

SONY

モンスター

電気ケトル綱引き 出場機体

お茶の魔ケトル MKZ-1300N

～ 魔改造の夜 挑戦の記録 ～

ケトル
チー
ム Sニ一

©2022

ケトルチー
ム



v1.0 発行日:2023/2/1

圧  力

お茶の魔ケトル

HKZ-1300N

チー^ルSニ^ー

銀座ネッスル商会

お茶の魔ケトル MKZ-1300Nとは？



2022年夏にNHK-BSプレミアムにて初回放映されたドキュメンタリー番組
魔改造の夜 第5弾「電気ケトル綱引き」に出場した機体（番組呼称：モンスター）のこと



魔改造の夜」公式サイト
<https://www.nhk.jp/p/ts/6LQ2ZM4Z3Q/>

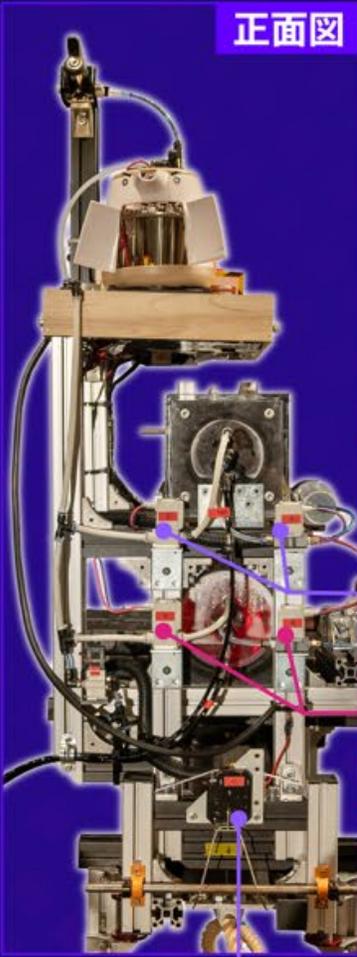
本レポートは、電気ケトル綱引きに挑んだメンバー達の
開発の試行錯誤や闘いの記録である

魔改造電気ケトル解剖図



正面図

- 1st シリンダ
- 2nd シリンダ
- 共通部分



笛

マイコンボード

ケトル (ボイラ)

Pull! スイッチ

2nd シリンダ 充填検出スイッチ

アイドラ

1st シリンダ

1st シリンダ 充填検出スイッチ

フック

1st 変速プーリ

冷却水

ジョイント

電磁弁

電磁弁

冷却水

2nd シリンダ

ピストンロッド

ジョイント

フック

テンショナ

アイドラ

電磁ロック

スライダ

スライドレール

重量:116kg

2nd 減速プーリ

アイドラ

最大けん引力:160kg



Contents



**「魔改造の夜」とは
お題「電気ケトル綱引き」！？**

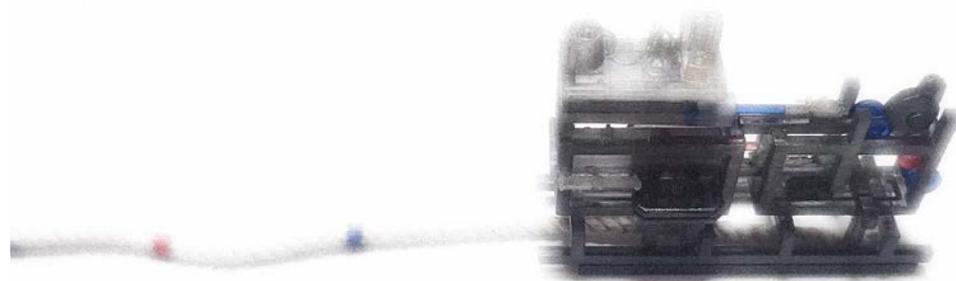
お茶の魔ケトル MKZ-1300Nとは

お茶の魔ケトルは何ができるの？
お茶の魔ケトルはどんな構成？
開発のねらい
どうやって蒸気をつくっているの？
どうやって蒸気を力に変えているの？
綱を引く仕組みはどうなっているの？
名前とデザインについて知りたい！

お茶の魔ケトル、奮闘の記録

世の中そんなに甘くない!？やってみてわかった難しさ
手を動かしてたどり着いた課題解決
お茶の魔ケトルはどこで生まれたの？
お茶の魔ケトルはだれがつくったの？
お茶の魔ケトルに会いたい！

(濃いめの) 補足資料 P.24～



「魔改造の夜」とは

- NHK BSプレミアムで2020年から不定期に放送されている、**技術開発エンターテイメント番組**
- 国内某所の倉庫跡地において、『**魔改造倶楽部**』と称する組織が開催する『**夜会**』に日本のエンジニアたちが集結
- 玩具や日用家電を主催者からのお題に合わせて魔改造を行い、その**モンスター**のスペックを競う



2022年の某日・品川某所にて・・・

- 第5回目となる今回の“家電”のお題が発表された。
- 魔改造のお題は「電気ケトル綱引き」。



「電気ケトルの湯を沸かす機能を拡張し
沸かした湯の蒸気や熱を動力にし
綱引きをせよ」



お題「電気ケトル綱引き」！？

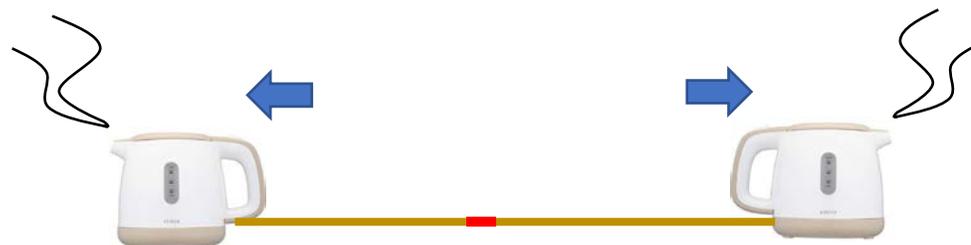


これ↑を魔改造して

沸かした蒸気や熱の力を
動力にして

相手と引き合って、3m先に
引っ張ったチームが勝ち

- ・ 蒸気を使って綱をひく
- ・ 綱を3m引っ張るor1分後に相手より引っ張ると勝利
- ・ 使える水は800ml
- ・ 水を沸かすのは家庭用電源(100V/15A)
- ・ 湯を沸かす2分間の準備期間あり
- ・ (その他細かいルールあり。後述の「補足資料」参照)
- ・ 失敗しても構わない

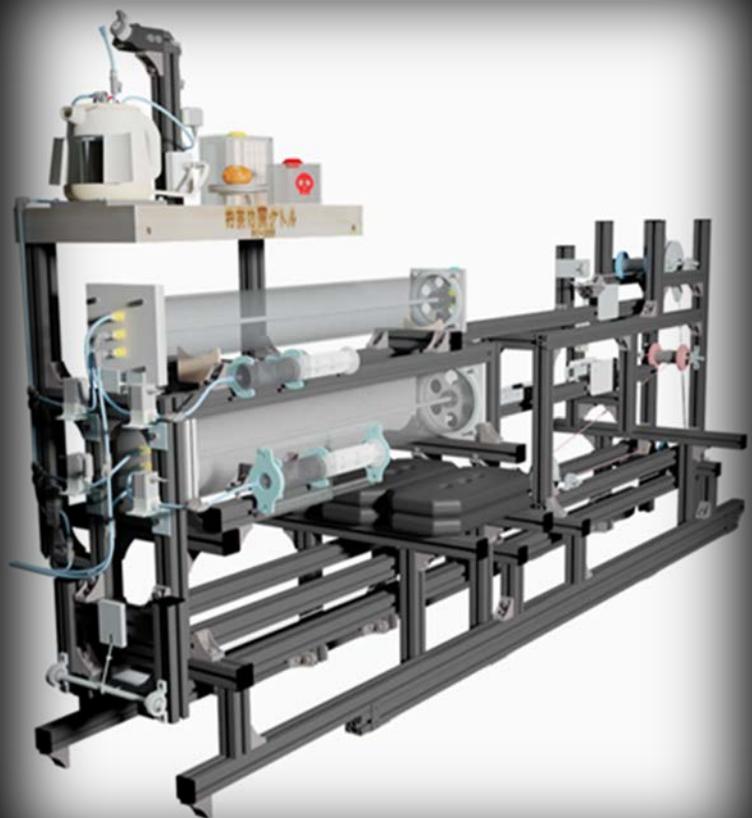


要は、「綱引き」で相手より引く！

チーム Sニー

このお題をうけて、「Sニ一」ケトルチームが開発した機体がこちら！

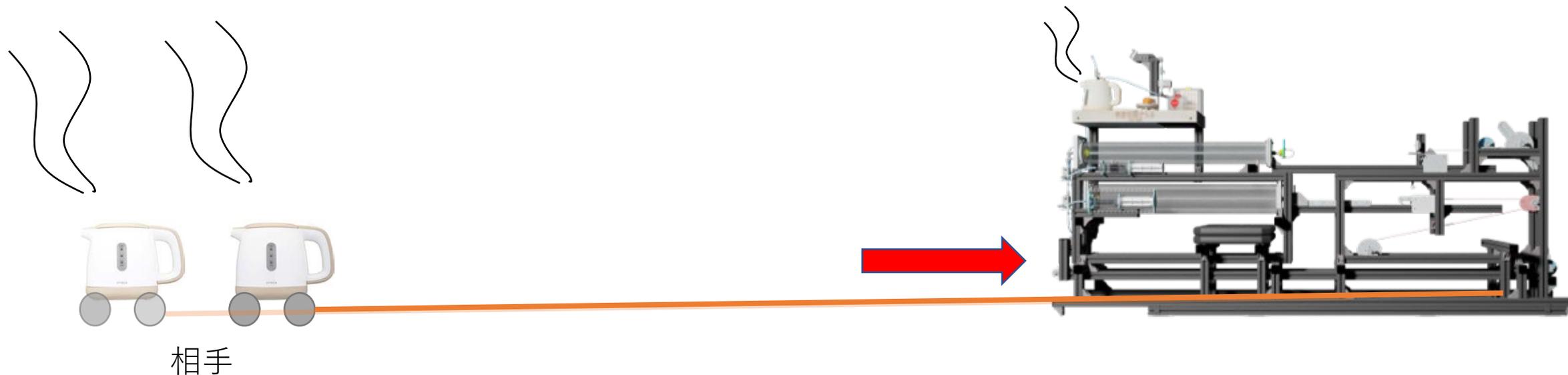
お茶の魔ケトル MKZ-1300N



「Sニ一」ケトルチーム

チーム Sニ一

お茶の魔ケトルは何ができるの？



蒸気ので綱をひく「電気ケトル綱引き」ができる！
蒸気を無駄なく使い、大きな力を生み出す！

お茶の魔ケトルは、どんな構成？

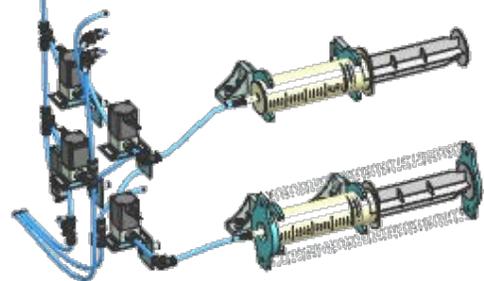
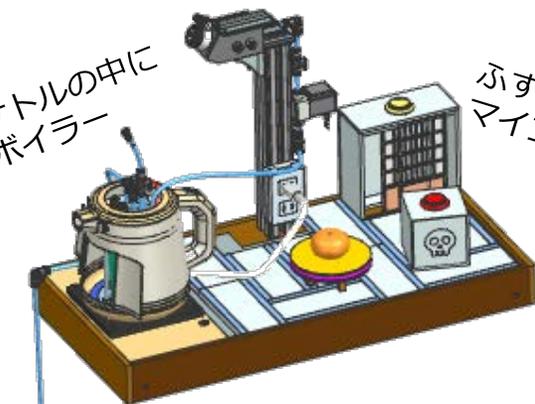


大きくわけて3つのブロックと機能から構成されている

水から蒸気をつくる**ボイラー**
全体の動きを制御する**マイコン**

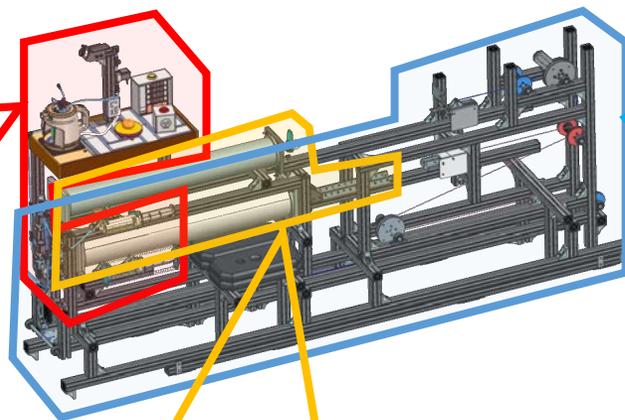
ケトルの中に
ボイラー

ふすまの先に
マイコン



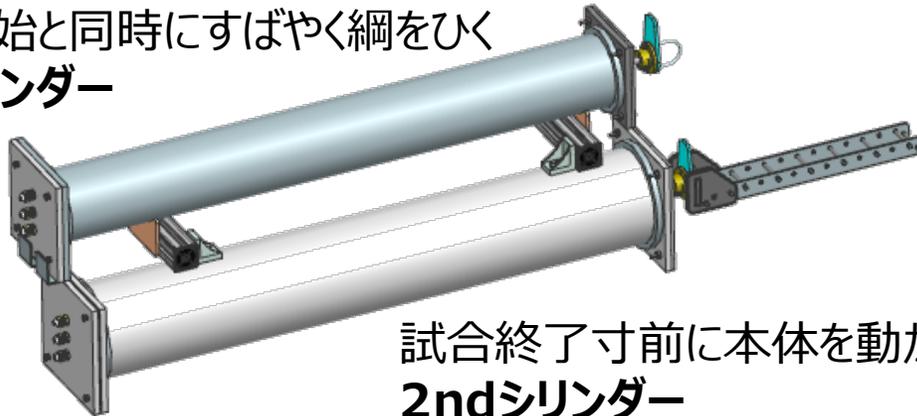
蒸気を水に戻す**冷却水**

SONY **ボイラー/電装**



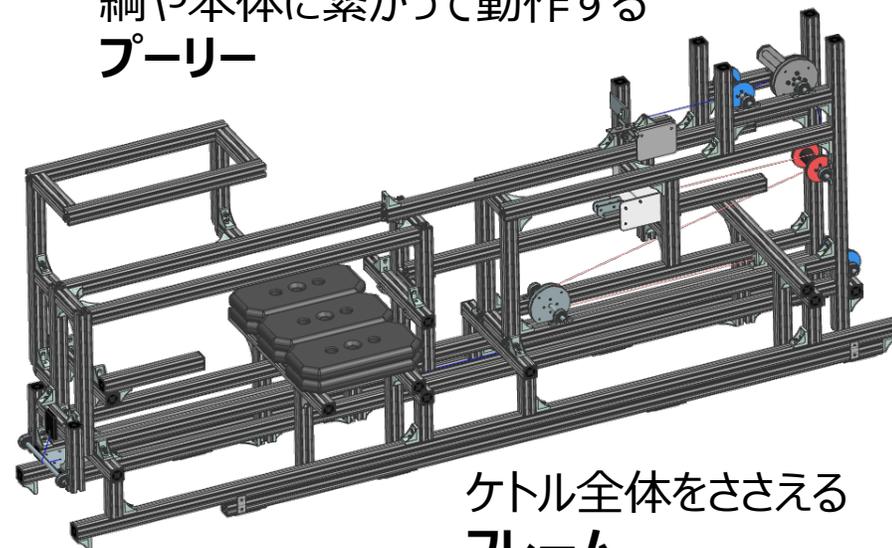
シリンダー

試合開始と同時にすばやく綱をひく
1stシリンダー



試合終了寸前に本体を動かす
2ndシリンダー

綱や本体に繋がって動作する
プーリー

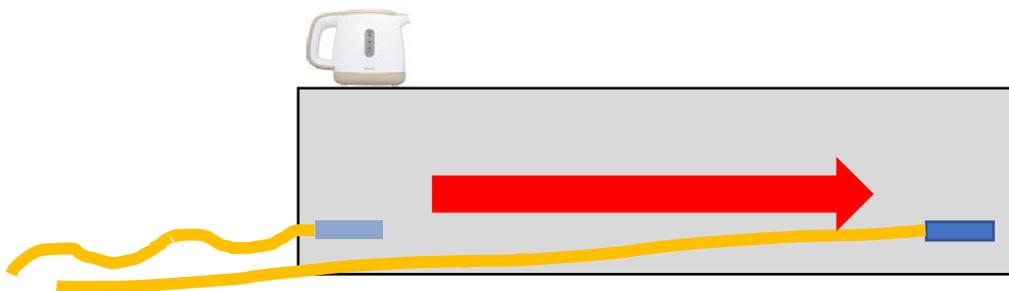


ケトル全体をささえる
フレーム

本体/駆動

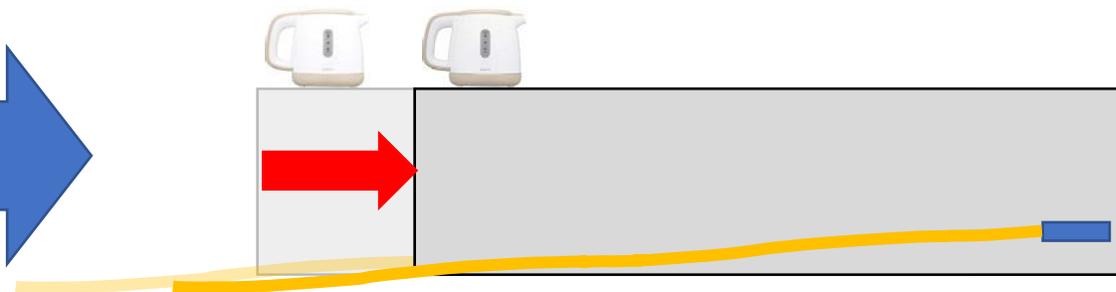
チーム **Sニー**

開発のねらい



プル！合図直後

綱と綱を引く部分のみ加速して引っ張る



終了直前

本体を動かして、もうひと引き

スタンバイ時間につくった蒸気

開始直後に相手よりも先に引っ張り、本体内に綱をひきこむ

(1stシリンダーが担当)

試合時間中につくった蒸気

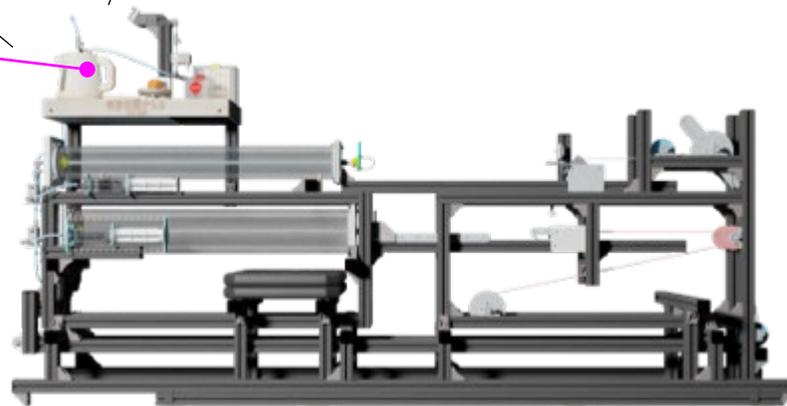
試合終了直前に使って本体自体を駆動させて、2段階で引っ張る

(2ndシリンダーが担当)

どうやって蒸気を作っているの？



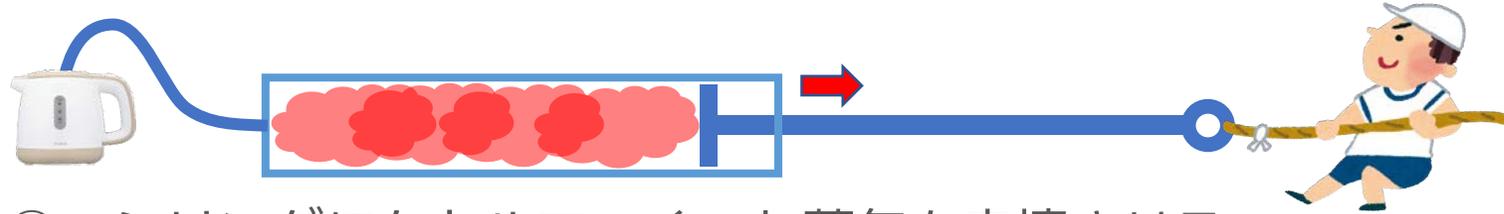
ココだよ



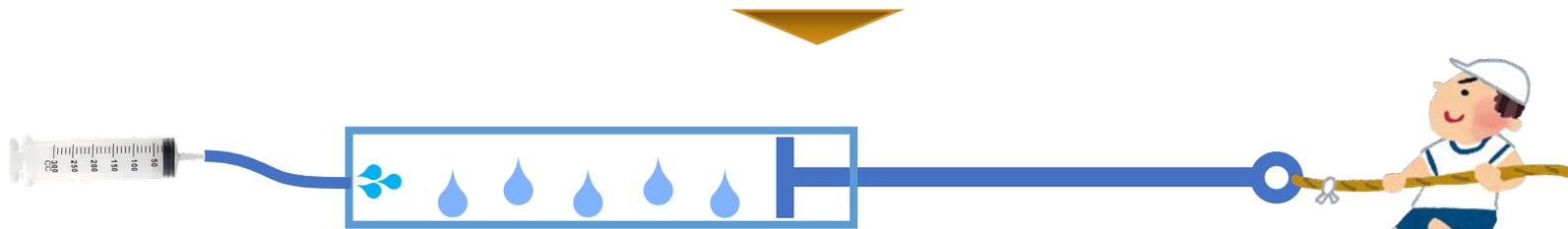
ボイラーの中身

電気ケトルのお湯沸かし機能（ボイラー）を改造して、
通常よりもたくさんの蒸気を、はやく無駄なく作る
1試合につかう水の量は、たったの約130ml

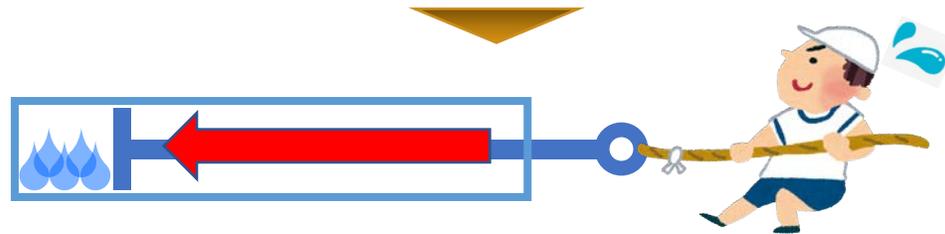
どうやって蒸気を力に変えているの？



① シリンダにケトルでつくった蒸気を充填させる



② 蒸気が満ちたシリンダ内に冷却水をいれて冷やす



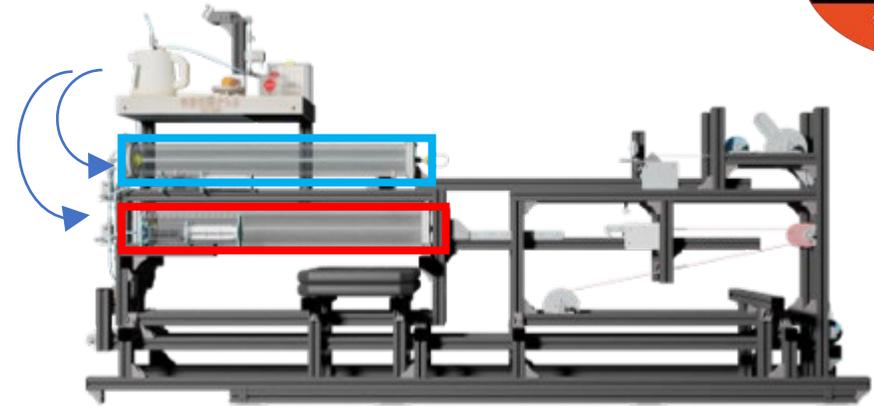
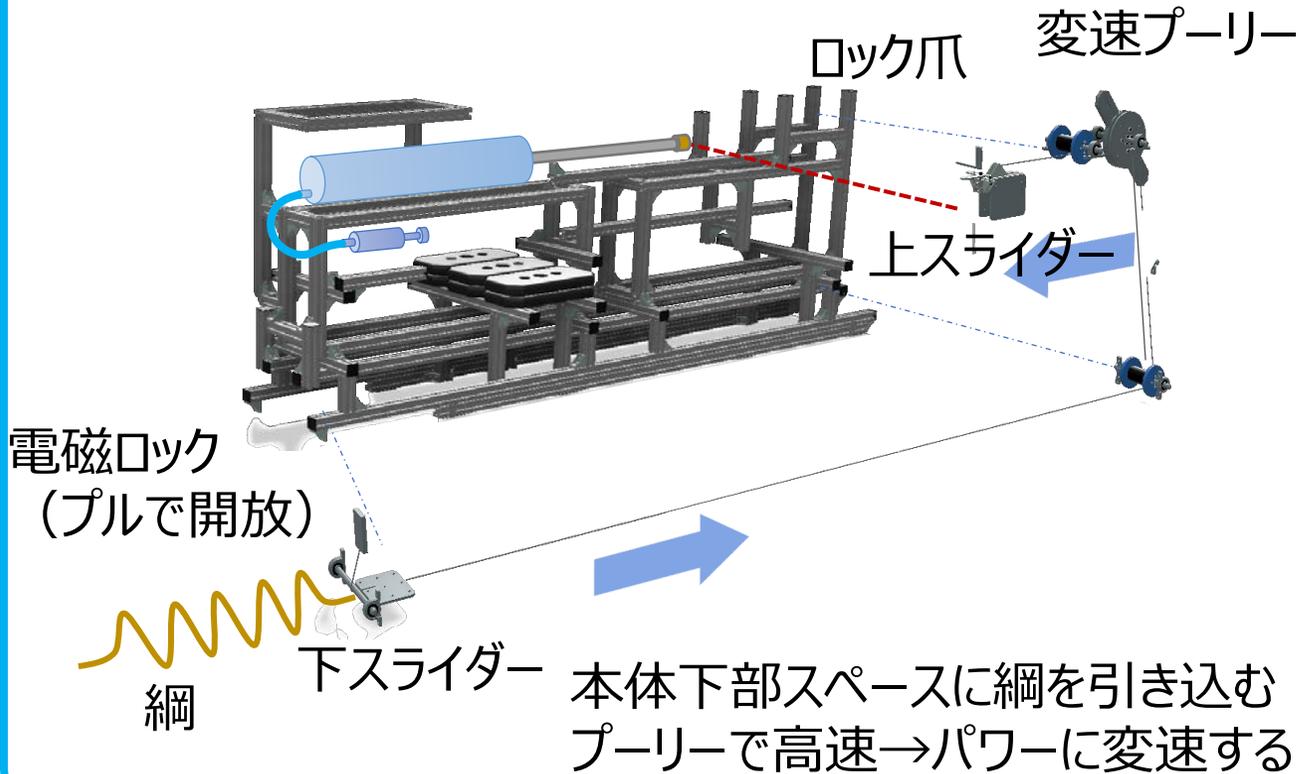
③ 蒸気が水戻り、体積が約1/1700に
ここで大きな力が発生する

水は熱すると蒸気になり、蒸気は冷やすと水になる
シリンダーを使って「体積変化」を「運動」に変換している

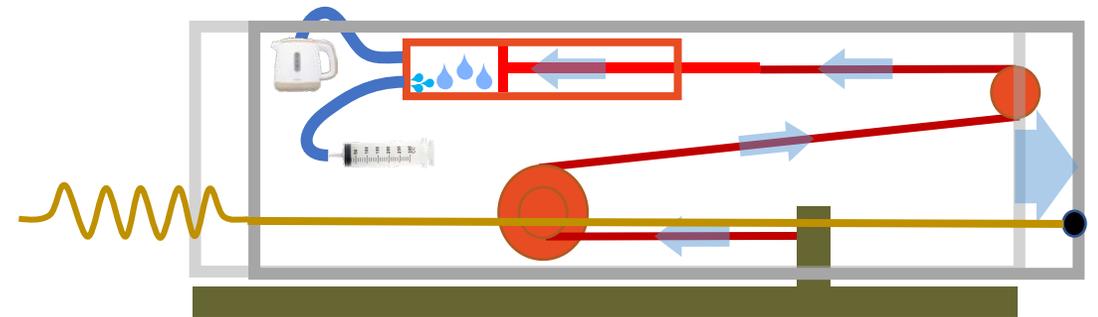
綱を引く仕組みはどうなっているの？



1stシリンダー（開始と同時にすばやく引く）



2ndシリンダー(終了間際に重さと力で引く)



いちばん下の土台を残して、
その上に乗る本体をスライドさせる

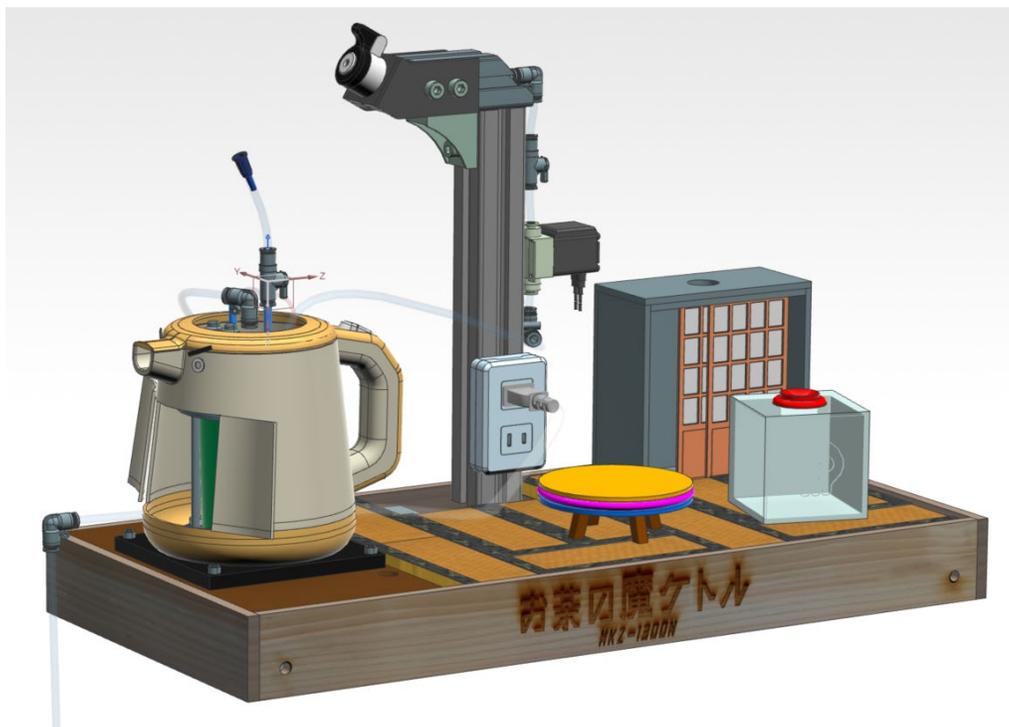
ワイヤーとプーリーを使った2種類の「滑車」のしくみで綱をひく
開始と同時にすばやく引く1stシリンダーと終了間際に力強く引く
2ndシリンダーの2段構え

名前とデザインについて知りたい！

おばあちゃんちのケトルが実は最強の綱引きマシンだった！

テレビ（BRAVIA）を見ながらお茶を飲むのが日課のお婆ちゃん。

お湯を沸かす度に畳の下で、**盛大な綱引き合戦**が行われていたとは知る由もなかった・・・



MKZ-1300N

MKZは魔改造を、1300Nはお茶の魔ケトルの最大牽引力（約130kg）を表している。

名前を付けた後で真の実力は1600Nであることが判明した。

来年くらいに廉価版の1300NC が出るとか出ないとか？

銀座ネッスル商会

S二黎明期に電気ざぶとんを販売する時に使用していた社名。

電気ざぶとんはニクロム線を美濃紙とレザーで挟んだだけのチャレンジ精神あふれる商品であり、お茶の魔ケトルのギリギリで刺激的な設計と通じるものがある(?)



銀座ネッスル商会

魔改造の夜のお題には、悪魔が潜んでいた…

お茶の魔ケトル 奮闘の記録

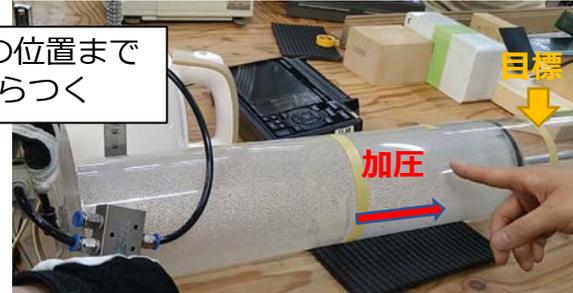


世の中そんなに甘くない!? やってみてわかった難しさ



開発を進める中でぶち当たった、悪魔のような3つの「お題の本質」

設計どおりの位置まで
押せない/ばらつく



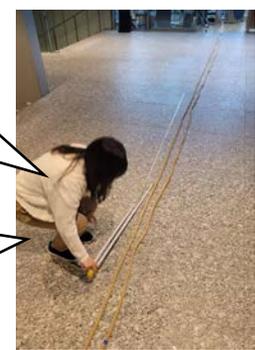
発見 本番前
残り16日

悪魔その1 蒸気がどんどん水に戻って力がでない/安定しない

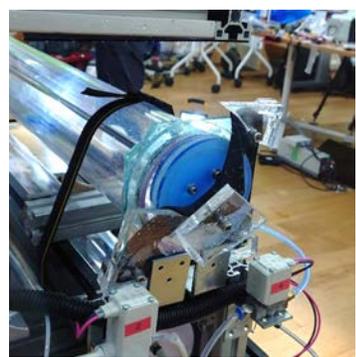
完成が近づき出力が上がると、
ちょっとした確認漏れから
破壊の連鎖が起こった

いつも使っている綱と
未使用の新しい綱、
長さが変わっている??

本体の位置が不変だと
相手側に綱が伸びて
負ける!?



発見 本番前
残り12日



発見 本番前
残り10日

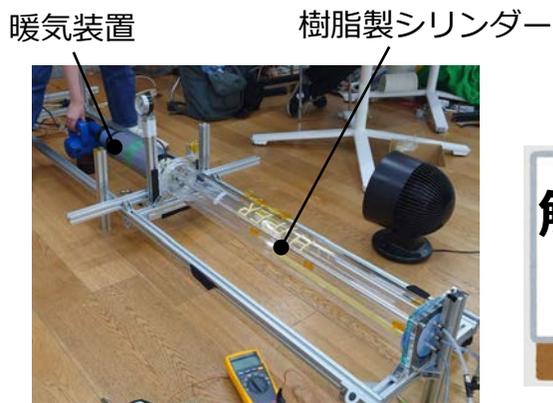
悪魔その2 力をかけると綱が伸びる

悪魔その3 自分の力に自分自身が耐えられない

SONY →初手で引張り、耐えるだけでは負ける?

→作業ミスや耐久性課題も複合的に発生

手を動かしてたどり着いた 課題解決



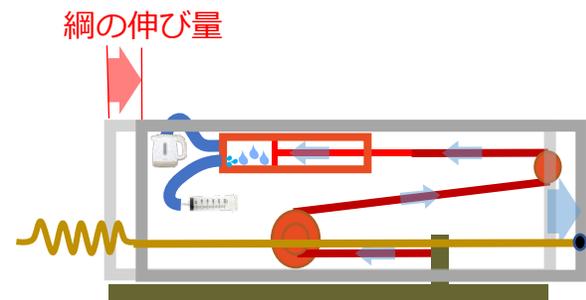
**解決 本番前
残り6日**

対策 減圧側の安定した力を、気温などの影響を受けにくい樹脂+暖気で使う

ただし実際の通しテストは前日夜の1回のみ。
(そしてこの後また主要部品破損)



伸び量測定



**解決 本番前
残り4日**

対策 綱の伸び量分を本体移動して引張る
2ndシリンダーの緊急追加



**解決(?) 本番前
残り0日**

対策 繰り返し実験による問題の抽出〜改善と、スタンバイ練習で人的ミス起因の破壊までケア

お茶の魔ケトルはどこで生まれたの？



ソニー本社1F クリエイティブラウンジ
社外の方も使用可能 詳しくはこちら！

<https://sony-startup-acceleration-program.com/article139.html>

お茶の魔ケトルはだれが作ったの？

シリンダ班

メンター/運営

<p>チームリーダー</p> <p>RYOTO SAKANE 坂根 領斗</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 メカ設計部</p>	<p>自走・ウィリー職人</p> <p>YUTA HATTORI 服部 悠太</p> <p>ソニーグループ 事業開発プラットフォーム Startup Acceleration 部門 COSIA 事業部</p>	<p>サブリーダー/黒幕</p> <p>NATSUKI ISHIMOTO 石本 夏樹</p> <p>ソニー ホームエンタテインメント& サウンドプロダクツ事業本部 TV事業部 商品設計第1部門 音響設計2部</p>	<p>シリンダ職人</p> <p>HIROSHI AZUMI 安住 仁史</p> <p>ソニーグループ 事業開発プラットフォーム Startup Acceleration 部門 COSIA 事業部</p>	<p>完全修復職人</p> <p>AKIYUKI IMAI 今井 淳南</p> <p>ソニーグループ AIロボティクス ビジネスグループ ハードウェア設計部</p>	<p>総合リーダー</p> <p>AKIKIHIKA TANAKA 田中 章愛</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント Icoid 事業推進室</p>	<p>メンター</p> <p>YASUHIRO OOTORI 鳳 康宏</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 メカ設計部</p>
<p>お茶の魔職人</p> <p>HONOKA ATSUCHI 厚地 穂乃佳</p> <p>ソニー モバイルコミュニケーションズ 事業本部 商品設計部門 メカ設計部</p>	<p>銅職人</p> <p>SHIN KURODA 黒田 晋</p> <p>ソニーグループ R & Dセンター Tokyo Laboratory 09</p>	<p>ニクロム巻き巻き職人</p> <p>TAKIYA WASHIMURA 西島 拓弥</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 メカ設計部</p>	<p>ブロック固職人</p> <p>YUYA HIRANO 平野 雄哉</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 メカ設計部</p>	<p>電源配線職人</p> <p>KOUSUKE MURAI 村井 宏輔</p> <p>ソニー イメージングプロダクツ& ソリューションズ事業本部 実装技術センター</p>	<p>手回し職人</p> <p>HAIRUN YU 于 海倫</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 電気設計部</p>	<p>エンジニアが輝く場づくり職人</p> <p>KANAKO MOTOKI 本射 嘉那子</p> <p>ソニーセミコンダクタ エンタテインメント デザイン&システム技術 プラットフォーム部門 応用技術開発部</p>
<p>アイドラー職人</p> <p>KARAE HIRAO 平尾 佳那絵</p> <p>ソニー イメージングプロダクツ& ソリューションズ事業本部 システム・ソフトウェア 実装センター</p>	<p>ブーリー職人</p> <p>KOSUKE TANI 谷 晃輔</p> <p>ソニー イメージングプロダクツ& ソリューションズ事業本部 商品技術センター</p>	<p>ラチェット職人</p> <p>NAOKI TAMIMOTO 谷本 尚基</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ハードウェア設計部門 メカ設計部</p>	<p>ツマミ職人</p> <p>DAISUKE KAWAMOTO 川本 大輔</p> <p>ソニー コンピュータサイエンス研究所 フロンティアナビゲーション グループ</p>	<p>過熱・過冷却職人</p> <p>TAISHI YOSHITAKE 吉竹 大志</p> <p>ソニーグループ 事業開発プラットフォーム 新事業開発部門 宇宙エンタテインメント推進室</p>	<p>シーケンス職人</p> <p>KAZUHIRO YABE 矢部 和宏</p> <p>ソニー・インタラクティブ エンタテインメント ソフトウェア開発本部 工務科</p>	<p>現代の名工</p> <p>MASARU OZAKI 尾崎 勝</p> <p>ソニーグローバル マニファクチャリング & オペレーションズ 生産技術部門 グローバル部品技術部</p>

本体/駆動班

ボイラー/電装班

ソニーグループ内の有志21人のメンバー

会社のバックアップのもと、業務外活動として参加

オンライン
サポートメンバーも
多数参加！

お茶の魔ケトルに会いたい！



品川駅港南口徒歩5分にあるソニーグループ本社1Fに展示されています。※2023年1月現在

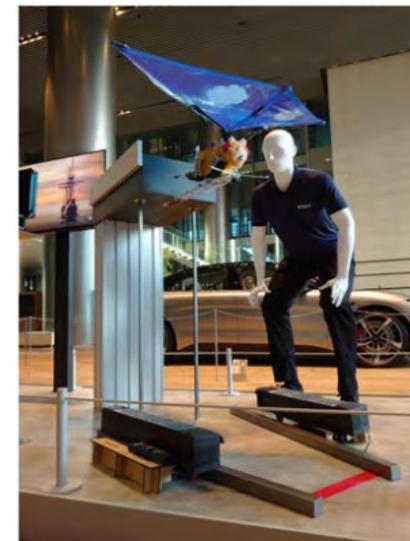
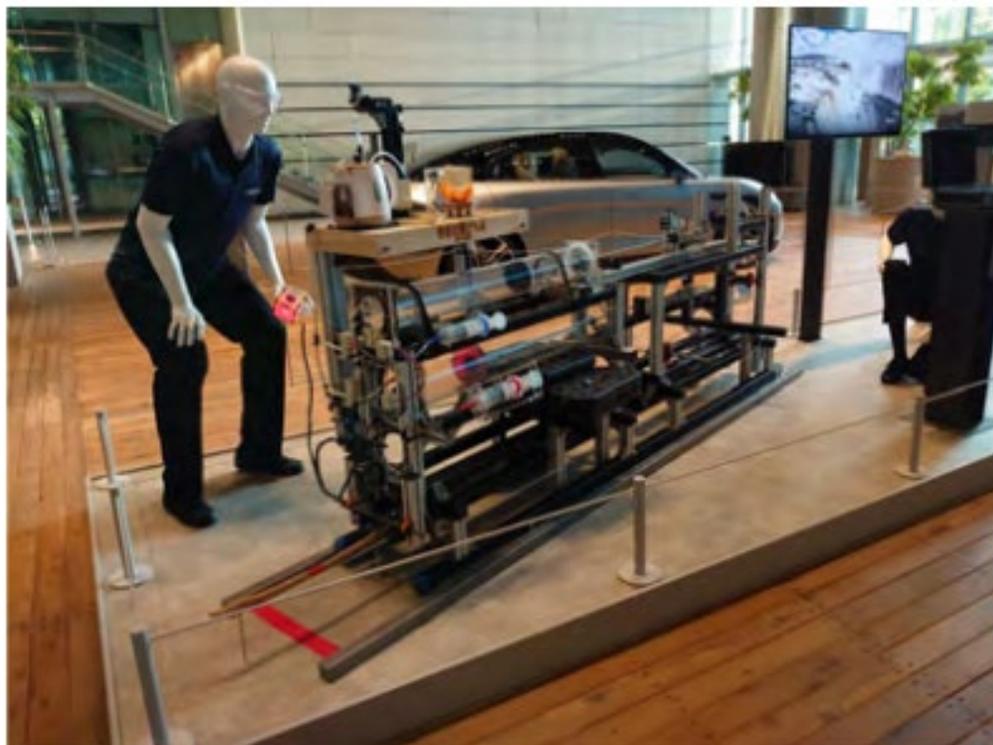
ソニー本社「魔改造の夜」展示について

期間：2022年10月11日（火）～ 2023年2月中旬（終了日未定）※2023年1月現在

時間：平日8:30～18:30

場所：ソニーグループ本社（東京都港区、品川駅港南口から徒歩5分）1Fの展示スペース

(<https://www.sony.com/ja/SonyInfo/CorporateInfo/data/>)



もうひとつのお題
「ネコちゃん落下25m走」の
「ALKNYAN」も同時展示！



概要はここまで
ここからは各部の詳細を解説します



SONY

電気ケトル綱引き 出場機体

モンスター

お茶の魔ケトル MKZ-1300N

～ 魔改造の夜 挑戦の記録 ～

ホーム Sニ一

©2022

(濃いめの) 詳細資料



Contents

電気ケトル綱引き レギュレーション

勝利条件

競技フィールド

本体解説

各部詳細

ボイラー/暖気/電装

シリンダー

本体/駆動

活動の様子

さいごに

※本文書の内容は当時・その場限りのものであり、妥当性・再現性・継続性等に関しては一切の責任をおいませぬ。参考・流用する場合は各自の責任の範囲でお願いします。

※文中の表現や用語のゆれ、特徴的な言い回しは各メンバーの個性によるもので、あえてそのまま掲載しています。

※文書中の個人名は継承を略さず仕様する場合があります。



電気ケトル綱引き レギュレーション



ルール (摘要)



これ↑を改造して

沸かした蒸気や熱の力を
動力にして

相手と引き合って、3 m先に
引っ張ったチームが勝ち

- 蒸気を使い 綱を3 m引っ張ったチームが勝利
- 1分で決着しない時、より引っ張っているチームが勝利
- 巴戦とし、2連勝したチームが勝利
- 使える水は800ml
- 水を沸かすのは家庭用電源(100V/1500W)
- 4分以内にスタンバイを終えないと失格
- 綱を引く操作はスイッチを一回押すだけ
- 2分後のスタートまでに湯を沸かし、蒸気で笛を15秒程度鳴らすこと
- タイヤのないケトルは 自分の力以上の床への喰い付きは禁止
- 失敗しても構わない

※本摘要は本解説資料のためのSニールチーム独自の解釈による要約となっています。
また詳細なルールは開示されておりません。説明の簡素化のため番組と異なる
ニュアンス・解釈の表現になっている場合がありますのであらかじめご了承ください。

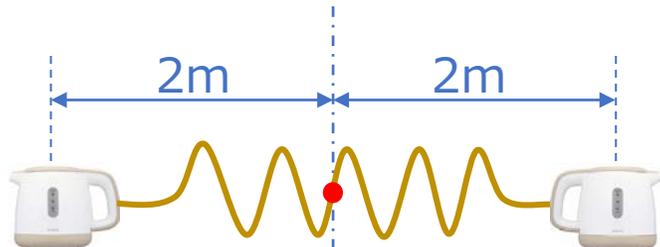
チーム Sニール

勝利条件



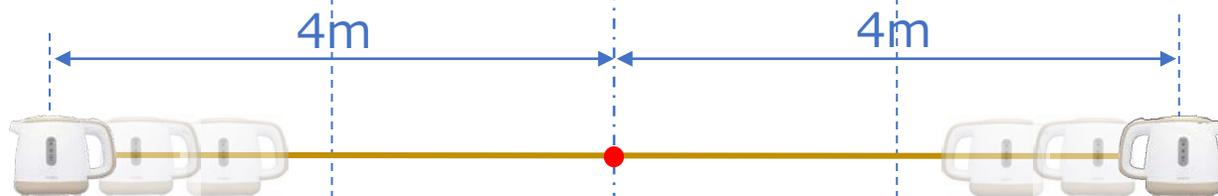
1. スタンバイ

電気ケトルはレールの中心から
2mのところに置く



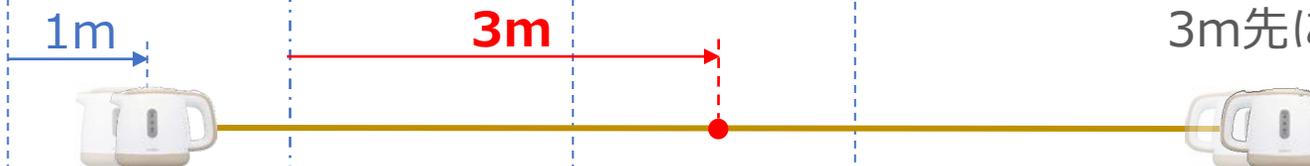
2. プル!

綱は8m



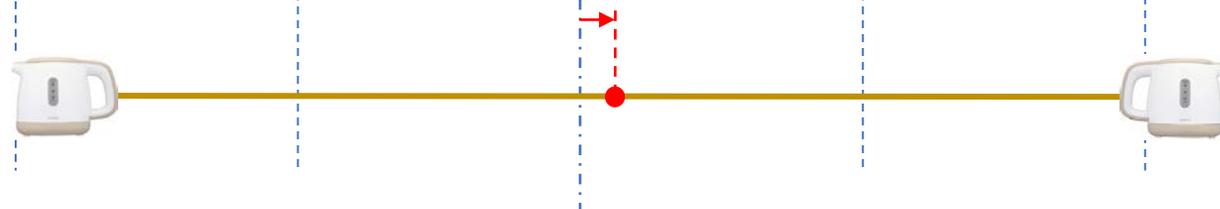
3. 勝利あり!

3m先に引っ張ったチームが勝者

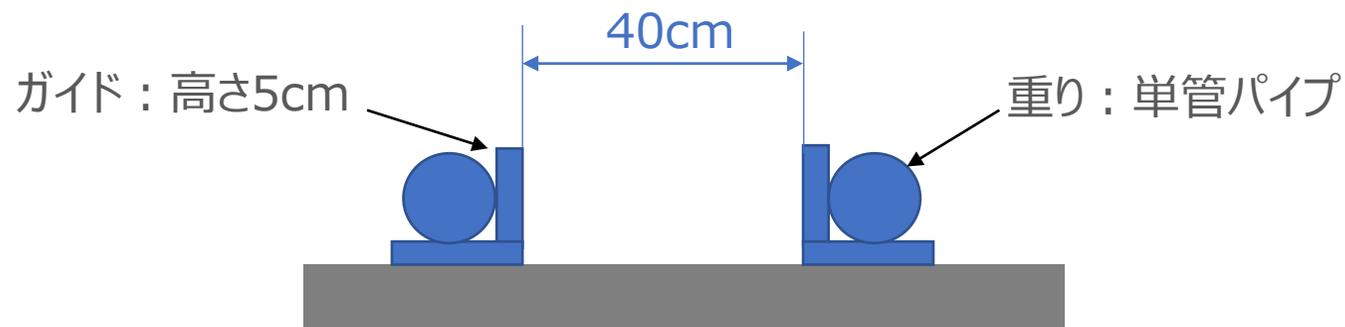
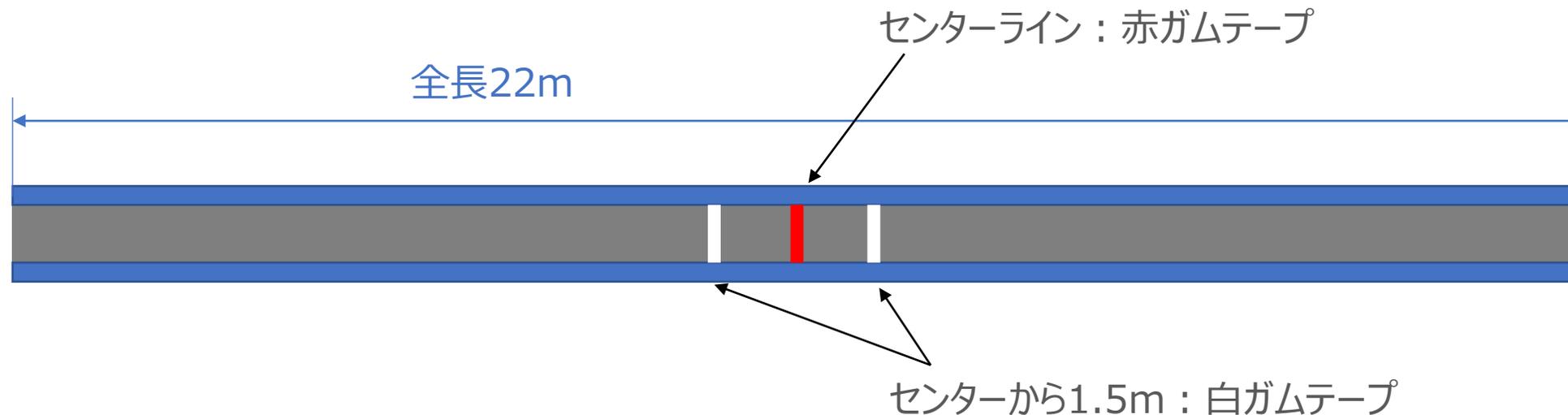


1分で決着しない場合

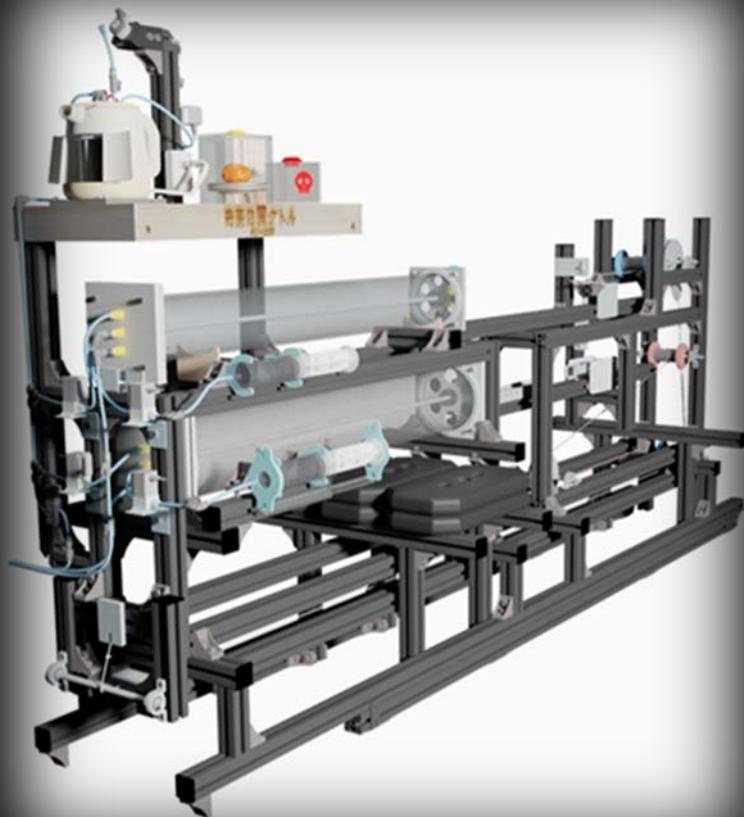
その時点でより引っ張っている
チームが勝者



競技フィールド



本体解説



- ① 開発担当/分類
- ② お茶の魔ケトルの仕様
- ③ システム図
- ④ 1st機構動作詳細
- ⑤ 2nd機構動作詳細
- ⑥ 開発中の変遷

お茶の魔ケトル本体の仕組み等についての補足資料

① 開発担当/分類



ボイラー/電装班

ボイラー性能

電装/全体シーケンス

プルスイッチ/笛

茶の魔(ケトル実装、外装)

配管/電磁弁/冷却水

グリップ/摩擦制御

スタンバイ
戦略
PMO

部品加工/サポート

シリンダ予熱/暖気

床再現

本体フレーム

シリンダ設計

本体班

ワイヤー&プーリー
変速

シリンダ班

ジョイント/ロック機構

スライダ

綱性能/ストローク量

マイコンボード



スイッチ

シリンダ
検出スイッチ

アイドラ

+サポートメンバー

1st 変速プーリー

テンショナ

アイドラ

フック

アイドラ

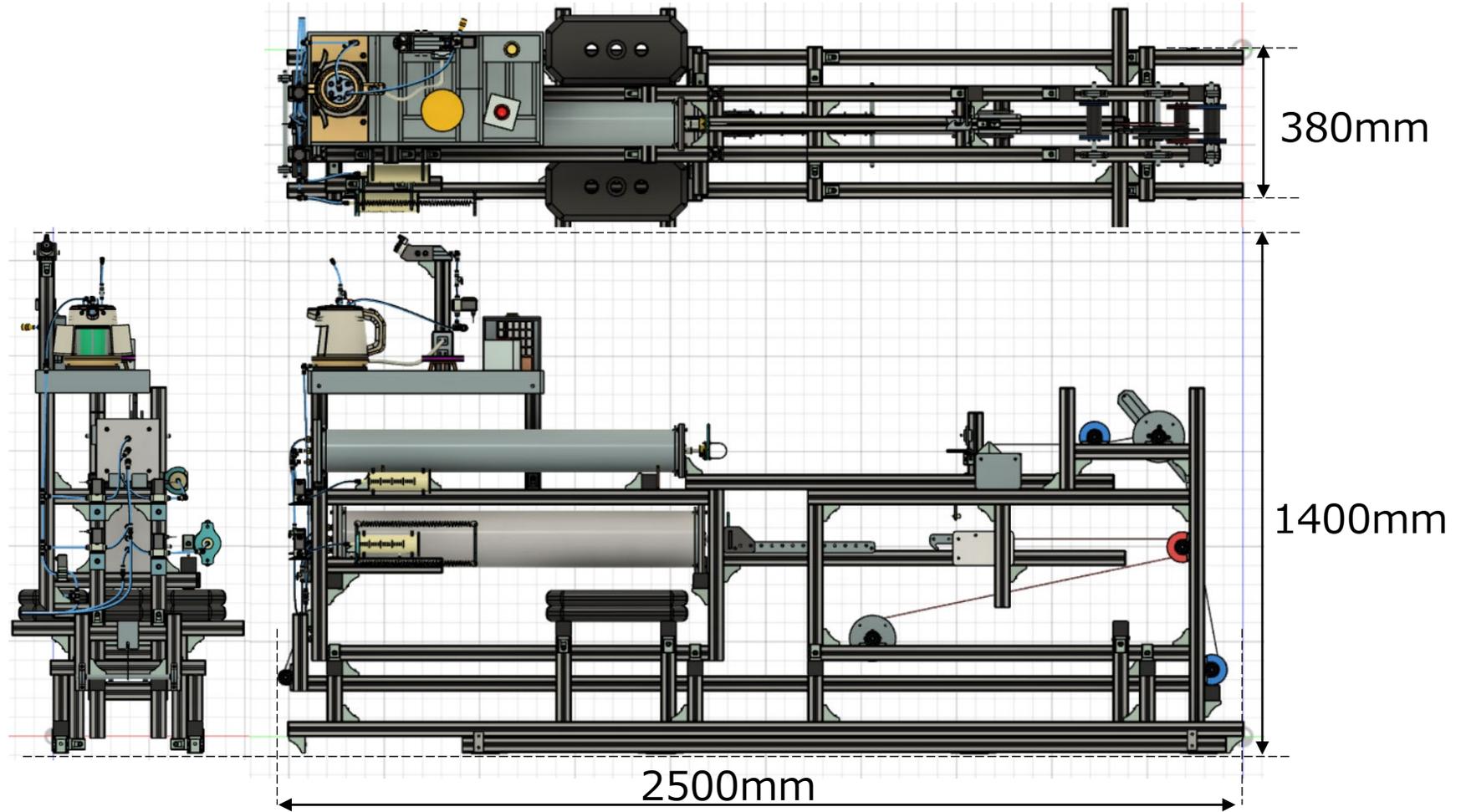


2nd 減速プーリー

② お茶の魔ケトルの仕様



項目	仕様
全長	2500mm
全高	1400mm
全幅	380mm
全機重量	116kg
バラスト重量	36kg
最大牽引力	127kgf
燃費	水130 ml /1試合

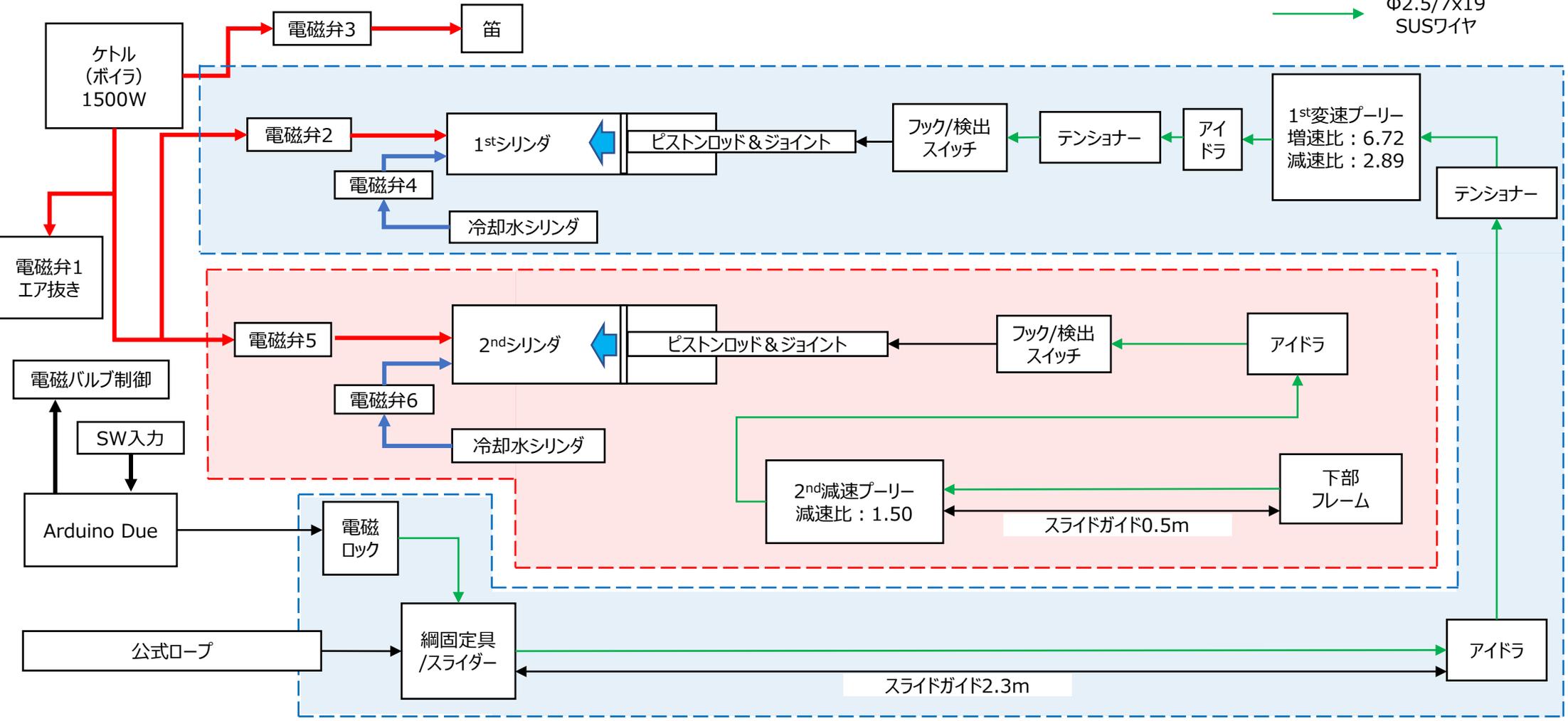


チームSニー

③ システム図



- 蒸気の流れ
- 冷却水の流れ
- $\Phi 2.5/7 \times 19$ SUSワイヤ

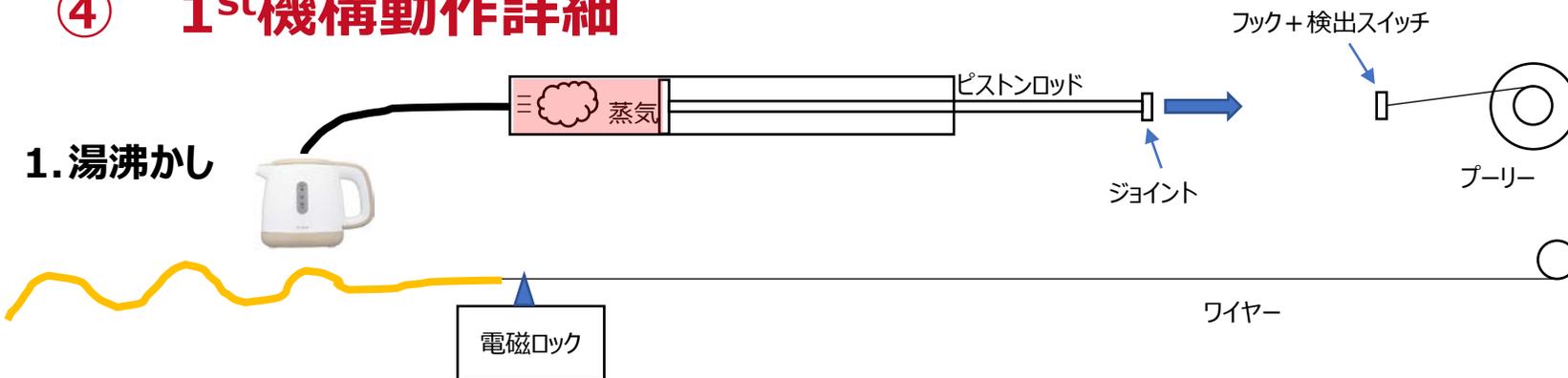


1st機構
2nd機構

④ 1st機構動作詳細

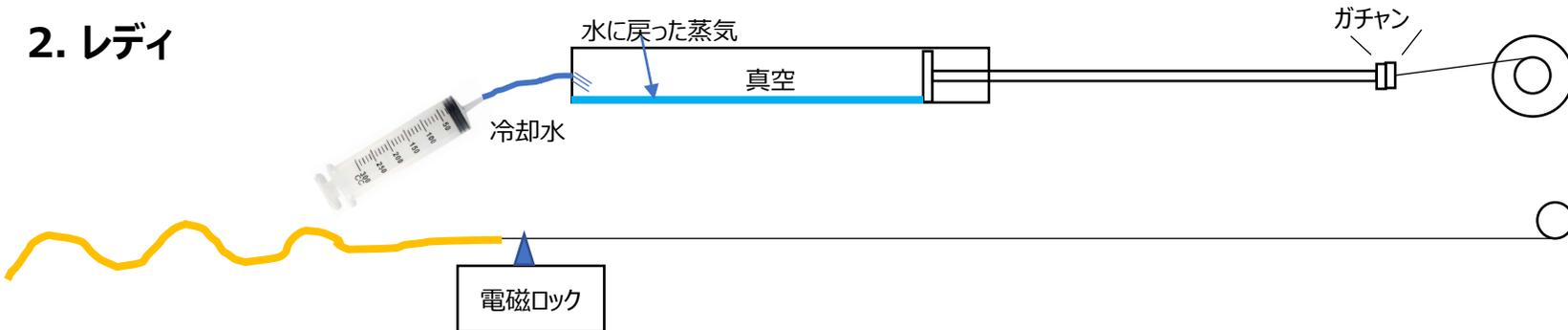


1. 湯沸かし



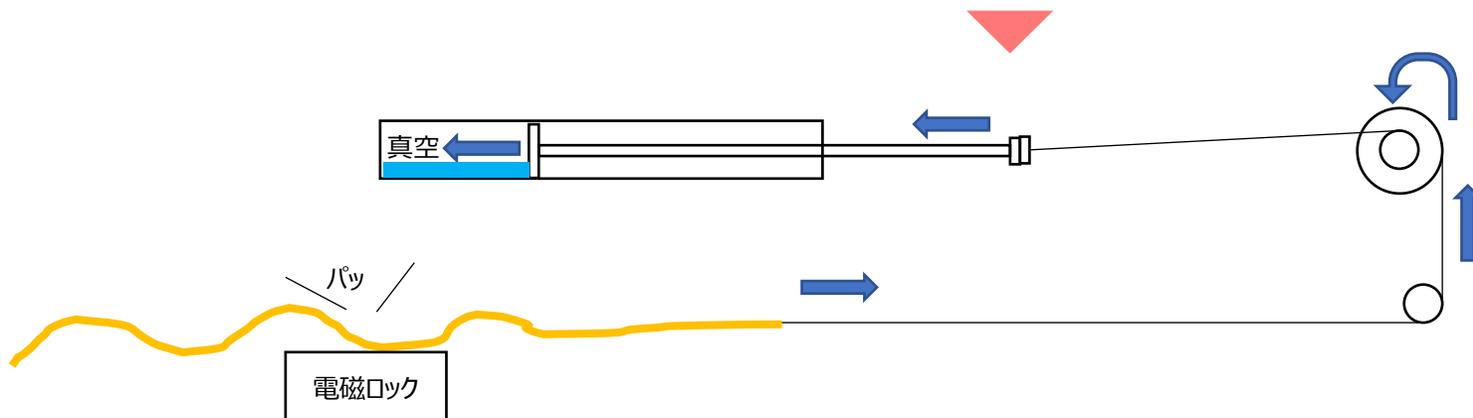
- 2分間で湯を沸かし、蒸気を充填
- ワイヤーは電磁ロックで固定

2. レディ



- ジョイントが接続で、冷却水が注入
- 蒸気が水に戻り、1/1700に体積が減り負圧になる

3. プル

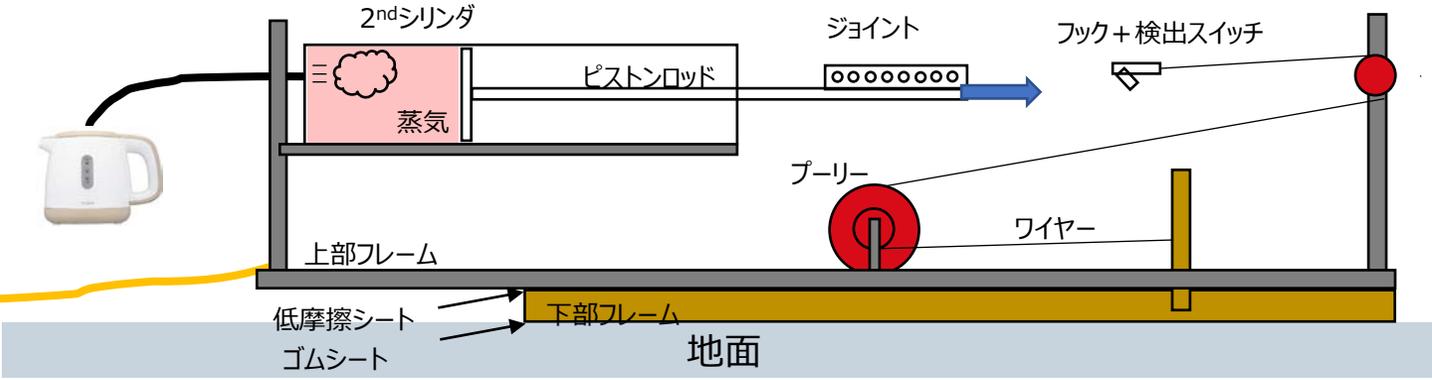


- 「プル！」の合図で、スイッチを押す
- 電磁ロック解除でワイヤーが巻き取られ勢いよく綱が引かれる

⑤ 2nd機構動作詳細

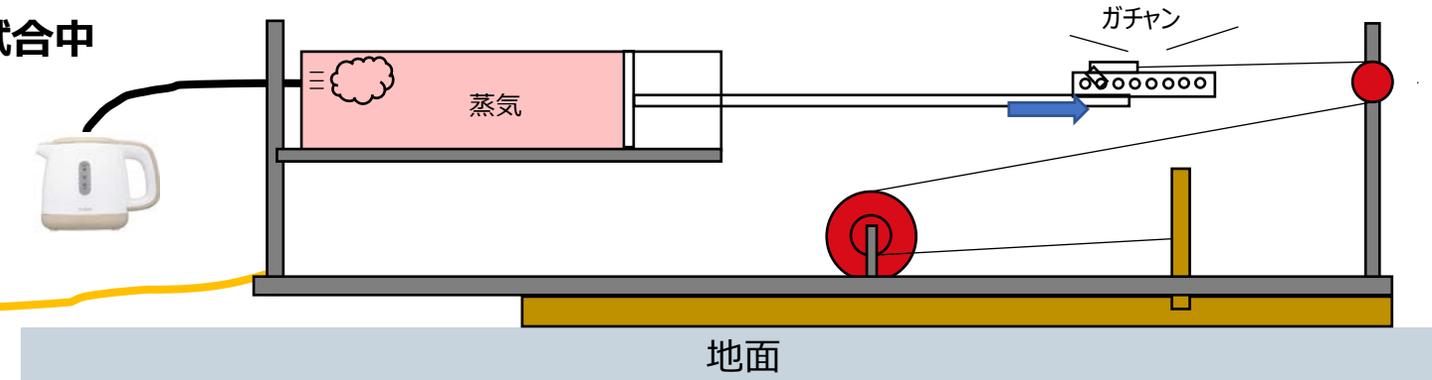


1. 湯沸かし



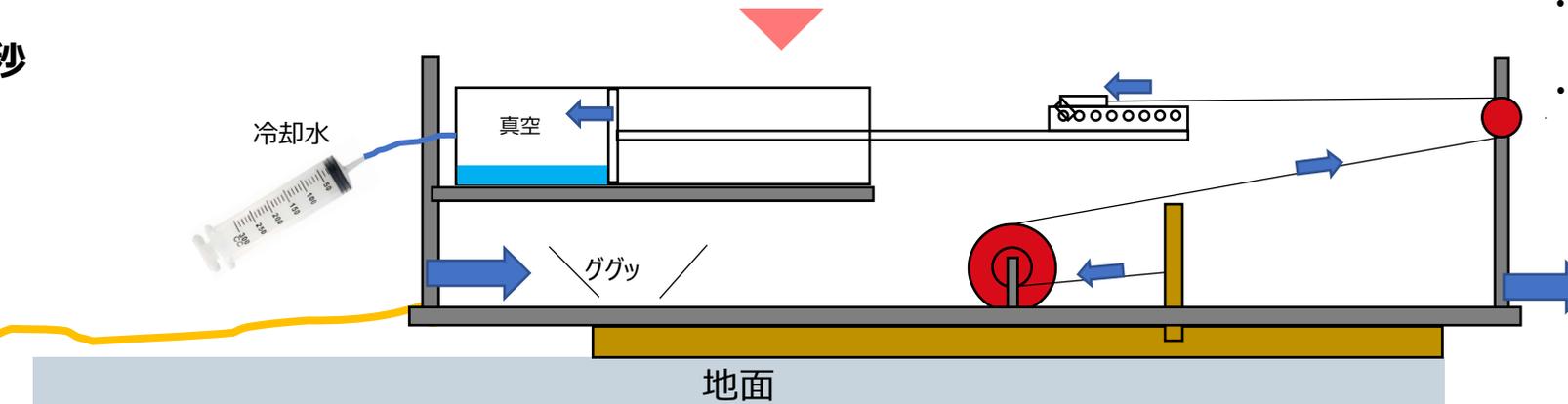
- 1stシリンダの充填終了後、2ndシリンダへ充填開始
- 上部フレーム(灰)と下部フレーム(茶)は低摩擦でスライドできる機構

2. プル～試合中



- 2ndのジョイントは多段式
- 試合時間残り10秒まで、蒸気の充填が継続

3. 残り10秒



- ワイヤーが引かれ、上部構造全体が下部フレームと地面に対し移動
- 綱は1stシリンダの負圧により強力に保持されているため、追加引張りが可能(最後のダメ引き)

チーム S ニー

⑥ 開発中の変遷



1 試作機

綱を上側で引く構造。綱のたるみ部分を全て引き切る作戦だった。



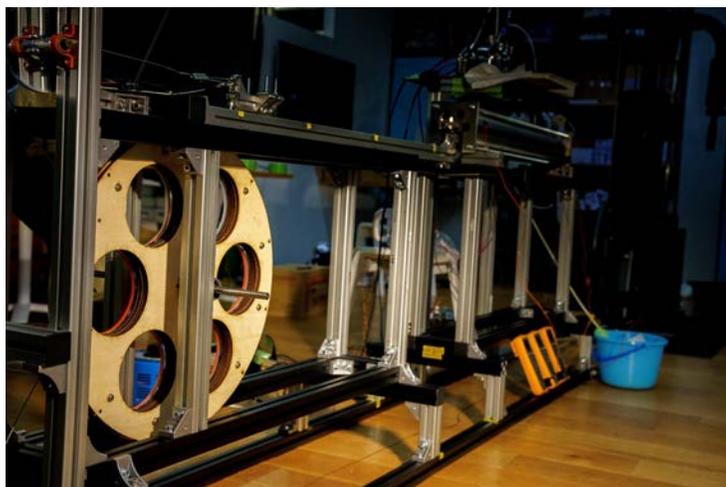
2 試作機改（組み立て中）

シリンダが上側、綱が下側に。鮮やかなオレンジのプーリーが印象的。



3 初号機

フレーム構造が決まる。ただ、プーリーの慣性重量が大きく、ワイヤーがうまく巻き取れない。



4 本番機（搬入前日）

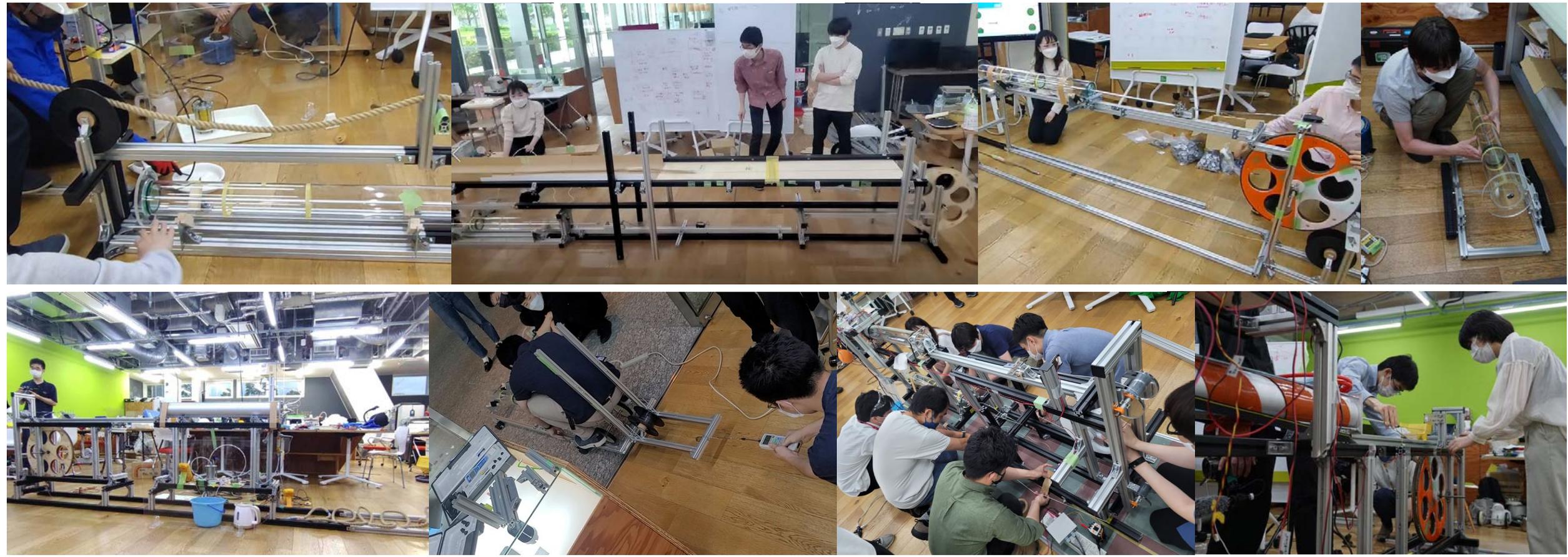
綱伸び問題に対応するため、2段式でスライドして綱を引く構造に。コンパクトなプーリー、お茶の魔、冷却水ホルダーなどを追加。



⑥ 開発中の変遷

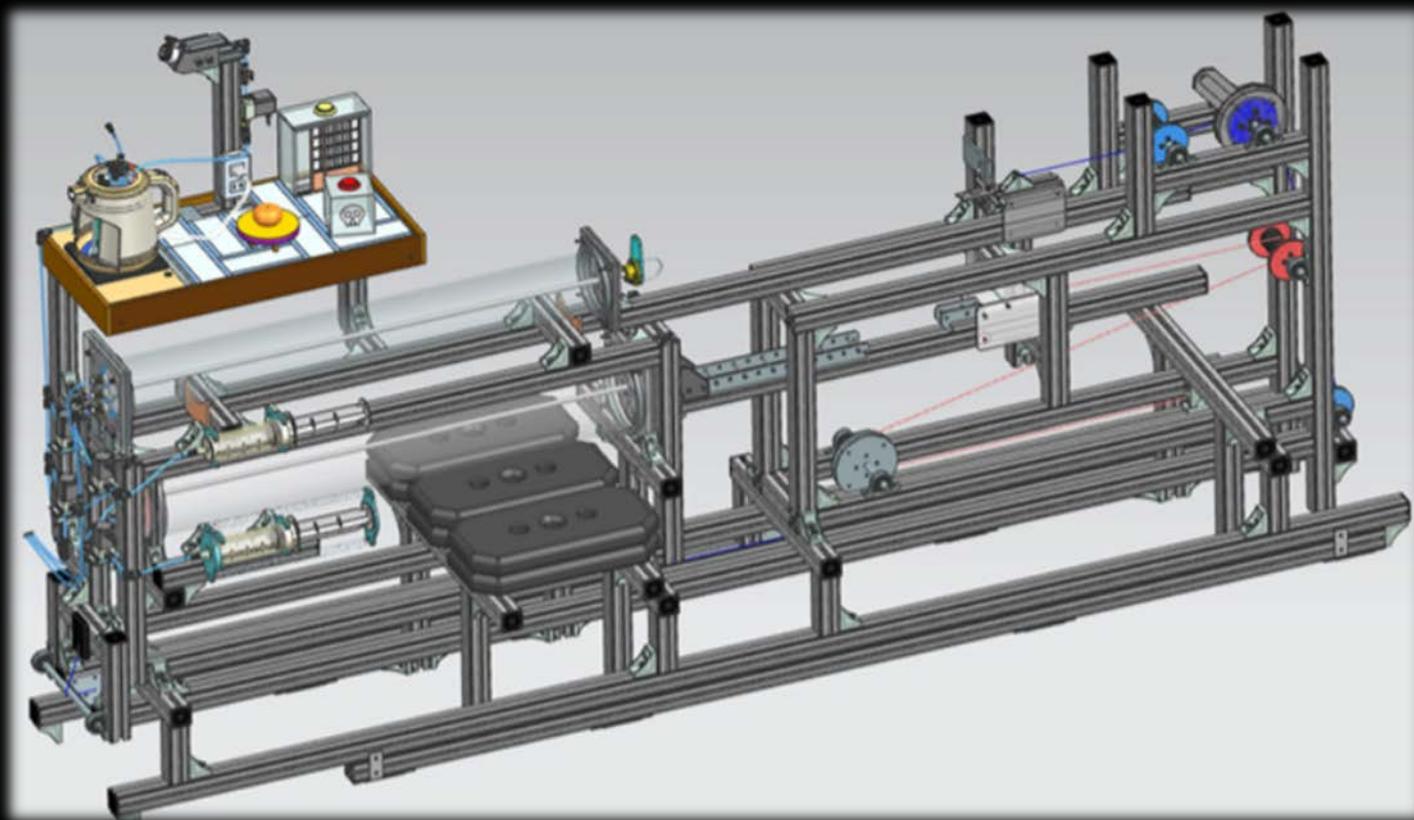


PC/CADレス設計&スピード組み換えフレーム構造
あえてフレーム構造をかためず、ボイラー/シリンダの進捗に合わせて即時可変対応に



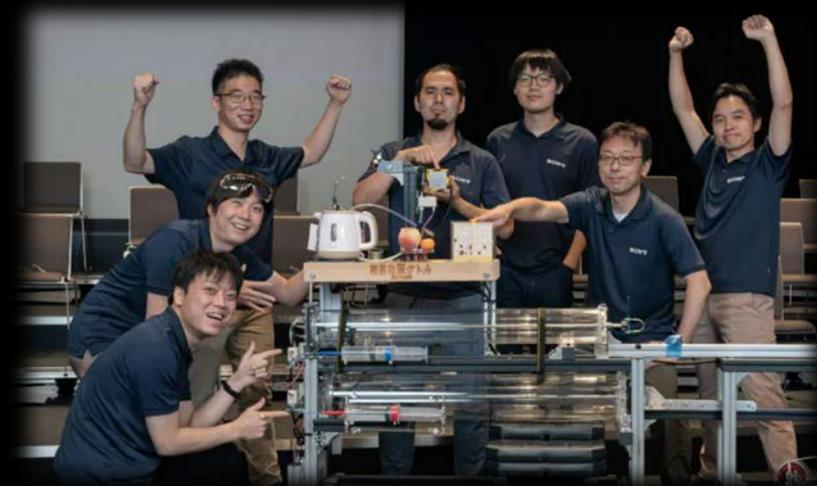
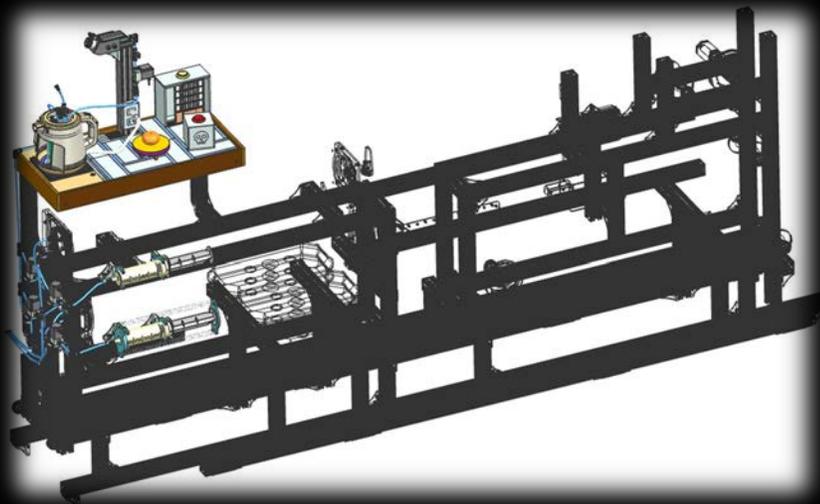
↑ 自走式にも変身！

主要各部詳細



ボイラー/暖気/電装
シリンダー
本体/駆動

ボイラー/暖気/電装



ボイラー/電装班

①ボイラー(P.39-P.53)

蒸気をつくる「ボイラー」部やその周辺の特徴や構造工夫やこだわり、実験の様子などの紹介

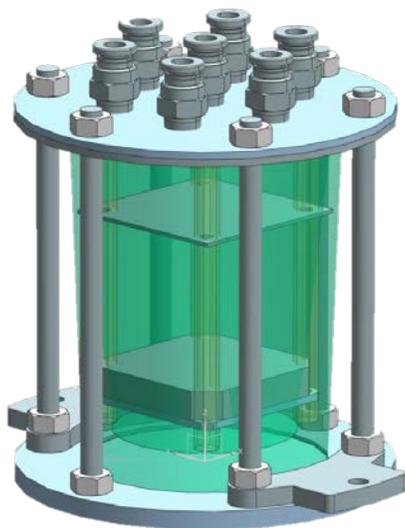
②暖気(シリンダー/ボイラー)(P.54-P.56)

シリンダーに入れた蒸気を水に戻さないために、スタンバイ時間中に温める「暖気」について

③電装(P.57-P.65)

限られた時間をフル活用するための、動作の制御方法

①-A ボイラー特徴



項目	仕様
使用圧力範囲	0.1~0.3MPa
容量	280ml
設備電力	1500W
相当蒸発量（蒸気供給量）	0.14L/s (0.00014m ³ /s)
ボイラ幅×奥行×高さ	73×73×97mm
ボイラ種類	簡易ボイラ

<特徴>

- ・ 市販のステンレスタンブラーを使用

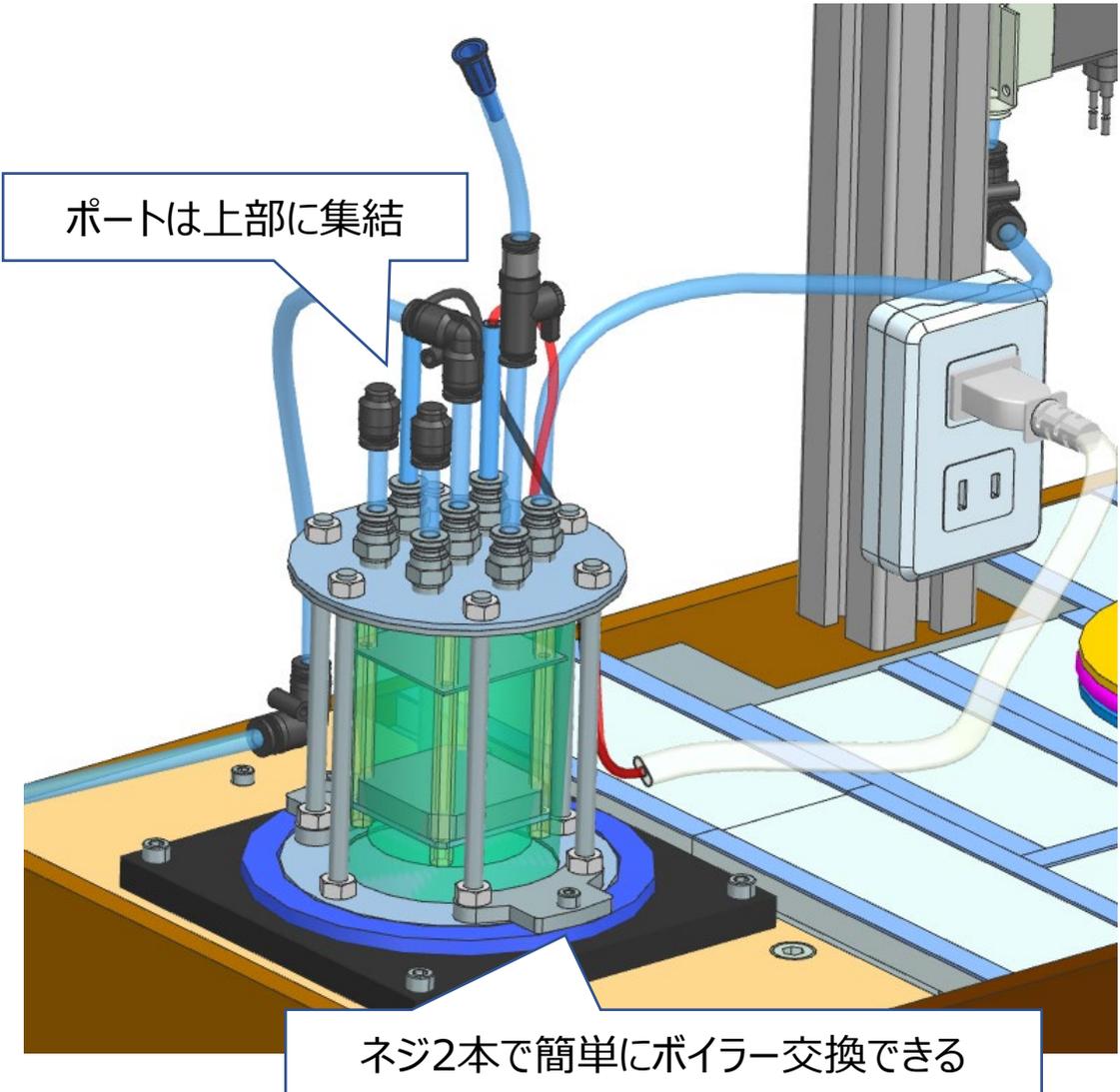
→ 入手性が良く予備部品を作りやすい、安い！

- ・ 暖機機能も搭載

→ 100W 3分間の通電で、沸騰までの時間が5秒短縮！！



①-B ボイラーの中身



ポートは上部に集結

ネジ2本で簡単にボイラー交換できる



カプトンテープで絶縁

タンブラーとアルミ蓋はシリコンパッキンで密着

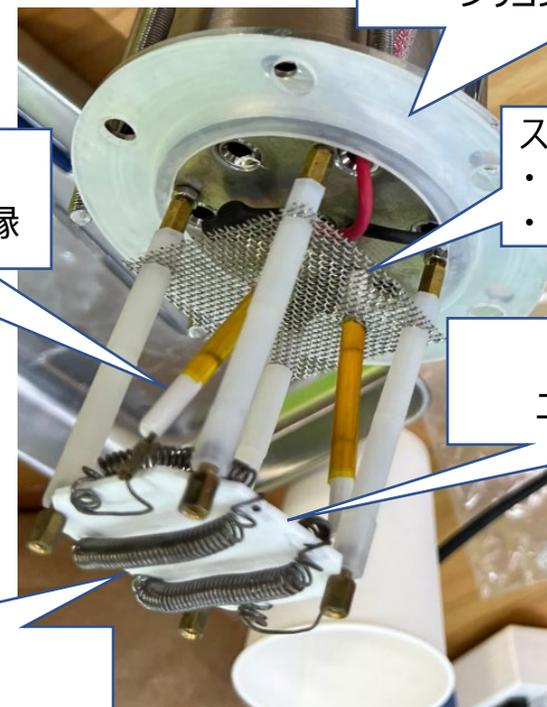
ニクロム線は中空碍子に通して絶縁

ステンレス網の役割
・支柱位置決め
・水トラップ

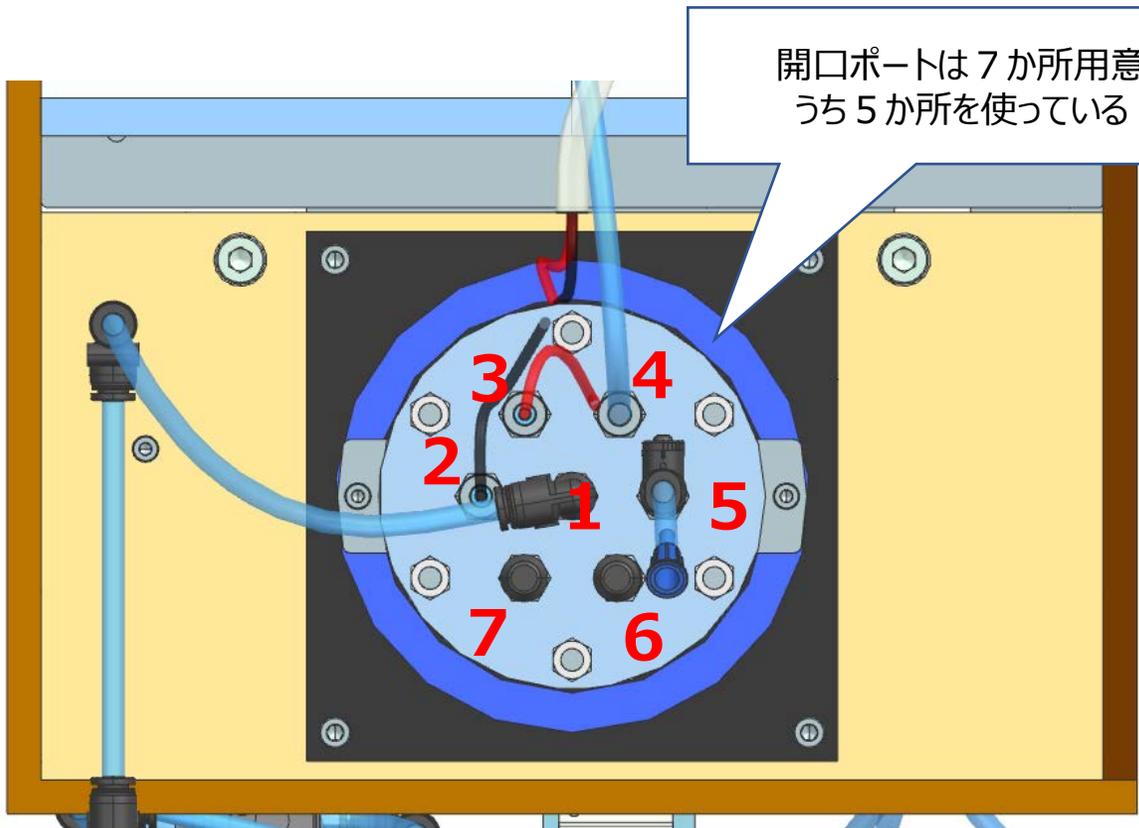
アルミナ板にニクロム線を巻き巻き



ニクロム線は電気コンロ用



①-B ボイラーの中身



開口ポートは7か所用意
うち5か所を使っている

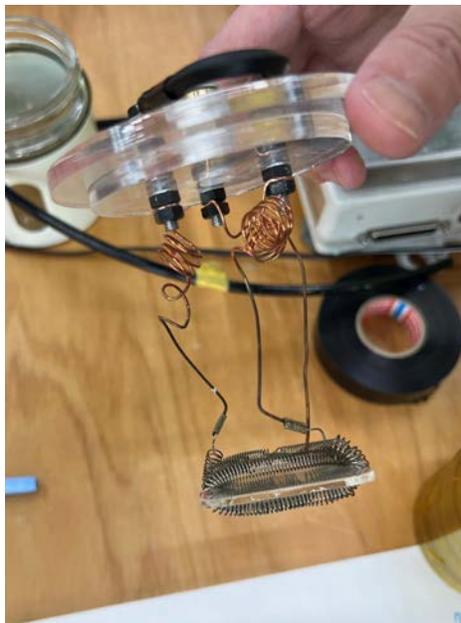
	機能	規格	下穴径
1	シリンダーへ	1/8インチPT	Φ8.2
2	ヒーター電装用	1/8インチPT	Φ8.2
3	ヒーター電装用	1/8インチPT	Φ8.2
4	笛吹き+給水時排気口	1/8インチPT	Φ8.2
5	注水口	1/8インチPT	Φ8.2
6	空き (栓)	1/8インチPT	Φ8.2
7	空き (栓)	1/8インチPT	Φ8.2

①-C ボイラーの変遷

※ 良い子はマネしないでね！



第一形態



第二形態



第三形態



最終形態



構造

蓋：アクリル
ニクロム線土台：ガラス

蓋：アルミ
ニクロム線土台：ガラス

蓋：アルミ
ニクロム線土台：ガラス

蓋：アルミ
ニクロム線土台：アルミナ

沸騰用
ニクロム

並列17Ω×2

並列14Ω×2

並列14Ω×2

直列6Ω

アフター
バーナー

なし

あり（縦長タイプ）

あり（薄型タイプ）

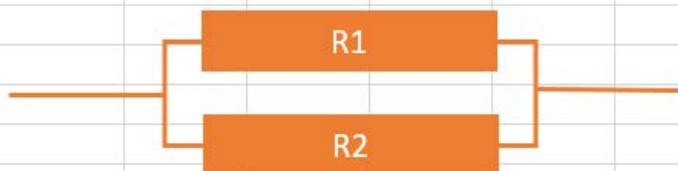
なし

①-D ボイラーのニクロム線



第三形態までは並列つなぎ

並列タイプ	入力セル								
	使用ニクロム	R1[Ω]	R2[Ω]	直列R[Ω]	並列R[Ω]	電圧[V]	電力1[W]	電力2[W]	合計電力[W]
1号機	100V300W	17.2	17.2	34.3	8.6	100	583	583	1166
5/21検討	100V300W	14.0	14.0	28.0	7.0	100	714	714	1429
5/21作製 (5/24死)	100V300W	13.7	13.7	27.4	6.9	100	730	730	1460
設計値 (目標)		13.3	13.3	26.6	6.7	100	752	752	1504

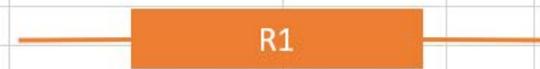


ニクロム線の線径が細く、抵抗値が高いため並列つなぎにすることで100Vで1500Wを実現



最終形態は直接つなぎ

直列タイプ	使用ニクロム	R1[Ω]	電圧[V]	電力1[W]	
本番仕様！これだ	100V600W	6.0	100	1667	沸騰時
			95	1504	少し低いよ
			25	104	暖機案2



ニクロム線の線径を太くすることで、シンプルな直列つなぎで100V 1500Wを実現
空焚きによる断線の懸念も減った

本番会場の設備による電源電圧降下を考慮し、100Vで1500W以上の電力になるコイル設計をした
当日は電力チェッカーで1500Wになるようにスライダックで入力電圧を調整している。

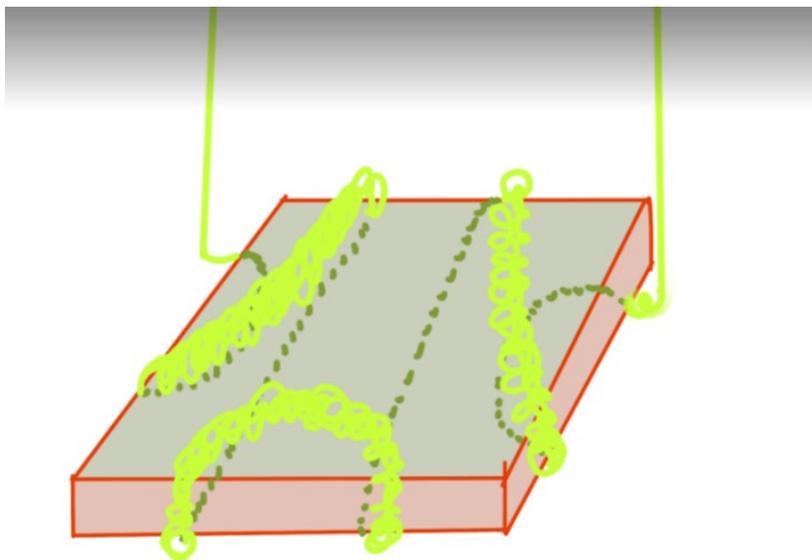


ニクロム線の線径太くすることで

- ・ ニクロム結線がシンプルになる！
- ・ 空焚き時の断線が減る！

チーム S-Nee

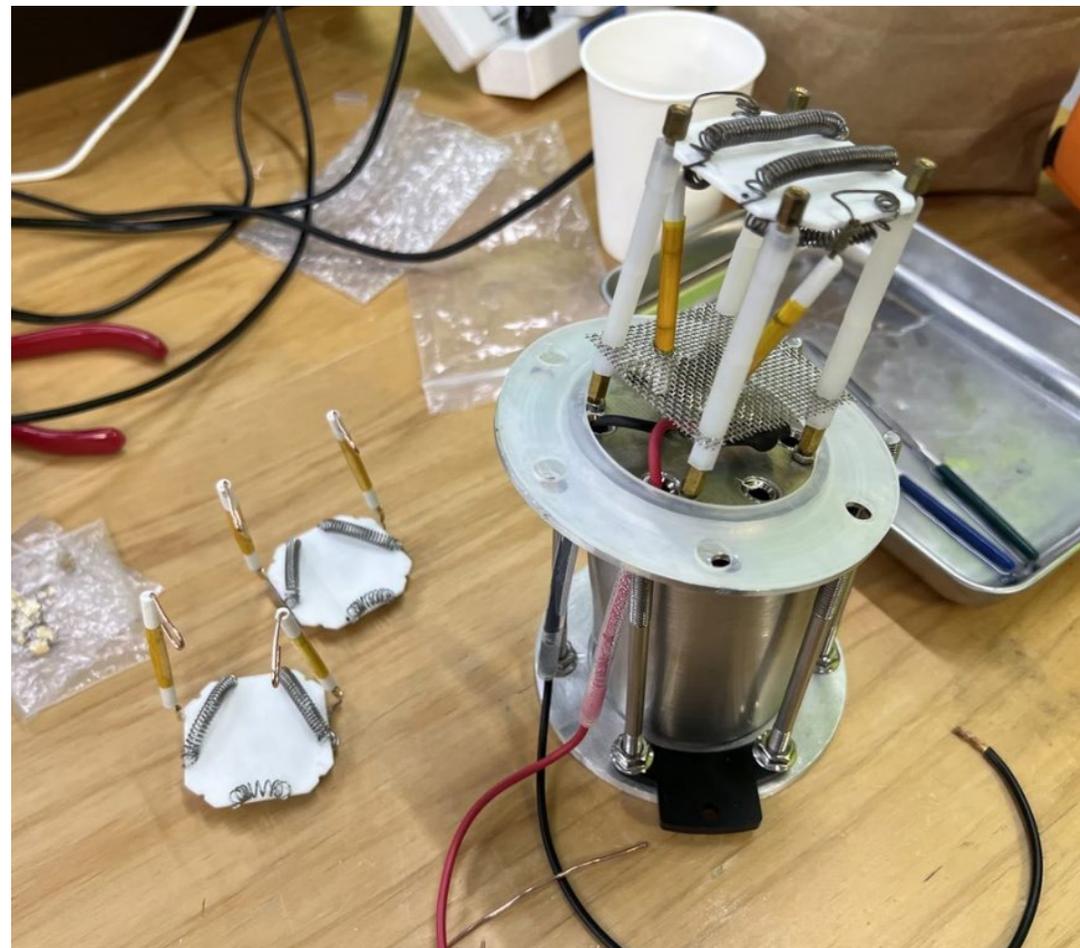
①-E ボイラーのニクロム線ルーティング (直列つなぎ)



コイル状のニクロム線を安定して保持するのが意外と難しい

試行錯誤してルーティングを確立！
セラミック板の稜線で引っ掛けるのがコツ

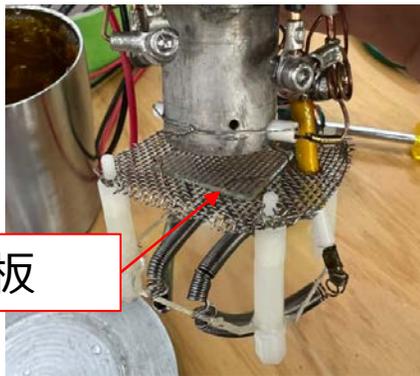
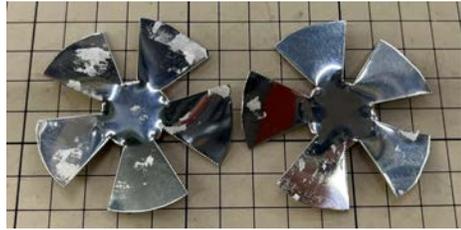
ニクロム線長は抵抗値から決まるので、
それがたるみなくルーティングするのも意外と難しい



チーム S-Nee

①-F 質の良い蒸気を作る工夫

- ・ 突沸防止や質の良い蒸気を作るためデミスター（水トラップ）もいろいろ試した



ガラス板



4種類ほど試作した結果
メッシュの金網になった

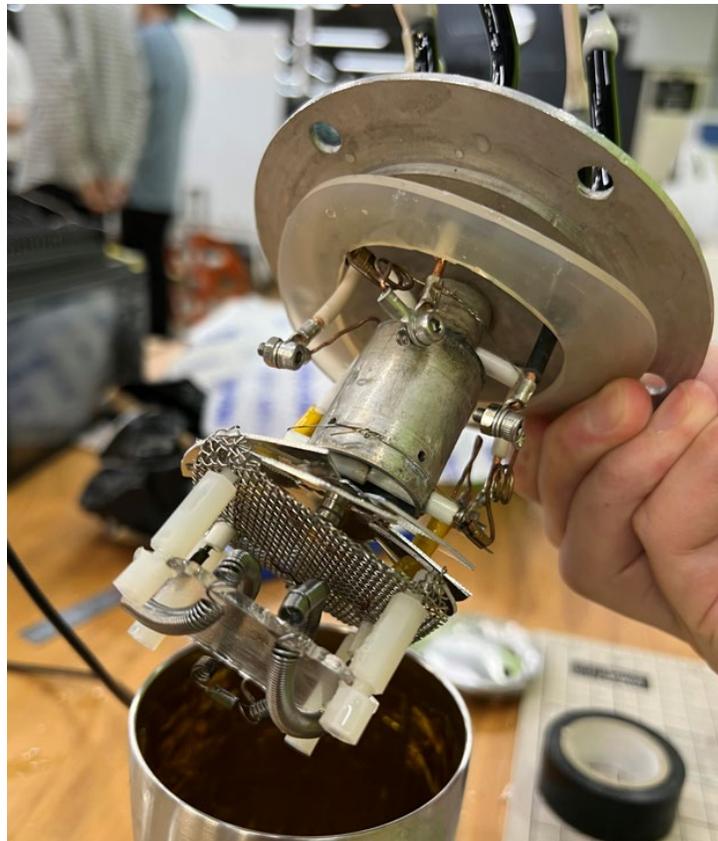
①-G アフターバーナー



- ・ ボイラー内アフターバーナーもいろいろ作成（結局、アフターバーナー採用しなかった）

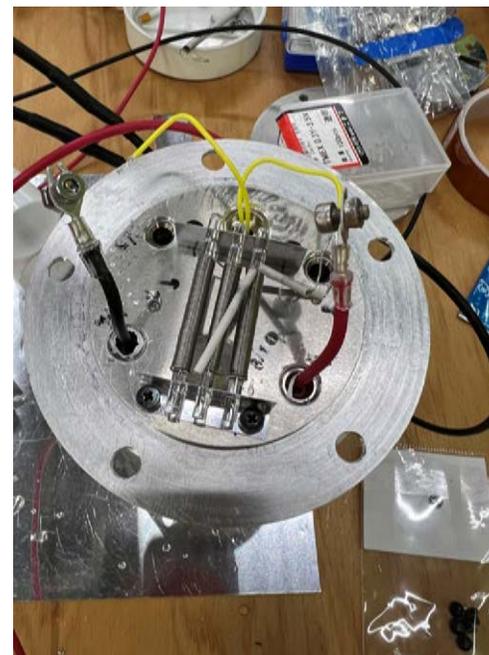
1号機：縦長Ver

水量多いと突沸してしまうので没



2号機：平たいVer

突沸は解決したが、蒸気の質変わらず。結局、没

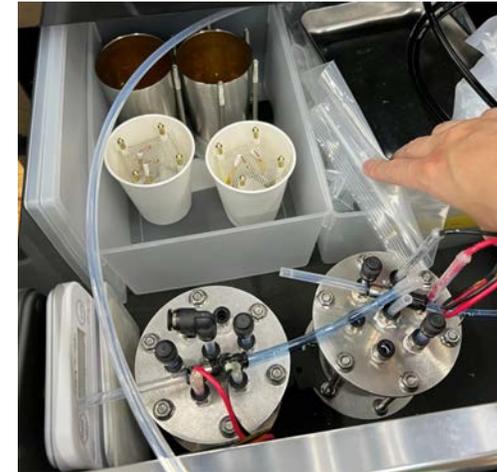


①-H ボイラーその他

- ・ 空焚きしてニクロム線破断



評価に夢中になると、空焚きしてしまうことが何度か。。。焦げ臭い



本番に向けて、予備を作成

①-I 投入電力と蒸発量の実験

1500Wで作れる蒸気量がわからず、どれぐらいの実力があるのか検証
計算シートを作り、実験して答え合わせをした

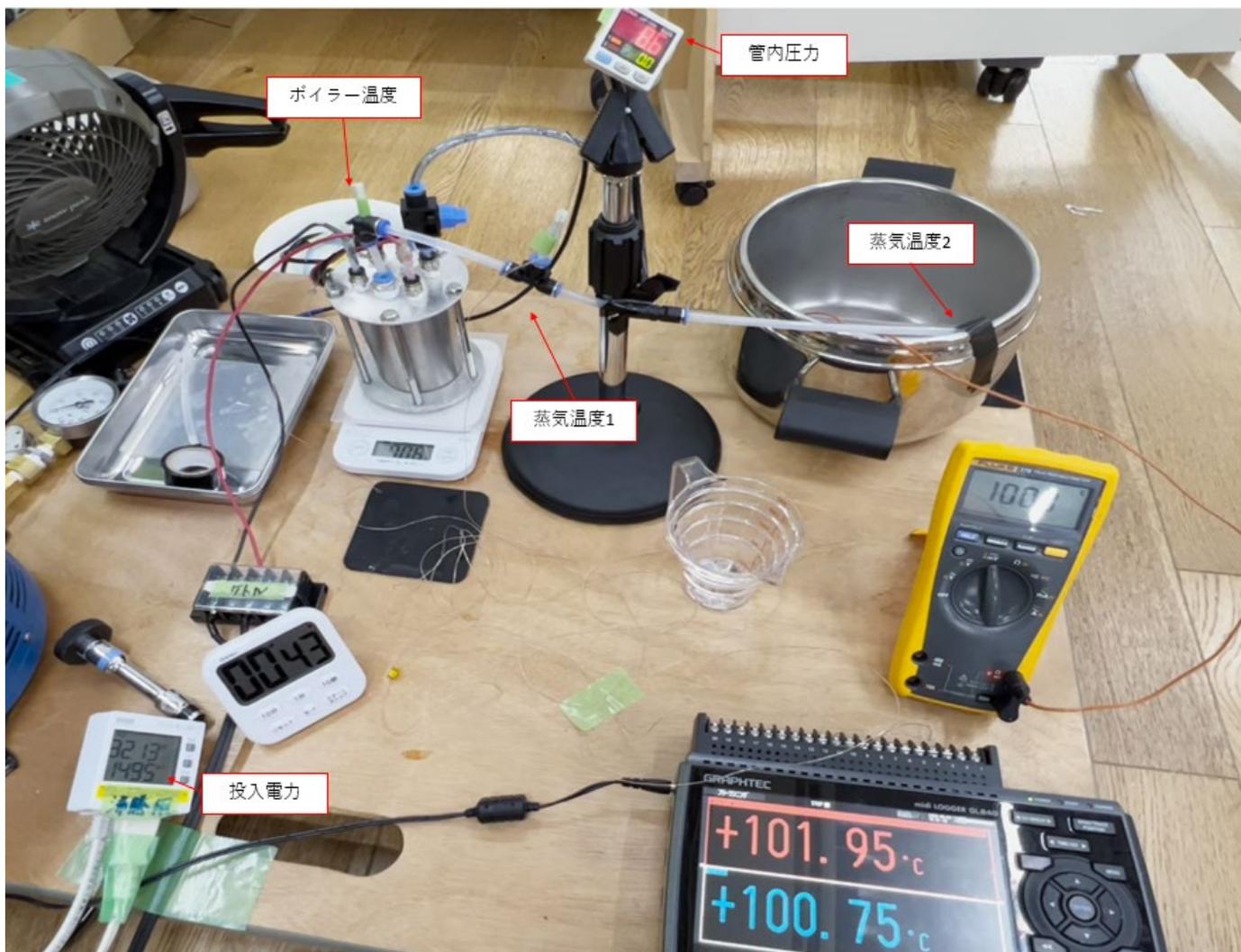


	A	B	C	D
1				
2				
3			理論計算	
4			パワー	1000W
5			効率	80%
6			時間	60s
7			電力	48000J
8			大気圧	1
9			沸点(°C)	100
10			気化熱(J/g)	2256.4
11			1分間の電力で蒸発できる水の最大量(g/min)	21.3
12				

実験内容	実測電力(W)	実験値		理論値	
		5分間での蒸発量(g)	蒸発量	蒸発量	
指定ケトル蓋なし	990	119	23.8g/min	21.3g/min	効率80% で計算
指定ケトル蓋あり	990	118	23.6g/min	21.3g/min	効率80% で計算
T社ケトル蓋あり	1370	162	32.4g/min	33.5g/min	効率90% で計算

①-J ボイラーの評価環境

ボイラーの沸騰時間にもつわる評価



初期水量や電力による沸騰時間・蒸気温度・蒸気圧力の変化を確認した



初期水量[ml]	沸騰時間[s]	残水量[ml]
10.00	17.33	-80.00
20	19.11	-70.00
30.00	20.89	-60.00
40	22.67	-50.00
50.00	24.45	-40.00
60	26.22	-30.00
70.00	28.00	-20.00
80	29.78	-10.00
90.00	31.56	0.00
100.00	33.34	10.00
115	36.00	25.00
120.00	36.89	30.00
130.00	38.67	40.00

マイナスの水量だと空焚き！ダメ絶対

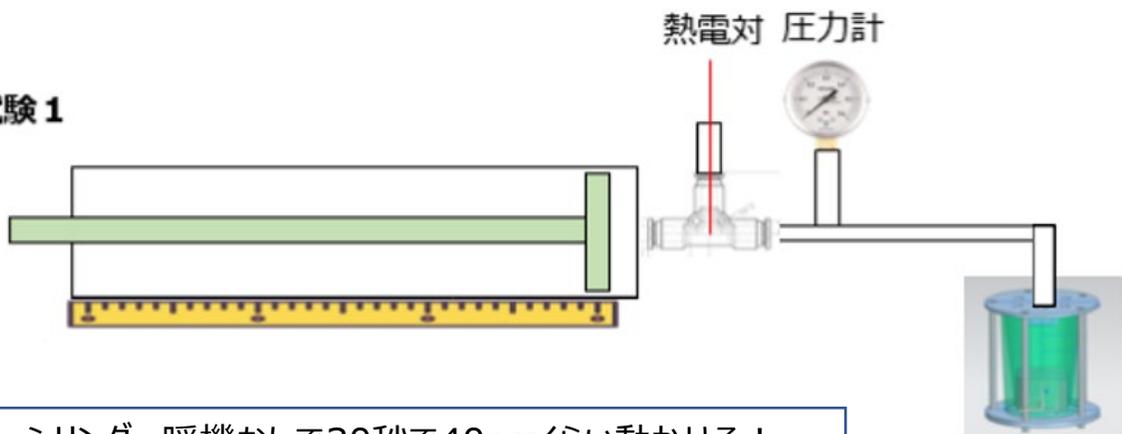
空焚きしないぎりぎりの水量を見積もった



①-J ボイラーの評価環境

ピストンの移動量にまつわる評価

試験1



シリンダー暖機なしで30秒で40cmくらい動かせる！

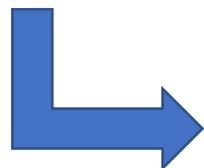
第一弾ピストン

実施日	沸騰用[W]	電力		30秒の移動距離！			メモ
		AB[W]	合計[W]	ピストン移動距離(mm)	蒸気温度[°C]	圧力[kPa]	
2022/5/27	1500		1500	400	102.9	15.6	シリコン、PC、常温、5mm電磁弁
2022/5/27	1500		1500	380	103.05	15.8	シリコン、PC、常温、5mm電磁弁、前の実験から時間空いちかった
2022/5/27	1500		1500	415	103.3	16.5	シリコン、PC、常温、5mm電磁弁

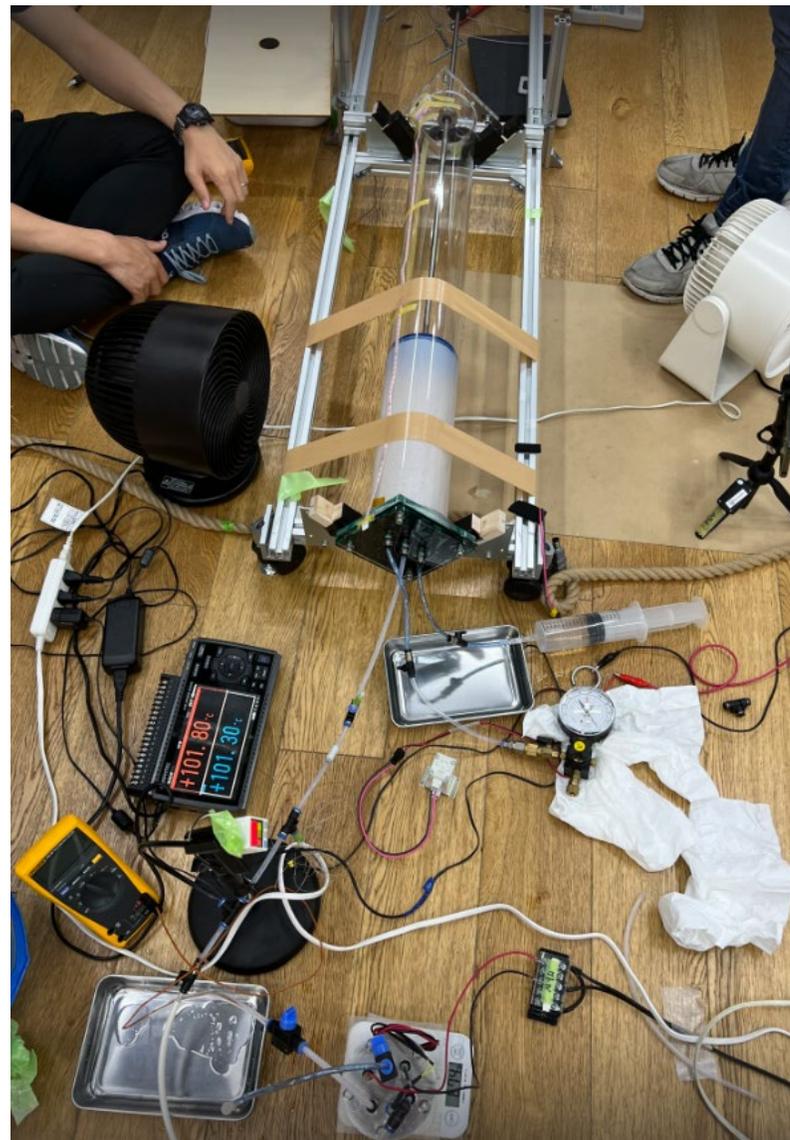
・ボイラーの温
・ボイラー沸騰

第二弾ピストン

実施日	沸騰用[W]	電力		30秒の移動距離！			メモ
		AB[W]	合計[W]	ピストン移動距離(mm)	蒸気温度[°C]	圧力[kPa]	
2022/5/28	1500		1500	260	101.5	11.1	PC144mm,シリコン、常温、電磁弁なし
2022/5/28	1500		1500				



シリンダ種類	蒸気供給量 (リットル/s)	
アクリル110mm	0.140	L/s
PC110mm	0.126	L/s
PC144mm	0.141	L/s
平均	0.136	L/s



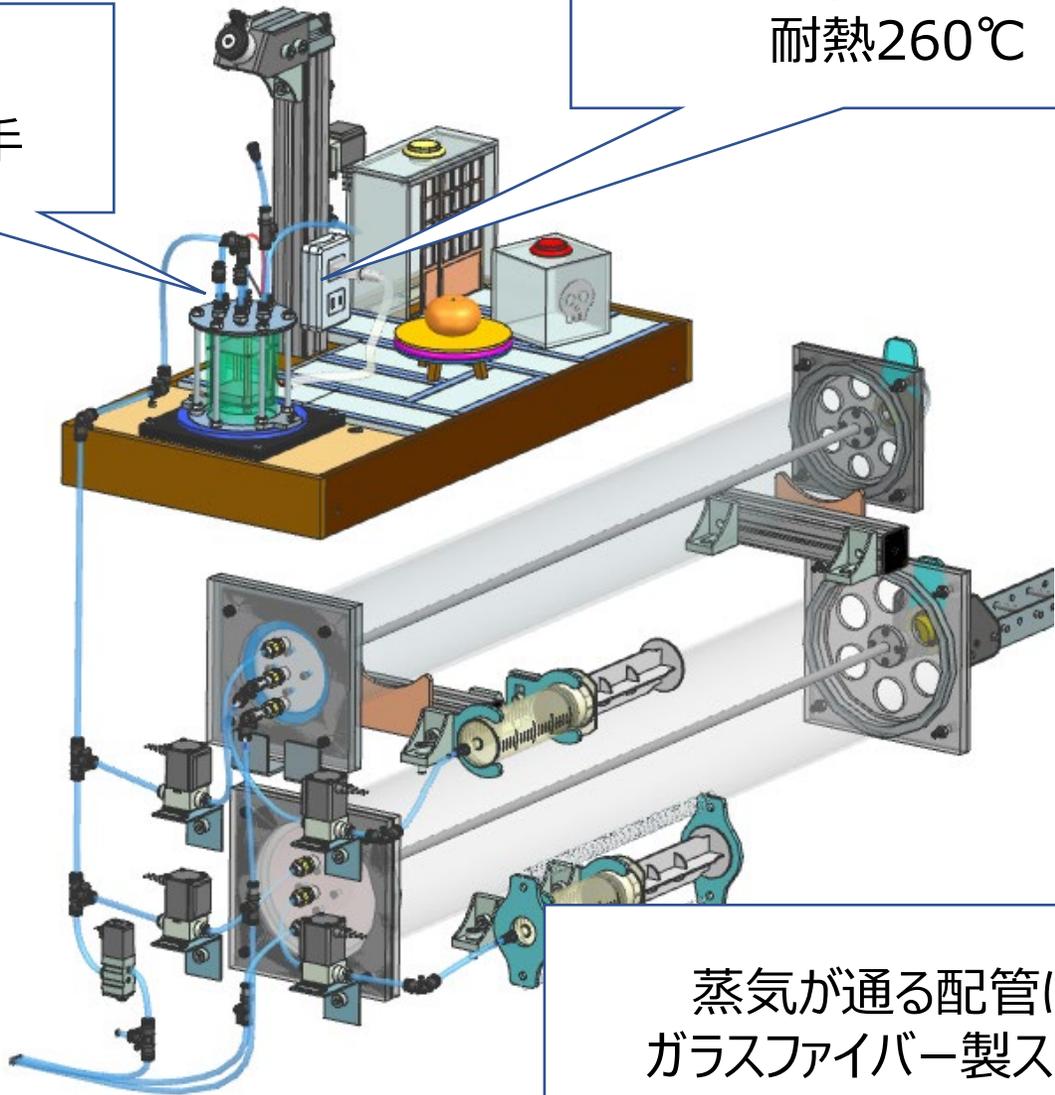
チームSニー

①-K 配管

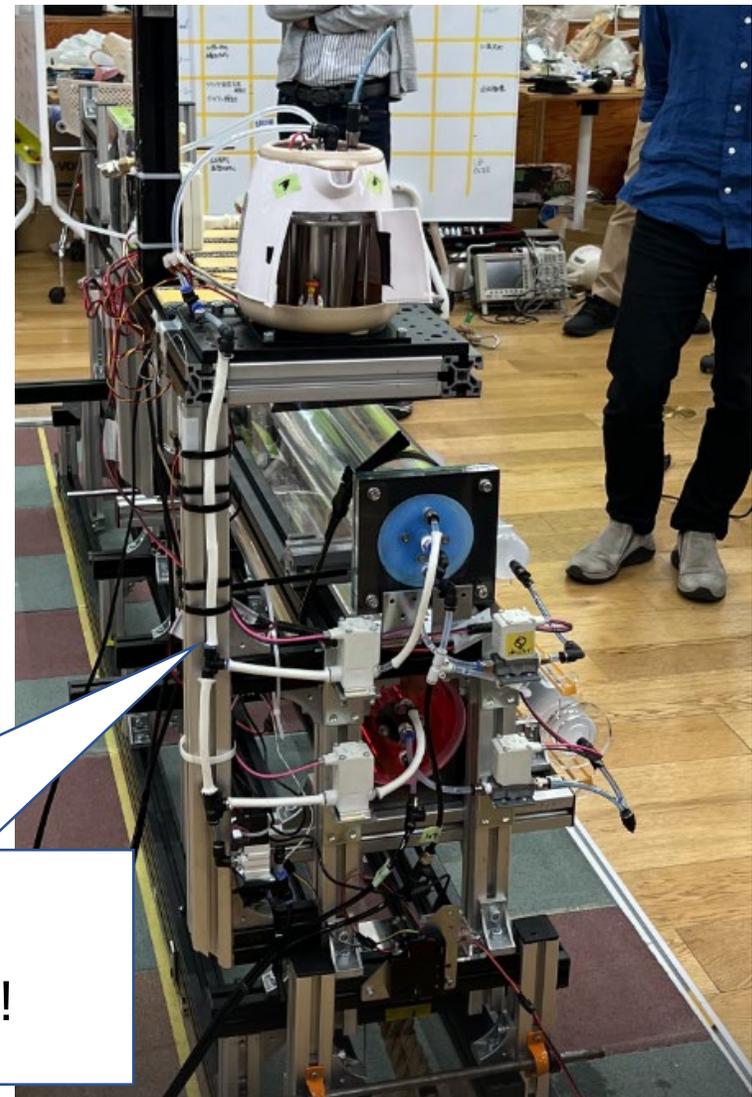


一般的な
チューブ継手

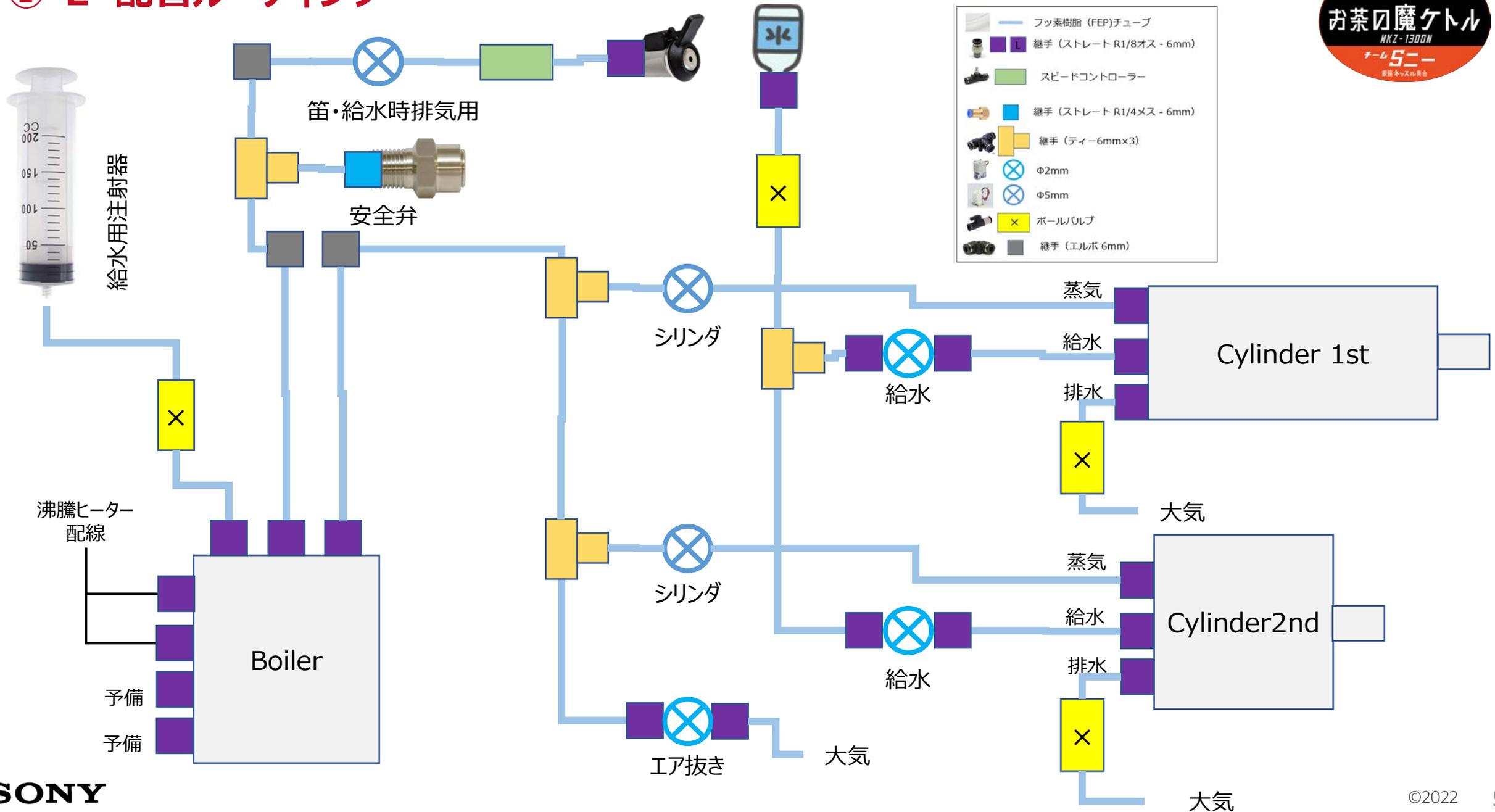
外形6mm内径4mm
フッ素樹脂チューブ
耐熱260℃



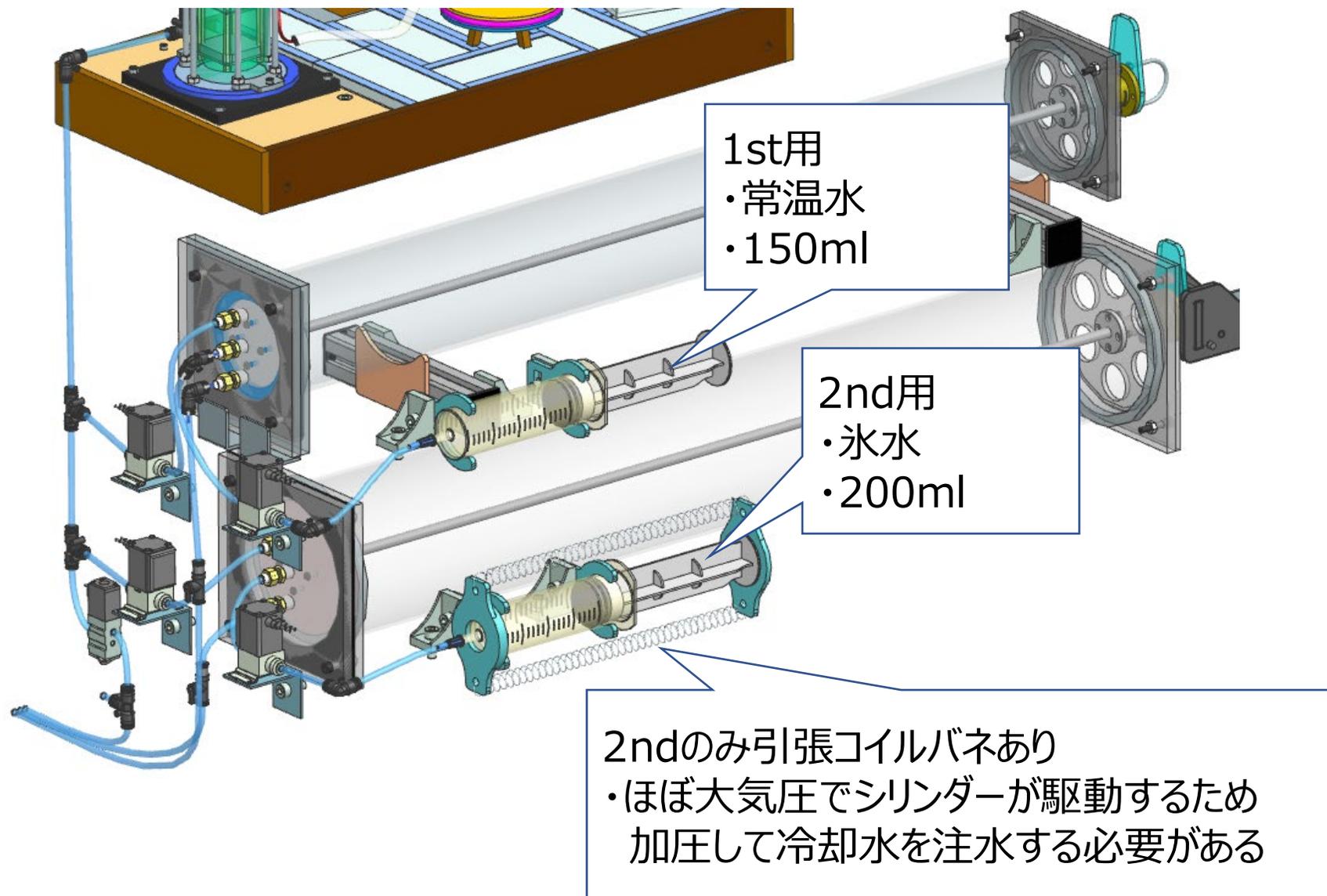
蒸気を通る配管は断熱のため
ガラスファイバー製スリーブを装着！



①-L 配管ルーティング



①-M 冷却水



②-A シリンダーの暖気

蒸気が冷めて水に戻らないように事前にシリンダを温めている
暖気によって蒸気の充填時間を25%削減できるので2分以内に蒸気の充填ができています



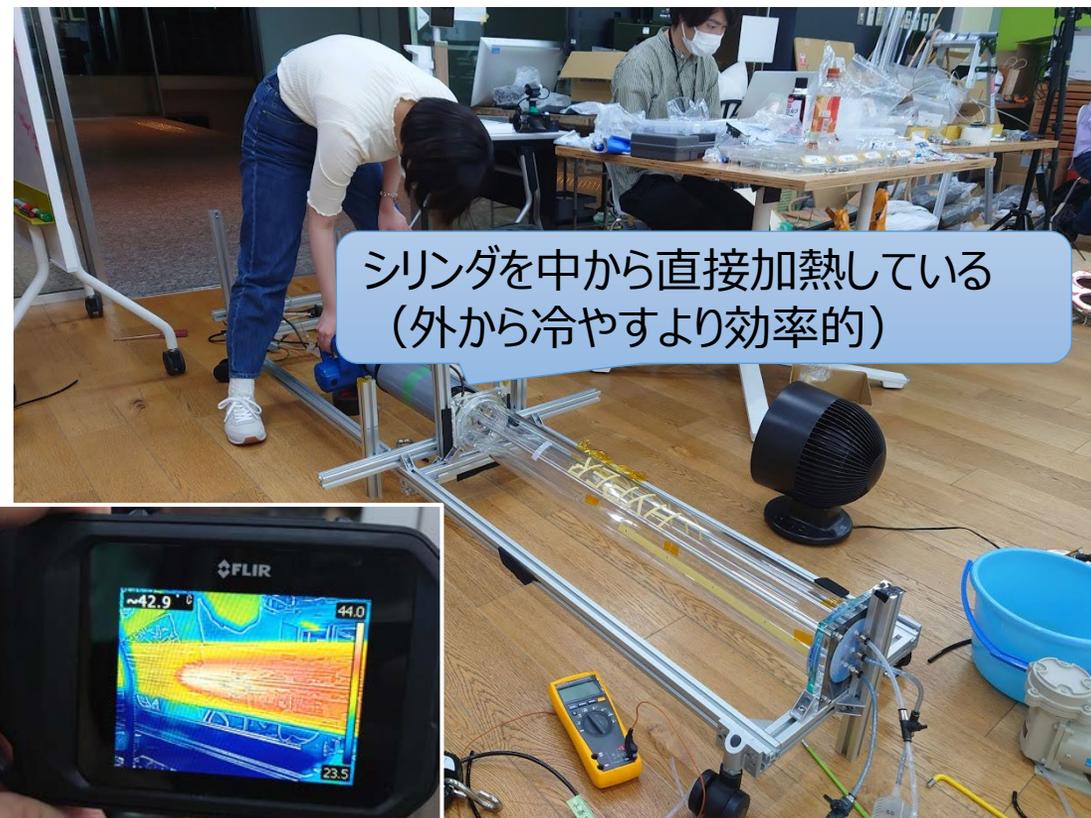
温度計

ドライヤ

ブロー

右手の動きがポイント。ドライヤーのヒーターに均一に風を当てて、効率UP（前日の晩に気づいた！）

風量が暖気には一番重要
（シミュレーションの結果
わかったこと）



シリンダを中から直接加熱している
（外から冷やすより効率的）

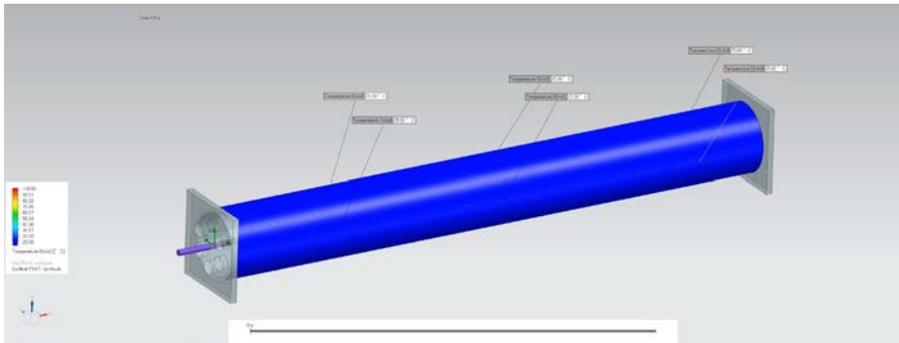


サーモカメラで温度分布を定量的に評価

②-A シリンダーの暖気



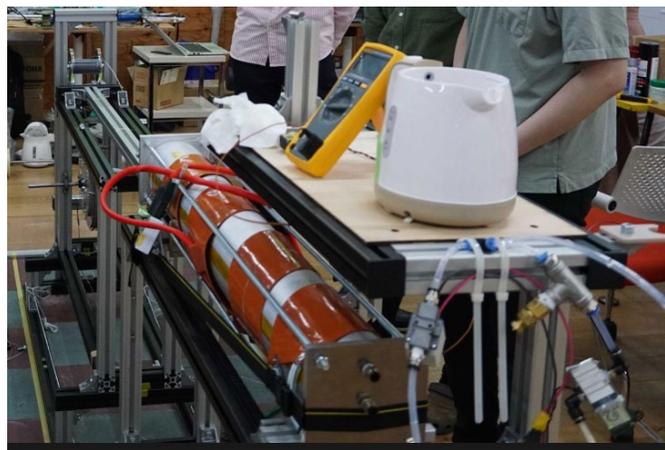
シミュレーションを活用した効率的な暖気の検討



シリンダーにニクロム線を巻いた上に断熱材を巻いてみた



アルミは、シリンダが傷ついてしまい、ボツ



ドラム缶ヒーター、ニクロム線直巻きもトライ



駅弁ホカホカ実験 (生石灰)



暖気装置、熱で溶ける。。

②-B ボイラーの暖気

本番では100W 3分暖気を実施



実施日		電力 沸騰用[W]	蒸気温度が100°Cになったとき	
			沸騰到達時間1[s]	沸騰到達時間2[s]
本番7日前	暖機なし常温	1500	30	37
本番7日前	暖機なし常温	1500	33	37
本番7日前	100W3分暖気(上フタ60°C)	1500	26	28
本番7日前	100W4分暖気(上フタ79°C)	1500	26	27
本番7日前	30W3分暖気 (上フタ25°C)	1500	34	

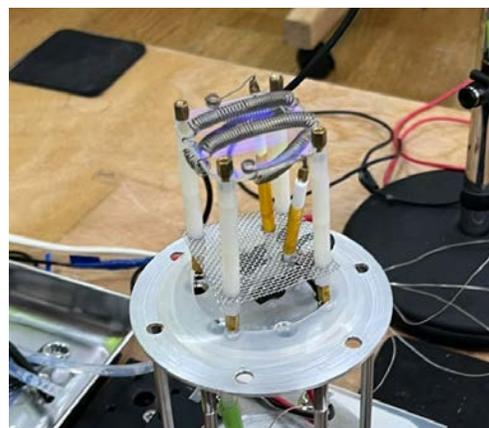


**沸騰時間が
10秒近く短縮！**

ガラス割れた



暖気後、注水すると急激な温度変化でガラスでは耐えられない！
アルミナに変更して回避！



空焚きになるのでニクロム線温度もチェック！
絶妙な電力を見つけた

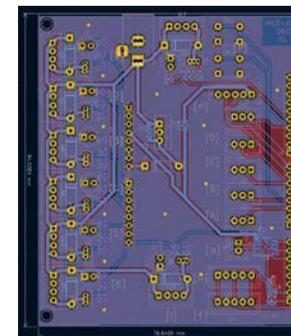
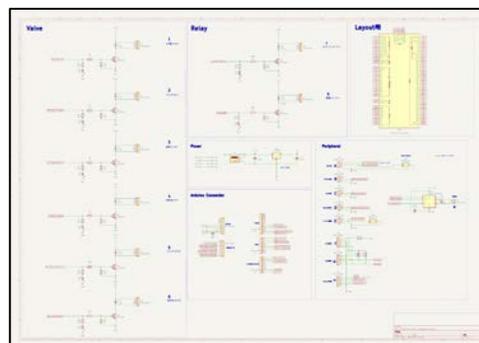
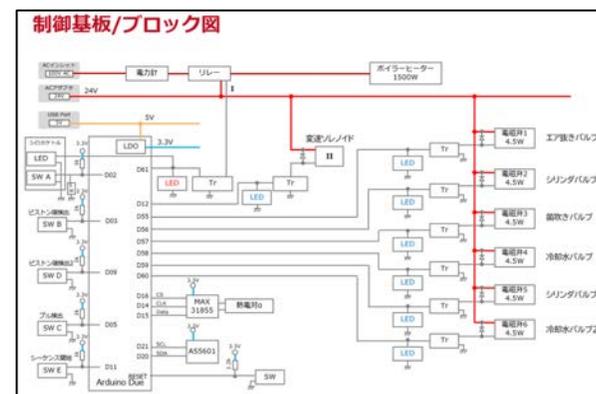
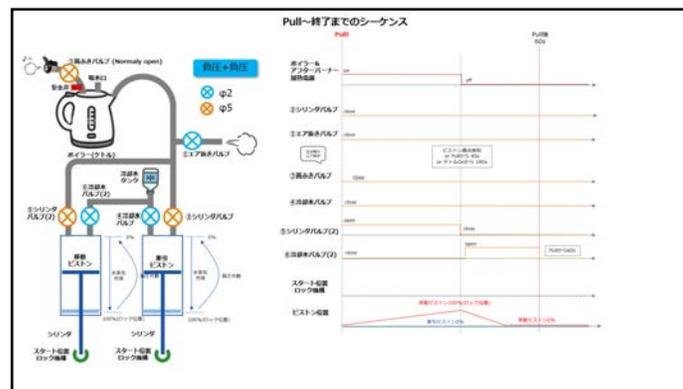
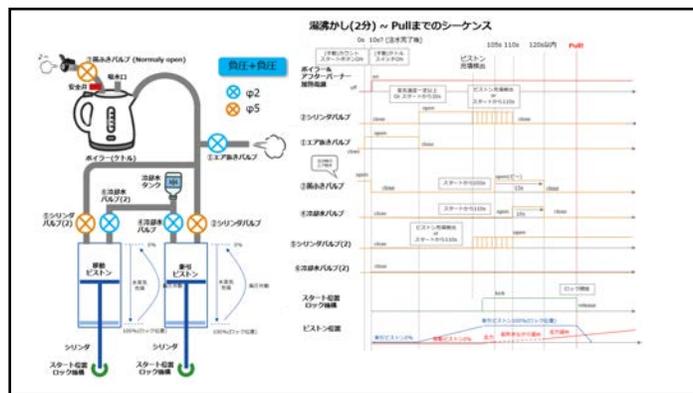
③-A 電装



時間を秒単位でフル活用するシーケンス制御
与えられた時間と電力をフルに活用し、大気に放出するエネルギーを最小限にする。



制御プログラム、制御基板、戦略によって実現。



チーム S-1

③-B シーケンスを実現するための要素



マイコン

ケトルの頭脳。シリンダや蒸気の状態に応じて電磁弁をあやつる。

マイコンはArduino Dueを使用している。ポートが多く、機能追加に柔軟に対応可能なこと、メンバーの家に落ちていたのが採用理由。1500行ぐらいのコードで動いている。

最初はソニーのマイコンボードSPRESENSEを使っていたが、ポートが足りずに採用断念。。

電磁弁

蒸気や冷却水の弁に使っている。マイコンから制御している。

差し入れでもらった電磁弁を使っているが、ソニーの工場で使われていたであろう年季を感じるものも。

リレー

ボイラーの電源をON/OFFするために使っている。シーケンス制御が終わったタイミングでボイラーの電源を切るために導入した。

(電源を入れ続けると空焚きしてニクロム線が焼き切れたり、圧力が高くなり爆発する)

リミットスイッチ

ピストンに蒸気が充填できたことを検出するために使う。蒸気の入れすぎを防げる。

スタンバイ時には専用のプログラムで全スイッチの動作確認をしている。

温度センサ

ボイラー内部やチューブに溜まった空気を追い出したことを検出するのに使っている。ホースの端が100℃になれば、蒸気が端っこに来た

(=チューブの中は蒸気で満たした) と判断。

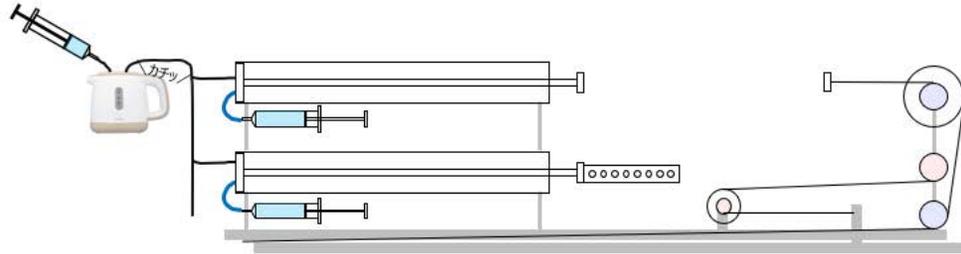
匠 力
Sニ-

③-C シーケンスの流れ (湯沸かしタイム)

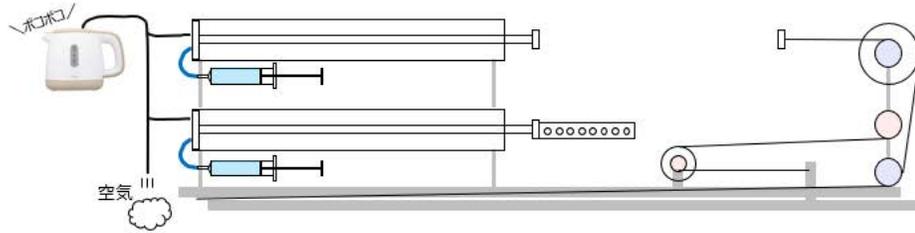


残り時間

2 : 00



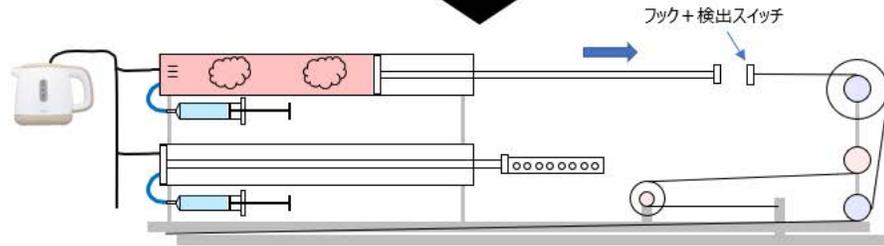
プログラム開始 &
注水 &
ケトルの電源ON



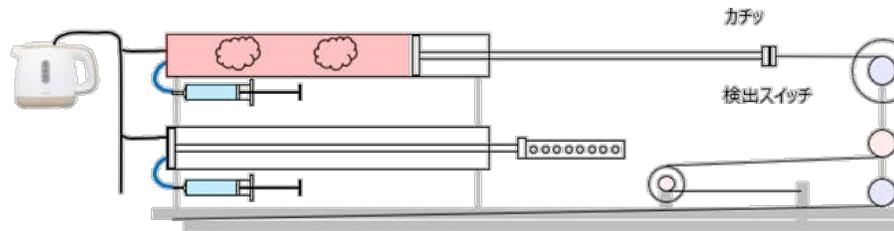
30秒間
湯沸かし &
配管の空気抜き

残り時間

1 : 30

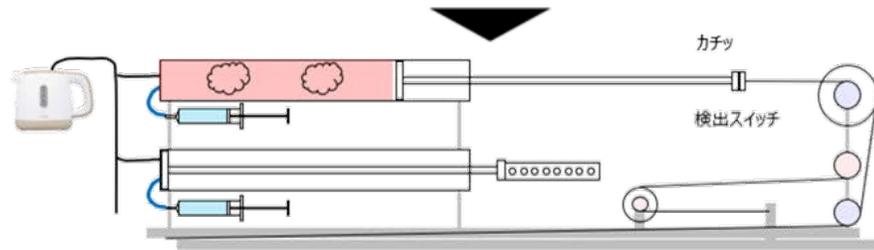


1stシリンダ充填開始



検出スイッチで1stシリンダの充填完了を検出

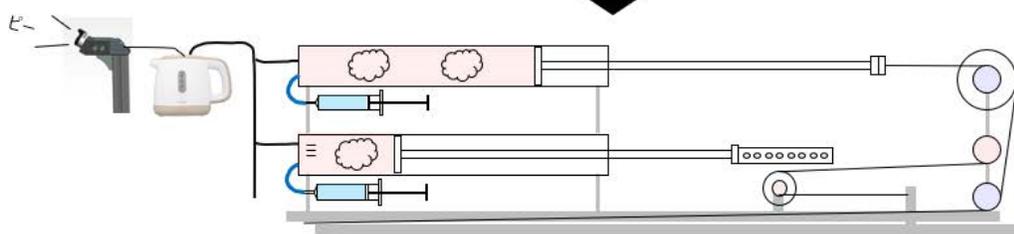
③-C シーケンスの流れ (湯沸かしタイム)



2ndシリンダに蒸気充填開始

残り時間

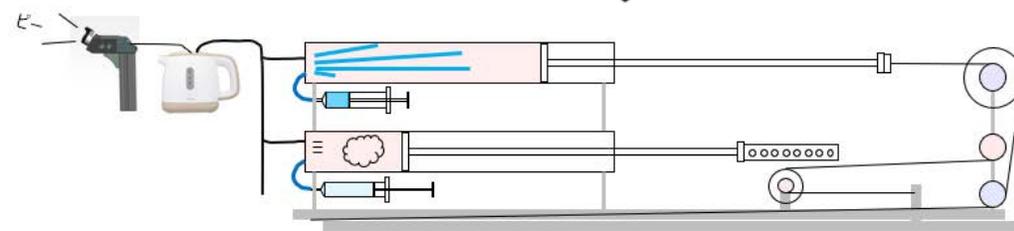
0:15



残り15秒で笛を鳴らす
(2ndシリンダに蒸気を入れながら)

残り時間

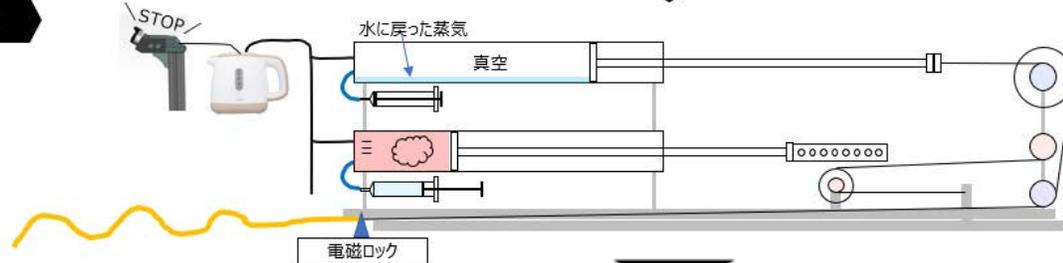
0:10



冷却水を入れる

残り時間

0:00



真空状態にして、プルを待つ。
(この間も2ndシリンダには充填)

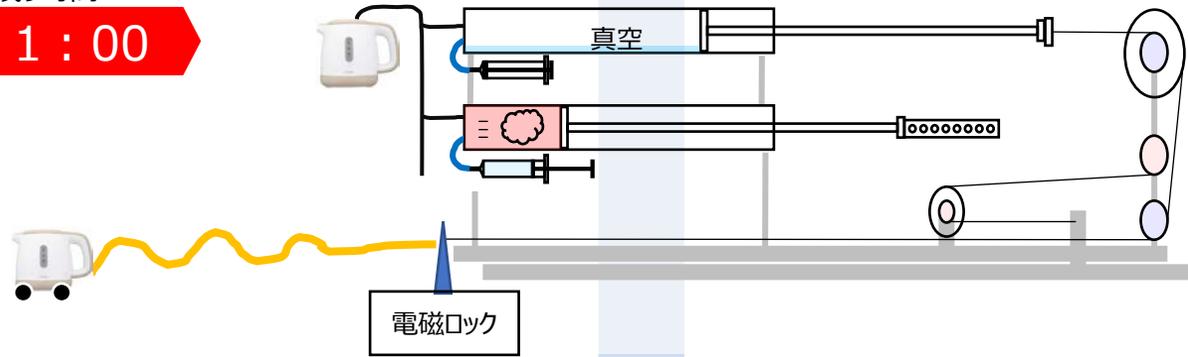
③-C シーケンスの流れ (試合中)



試合開始直前
残り時間

1:00

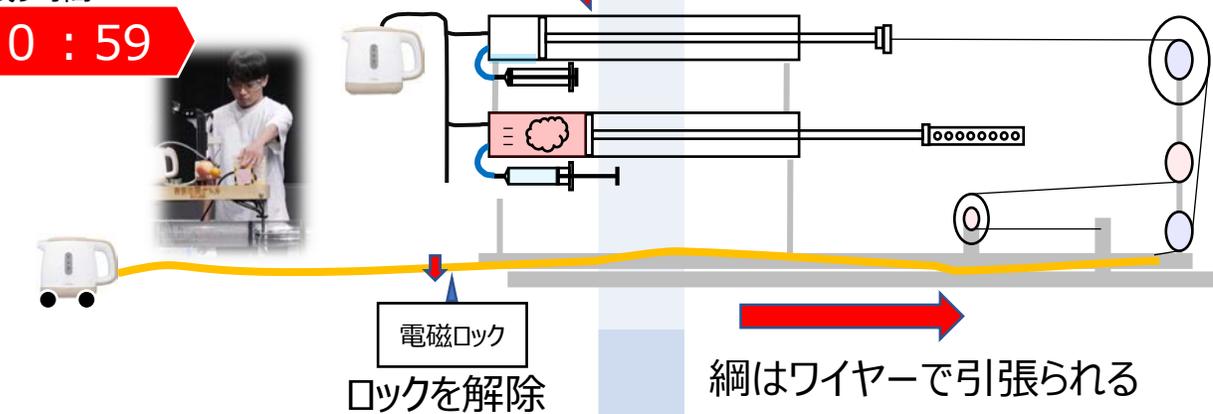
～ステディ～



試合開始合図
残り時間

0:59

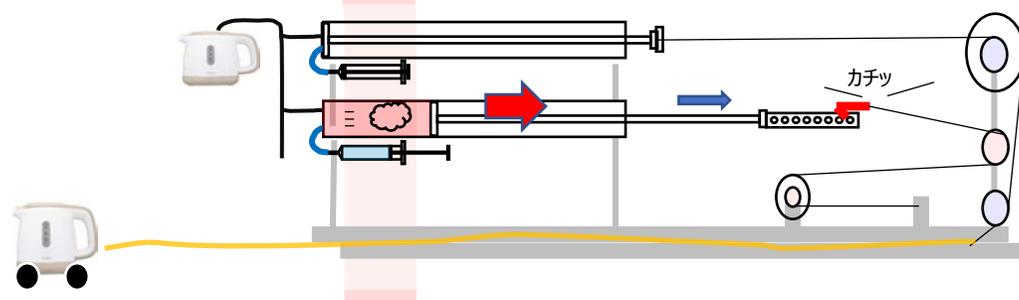
～プル!～



**1stシリンダーの動作
開始直後にすばやく引く**

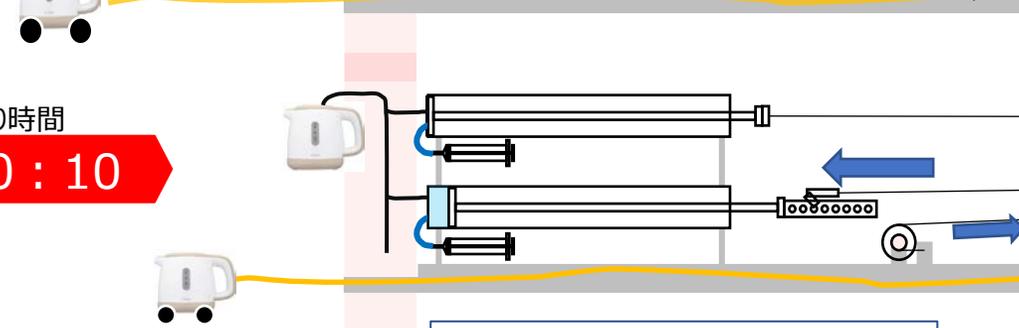
2ndシリンダに蒸気を充填し続ける

残り時間
0:15



残り時間
0:10

冷却水を入れる



**2ndシリンダーの動作
終了間際にダメ押しで引く**

③-D 電磁弁の選定

蒸気の流れを電子制御したい！電磁弁があればできるぞ！



空気用と蒸気用があるようだ。
蒸気用は高い！頑張って**安い空気用**を使いたい。



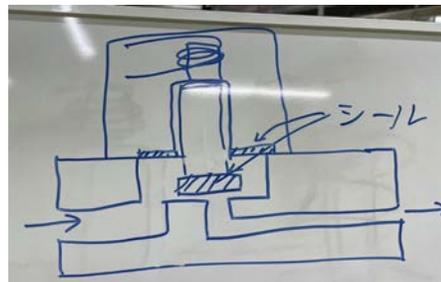
なぜ、熱に弱いのかを**分解して調べてみる**



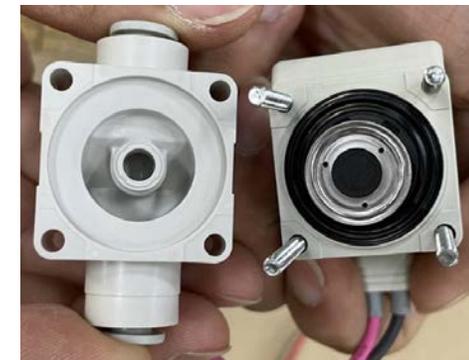
アルミやNBRゴムを使っているから、
材料的には**120℃まで耐えられる**ことがわかった。



耐久試験を行い、**安い電磁弁**を採用した



分解して構造を理解



シール材	耐熱	空気用	蒸気用
		120℃ (NBR)	200℃ (FKM)
		使用流体温度 ~60℃	~183℃



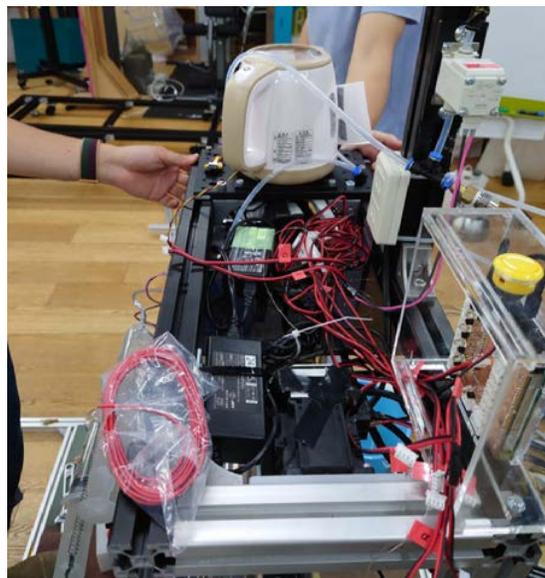
4=	POWER	開閉	動作	5/11	5/12
1	ON	OPEN	○	○	
2	OFF	CLOSE	○	○	
3	ON	OPEN	○	○	
4	OFF	CLOSE	○	○	
5	ON	OPEN	○	○	
6	OFF	CLOSE	○	○	



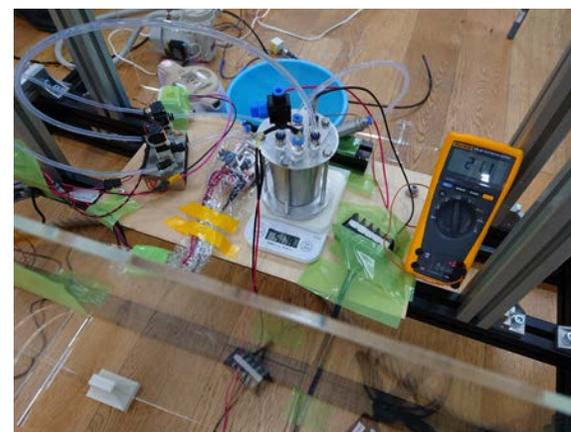
③-E 電装開発風景



お茶の魔のデザインの邪魔にならないように、大量の配線やACアダプタ、リレーは畳の下に隠している。



コネクタ採用で部品の交換や仕様の変更に柔軟に対応可能



③-F プルスイッチ

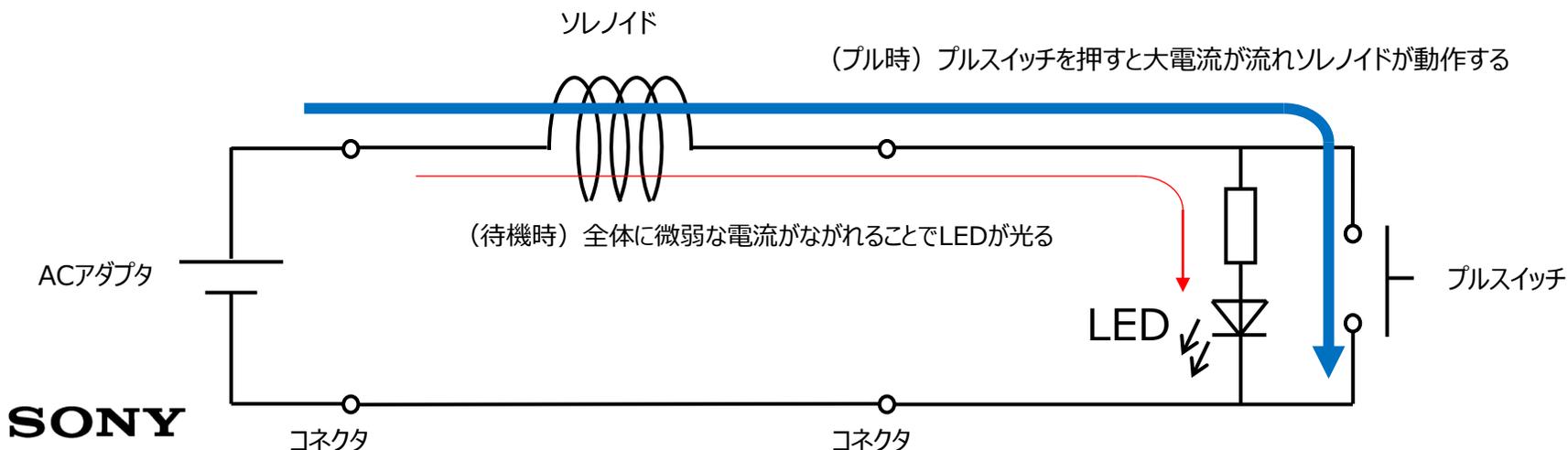
プルスイッチはルール上1回しか押しはけないため
 万一配線トラブルで押しでも反応しなかった場合、絶対に勝利ができない。
 練習中、配線コネクタが抜けていてプルスイッチが動作しないことがあり
 コンセントの刺し忘れ、コネクタの抜け、断線などの異常がわかる仕組みが必要と考えて実装した。

異常を検出できる簡単な仕組み

スイッチと並列にLEDを入れると、ACアダプタ、ソレノイド、スイッチが接続されていない場合は回路が形成されないためLEDは光らない。

常時ソレノイドに電流が流れるが、10mA程度と小さく
 ソレノイドが動作する電流量ではないため問題ない。

プルスイッチを押すと大電流がソレノイドに流れ、押ししている間はLEDも消えるので
 押したことも伝わる仕様になっている。



アクリル板はLEDと相性が良い、つや消しのホワイテを使っている。全体的に光らせるためにLEDには拡散キャップをつけている。ドクロマークや虎テープもこだわりポイント。前夜に頑張って貼り付けた。

チームSニール

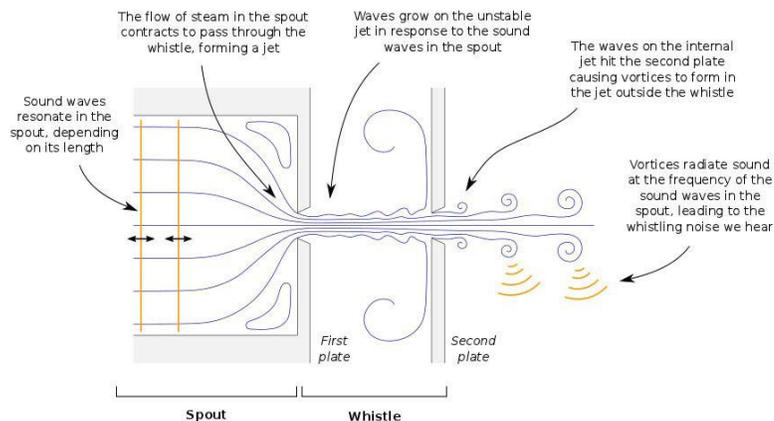
③-G 笛



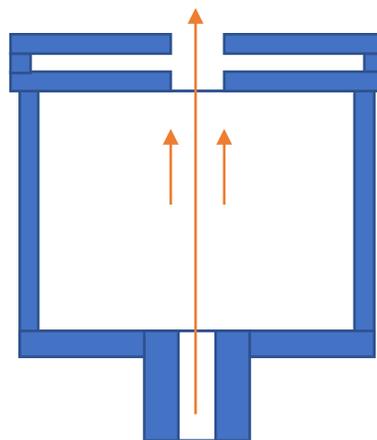
ケトルのお湯が湧いたことを外部に伝えるために笛を鳴らしている。

- 笛を切り出してチューブを繋いだだけでは音がなかった
- 蒸気を平面波で送る必要があることがわかった
- メッシュ、ネジ、ワッシャーなど身近なもので実験した結果、吹き出し口に円盤があれば平面波になることがわかった。
- 清流機構を製作した。

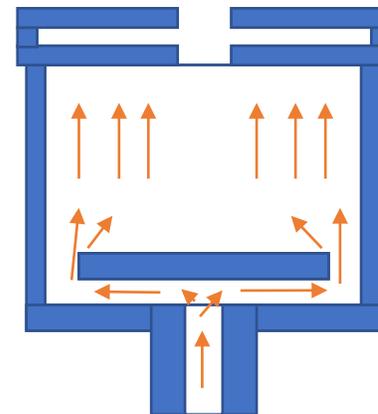
(笛の前に1mの塩ビパイプをつなげたときに一番いい音が鳴ったが塩ビパイプ内の空気を押し出すのに時間がかかるためボツに。。)



笛のなる原理



アタッチメントがないとき



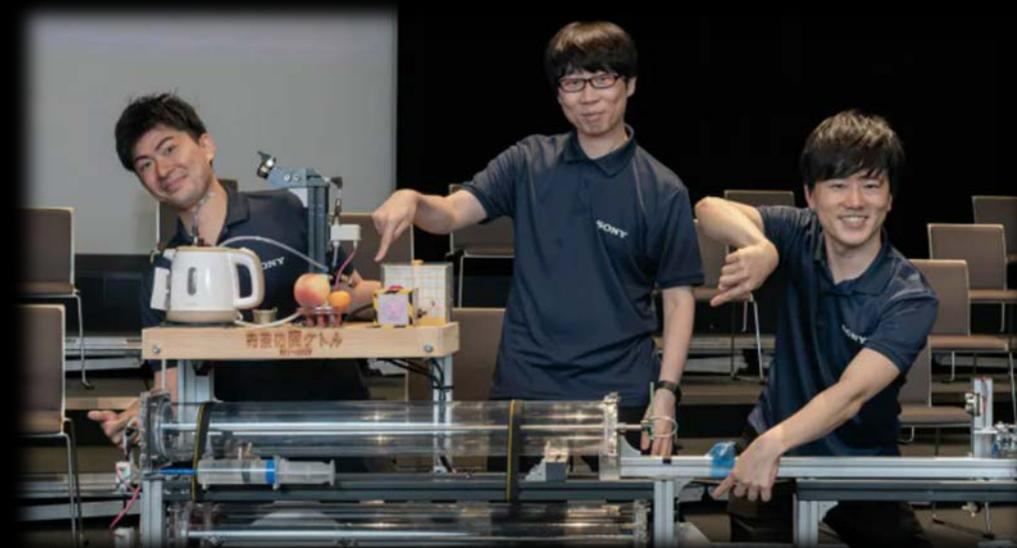
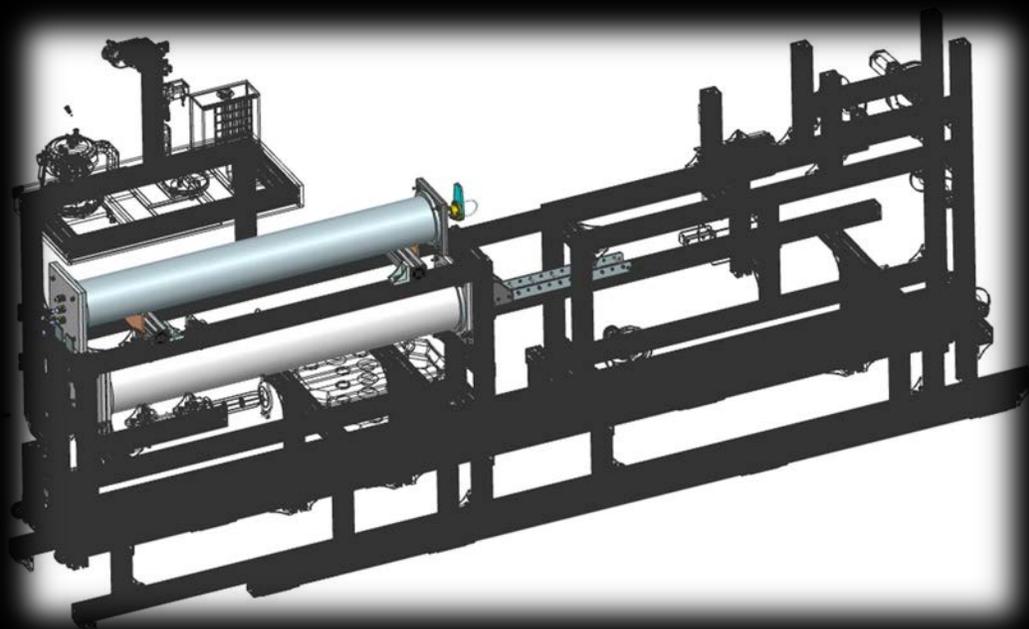
アタッチメントがある時



笛を効率的に鳴らす構造

引用 : https://www.gizmodo.jp/2013/10/100_44.html

シリンダー



シリンダー班

①仕様と方向性 (P.67-P.71)

最終仕様と、単方向のシリンダー方式に行きついた考え方

②シリンダーの変遷と部品作製方法 (P.72-P.74)

開発における変遷や活動中の部品作製について

チーム Sニ一

①-A シリンダー・特徴



1stシリンダー諸元

項目	仕様
ピストン外径[m]	0.105
ピストン断面積[m ²]	0.00866
最大ストローク[m]	0.647
シリンダ容量[m ³]	0.0083
設計圧力[MPa]	0.05
設計牽引力[kgf]	45.33

2ndシリンダー諸元

項目	仕様
ピストン外径[m]	0.144
ピストン断面積[m ²]	0.0163
最大ストローク[m]	0.473
シリンダ容量[m ³]	0.0156
設計圧力[MPa]	0.05
設計牽引力[kgf]	85.25

・ 大気力で引く陰圧シリンダー

→ 蒸気圧で押すのではなく、蒸気で真空を作り、大気圧で押す。

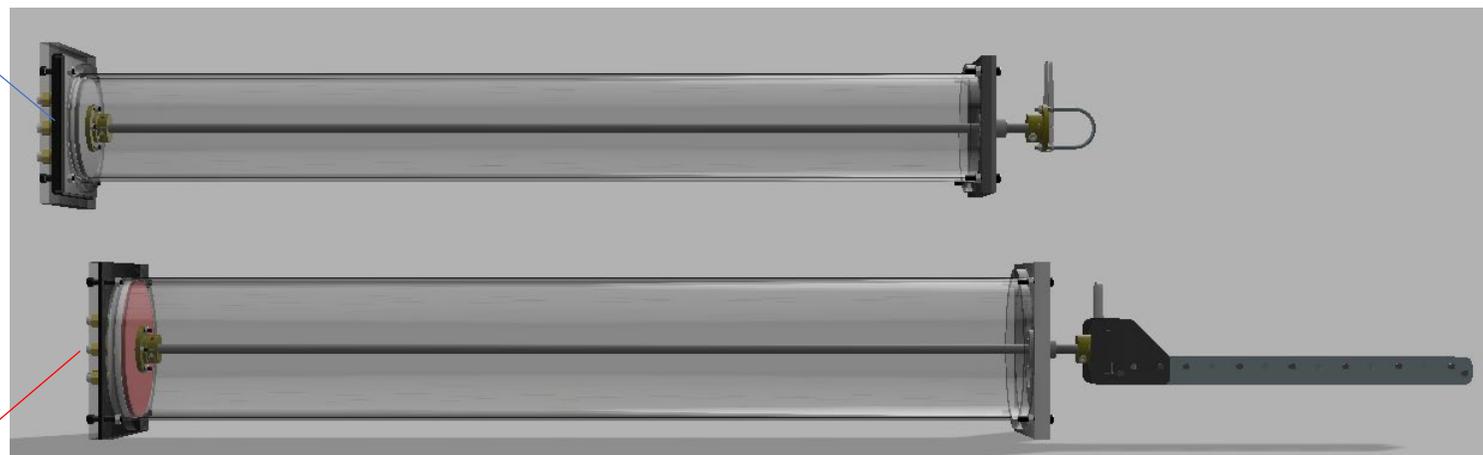
・ 安定したパワー・冷えてOK!

→ 一度、蒸気を入れて引いてしまえば、蒸気供給や暖気が不要で、安定してパワーを出し続けられる。

・ 耐熱ポリカーボネート製で温度管理が容易に

→ 金属製も作製したが、十分に暖気しないと、蒸気を入れると水にすぐ戻ってしまう。

逆に金属を暖気しすぎると、蒸気を素早く冷却できない。この課題を耐熱樹脂にすることで解決した。



構造材(共通)

項目	材質
シリンダ	PC(ポリカーボネート)パイプ
ピストン/フランジ	PMMA(アクリル)板材
ピストンロッド	Φ10 SUS(ステンレス)丸棒



①-B 方向性：動力源



蒸気を運動に変換する機関として、単方向ピストン、レシプロ型蒸気エンジン、蒸気タービンの3つがあると考えた。

レシプロ型蒸気エンジン

ピストンの往復運動を回転運動に変換する原動機。上死点や下死点が発生するため、複数気筒にして位相をずらすなどが必要、力が均衡してエンジンが停止した場合に再始動が難しい、金属加工が必要で高い精度が求められる、などの様々な課題があると考え、採用を見送った。

蒸気タービン

回転数が高くなるため減速する必要があり、駆動ロスがあるレシプロ型蒸気エンジン同様、均衡状態でトルクを出すことが難しいなど、こちらも課題が多いと考えた。右はエアドリルが蒸気タービンとして使えるかの実験。木材になんとか穴は空いたが、綱引きするにはトルクが不足と判断しこれも採用を見送った。



単方向ピストン → こちらを採用!

単動式蒸気機関はシリンダーを一方にしか動かさないが、綱引きは一方にのみ力を出し続けられれば良い。当初はケトルで沸かした蒸気をシリンダーに注入し、加圧してピストンロッドを押し続ける方式を検討していた。相手と均衡して停止した場合も、安定して力を出し続けられるため、この点も綱引きと相性が良いと考えた。



①-B 方向性：動力源

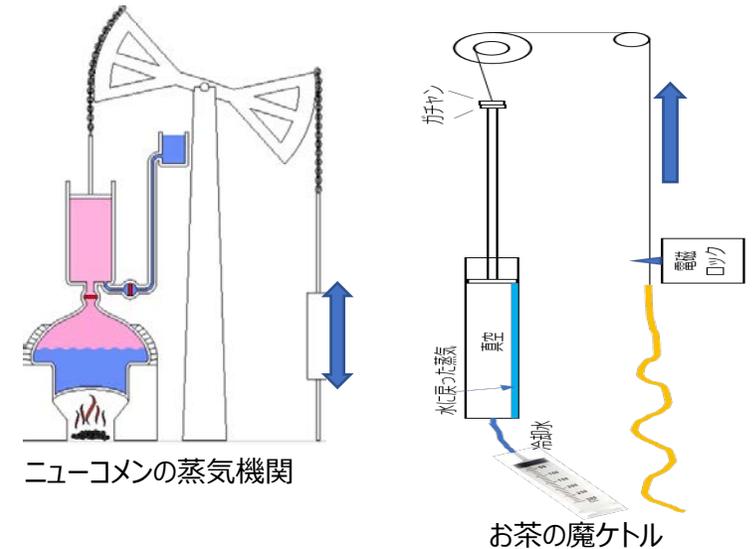


蒸気の使い方として、高温・高圧の蒸気を駆動に使う方法と大気圧による負圧を利用する方法があると考えた。トマス・ニューコメンの時代から高圧蒸気を利用することは考えられていたようだが、工作技術が十分でなかったため高圧に耐えるボイラーを作ることができず、負圧を利用していたようだ。（大気圧機関）

単動式蒸気機関

偶然にも、我々が採用したこの負圧を用いる単方向ピストンは1712年にイギリスの発明家トマス・ニューコメンにより発明された、世界で初めて実用化に成功した蒸気機関にそっくりであった。

この蒸気機関は鉱山の坑道内における、排水の揚水のために開発された機関で、独自のアイデアとして、発生させた蒸気の凝縮に冷水の直接噴射を用いること、弁の開閉を自動で行う工夫がされていることが挙げられる。我々のマシンにも同様に電磁バルブによる弁の自動開閉と、冷却水のシリンダ内への自動噴霧機構が搭載されている。



チーム Sニー

①-C 方向性：加圧か負圧か → 負圧式を採用！



ボイラー（ケトル）

ボイラーは労働安全衛生法で分類され、規格に基づく製造、検定の受検、設置報告、性能検査などが義務付けられている。これらが義務付けられていないものは、簡易ボイラーと呼ばれ、主に以下のような条件がある。

- イ. 0.1MPaかつ伝熱面積が 0.5m^2 のもの
- ロ. ※ゲージ圧力**0.3MPa以下**で使用する蒸気ボイラーで内容積が **0.0003m^3** 以下のもの



当初は加圧式を考えていたため、 $280\text{ml}(=0.00028\text{m}^3)$ のタンブラーをケトルに内蔵することにより、簡易ボイラーとして0.3MPa(4気圧)まで加圧して使用できるようにした。

しかし、4気圧下の蒸気は 143.6°C であり、金属製シリンダと合わせて検討したが、温度管理（蒸気の維持）や安全性（法令）の観点で加圧式は実現困難なことが分かった。

最終的には負圧式とし、ほぼ1気圧での使用に留めている。

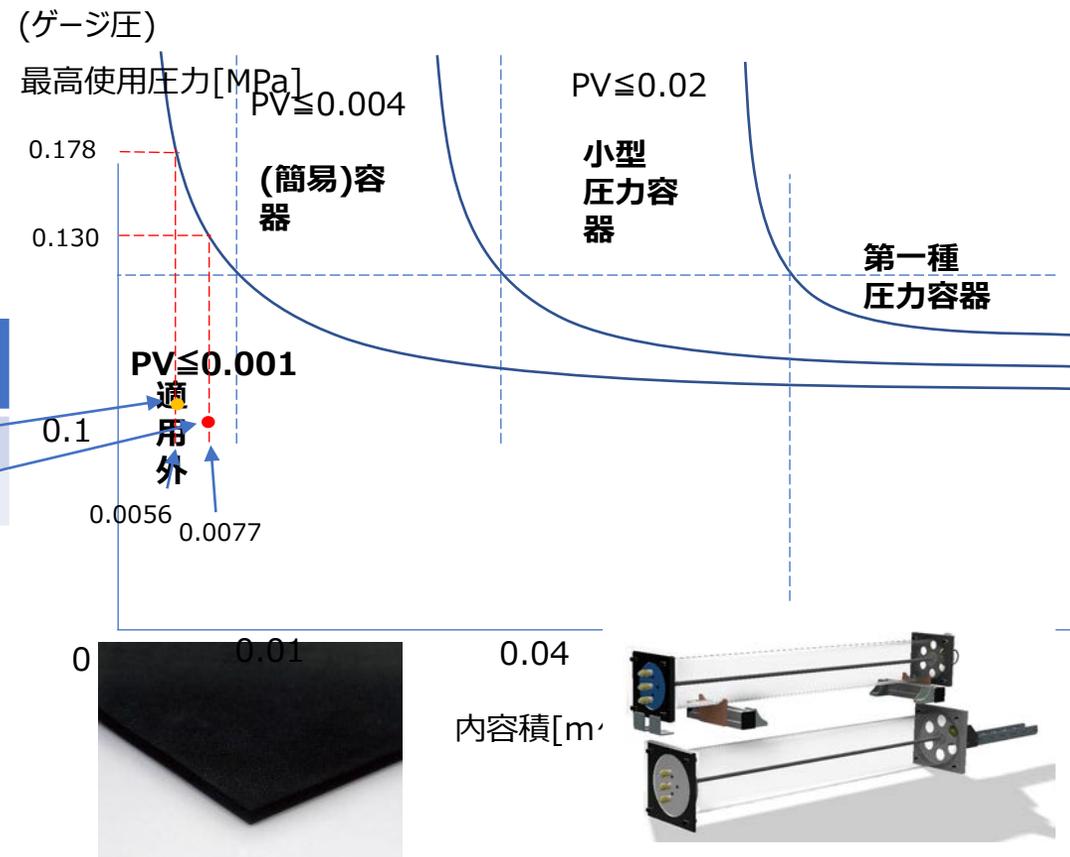
①-C 方向性：加圧か負圧か → 負圧式を採用！

圧力容器（シリンダー）

蒸気を注入するシリンダーは圧力容器に該当し、ボイラー同様、右のような法令上の分類が存在する。

負圧式も蒸気注入時に本基準が適用されると思われるが、ピストンの摺動抵抗（摩擦）は十分小さいため、 $PV \leq 0.001$ の「適用外」となっている。

	ピストン断面積 [m ²]	最大ストローク [m]	ピストン容積 V[m ³]	使用圧力P[MPa] (ゲージ圧)
1stシリンダ	0.0087	0.646	0.0056	0.016
2ndシリンダ	0.0163	0.472	0.0077	0.011



Oリングは市販品ではなく、シリコンゴムのシート材で自作し、低い摺動抵抗と気密性を両立した。

また、負圧式とすることで、耐熱温度130℃のポリカーボネートを採用することができた。

シリコンゴムシート
気密性・耐熱性に優れる。



②-A シリンダーの変遷



・シリンダ班の作戦会議



ケトルの蒸気を塩ビパイプに入れてピストンが動くか試しているところ
(この後、ホースと塩ビが変形…)

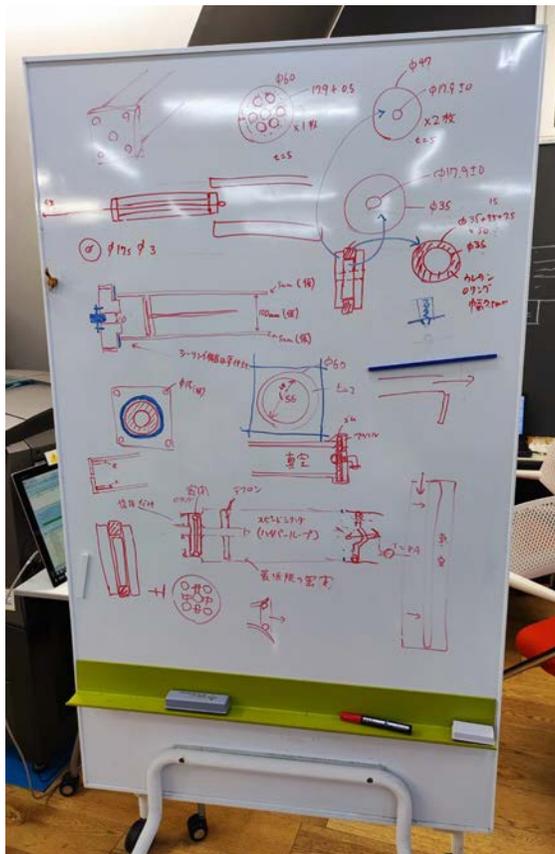
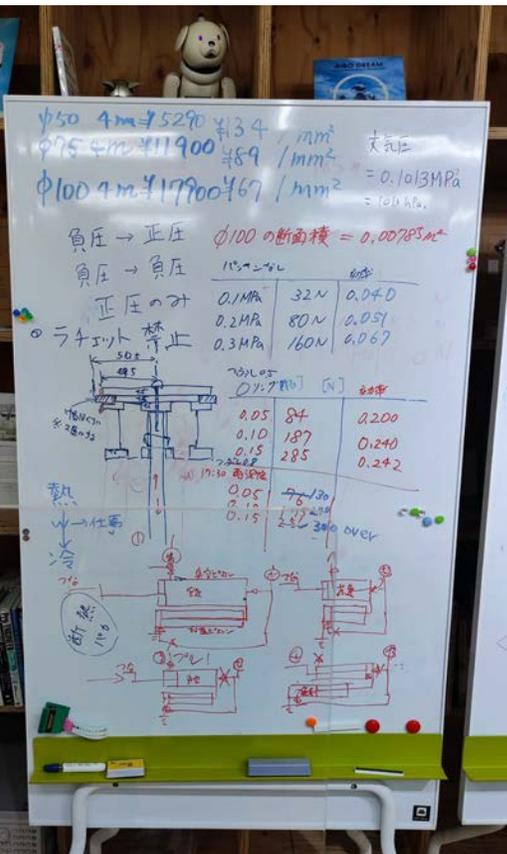


- ・塩ビ
- ・アクリル
- ・アルミニウム
- ・ポリカーボネート

いろいろ試した！

アクリル製の防水試験治具をシリンダに改造。
これにより一気に検証が進む。

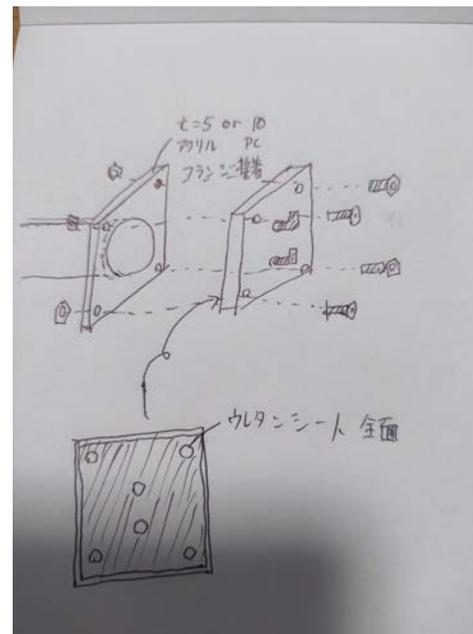
チーム S二一



②-A シリンダーの変遷



正方形のプレートでパイプを挟み込み、寸切りボルトとナットで密閉する構造だったが、均等に締め付けるのが難しく気密を取ることが難しかった。



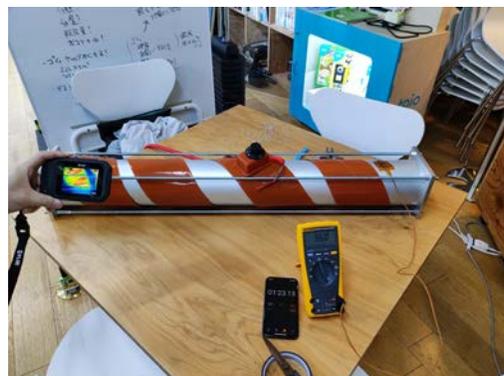
アクリルプレートをパイプに直接接着しフランジを作った。アクリルサンデーで接着したところ剥がれてしまったため、紫外線硬化の接着剤に変更。



最終的に耐熱ポリカーボネートに決定！



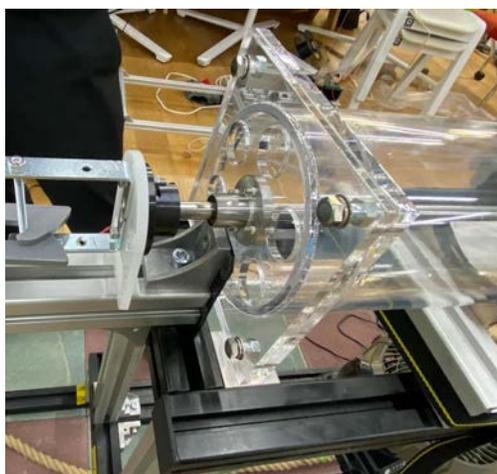
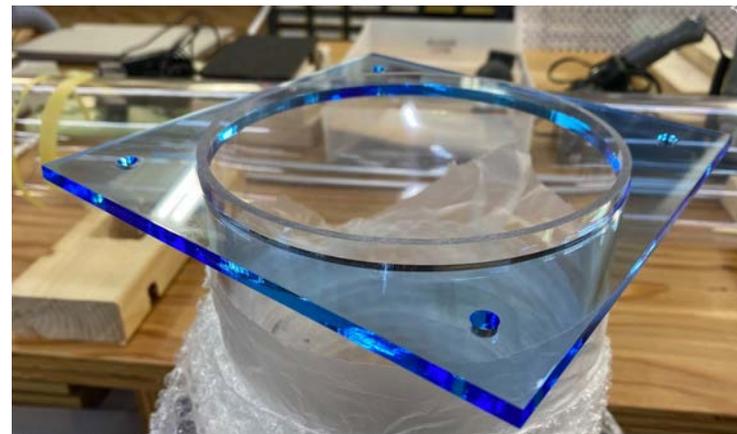
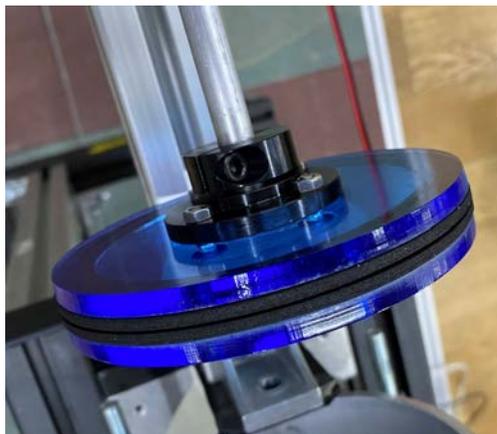
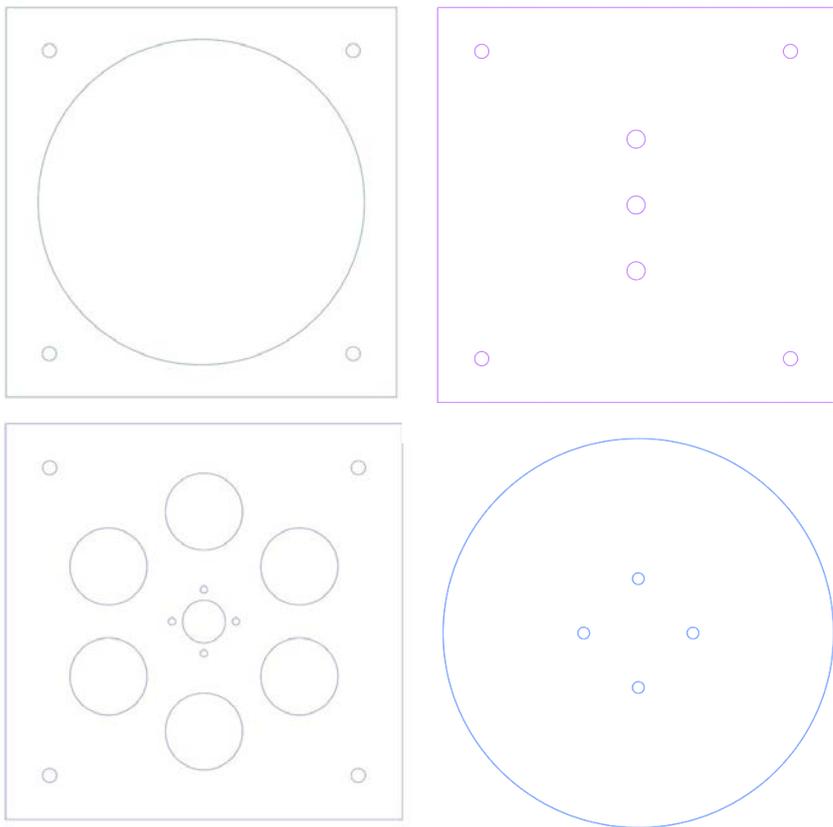
アルミシリンダの摺動抵抗をチェック
シリコンオイルを塗っても固い・・・



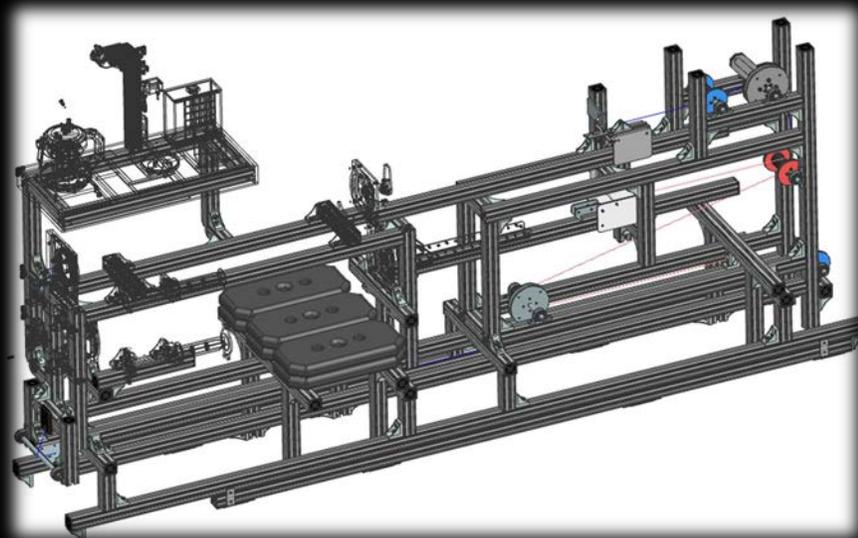
ドラム缶用ヒーターで
アルミシリンダを温めて
いるところ。

②-B 部品の作製方法

- ・ シリンダの円筒部以外の部品はレーザーカッターによりアクリル板を切り出すことにより作成
- ・ これにより直径がことなる2つのシリンダに対して、効率よく部品を供給した
- ・ 動作不良時の改善や、破損時の交換修理においても、効果を発揮した



本体/駆動



本体/駆動班

① 本体フレーム周辺 (P.76-P.79)

本体フレームや搬送用台車、実験用の床などの開発

② 綱引き機構~プーリー (P.80-P.85)

シリンダのストロークを増幅させて、綱を引く機構について綱の伸びを考慮しつつ、プーリーを使った機構を使用

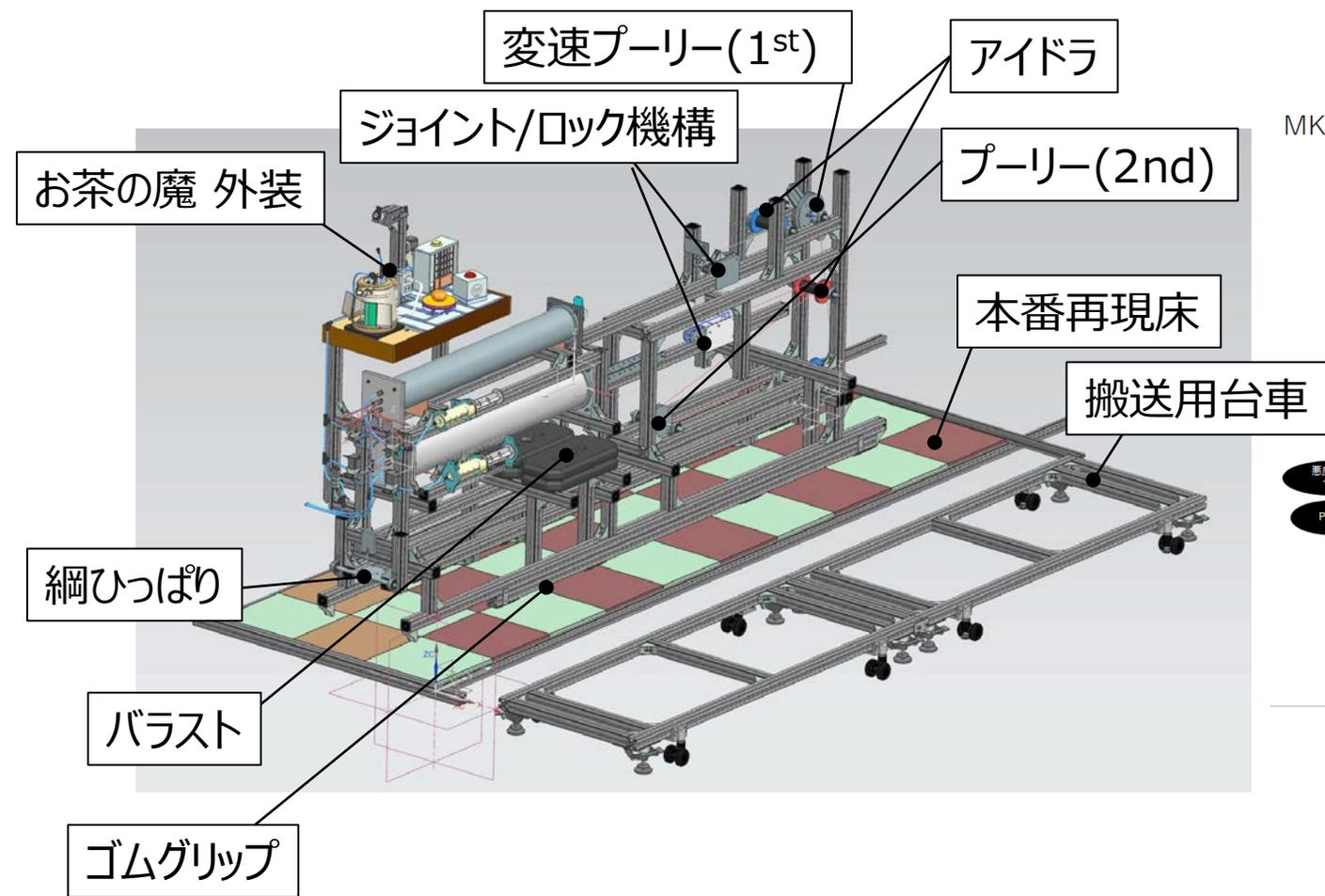
③ スタンバイと外装 (P.86-P.88)

試合前スタンバイ作業や本体装飾のこだわり

① 本体フレーム周辺 主な開発一覧



モンスター本体構造/綱をひく・耐える構造/試合前準備・環境構築



MKZ KT 本番シーケンス

	本体	ボイラー	シリンダ	電装?
準備	ゴム足清掃 ねじ締め確認	ボイラー健全性確認	暖気カバーセット 試合前余熱?	
スタンバイ	バラスト設置 綱をつなぐ ゴム足確認 プーリー調整 ワイヤ調整	コースの清掃・水ぬき 搬入→レールに設置 電工ドラムに電源をつなぐ ボイラー暖気? 配管抜けゆるみチェック	暖気カバー取り外し	
湯沸し	ゲトル給水 湯沸しスイッチON (2分測定) 蒸気をシリンダに溜める 笛を鳴らす(15秒)	冷却水給水	どのくらい間が空くか? ケトル給水後、湯沸かしスイッチONする想定ですby西島 数十秒かかる可能性あり?	
試合	スタートボタンON 高速域巻き取り 低速域巻き取り			
撤収	綱を外す	電工ドラムから電源を外す		
試合後	ゴム足交換/清掃 ワイヤお祭り修正	ボイラー健全性確認 ボイラー交換?	水を抜く 暖気カバーセット	試合が連続の場合は その場でメンテナンス?

スタンバイ シーケンス



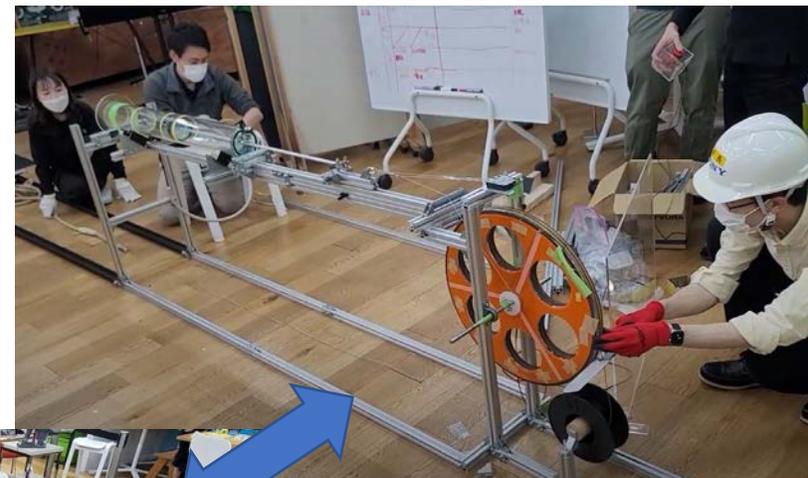
①-A 本体フレーム



開発方針

・各要素の進捗に合わせて形状変更/実験できるように、
組み換えが容易で汎用性のあるフレームを2種類使用。

⇒本体フレーム構造組み換え作業で、
シリンダ実験などがストップしないように



30x30フレーム



40x40フレーム

チーム S-Ni

①-B 本番環境の再現

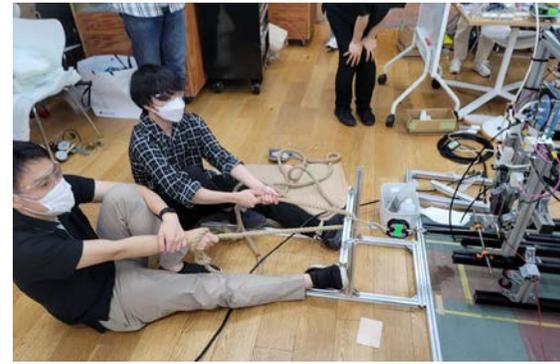


本番環境の下見/データ収集 ⇒ 開発/実験環境の作成

床の摩擦力
水平/表面温度

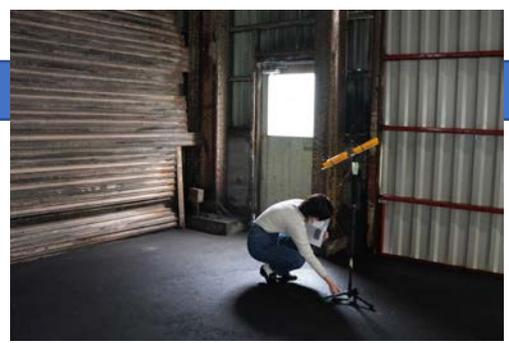


グリップ力や牽引力
バラスト調整



	量り	量りの重さ/kg	合計の重さ/kg	mg	クリエイティブラウンジデータ				本実環境データ				
					F室内/N	室内	FCL/N	室内	F入口付近/N	F中庭地点	F出口付近	F水廻り	山本夏彦
ざらざらテープ	①アルミインゴット	0.99	1.075	10.535	6.3	0.598007	5.9	0.560038	9.8	8.4	8.1	9.8	0.930233
	②機インゴット	1.87	1.955	19.159	8.7	0.454095	10.7	0.558484	--	--	--	--	--
ゴム40	①アルミインゴット	0.99	1.09	10.682	16.8	1.572739	15.7	1.499762	13.7	13.1	14.2	13.3	1.28289
	②機インゴット	1.87	2.055	20.139	26.1	1.295993	26.1	1.295993	--	--	--	--	--
ゴム60	①アルミインゴット	0.99	1.11	10.878	10.3	0.946895	9.4	0.864129	8.9	8	--	--	0.818105
	②機インゴット	1.87	1.99	19.502	18.2	0.933238	14.6	0.748641	--	13.8	11.7	--	0.70762
両面テープ	①アルミインゴット	0.99	1.075	10.535	--	--	--	--	11	10.3	7.1	6.1	1.044139
1-30	①アルミインゴット	0.99	1.09	10.682	--	--	--	--	9.3	--	--	--	0.870623

温度分布、湿度
風向き



ボイラー性能
シリンダ暖気量



会場周辺の雨避け
床の汚れ/雨水侵入
搬入経路/車両サイズ
明るさ



雨天対応、搬入出作業
現場作業性

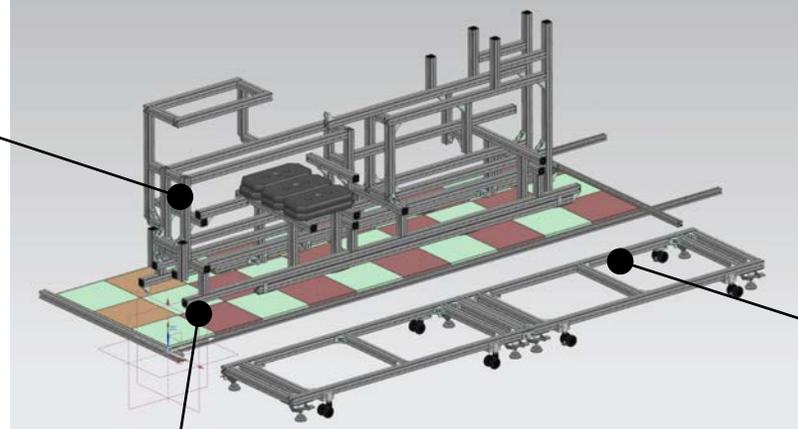


①-C 本番床の再現と搬送&作業用台車



①-B データ取りから、実験環境や搬送/作業補助用の台車を作成

本体フレーム



実験用床
(現地で測定したデータから本番摩擦再現)



搬送&作業用台車



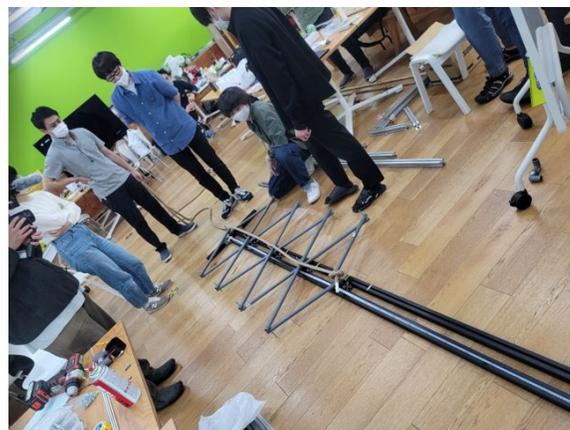
チーム S二一

②-A 綱引き機構

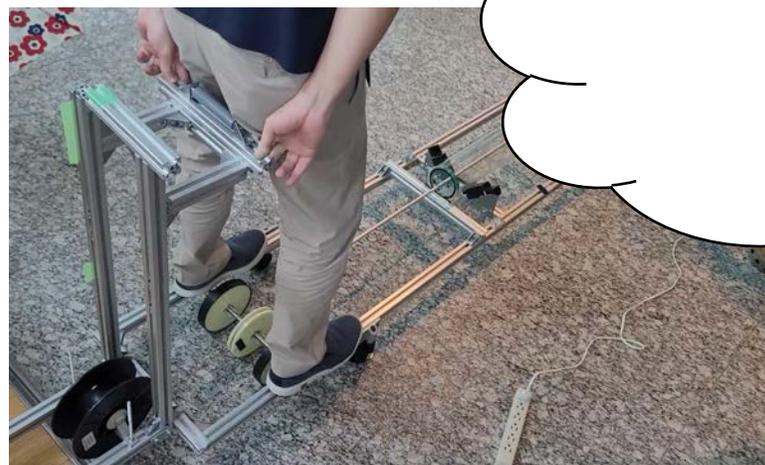


シリンダのストロークを増幅させる「綱引き機構」の開発

- ・プーリー、パンタグラフ、ピッチングマシン、自走式などを作ってテスト
一番筋のよさそうな方式として**プーリー方式**を選択



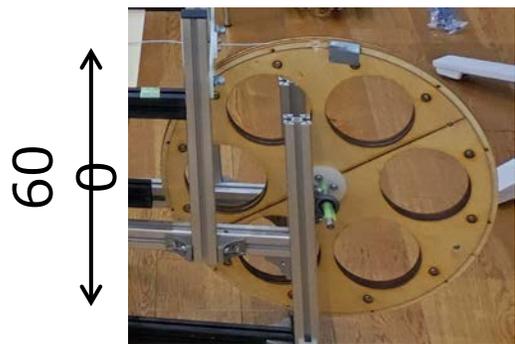
レギュレーション
仮想敵出力
試合展開



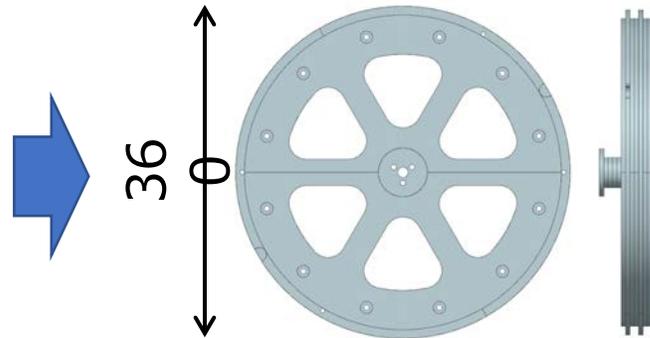
②-C プーリー開発の変遷



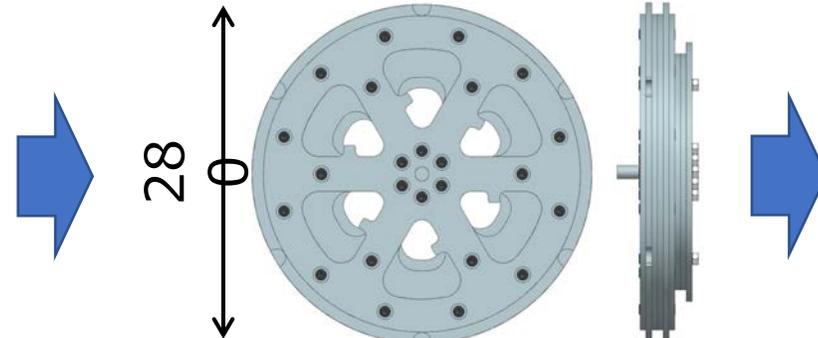
作戦の変化に合わせて様々なプーリーを試作



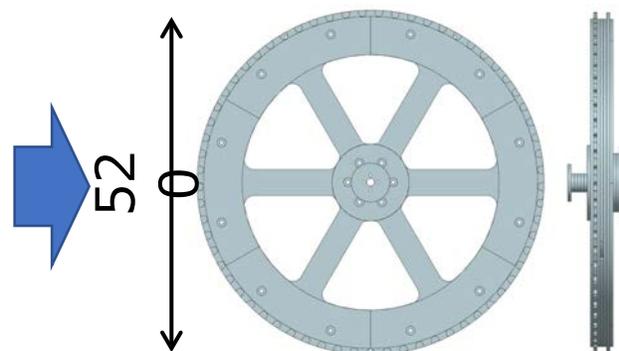
初期のプーリー
ワイヤー変速機構の実現性を確認



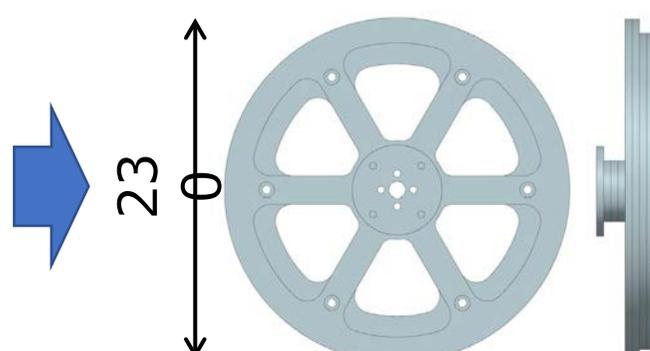
作戦はそのままに小型化



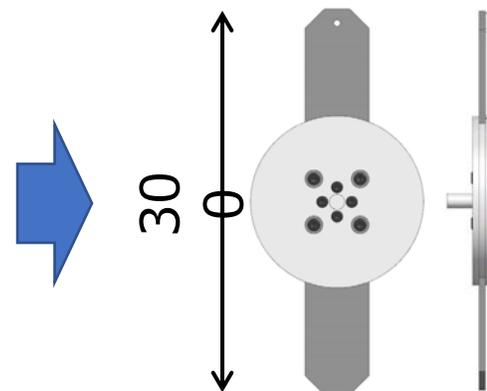
回転軸を最小径プーリーとして利用し
さらなる小型化
プーリーの初期加速機構を初実装



電子式変速機構の実現性確認



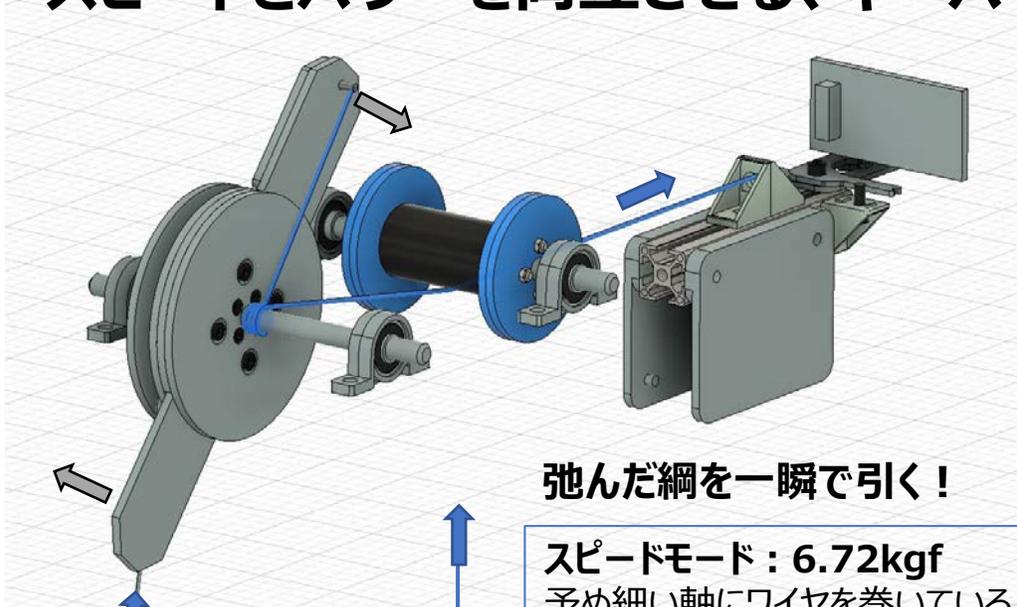
外部変速機構実装のため
プーリーの変速機構を排除



最終形状のプーリー
プーリー内変速機構に戻し、
慣性を最小限に抑えた

②-D プーリーによる変速の仕組み

スピードとパワーを両立させる、キーパーツ



弛んだ綱を一瞬で引く！

スピードモード：6.72kgf
予め細い軸にワイヤを巻いている。
1:6.7の増速プーリー

綱側ワイヤー

1stシリンダ側ワイヤー

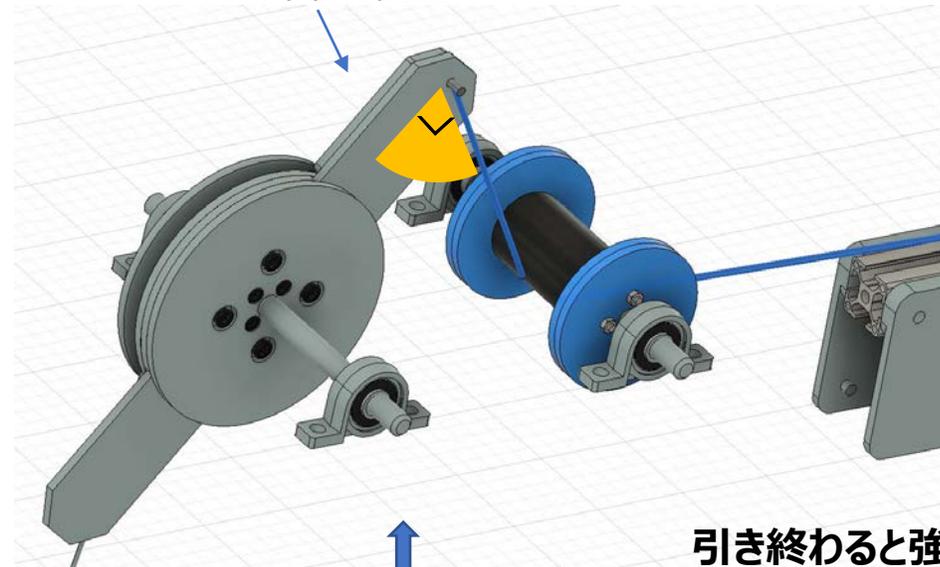
中プーリー：Φ95mm

小プーリー(軸)：Φ12mm

綱側ワイヤー

SONY

狙いで止まるようにワイヤの長さを
mm単位で調整



綱側ワイヤー

引き終わると強力に保持！

パワーモード：131kgf
綱を引き終わると、軸のワイヤが大
プーリーの先端にシフト。
2.89:1の減速プーリー



中プーリー：Φ95mm

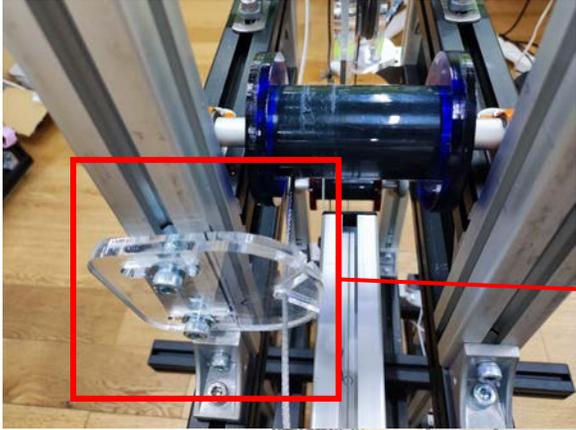
大プーリー：Φ280mm
円盤ではなく、ブレード状なのは慣性質量を
下げるための工夫。

チーム S ニー

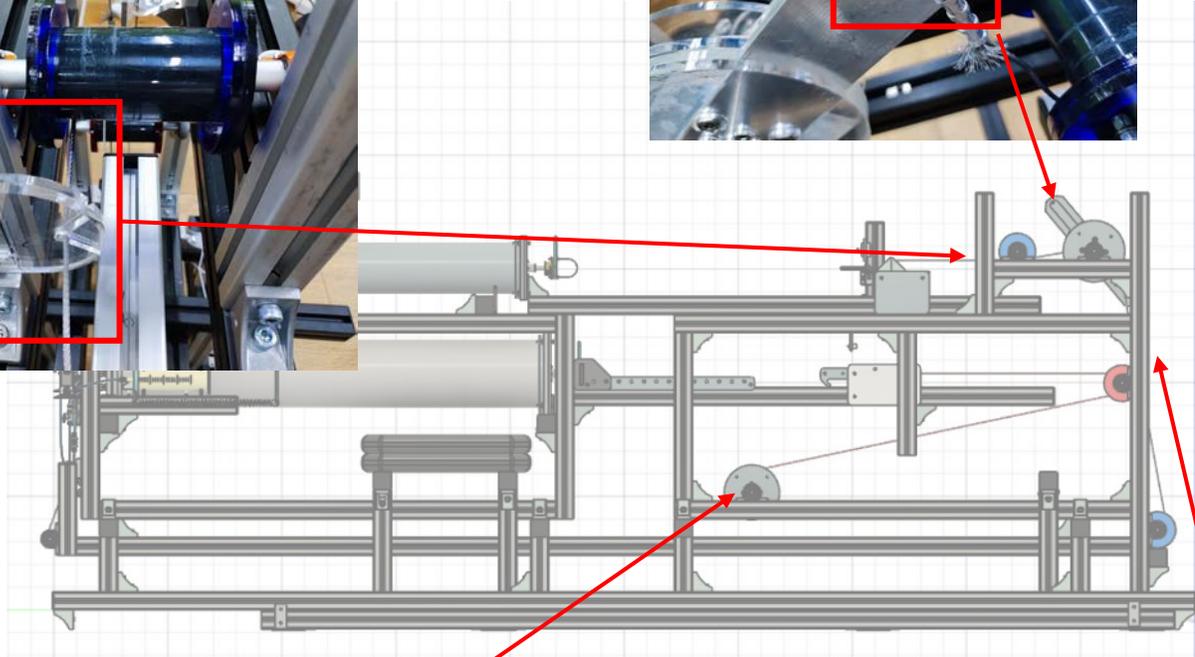
②-E 安定動作のための工夫



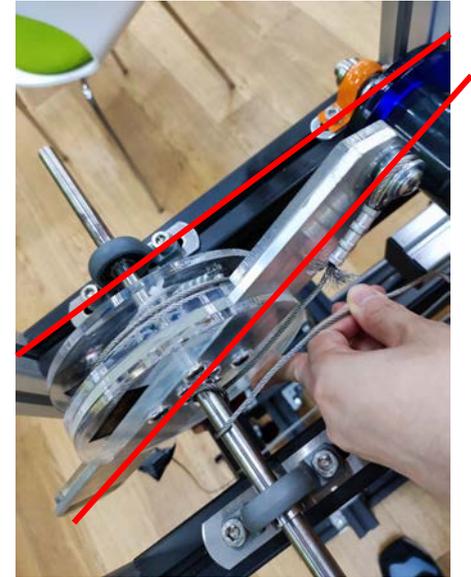
アルミシムブルとスペーサーで軸受を自作し、強度と滑らかにワイヤが回転する機構を実現。ネジ頭にワイヤが引っかかるためトラスネジを採用



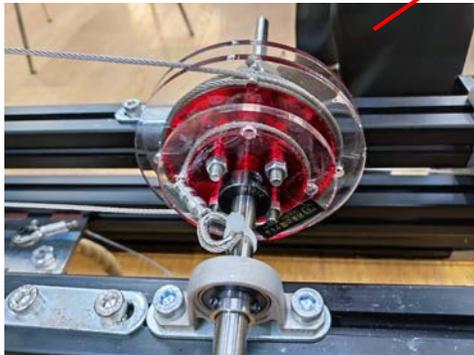
ガイド1：
ワイヤーの通過する位置を拘束し、プーリーからの脱落を防止



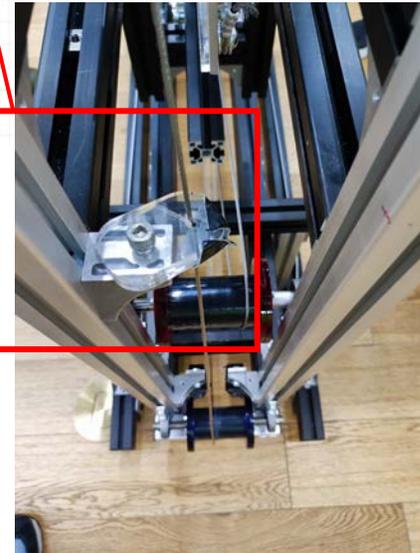
ガイド2：
1試合目で欠けて焦った。。



フレームに対しブレードを傾けて取り付けることで、回転中にワイヤが引っかかることを防ぐ



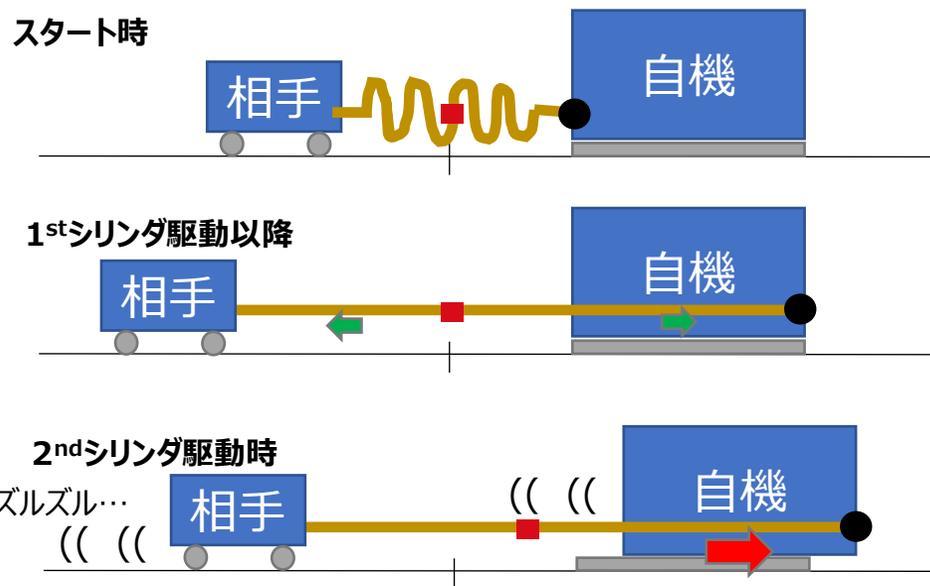
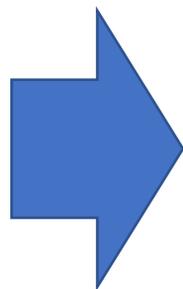
2ndプーリーは減速比1.5で固定
設計牽引力は127kgf



②-F 綱の伸び量を設計&戦略に反映



綱の伸び量を知り、引張り合いになってからのストロークを反映



**綱の伸びが発生すると、
据え置き型にとっては致命的**

綱屋さんから
綱の仕組みと素性を学ぶ

綱の挙動を実測し、
プーリーや2ndシリンダのストロークへ

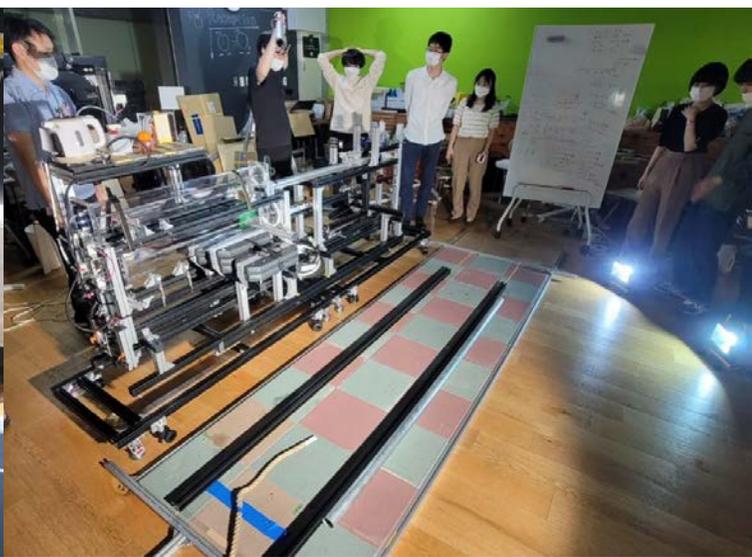
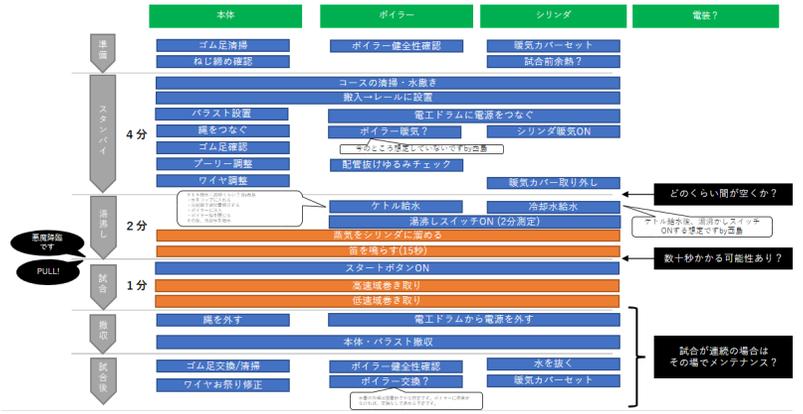
チーム **S二一**

③-A スタンバイ練習と作業バグだし、いざ本番へ

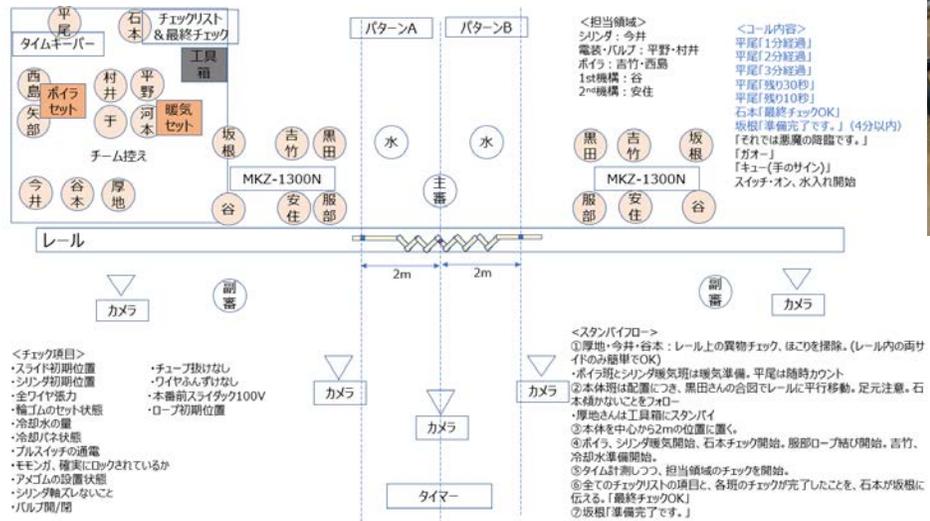


スタンバイ作業と漏れ確認ダブルチェック 試合でヒューマンエラーが発生しないように準備（ただし直前）

MKZ KT 本番シーケンス



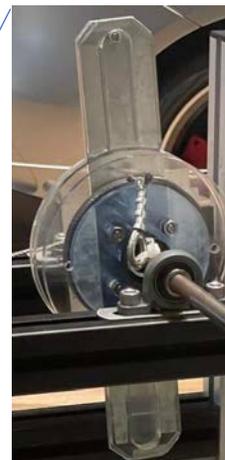
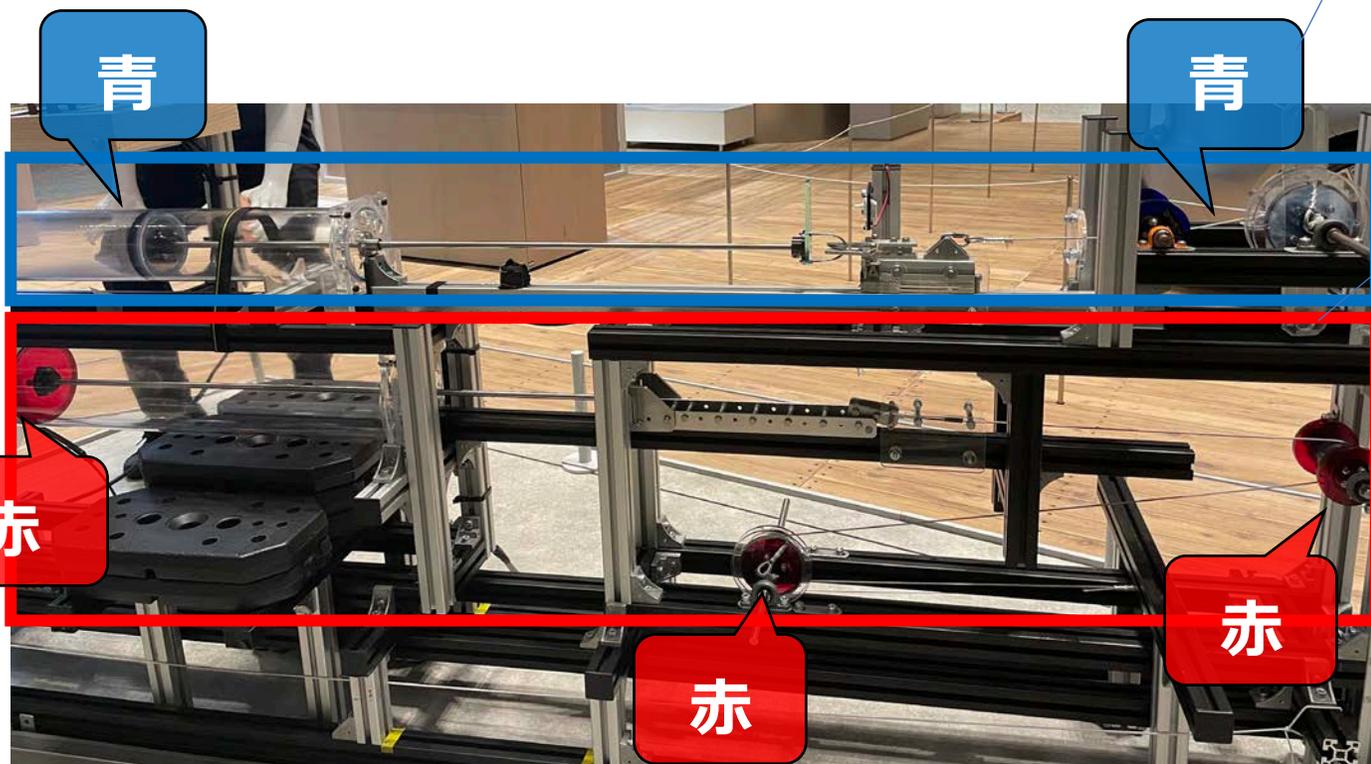
納品数時間前 最初で最後のスタンバイ練習を実施



③-B 機能別色分け設計



シリンダやワイヤーの動きを可視化
クリアパーツで見ている方にもわかりやすく



青色 : 1st シリンダにつながっている部品

赤色 : 2nd シリンダにつながっている部品



③-C お茶の魔のこだわりポイント



笛：

蒸気がよく見えるように高い位置にある
滴る水を受けるのはレトロなブリキの缶

こだわりの斜めカット

おばあちゃんちのコンセント：

用意したコンセントがレトロな雰囲気だったことから
おばあちゃんちのお茶の魔デザインを思いついた

シーケンススタートボタン

押入れ：

制御基板を入れるために作った

障子：

もちろん、開閉するし、本物の障子紙
穴はおばあちゃんちに遊びに来た孫が破った

六畳二魔：

畳でおばあちゃんちの和室を再現！

生贄のケトル

床の魔

ロゴのレーザー焼印

みかんとちゃぶ台：

ちゃぶ台は元々はピストンの部品だった
みかんは本物

開発裏話：おばあちゃんちは関東にある想定。（関東間）
みかんを買って経費精算しようとしたら、経理に突っ込まれた…

活動の様子



トライアンドエラー (P.90-P.92)

世に出なかった案やネタ達の紹介

活動進捗(P.93-P.100)

6週間の活動と本番前日の様子を写真で紹介

開発サポート状況、サポートメンバー、その他現場の様子など(P.101-P.106)

お茶の魔ケトルの完成には、数々の裏方サポートが存在！？

メイン/サポートメンバーが一丸となって活動した様子

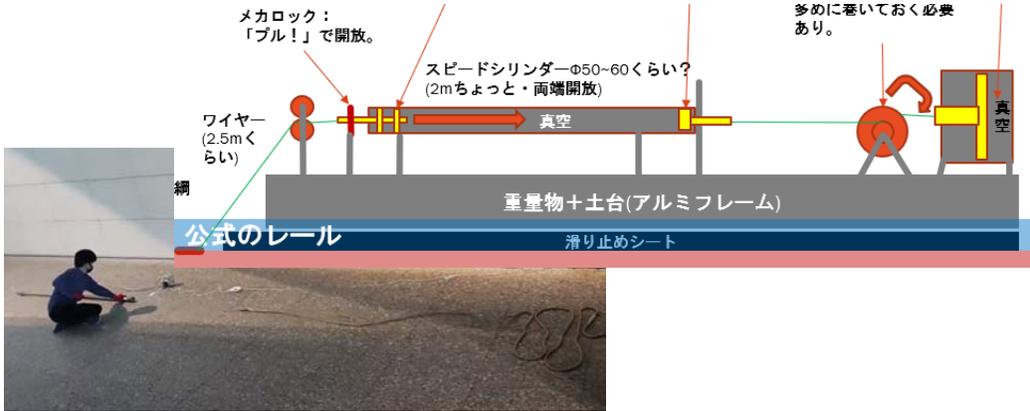
トライアンドエラー



世にでなかった、あんな案やこんな案が実際には存在した！？
いくつかの案を順不同でご紹介

チーム Sニ一

トライアンドエラー



ハイパーシリンダー

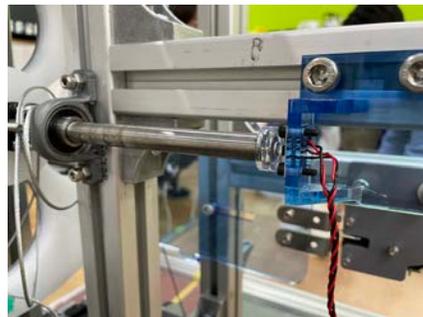
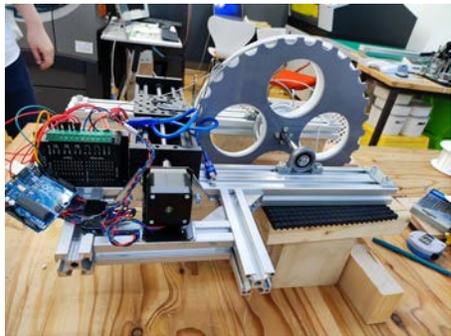
初速とストロークを出すスピードシリンダーと、1分耐久するためのパワーシリンダー。空気抵抗の少ない真空にしたチューブ内にピストンを飛ばしてキャッチし、後段のパワーシリンダーに繋げるという案。真空チューブ鉄道（ハイパーループ）の原理から着想したアイデアだが、安定してキャッチする機構が思い浮かばなかったため、不採用に。シリンダーは塩ビ管で自作し、コンプレッサーで真空を作ることでロープを飛ばす実験をしていた。



アルミシリンダー

より高温・高圧に耐えるアルミをシリンダーの素材として検討した。蒸気充填時は蒸気が水に戻ってしまわないように、シリンダーを暖気しておくことが必要だが、放熱しないように断熱材を巻いたり、ヒーターを巻いて暖気したりと温度管理が難しい。また、冷却水注入時は逆に放熱が必要なことから扱いが難しく、採用を断念。ヒーターとしては、平ニクロム線や、ドラム缶を温めるヒーターを検討していた。

また、負圧(真空)ではなく、蒸気の圧力(正圧)を利用した方式や、負圧と正圧両方を利用する複動式シリンダーも検討したが、シリンダーの側面に穴を空ける必要があるなど、構造的な課題もあり断念。

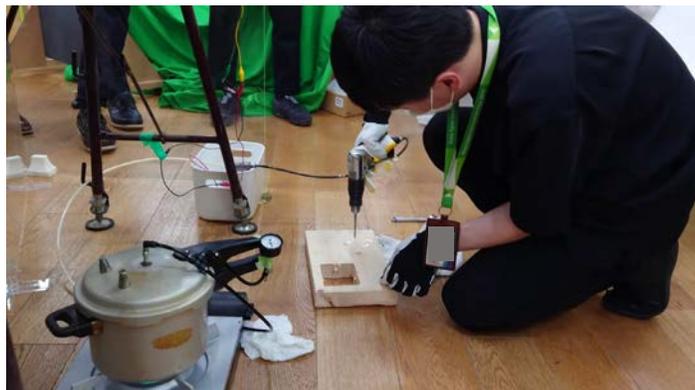


電動変速

プーリーの回転角度を磁気式エンコーダーで読み取り、規定のストローク分、綱を引いたことを検出すると自転車の変速機のように電動でプーリーの巻取り段を落とすことで、高トルク側に変速する機構。変速のタイミング制御がシビアで時間的に導入困難だったため、不採用に。



エアドリル(蒸気タービン)



自走式の動力源の検討のために、エアドリルに蒸気を入れて動作確認をしてみた。

回転はするものの、1500Wのケトルから発生する蒸気量ではトルクが出せずに採用は断念。。

写真はドリルを取り付けて蒸気力で木材に穴を開けているシーン。すぐに止まるがなんとか穴があいた。



自走式

自走式検討の第一歩として、綱引き機を造ってみて、ラジコン戦車と綱引き対決をしてみた。

メンバーの自宅に落ちていたクローラと鳳さん家に落ちていた水鉄砲を組み合わせて1号機を作ってみた。

ピストンだとストロークに限界があるからストロークを使い切ると後は引きずられて負けること、グリップ力勝負になるためタイヤの摩擦と本体の重量が必要なことがわかった。

活動進捗



6週間の活動と本番前日の様子を、写真で紹介

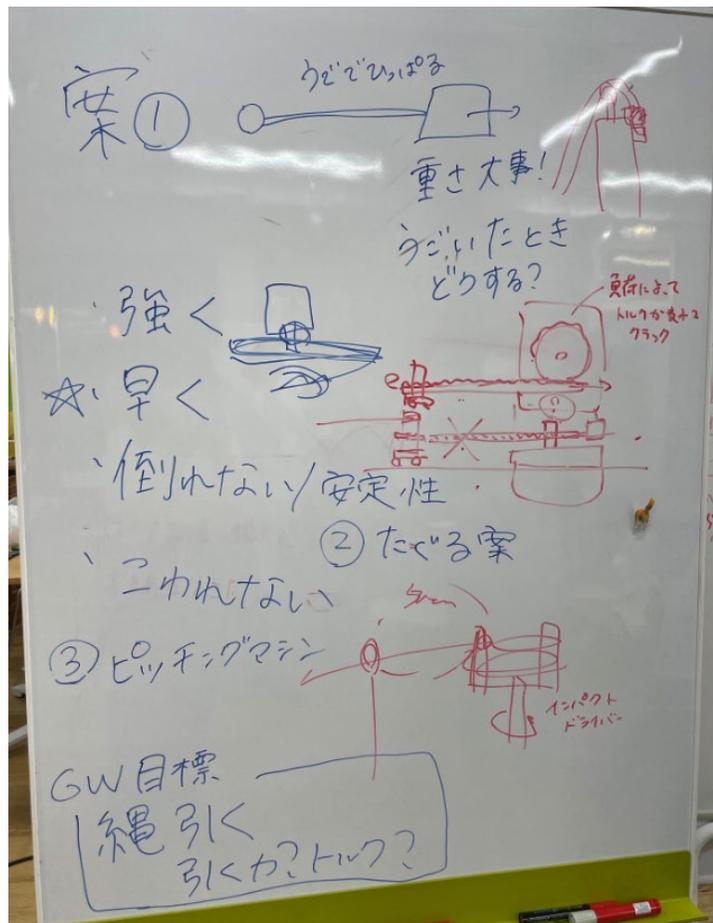
第1週目



正圧チェックで底が抜ける (70kPa)



パンダグラフ方式



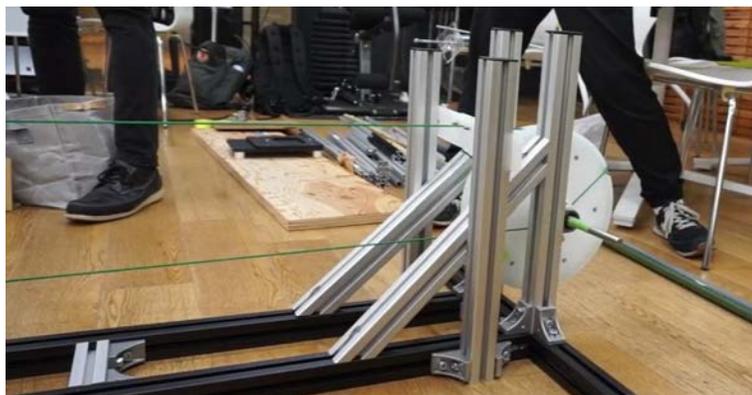
綱の引き方検討 + 試作

ボイラーと結合テスト



塩ビ管耐熱NGが発覚

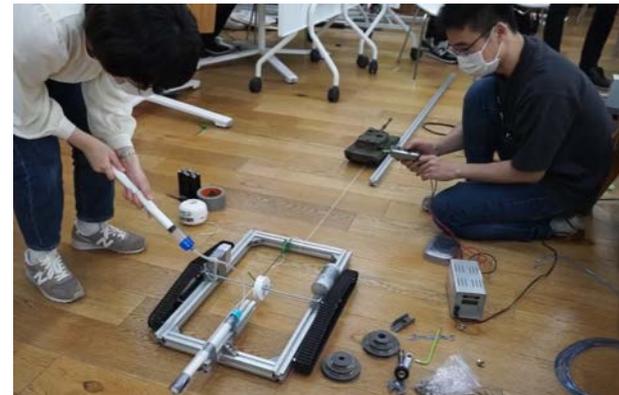
第2週目 <作業集中週間>



プーリー変速原理試作成功



ハイパーシリンダ構想



自走ピストンvsラジコン戦車



ボイラー正圧テスト



0号機トライアル うまうまいかず



プーリー+ロック機構 成功



アルミシリングドライ
摺動硬い？



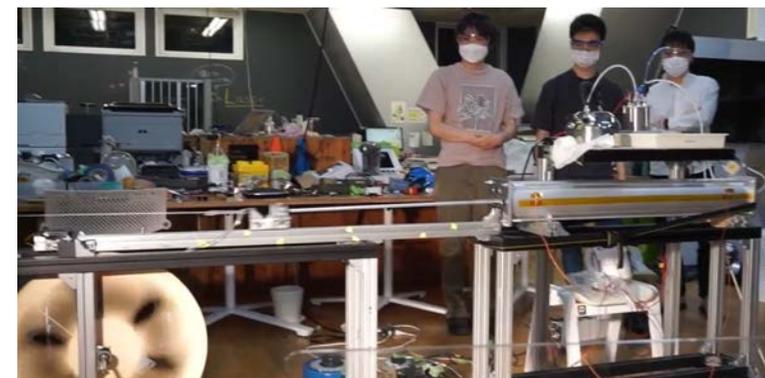
対トレーニングマシン、ウェイト持ち上げる



笛を効率的に鳴らす構造



ボイラー用コンクリート成形



綱引き音速越え？

チームSニー

活動進捗

第4週目



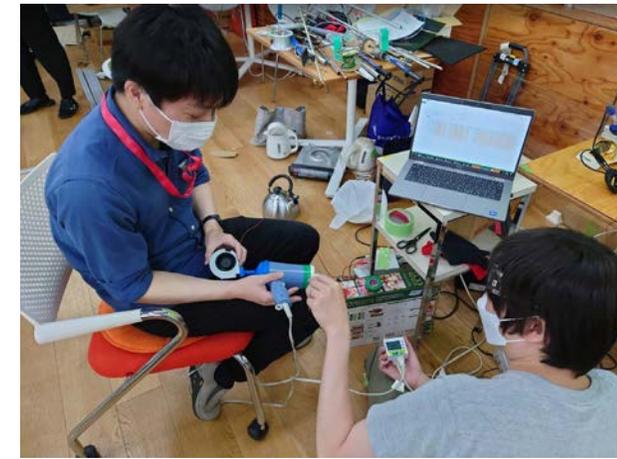
アルミシリング暖気



電子変速



風船冷却水



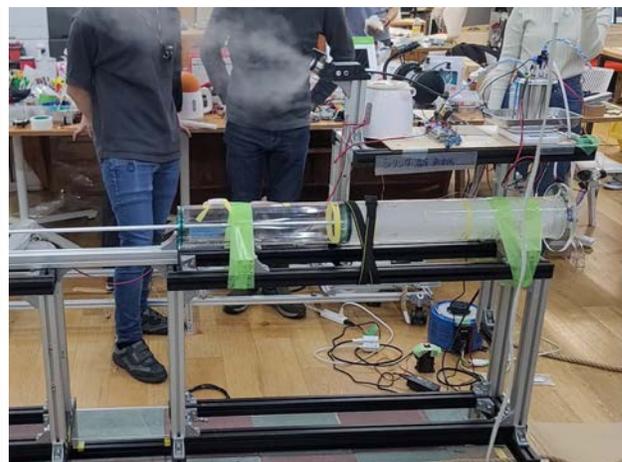
暖気検討：風量が足りない。



対人綱引き



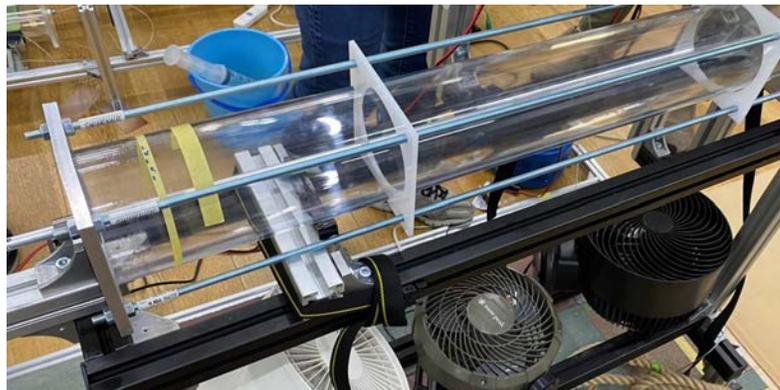
ワイヤーが切れた



ボイラーシーケンス成功

活動進捗

第5週目



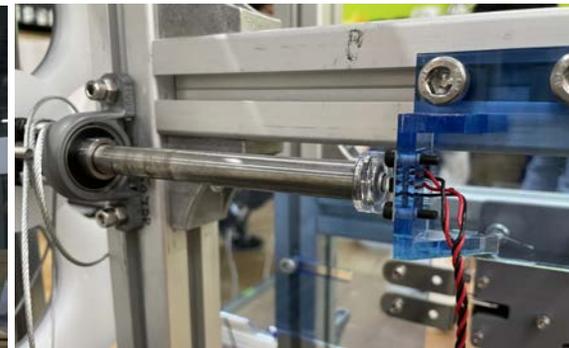
ポリカシリンダ 1号機動確



綱が予想外に伸びる



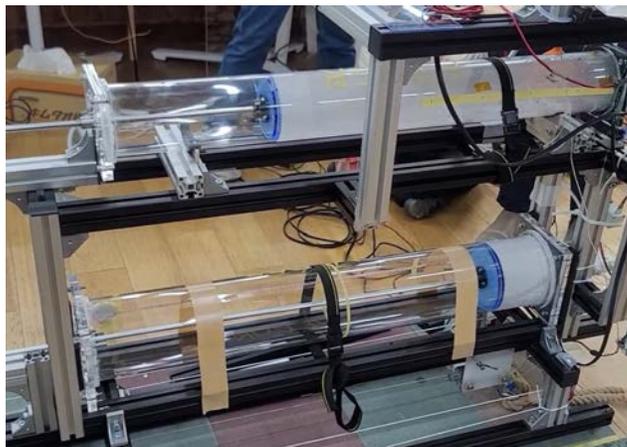
プーリーお祭り問題



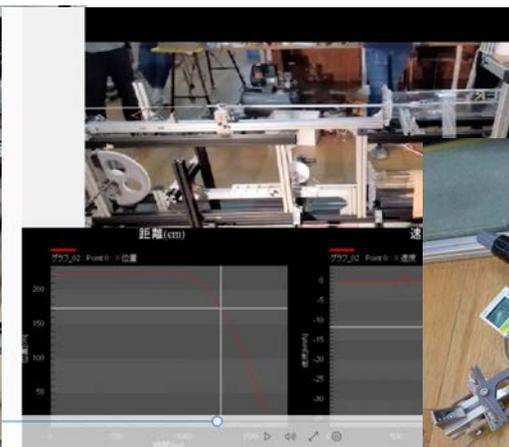
磁気エンコーダ
突貫検討



プリント基板完成



2ndシリンダ初動作



綱の速度解析



暖气装置
熱で溶ける。。



動作説明

活動進捗

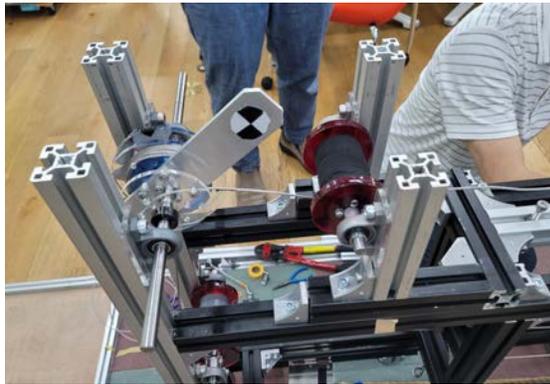
第6週目



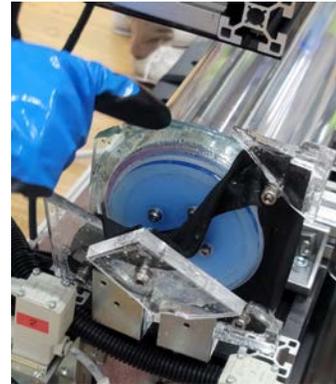
本体摩擦力確認



1stシリンダのパワーで
プーリー破損



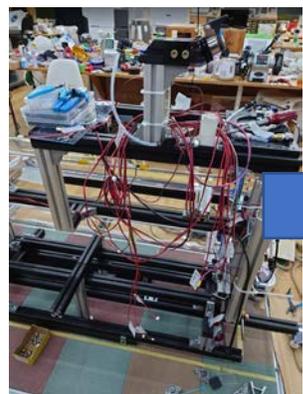
Finalプーリー



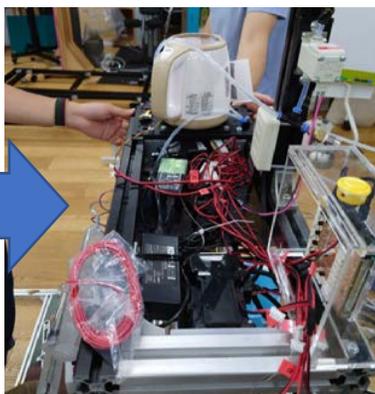
納品前日深夜
シリンダ大破



ふすま案



配線多すぎ
間違いも発生



お茶の魔地下配線



早朝に完全動作！



台車作成



ギリギリ完成 本番一発勝負！

活動進捗

夜会前日（搬出～納品/牽引力検査）



会場への輸送



雨よけ



牽引力検査



開発サポート状況、サポートメンバー その他現場の様子など

お茶の魔ケトルの完成には、技術系以外にも数々の裏方サポートが存在！？
メイン/サポートメンバーが一丸となって活動した様子の一部をご紹介します

開発サポート状況



メインメンバーが開発に集中できる体制を準備/運用



バーチャル〇〇さん
現場常時生中継で外からでも参加

場所の予約や移動/精算などの処理



差し入れ 栄養源をたやさない（重要！）

サポートメンバー/サポート体制



さまざまな皆さんが、開発サポートしてくださいました！

技術アドバイス(直接/オンライン)
材料調達 (部品集め、買い出し)
搬送車両手配、運転
部品加工
場所提供
許可/申請/手配
差し入れ etc.



役割り関係なし！全員で見て触り、納得し、完全優勝を目指した！！



小チームでの作業だけにとらわれず、全体組立や実験、他チームの作業・実験にも流動的に対応



チーム内議論も活発に！ 困難も楽しんで解決！



さいごに



まず初めに、サポートメンバーやCreative Loungeスタッフをはじめとするケトルの魔改造を手伝っていただいた全ての方に感謝申し上げます。
メインメンバーだけではこのケトルの完成はなく
チーム Sニールが一致団結できたからこそ、素晴らしい結果が得られました。

今回の魔改造の夜は、お題の難易度が非常に高く困難なことも多々ありましたが本番では、ほとんど壊れることなく最大のパフォーマンスを発揮することができて視聴者の方へSニールのモノづくりの熱さや拘りを届けられたかなと思っています。

放送を見て魔改造をやりたくなった方は、機会があればぜひ応募していただきたいです。
製作期間はあっという間に過ぎ、大変なことも多かったです。
収録後にライトアップされたケトルはとてまかっこよく、誇らしかったです。
モノづくりの酸いも甘いも知ることのできた非常に充実した1か月半でした。



ケトルTeam リーダー
坂根領斗

チーム Sニール

SONY

SONYはソニーグループ株式会社の登録商標または商標です。

各ソニー製品の商品名・サービス名はソニーグループ株式会社またはグループ各社の登録商標または商標です。その他の製品および会社名は、各社の商号、登録商標または商標です。