

圧縮空気機関による 環境にやさしい原動機

東京都立科学技術高等学校

竹内大基 早乙女悠真 中道日翔 菱山孟琉



車といえば……

ガソリン車!!!



ガンリン車は環境にどのような影響を及ぼすのか



環境にやさしい自動車...



電気で走る電気自動車

しかし...



すべてがいいとは限らない...

圧縮空気機関とは

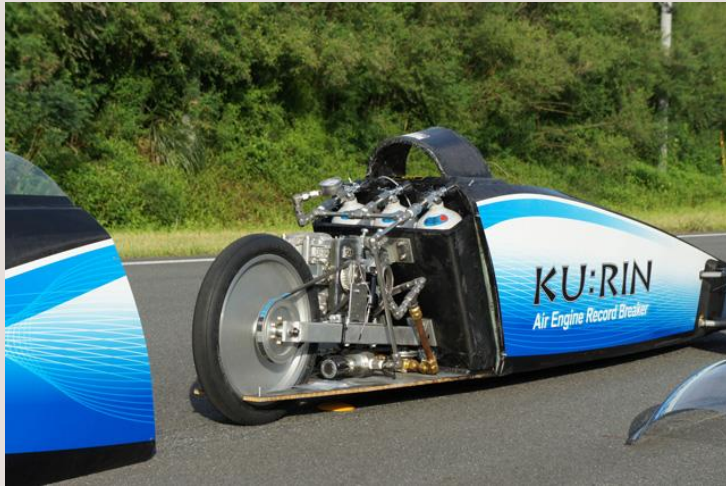
圧縮空気機関とは空気が膨張する力を利用して動く原動機のこと

- ・レアメタルを使用しない
- ・CO2排出量がゼロ
- ・数分で空気を充填できる
- ・内燃機関や電動機より軽い
- ・安価な材料で製作できる



環境負荷の少ない圧縮空気機関が 近年注目されている！

しかし



現在研究が盛んなロータリー
ベーン式は構造が**複雑**

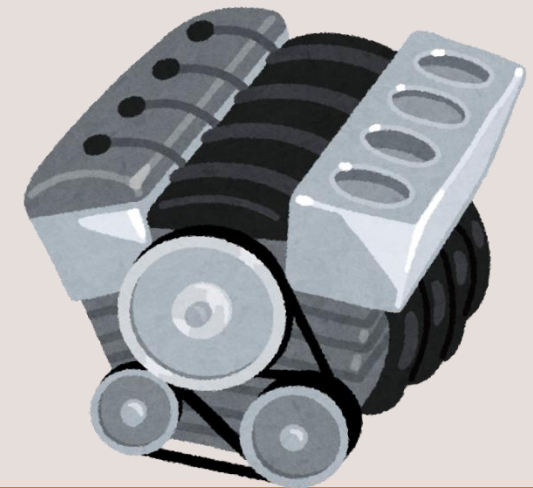


往復ピストン型の
圧縮空気機関でも
・大小のピストンが必要
・弁が**複雑**

目標

吸排気弁と、圧縮空気を膨張させる過程で必要となる機構を単純化した圧縮空気機関を製作。

また、回転数やトルクの測定から先行研究と比較し、特徴を調査する。



研究方法

1. 圧縮空気機関を**設計**

2. 設計に基づきエンジンを**製作**

(右図、左:ロータリーバルブ式、右:首振り式)

3. 製作したエンジンの回転数やトルクから最適な活用方法を**考察**する



研究方法

ベース

- 気筒数 1気筒
- 排気量 50cc
- 燃料 50ℓ,0.8Mpa

この条件をベースに要所を変更してロータリーバルブ式、首振り式の2種類を製作した。

※行程と内径などエンジンの特性によって変更が必要な物は統一しない。

材料

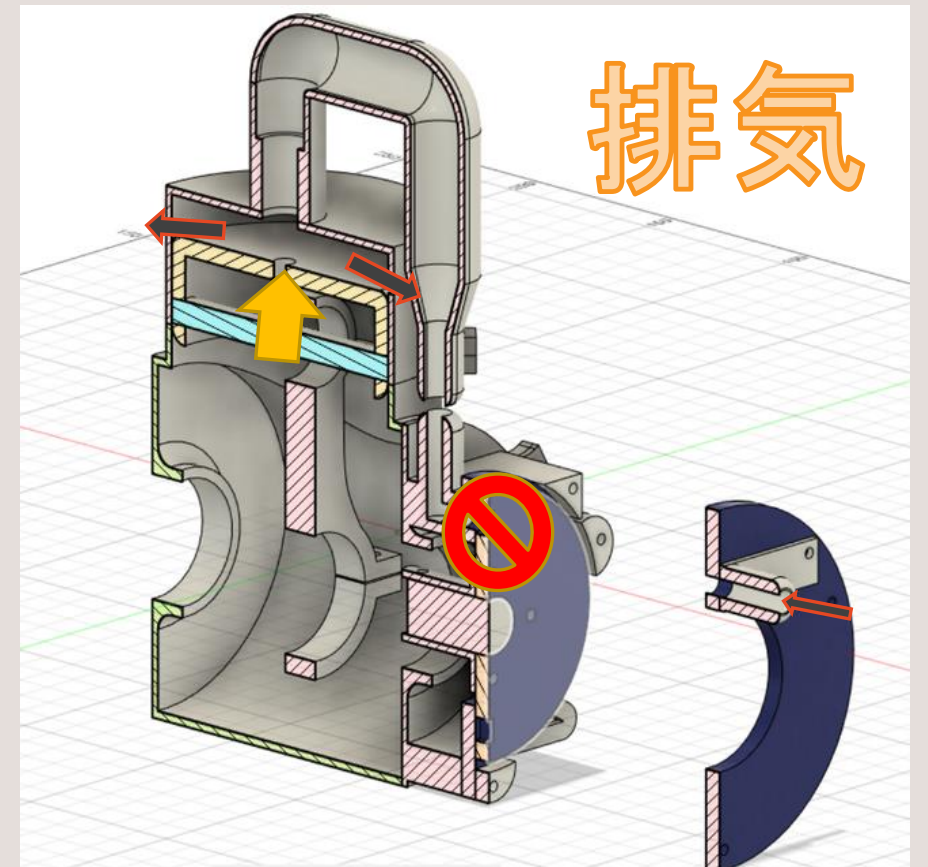
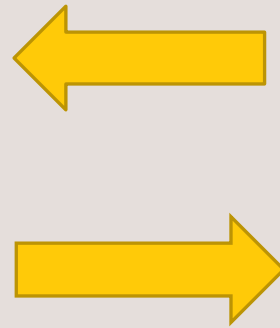
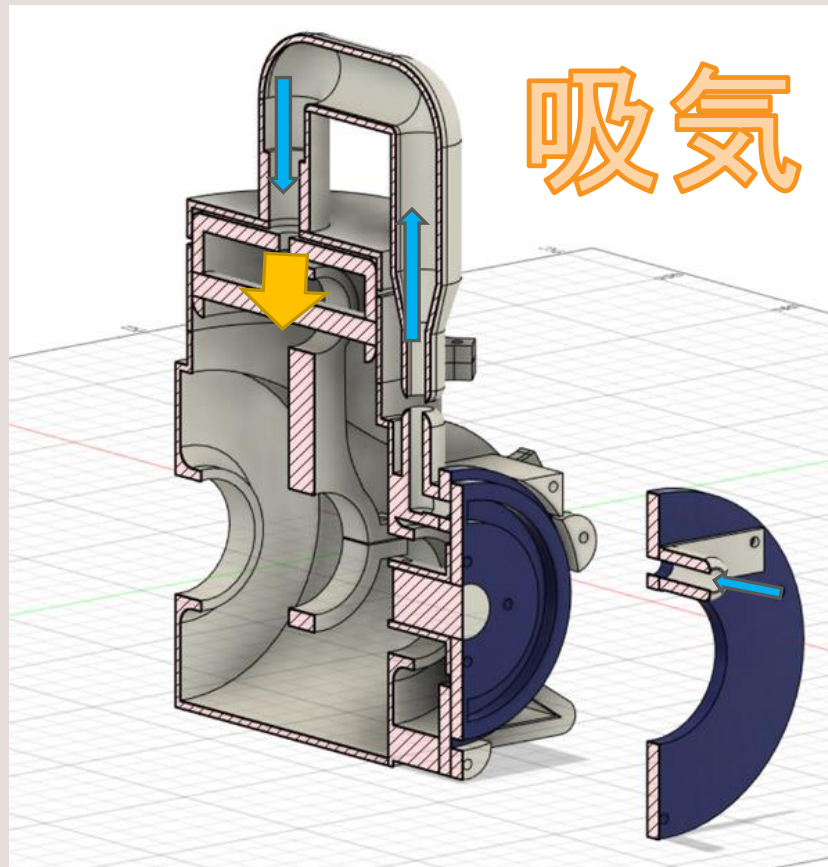
- PLAフィラメント
- ベアリング
- 真鍮
- アクリル板
- 軟鋼

使用機器

- 旋盤
- 3Dプリンタ
- アーク溶接機
- 3DCAD
- タコメータ
- レーザ加工機

ロータリーバルブ式機関の機構

ロータリーバルブが回転することで、吸気排気を切り換える。



仮説(ロータリーバルブ式圧縮空気機関)

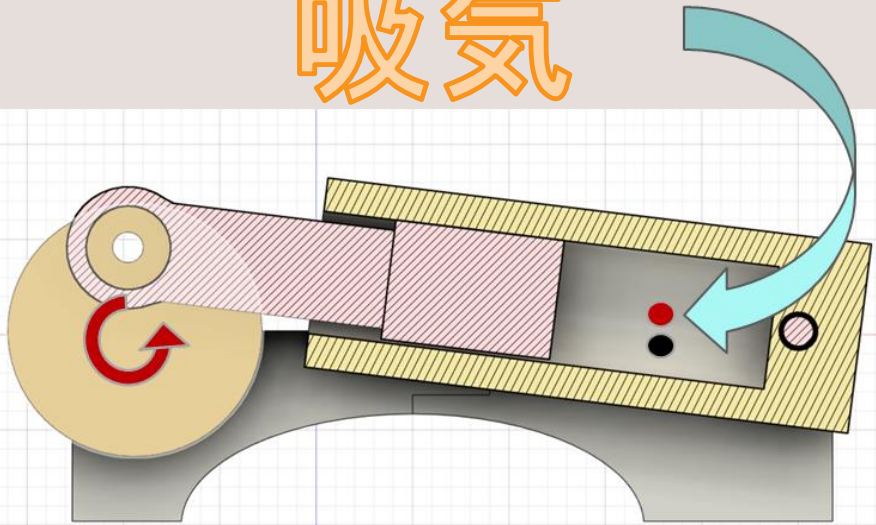
- ・吸排気のタイミングを適切にコントロールすることができ、
回転数や効率が高くなると考えられる。
- ・首振りと比較し、現在主流の内燃機関のパーツを
多く流用できる。
- ・部品点数が多く製作コストがかかると思われる。



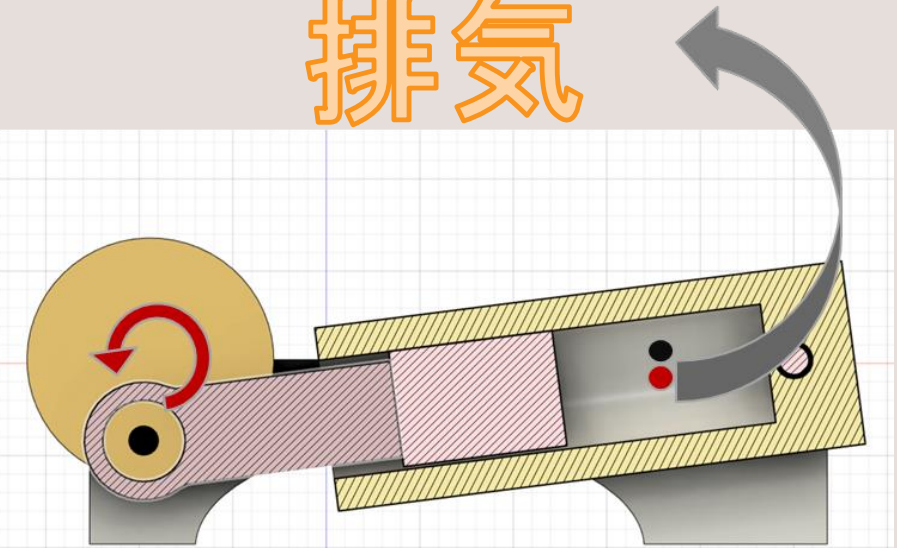
首振り式の機構

揺動スライダークランク機構のように、シリンダが揺動運動をすることで、吸気と排気を切り換える。

吸気



排気



仮説(首振り式圧縮空気機関)



- ・揺動により直接シリンダに吸排気でき、
弁装置を必要としないため、安価でかつ小型化できると考えられる。
- ・その分高出力には向かないため
回転数はロータリーバルブほど上がらないと考えられる。

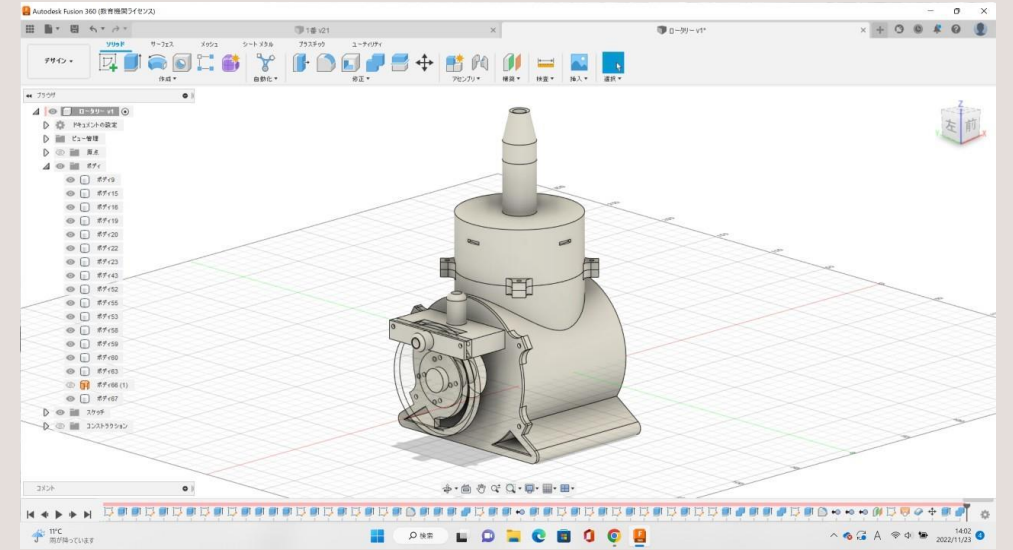
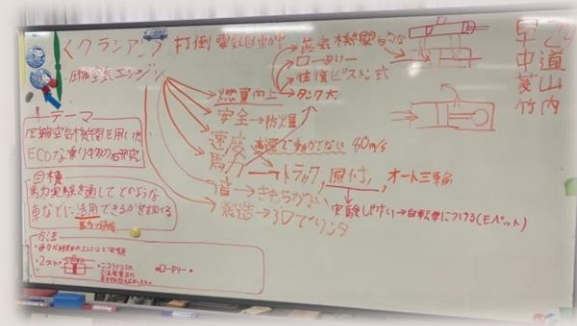
製作過程

仮説

トルク	中	大	小	過給	加	減	回転数	増	減
燃費	大	中	小	トルク	中	大	回転数	大	減
				燃費	大	減			

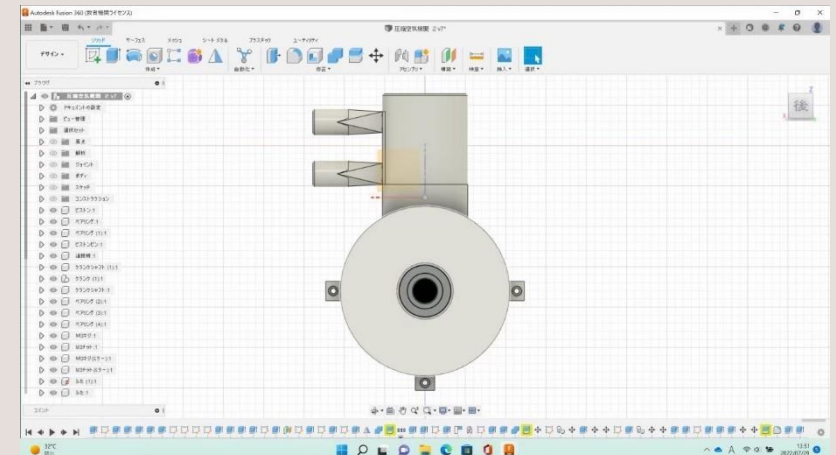
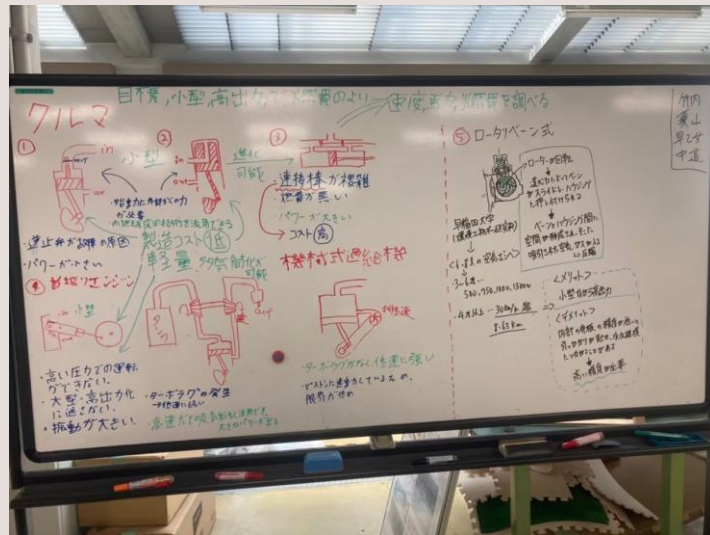
ロングスロークシート ロング

トルク	中	着
回転数	大	減
燃費	大	減



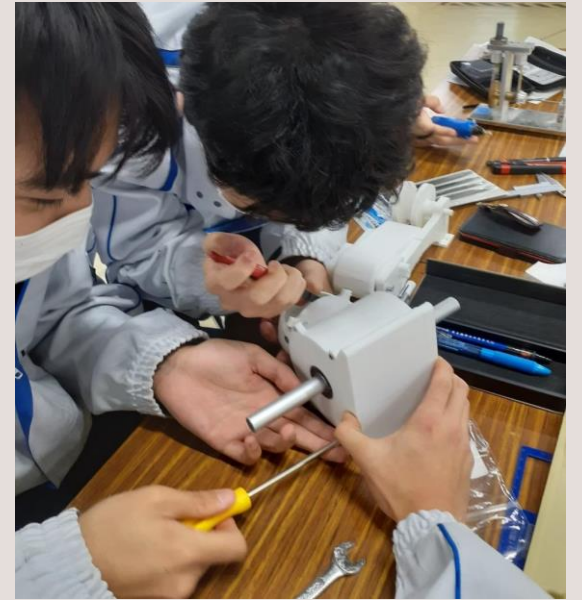
話し合い

設計

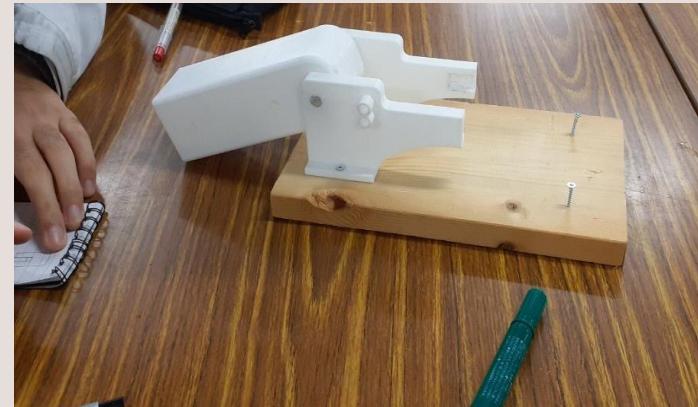


製作過程

パーツ製作



組み立て

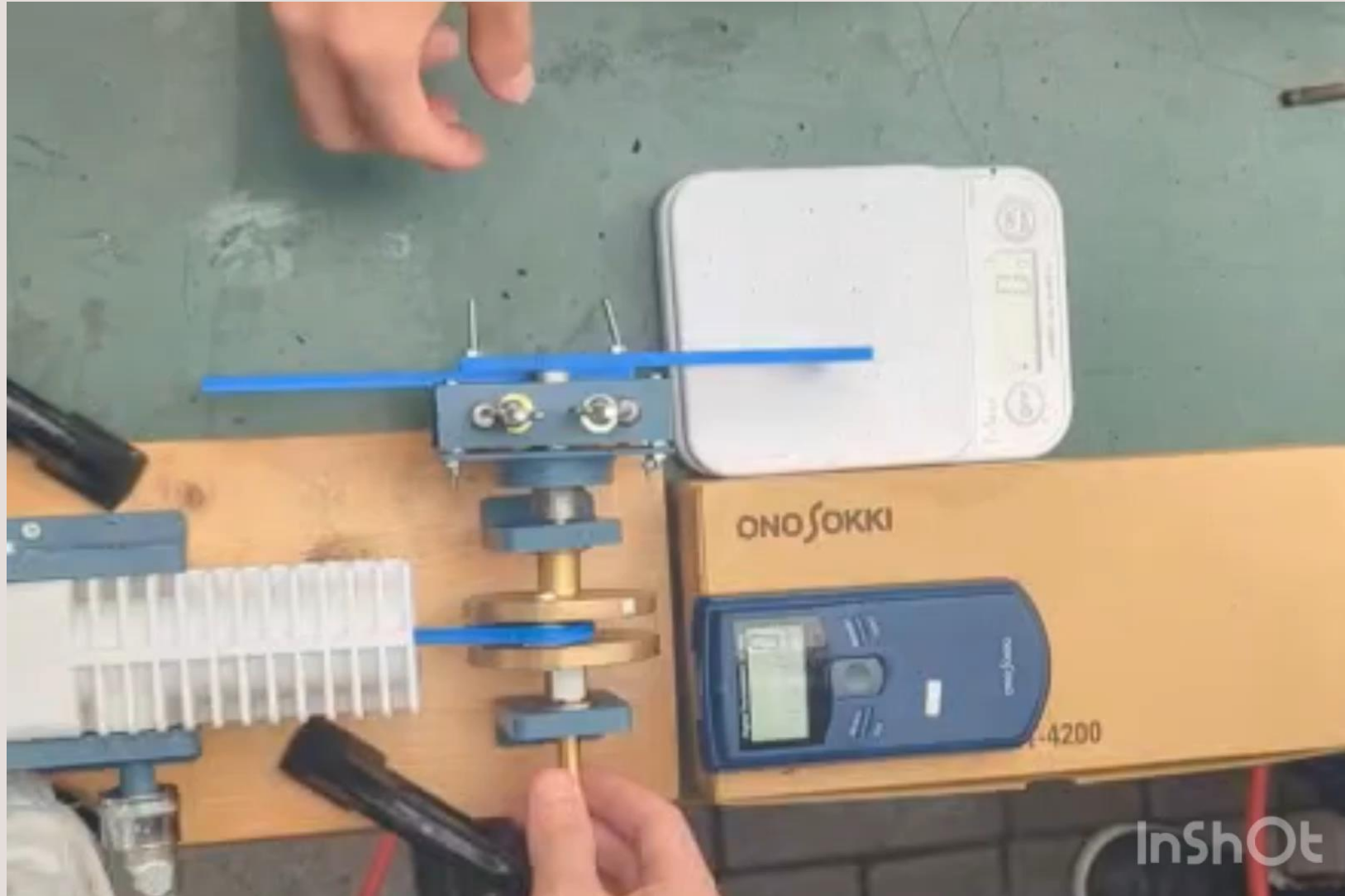


実験風景



InShot

実験風景



実験結果

	ロータリーバルブ式	首振り式
最大回転数	1344rpm	1934rpm
平均回転数	1247rpm	1771rpm
最低回転数	90rpm	180rpm
最大トルク	116.5Nmm (約750rpm)	208.0Nmm (約850rpm)
平均トルク	64.9Nmm	118.1Nmm

※実験時は空気圧約0.35Mpaで統一

結果(その他)

- ・ロータリーバルブ式は首振り式に比べ**振動が少なく、安定**していた。
- ・一方首振り式は**振動が激しく**回転数が高く3Dプリンタ製では**熱や振動による破損**が何度か起こった。
- ・50ccのガソリンエンジン(Hondaスーパーカブのエンジン)と最大トルクを比較すると...
ロータリーバルブ式は**約1/7**
首振り式は**約1/4**ほどのトルクとなった。



考察(ロータリーバルブ式圧縮空気機関)

- ・ロータリーバルブ式は既存の機関と比べると**軽量**であり**発熱も少なく安定性が高い**ことが分かった。
- ・また低回転でも**適切な吸排気が可能**なため安定して回転させることができたと考えられる。
- ・一方で回転数が低く、その理由として、複雑さによる**気密性の低さ**によって**空気圧を活かしきれていない**と考えられる。

考察(首振り式圧縮空気機関)

- ・首振り式は回転数が高く、その理由としてパーツ数が少なく**抵抗が少ない**ことや**気密性が高い**ことがあげられる。
- ・首振り式は構造の簡易さから**製造はかなり容易**であり、またロータリーバルブ式と比較しても**圧倒的に軽量**である。
- ・破損が度々起こってしまった理由としては回転数の高さによる**発熱**や**本体の振動**などが影響していると考えられる。

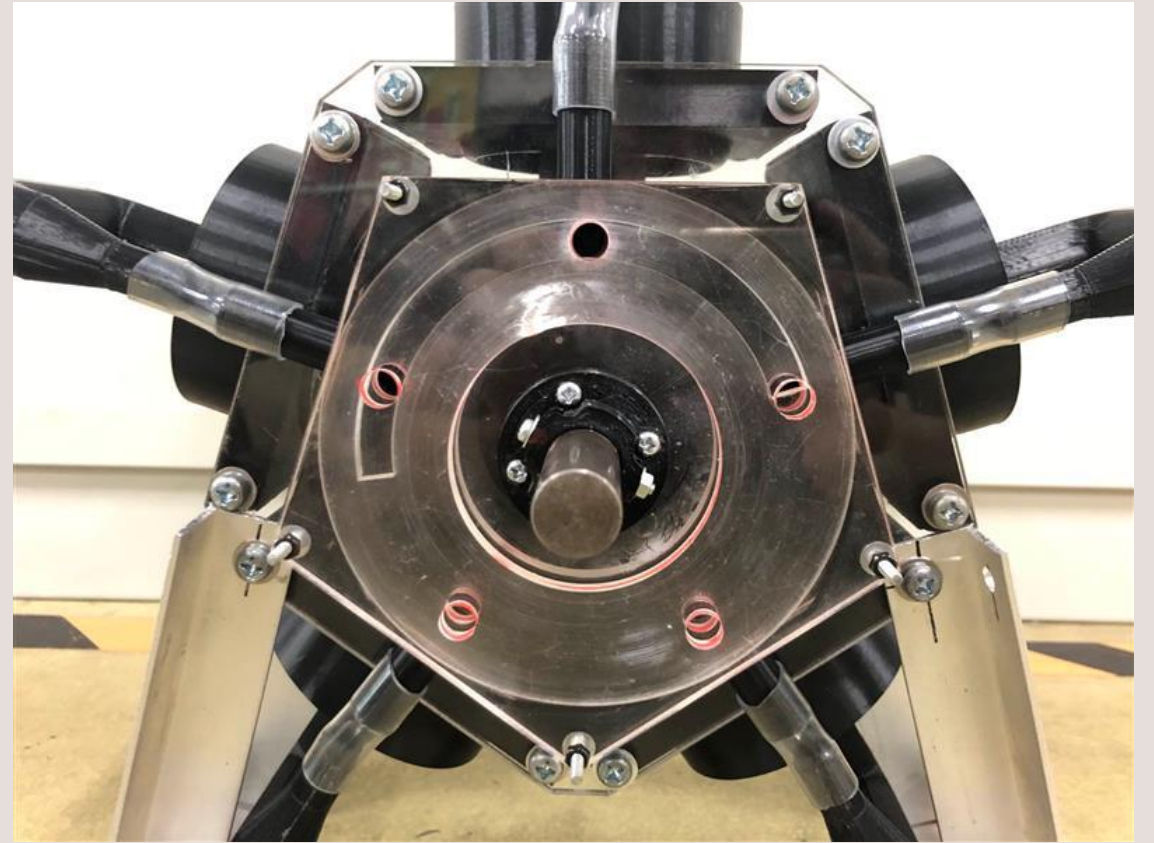
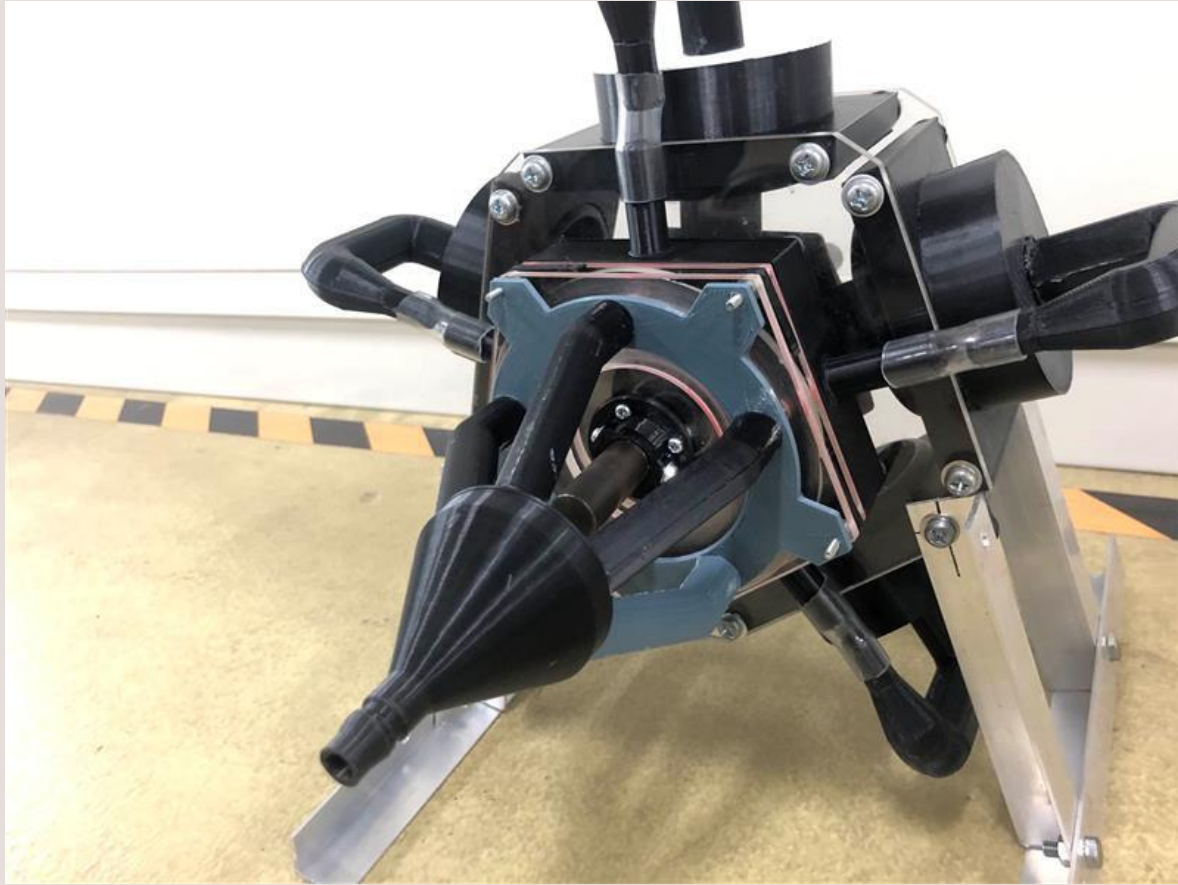
今後の研究

- ・多気筒化によるエンジン特性の変化について調べる。
- ・タンクに貯めた圧縮空気による燃費実験を行う。
- ・実際に圧縮空気機関を使用した乗り物を製作し、空気の再圧縮や排気による推進効果の研究を行う。



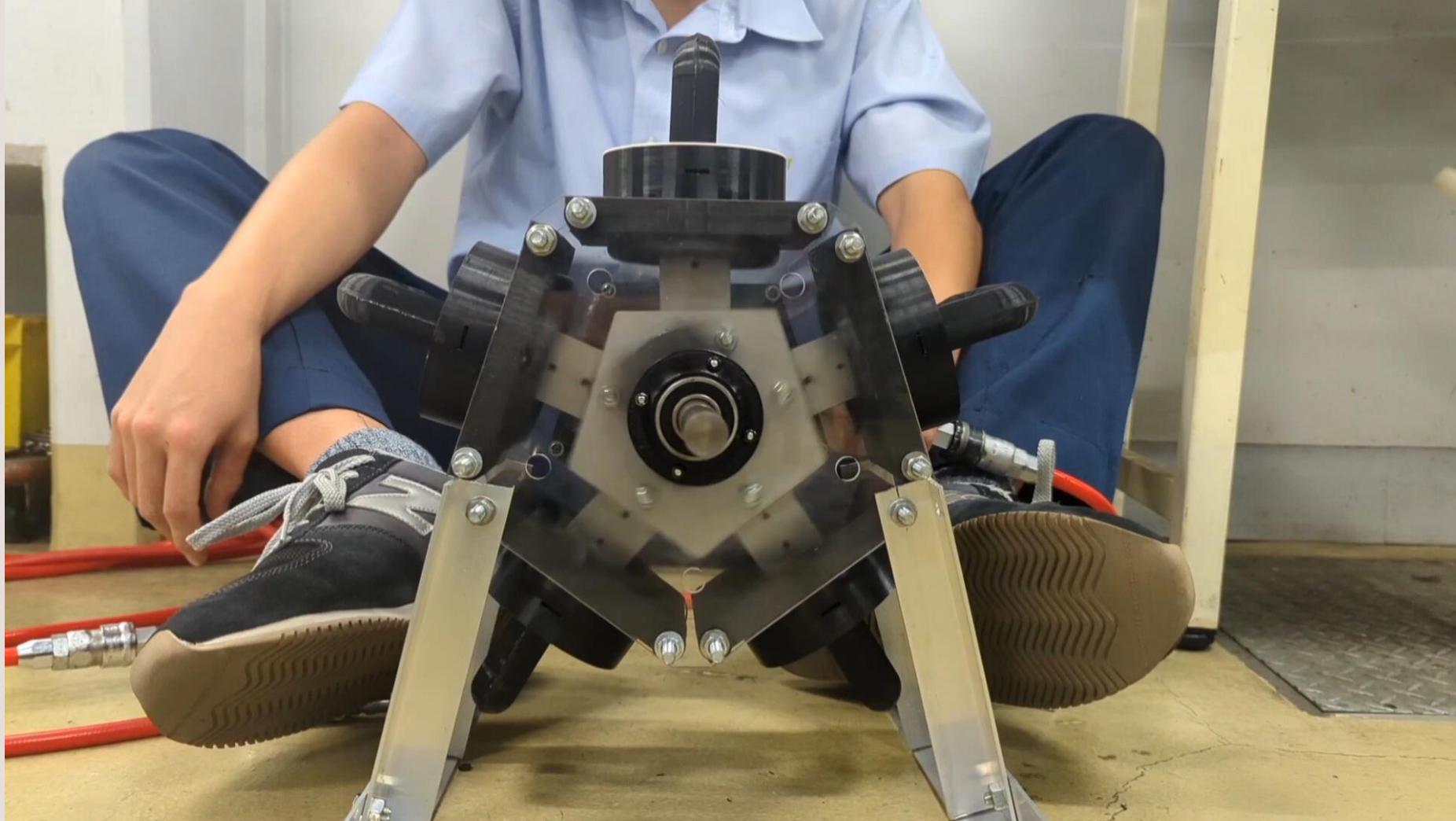
今後の研究

星型圧縮空気機関



現在製作中...

今後の研究



まとめ

- ・単純化により3Dプリンタでエンジンを製作でき、**低コスト化を実現**できた。
- ・また特徴も多く理解することができた。
- ・現状の圧縮空気機関では**あまり出力が高くない**ことも分かった。
一方、一部実用化されているように**観光蒸気機関車や蒸気船**など大型化することで**十分な力を得ることも可能**だと考えられる。

圧縮空気機関の使い道

<具体例など....>

観光蒸気機関車

南極や砂漠など温度変化が激しい場所
炭鉱など引火爆発の危険性がある場所

<特性を活かせる可能性があるもの>

高高度を飛行するレシプロ航空機

月面車両

衛生的な場所

参考文献

自動車工学1

自動車工学入門第2版

福岡市立博多工業高等学校

<https://www.guinnessworldrecords.jp/business-solutions/case-studies/hakata-tech> (2023.1.10現在)

エレキット エアエンジンカー <https://www.elekit.co.jp/product/JS-7905> (2023.1.10現在)

図解雑学 自動車の仕組み／ナツメ社

初めて学ぶ 基礎エンジン工学／東京電機大学出版局

豊田自動織機の空気エンジン車「KU:RIN」の仕組みを知る <https://news.mynavi.jp/itsearch/>

早稲田大学 環境エネルギー研究科 圧縮空気エンジン

<http://www.waseda.jp/weee/master/data2020/pdf/data08.pdf> (2023.1.10現在)

高圧ガス保安協会 <https://www.khk.or.jp/> (2023.1.10現在)

A Review of Compressed Air Engine in the Vehicle Propulsion System

早稲田大学環境・エネルギー研究科 小野田研究室 圧縮空気エンジンを搭載した超軽量小型モビリティ

の開発に関する研究 ～CFRPフレームを活用した軽量化設計とその評価～

新時代への圧縮空気自動車 青山学院大学 理工学部 機械創造工学科