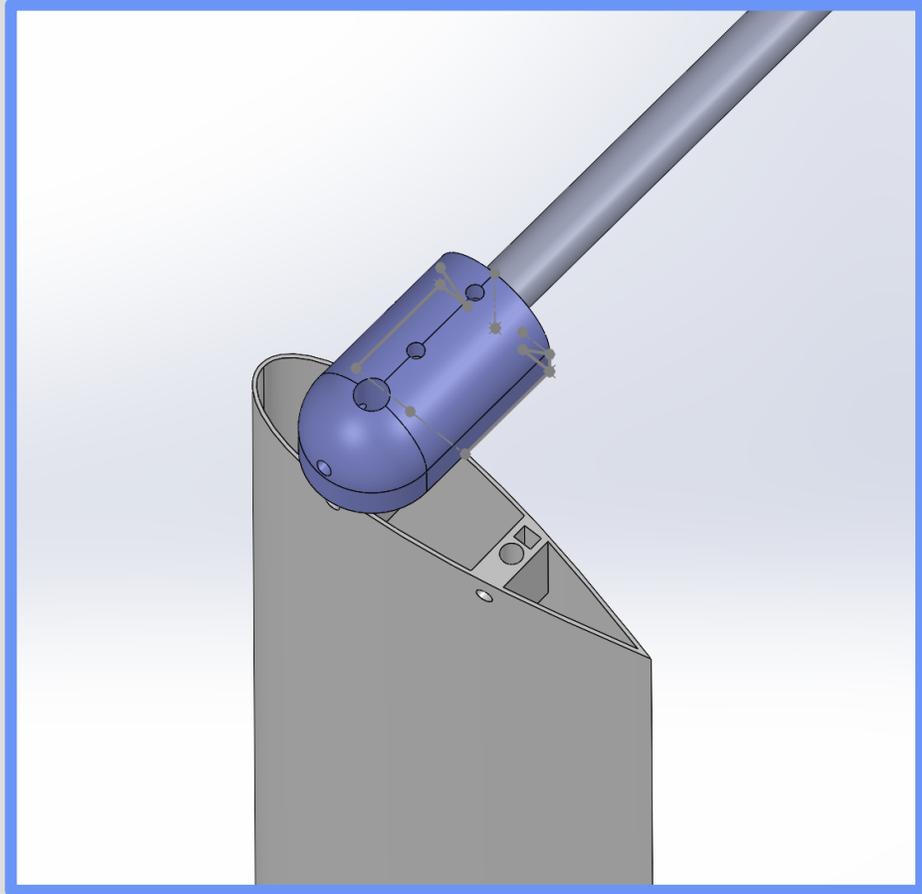
最終形



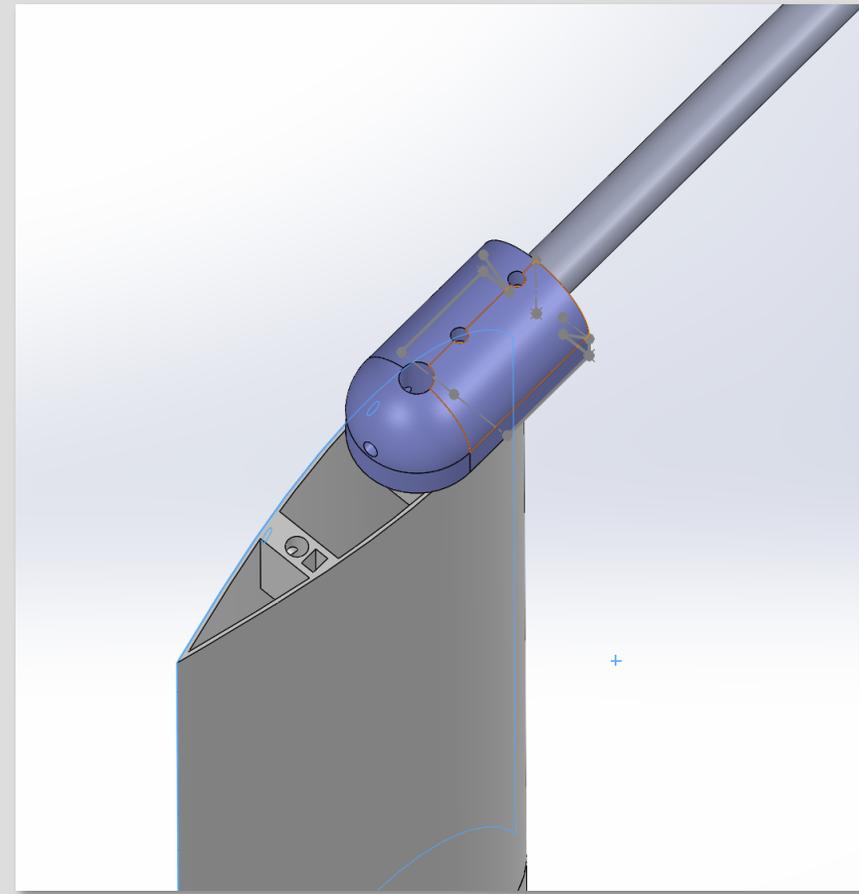
実験と結果



ブレード 2パターンの対象実験



①ブレードを閉じた場合

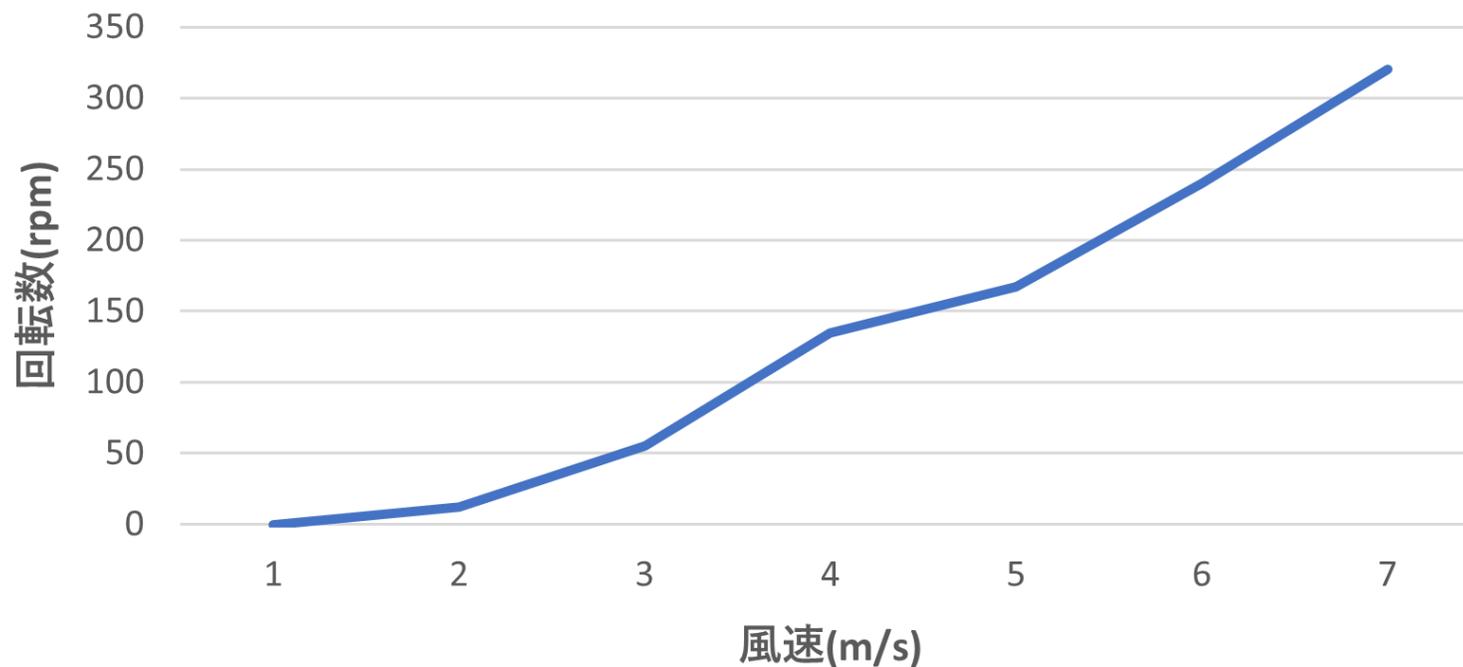


②ブレードを開いた場合



①ブレードを閉じた場合

風速と回転数の関係

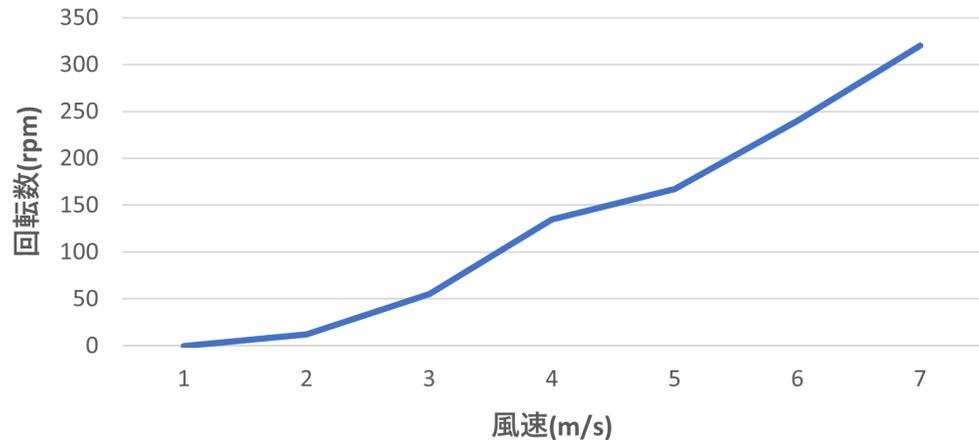


風速 (m /s)	1	2	3	4	5	6	7
回転数 (rpm)	0	12	55	135	167	240	320



①ブレードを閉じた場合

風速と回転数の関係



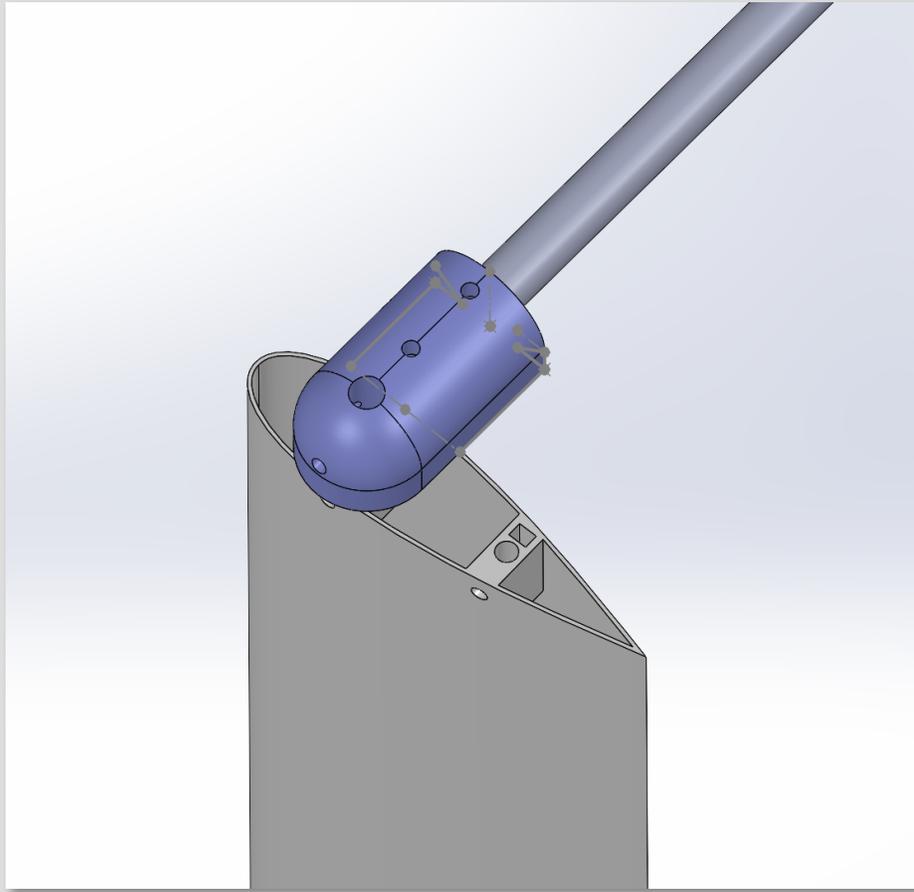
風速 (m /s)	1	2	3	4	5	6	7
回転数 (rpm)	0	12	55	135	167	240	320

【ブレードを閉じた場合の特徴】

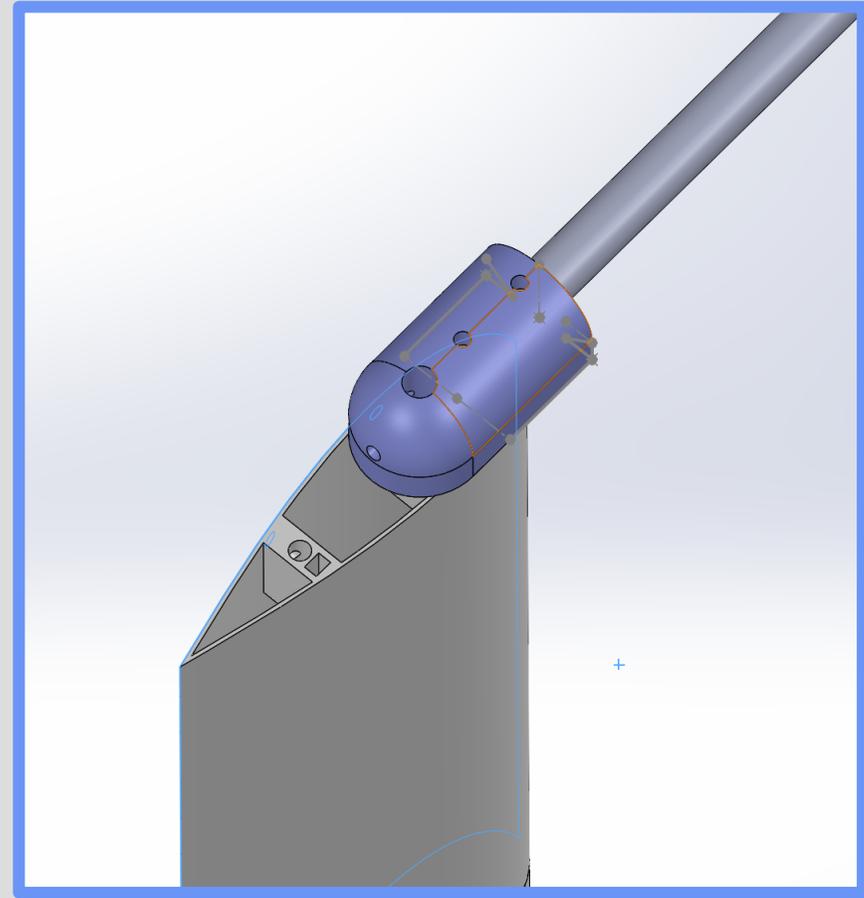
- ▶ 回転開始に時間がかかる
- ▶ 微風ではほとんど回転しない
- ▶ 4m/sを超えると回転が安定する



ブレード 2パターンの対象実験



①ブレードを閉じた場合

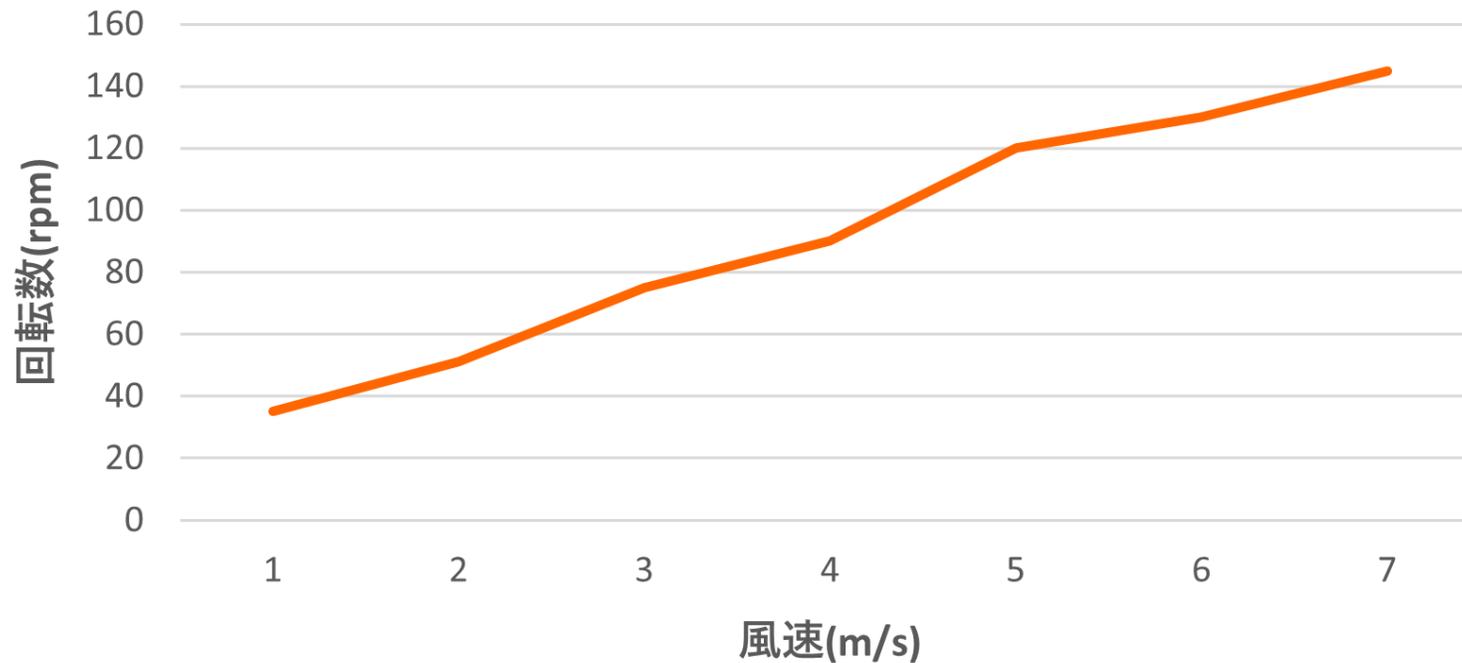


②ブレードを開いた場合



②ブレードを開いた場合

風速と回転数の関係

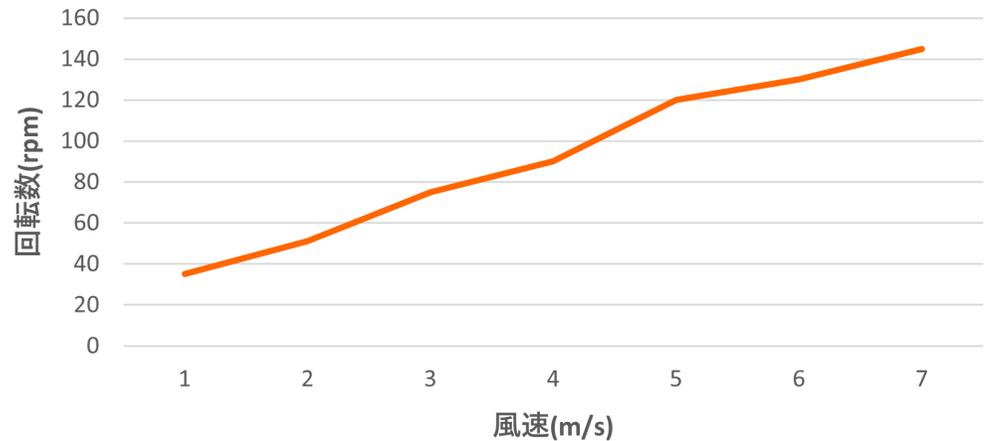


風速 (m /s)	1	2	3	4	5	6	7
回転数 (rpm)	35	51	75	90	120	130	145



②ブレードを開いた場合

風速と回転数の関係



風速 (m /s)	1	2	3	4	5	6	7
回転数 (rpm)	35	51	75	90	120	130	145

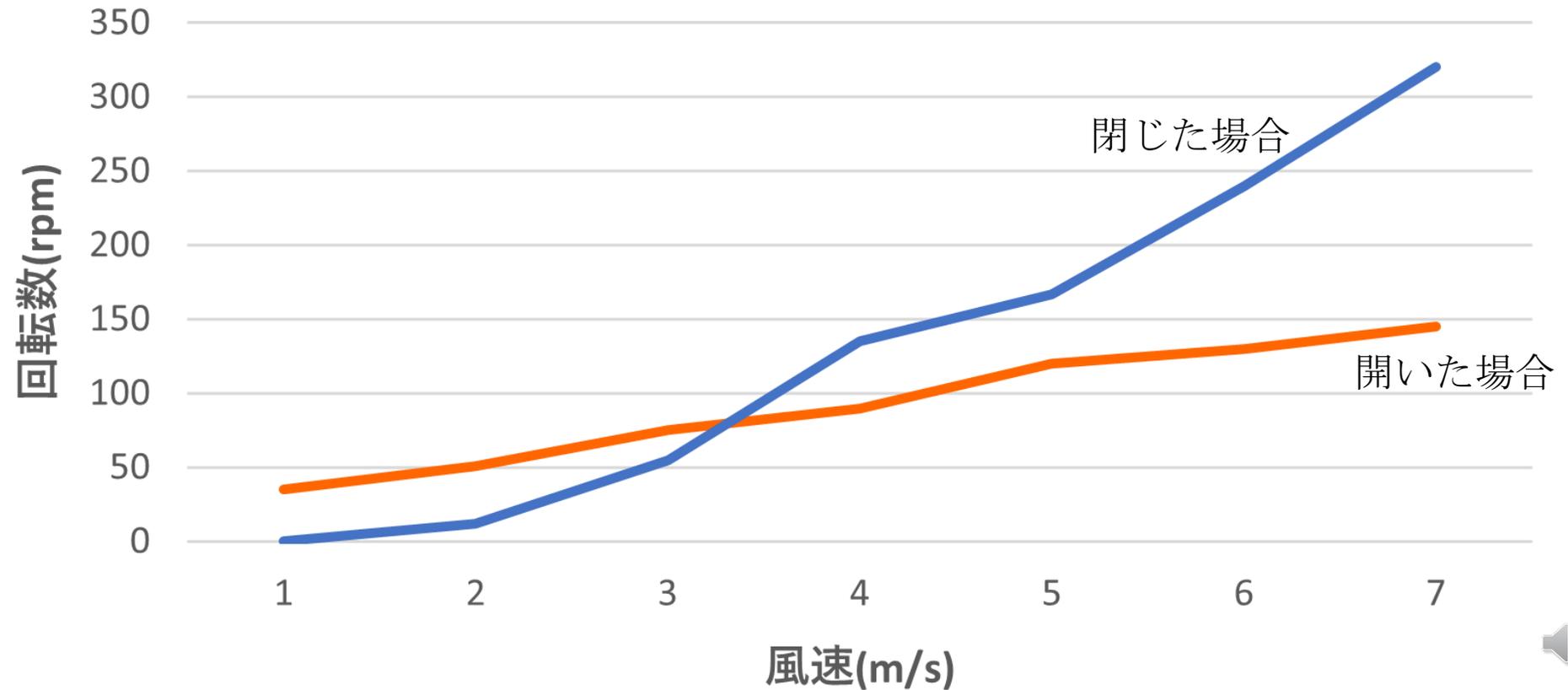
【ブレードを開いた場合の特徴】

- ▶ 回転開始が早い
- ▶ 微風でも回転する
- ▶ 風速と回転数は比例関係である



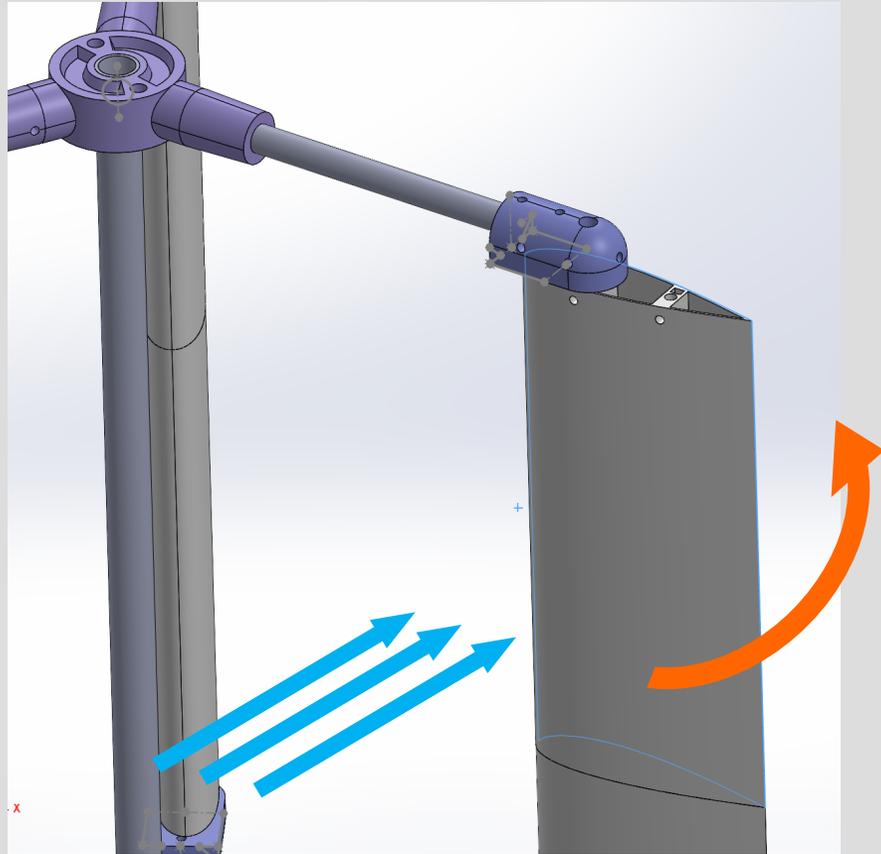
比較

風速と回転数の関係



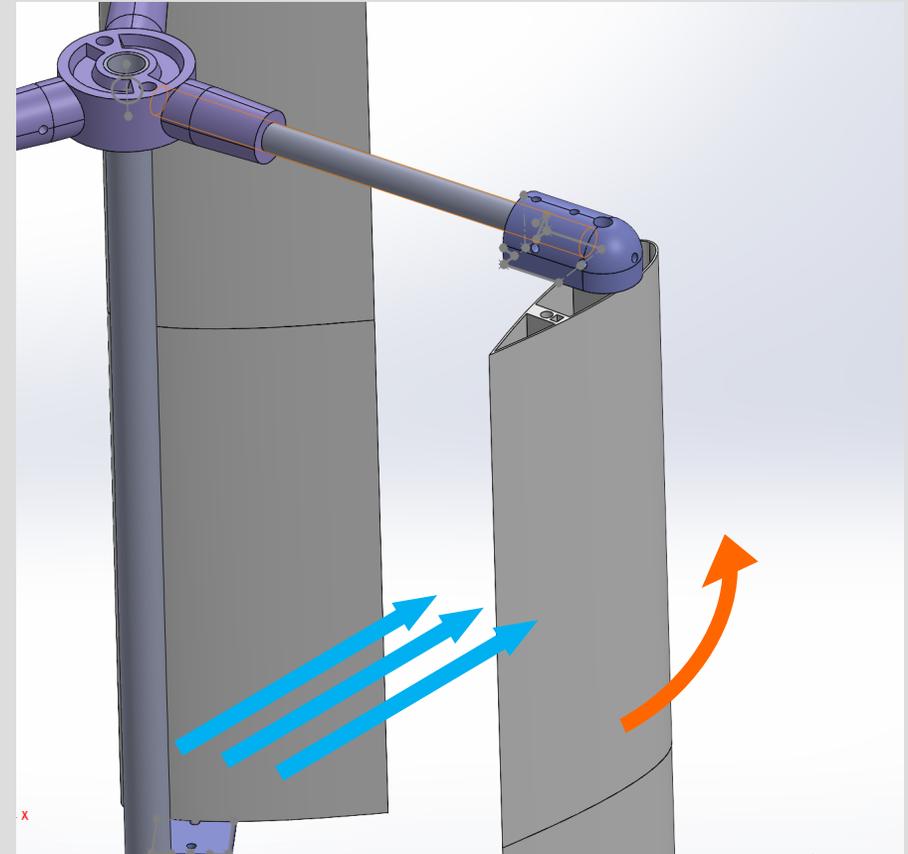
考察

開いた場合



受風面積 大 → トルク 大

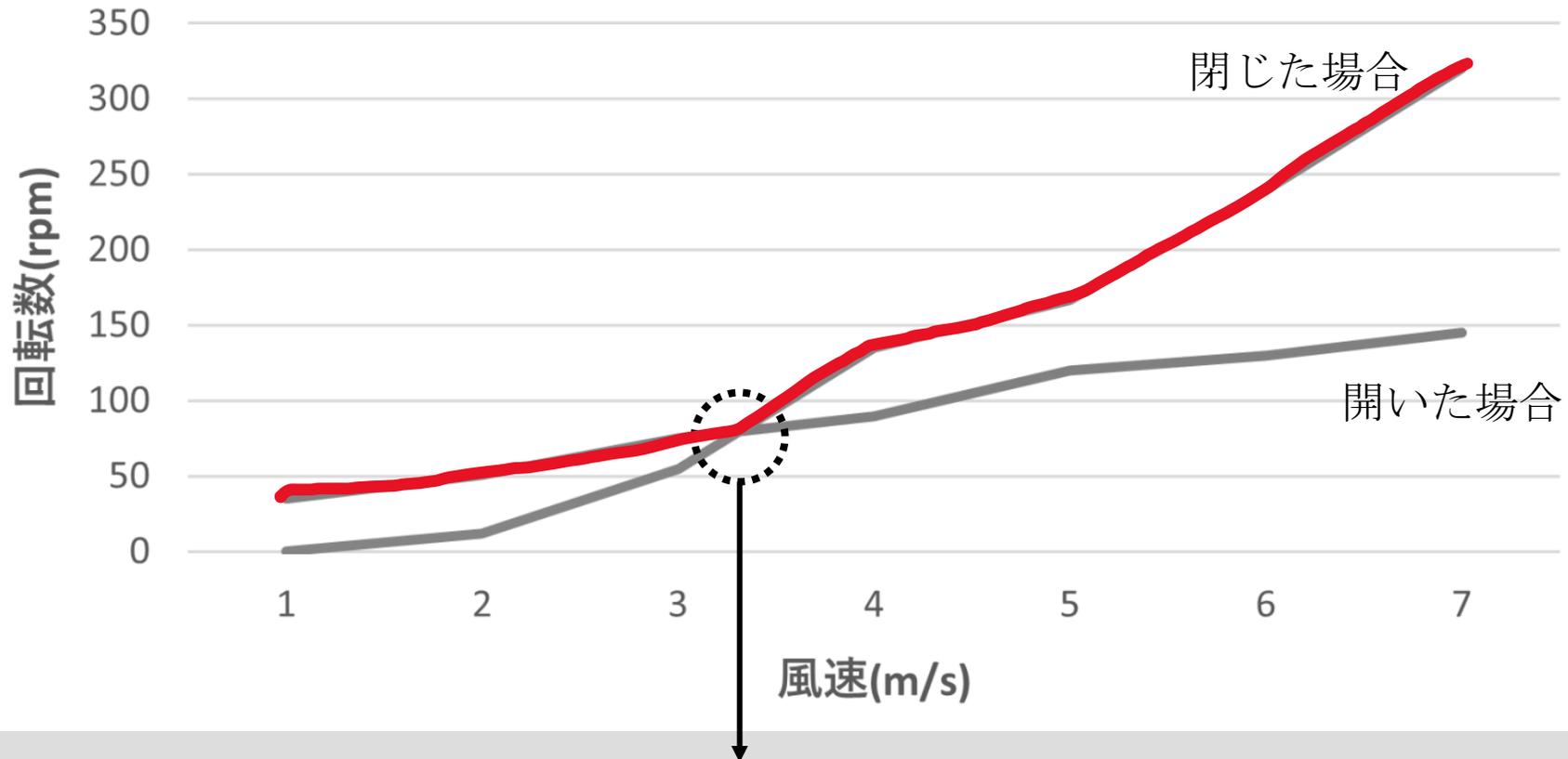
閉じた場合



受風面積 小 → トルク 小

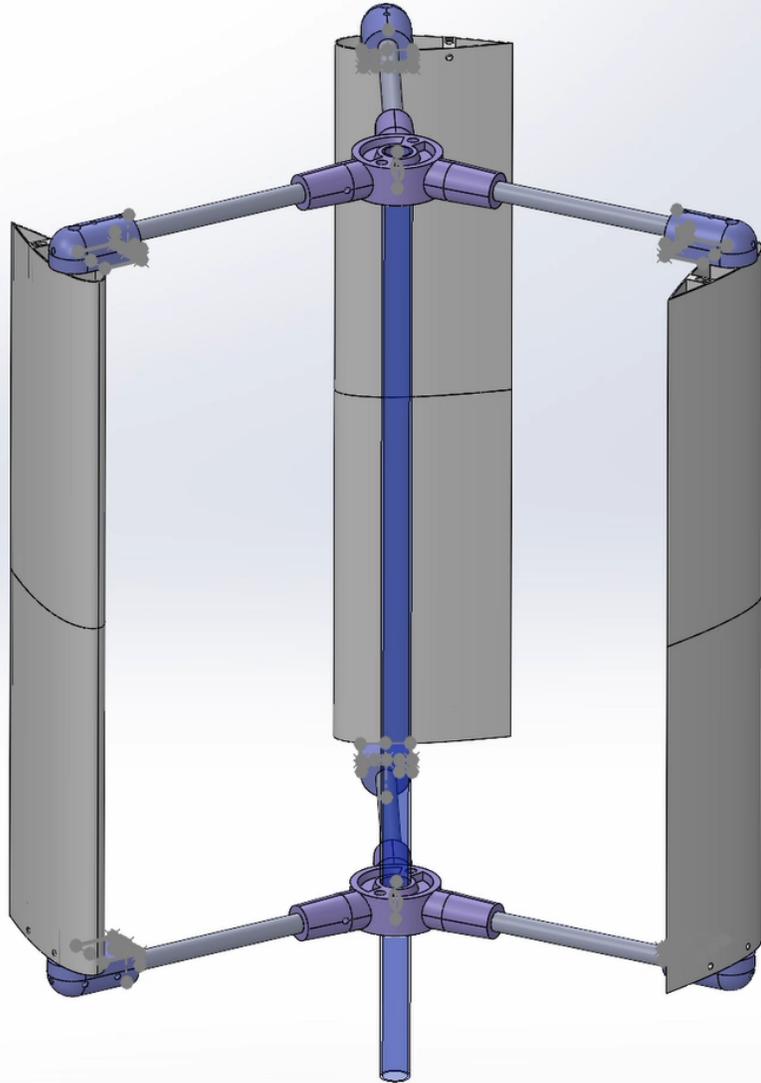


風速と回転数の関係



交点あたりでブレードの開閉を制御できれば、
両方の弱点を打ち消し合い、効率的な発電が可能である。

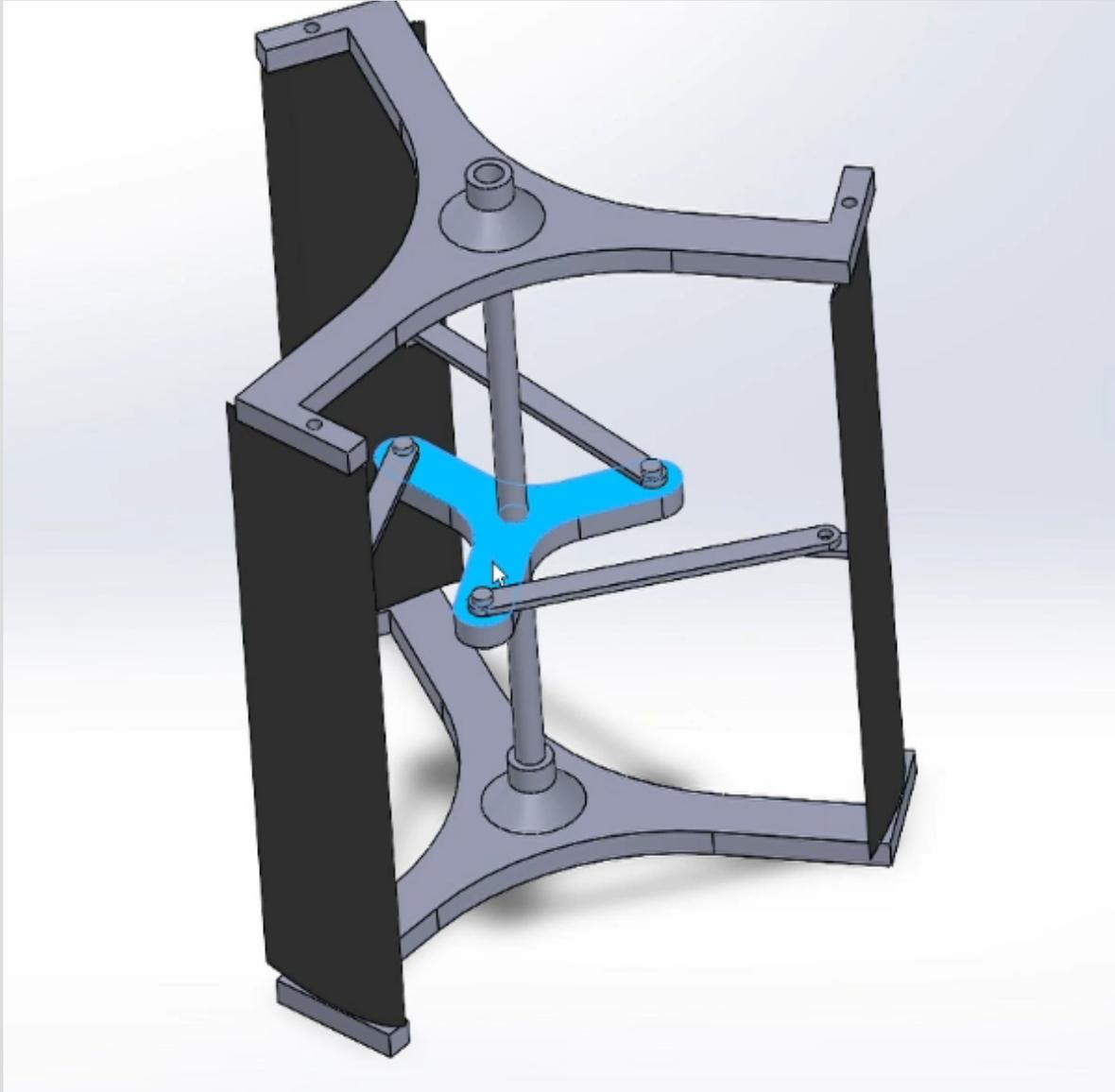




ブレードの開閉

1. ブレードを動かす機構
2. 制御装置





ブレードの開閉

1. ブレードを動かす機構
2. 制御装置



発電量の実験

風速 5m/s の時

- ▶ モーターの電圧 約0.1V
- ▶ バッテリーの電圧 約12V

バッテリーの電圧 ≧ モーターの出力電圧

→ 全く発電・蓄電されない



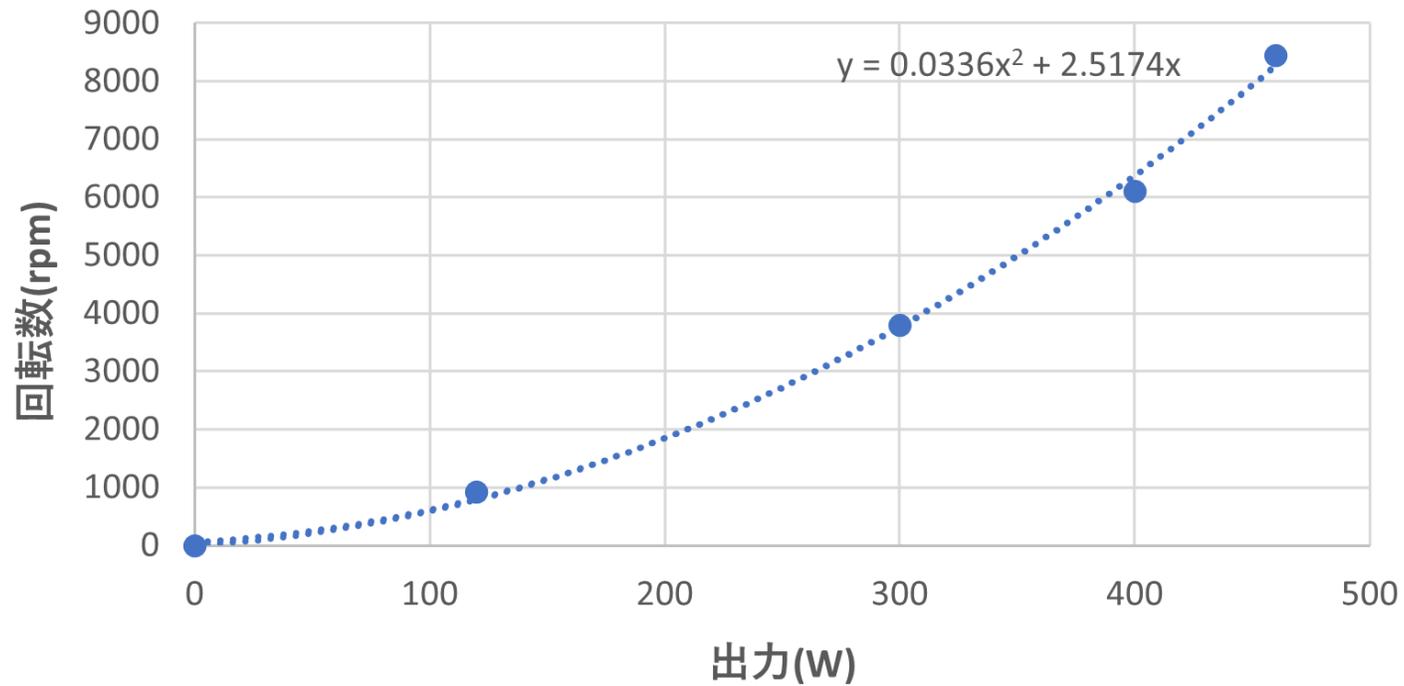
発電量の実験

- ① データから発電量(風速5m/s時)の推測
- ② 12Vの電圧を生み出すには何をすべきか



①発電量の推測

出力と回転数の関係



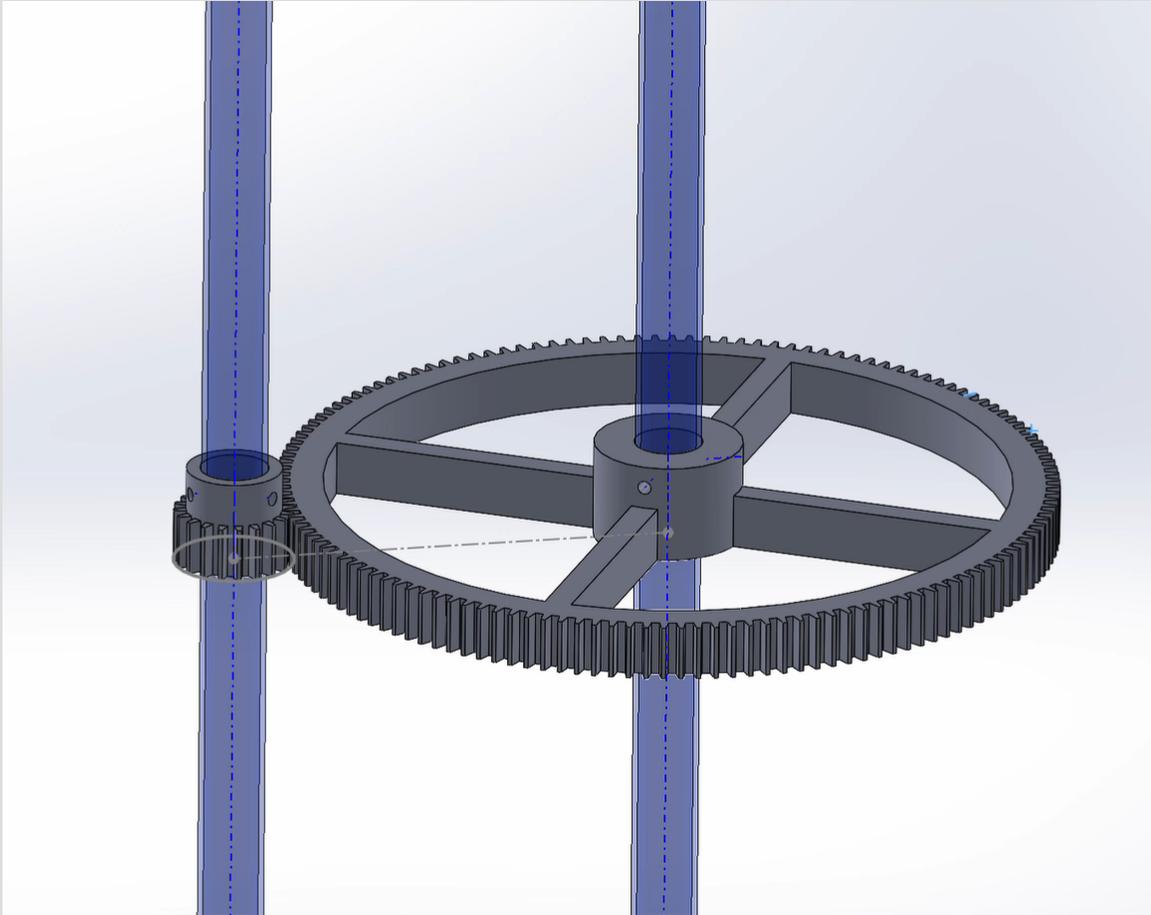
出力 (W)	0	120	300	400	460
回転数 (rpm)	0	920	3800	6100	8450



①発電量の推測

ブレード軸

モーター軸



ブレード軸:モーター軸

ギア比 1:7 = 回転数 7:1

風速5m/sのとき、

ブレードの回転数は167rpmより

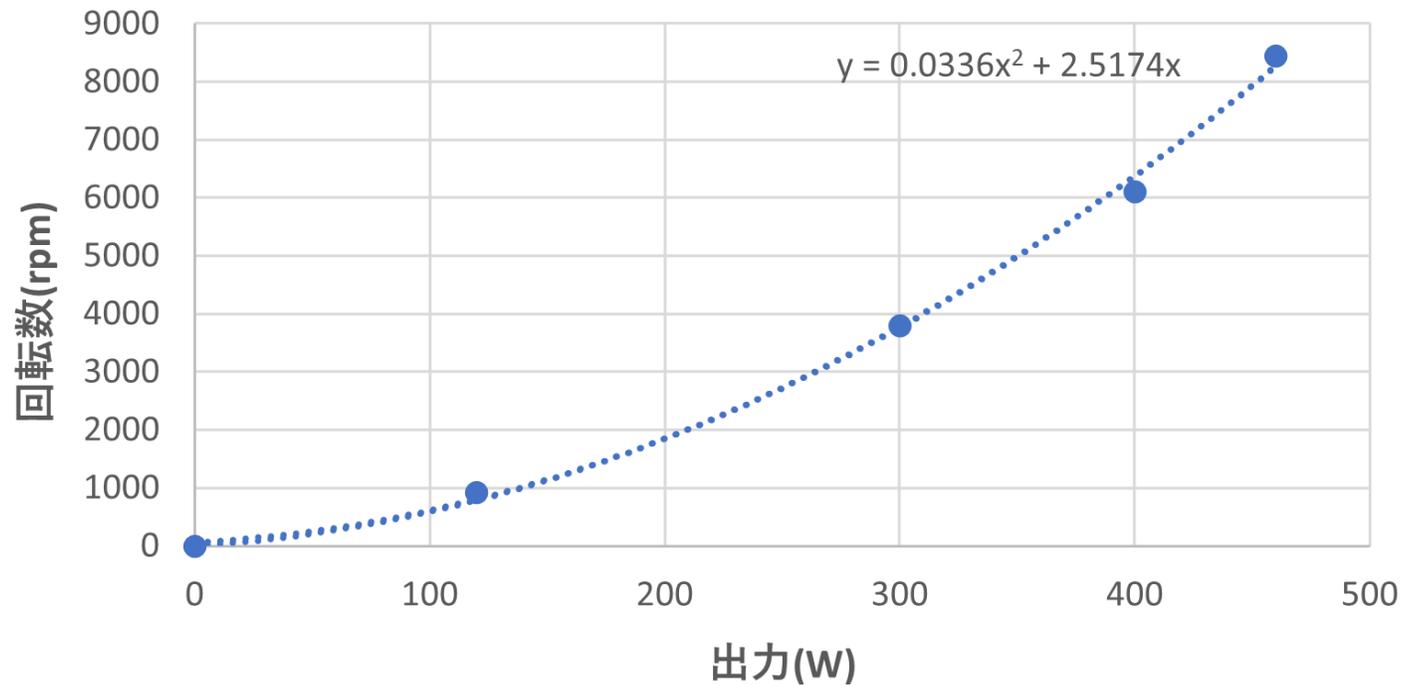
モーターの回転数は、

$$167 \times \frac{1}{7} \approx \underline{24rpm}$$



①発電量の推測

出力と回転数の関係



①発電量の推測

$$y = 0.0336x^2 + 2.5174x$$

$$24 = 0.0336x^2 + 2.5174x$$

$$\therefore x \approx 8.5\text{W} \quad \Rightarrow \quad \underline{7.1\text{W}}$$

つまり、風速5m/sの風が1時間吹くと

$$7.1\text{W} \times 60\text{min} = \underline{426\text{Wh}}$$



①発電量の推測

426Wh

スマホ 1 台フル充電→約15Wh

$$\frac{426\text{Wh}}{15\text{Wh}} = \underline{28 \text{ 台}}$$



必要条件の推測

風速 5m/s の時

- ▶ モーターの電圧 **0.1V** / 回転数 **24rpm**
- ▶ 理想の電圧 **12V** / 回転数 **920rpm**

×40

→40倍のエネルギーが必要



必要条件の推測

風力エネルギーの公式

$$P=0.5 \times \rho \times A \times V^3 \times C_p$$

ρ = 空気密度 (kg/m³)

A = 受風面積 (m²)

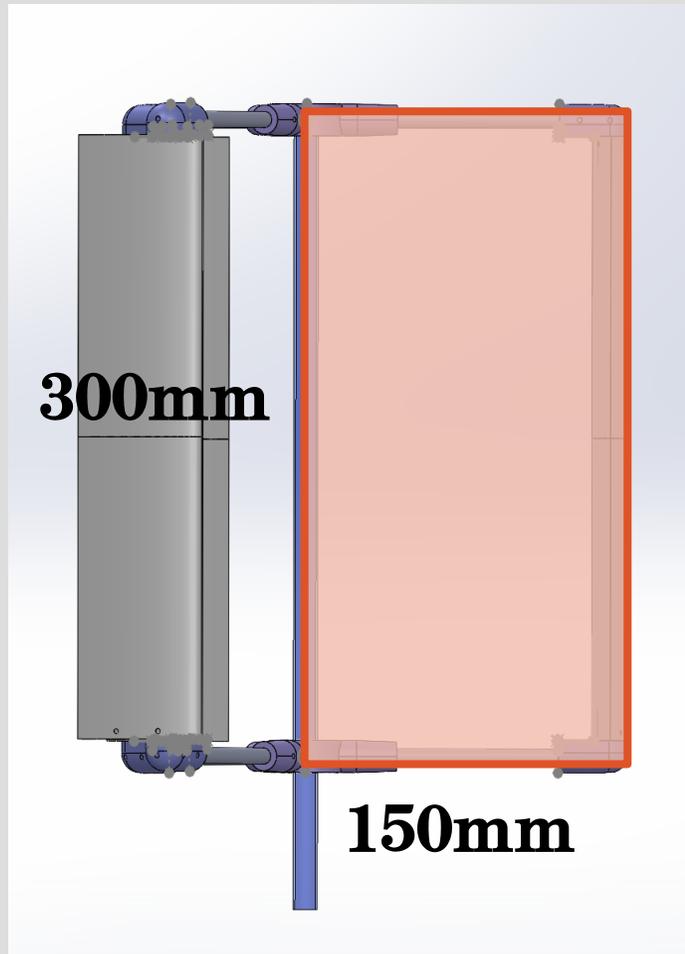
V = 風速 (m/s)

C_p = 効率 (-)

受風面積 (m²) を 40 倍 \Rightarrow 風力エネルギー も 40 倍



必要条件の推測



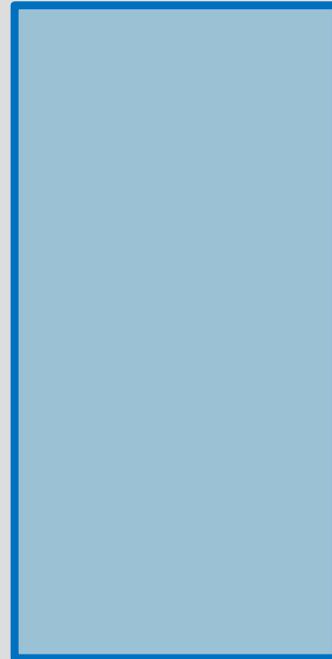
$$A = 0.045\text{m}^2$$



必要条件の推測

$$0.045\text{m}^2 \times 40 = 1.8\text{m}^2$$

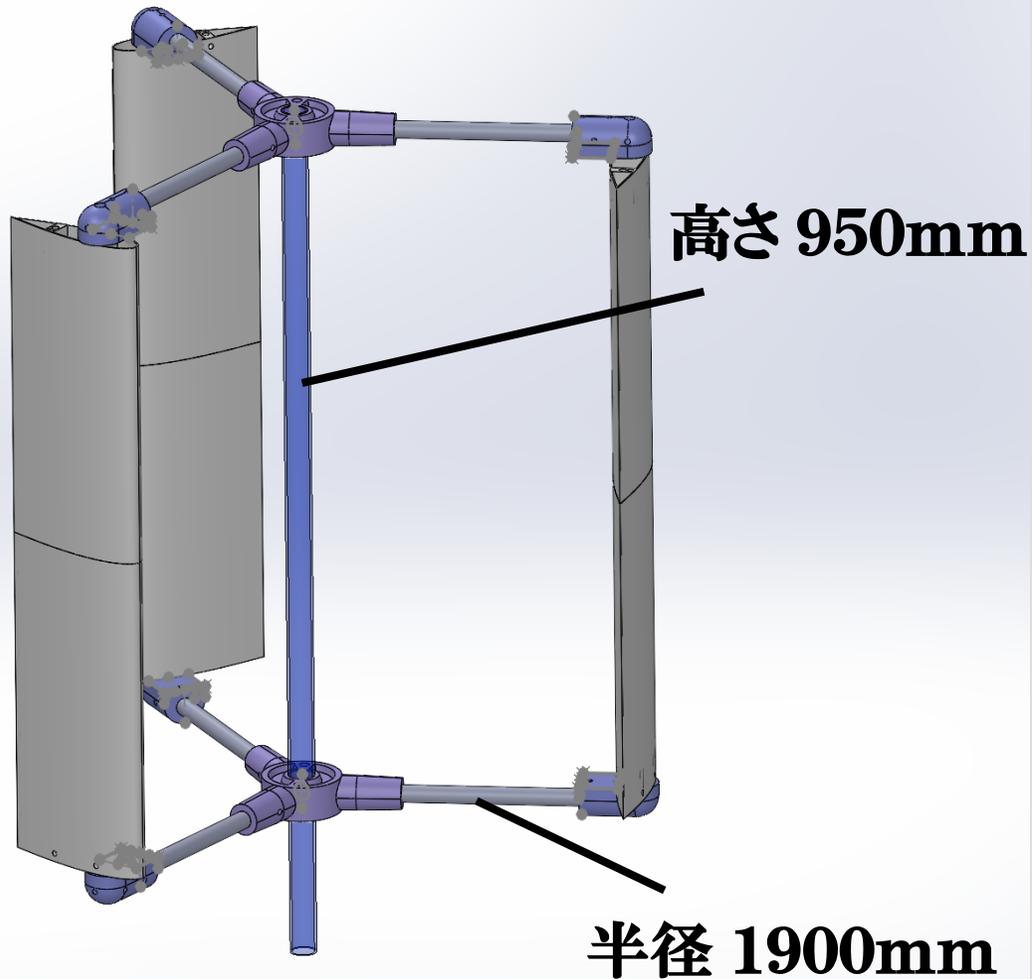
1900mm



950mm



必要条件の推測



【仮定した風車】
1時間で6.5kWhの発電

||

【家庭用太陽光発電】
1日で4~6kWhの発電



将来の展望



将来の展望

①タービンの自動制御システムの構築

②より大きな風車の製作



実用化



将来の展望

①タービンの自動制御システムの構築

- ▶ 制御方法の決定
- ▶ 制御プログラムの構築
- ▶ 電子制御装置の回路製作
- ▶ 実験と改善



将来の展望

②より大きな風車の製作

- ▶ 寸法の決定
- ▶ 使用材料・加工方法の決定
- ▶ 設置場所の確保
- ▶ 実験と改善



私たちの目標

「呉市の災害に強いまちづくりに貢献すること」



ありがとうございました

