

魔改造やりきり活動

ワニちゃん水鉄砲
バースデーケーキ
ろうそく消し

キャノン方式水鉄砲
改良報告書



まえがき

本報告書は、Sズキ魔改造プロジェクトで
NHK番組『魔改造の夜 ワニちゃん水鉄砲
バースデーケーキ ろうそく消し』参戦後に、
“キャノン方式”にこだわって改良を行った
チームの軌跡をまとめたものです。

マシンを改良してパーフェクトの成績を達成したい!
キャノン方式なら達成出来らあっ!と
方々に見栄を張って、活動を開始しました。
さてはて、何とかなったのでしょうか・・・

目次

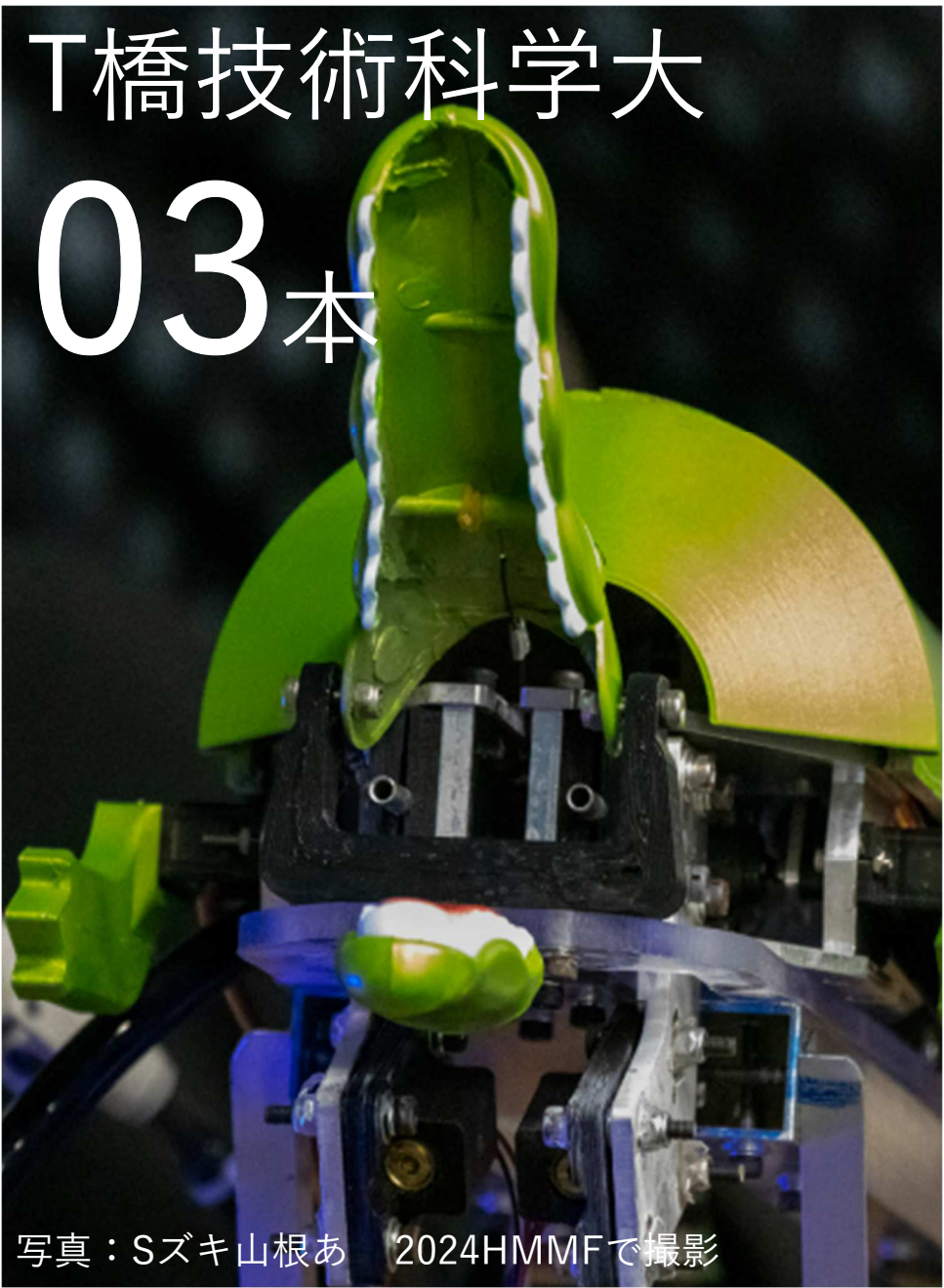
- 3. 『魔改造の夜』 ワニちゃん水鉄砲
 バースデーケーキ ろうそく 消しルール
- 4. 『魔改造の夜』 ワニちゃん水鉄砲
 バースデーケーキ ろうそく 消し公式記録
- 5. マシン紹介
- 6. 戦略
- 7. 開発要件
- 8. キャノン方式水鉄砲の基本設計
- 9. キャノン方式水鉄砲の製作
- 10. キャノン方式水鉄砲の構造
- 11. キャノンの開発 Phase0：FTA実施
- 12. キャノンの開発 Phase1：エアーサプライ
- 13. キャノンの開発 Phase1：ロングキャノン

- 14. キャノンの開発 Phase1：ワイドキャノン
- 15. キャノンの開発 Phase1：まとめ
- 16. キャノンの開発 Phase2：2連キャノン開発の決意
- 17. キャノンの開発 Phase2：まとめ
- 18. キャノンの開発 外装：コンセプト
- 19. キャノンの開発 外装：魔鈴外装設計
- 20. キャノンの開発 外装：魔鈴外装製作
- 21. キャノンの開発 外装：魔鈴マスク設計/制作
- 22. キャノンの開発 外装：魔流鈴ボディ設計/製作
- 23. キャノンの開発 外装：ギミック設計/製作
- 24. キャノンの運用：三銃士とムードメーカー
- 25. キャノンの成績発表!!
- 26. 魔改造やりきり活動について
- 27. 魔改造やりきり活動のその後について

ルールのおさらい

- ・ バースディケーキのロウソクを消すこと ロウソクは10本
- ・ 発射台から、ケーキの中心までは7.5m ロウソク配置は直径1.2m
- ・ 3匹を使い、30秒以内に撃ち切る
- ・ 使える水の量は、1匹につき100cc
- ・ 未就学児が「ワニちゃん」と認識できなければ失格
- ・ 失敗しても構わない

魔改造の夜 公式記録



マシン紹介

- ・マシン名：^{マリン}魔鈴、^{マリリン}魔流鈴、^{マーリン}魔啞鈴
- ・コンセプト：3体すべてをキャノン方式で編成し成果を追求する。
- ・ストーリー：

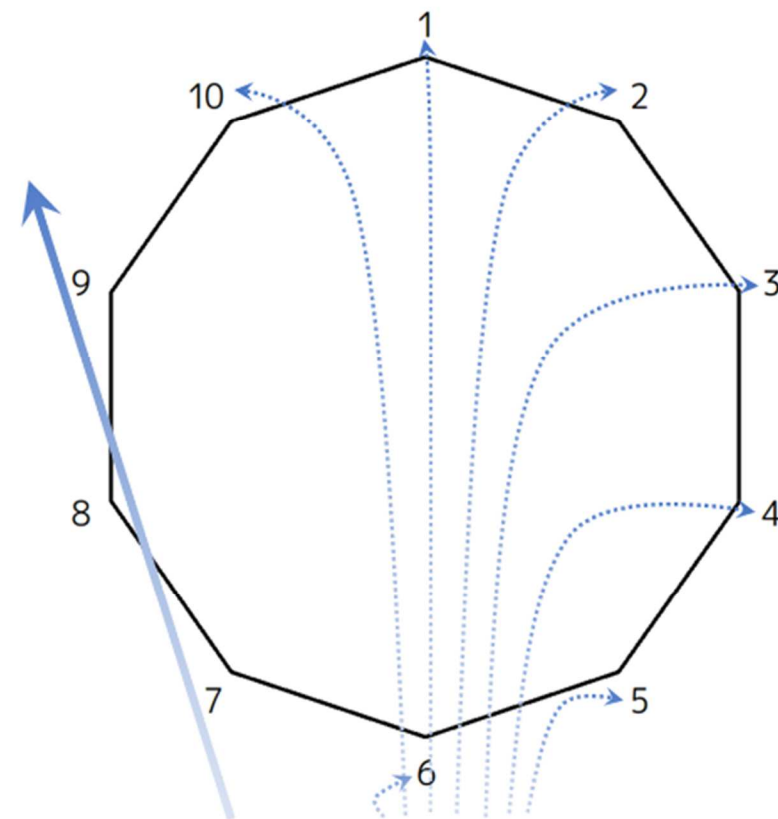
『魔改造の夜』夜会参加全チームのマシンの中で、一体で3本消しを実現していたのは、唯一キャノン方式の^{マリン}魔鈴のみであった。他マシンと比較して再現性も高く、風など外乱へのロバスト性も高いことからキャノン方式を徹底改良することにした。
- ・目標消火本数：まぐれではなく確証のある10本パーフェクト消火

戦略

夜会ではキャノンは8と7-9の3本を狙ったが、やりきり活動では1-6の2本、2-3-4-5の4本、7-8-9-10の4本の3グループを3体で分担して狙いを定める。

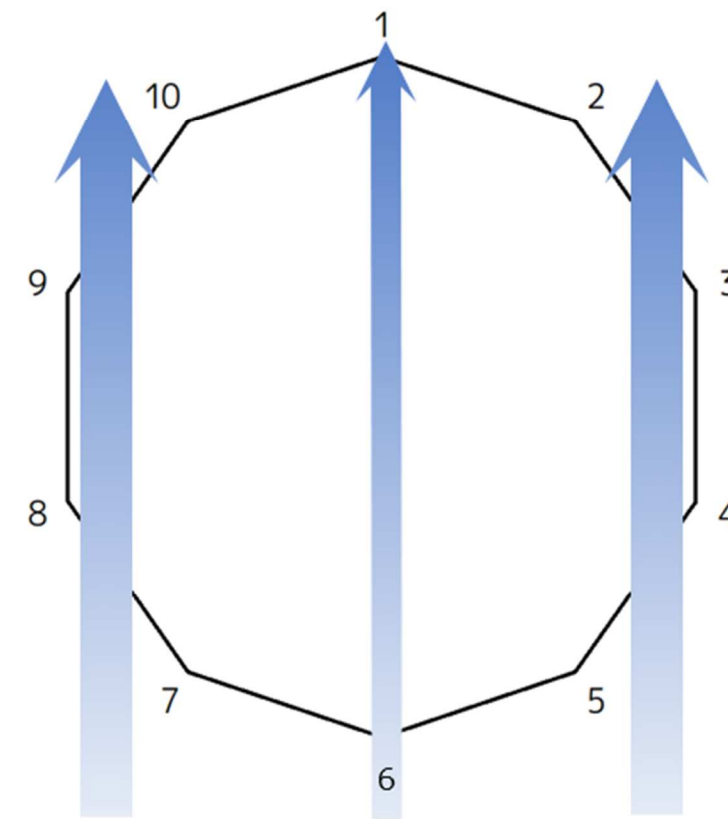
【補足】同様にライナー作戦の優勝チームでも "1200mm間隔の線上2本消し" および
“1体の噴射で4本消し” は未到達のため、チャレンジングな目標になる。

夜会



やりきり

Phase1



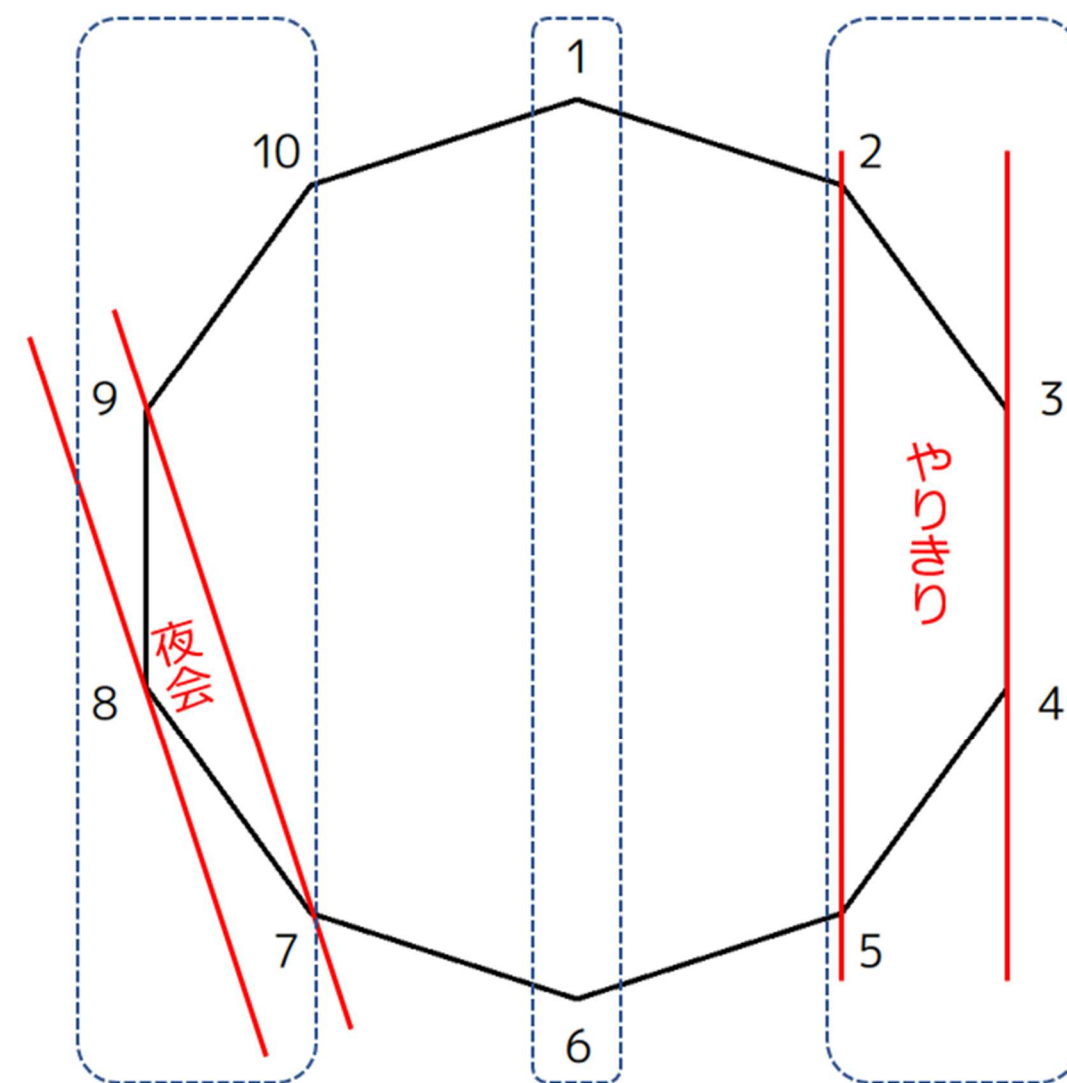
開発要件

【要件】

- ・ 夜会では8と7-9の3本狙い。幅は115mm。
- ・ やりきりでは4本を狙うため、3-4(8-9)と2-5(7-10)の幅は218mm。
- ・ 残る1-6の奥行は1200mm。

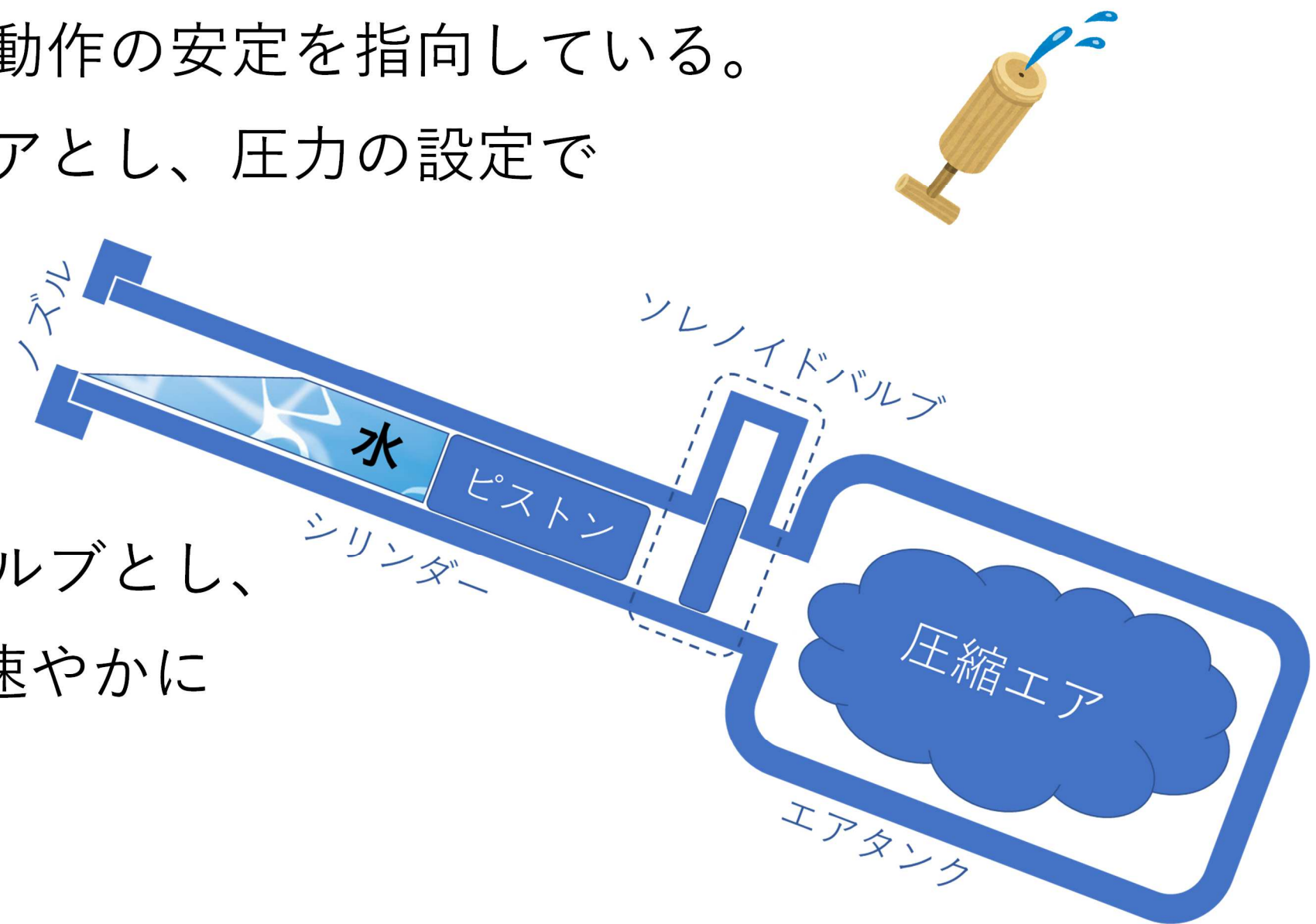
【課題】

- ①3本狙い⇒4本狙いでロウソクの距離は200%程度にワイド化している。
- ②1ロウソク(8.1m)まで水滴を到達させる新機軸のキャノンの開発が必要。



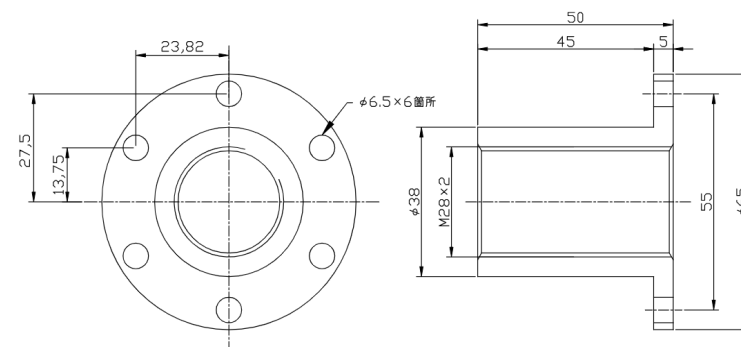
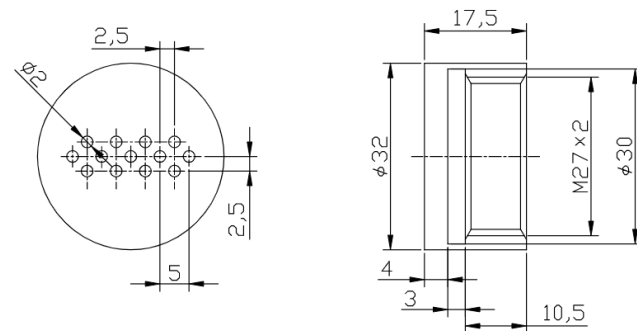
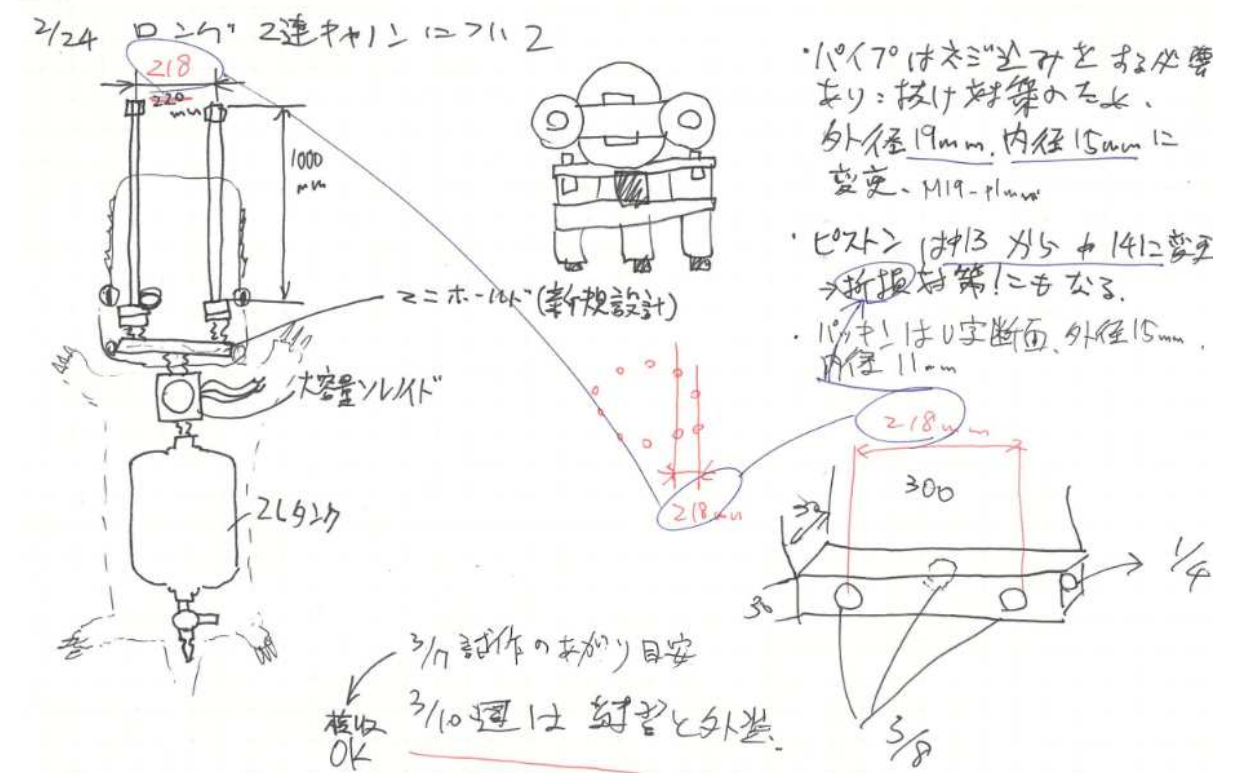
キャノン方式水鉄砲の基本設計（小林進）

- ・キャノン方式では“筒と突き棒の水鉄砲”のようなシンプルな構造とし、テストベッドとして動作の安定を指向している。
- ・付き棒に当たる動力源は圧縮エアとし、圧力の設定で発射エネルギーの調整を容易に変更できる構造とした。
- ・エアを止めるバルブ機構は、パイロット方式のソレノイドバルブとし、エア圧の解放=ピストン加速を速やかに行える構造とした。



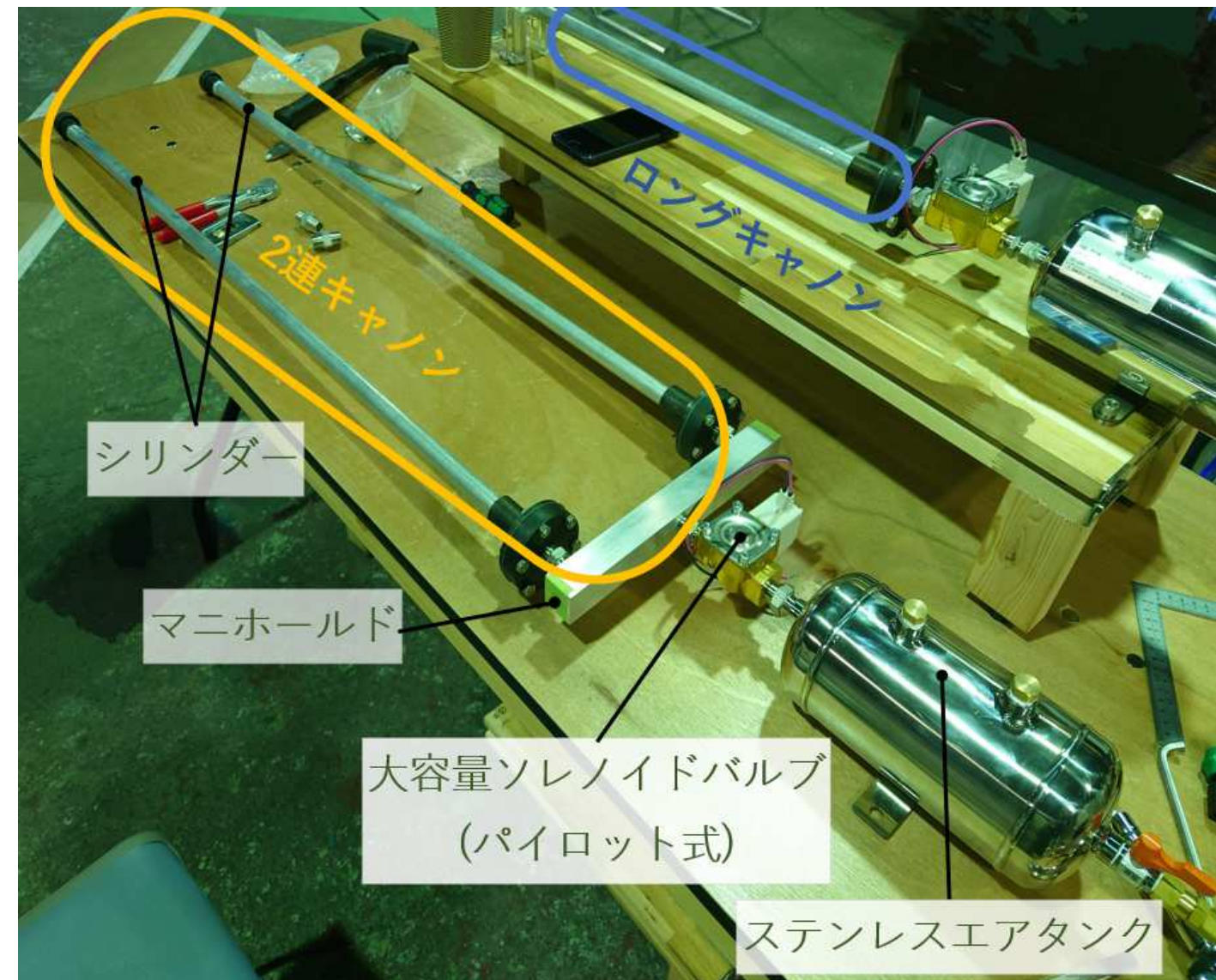
キャノン方式水鉄砲の製作（試作部，小林進）

- ・ 基本設計をポンチ絵で具体的なサイズに起こし、試作部にて部品加工を実施。
- ・ 基本設計時点で構想を練り上げたため、大規模な作り直しは発生しなかった。
- ・ 汎用品をできるだけ使用し、加工の点数や部材調達の際の検討/確認する項目をなるべく少なくした。



キャノン方式水鉄砲の構造

- エアタンクにエアインレットおよび、ソレノイドバルブを取り付け圧力容器とした。
(長期使用しないことを考慮し安全率は160%)
- フランジにシリンダを取り付け、シールを取り付けた樹脂削り出しのピストンが自由に作動できるように挿入した。
- ノズルはねじ込み構造とし、ピストンの飛び出し防止としても機能している。
- 2連キャノンでは分岐マニホールドを追加した。
この際にベースとなったロングキャノン自体の設計変更はしていない。



キャノンの開発 Phase0：FTA実施

開発開始前にろうそくの火を消すために必要な要素を明確化するため、
FTAを実施し、設計段階では決定しない4つの諸元について、
パラメーターを振ったテストを実施することで最適値を得る方針とした。

- ・ 噴射圧力 ・ 噴射速度 ・ 噴射角度 ・ ノズル噴口径、数、ピッチ

FTA(代表要素)

問題	1次要因	2次要因	3次要因	4次要因	5次要因	6次要因	対策
ろうそくの火が 消えない	冷却、窒息 させられない	水が当たらない	霧散している	拡散している	発射時の流速が速すぎて 乱流になっている	圧力が高すぎる	適切な圧力に適合する
						ピストンの助走距離が 長すぎる	有効ストロークを振って 最適値を見つける
					噴口径、数、ピッチが 適切でない		噴口径、数、ピッチを振って 確認する

キャノンの開発 Phase1：エアーサプライ

【諸元変更】

- ・ エア充填から発射完了までのエア圧低下を最小限とするため、エアタンクを1000cc→2000ccにサイズアップした。
- ・ 発射エネルギーを高めるため、エアタンクの上限設定圧力を0.95MPaに設計した。ピストンの最高速度は理論値で207km/hとなっている。
- ・ エア流路でソレノイドバルブのオリフィスがチョークとなるため、 $\phi 3 \rightarrow \phi 15$ へ開口面積を25倍にアップした。また開弁方式も直動方式からパイロット方式に変更し、開弁からの流速立ち上がりおよび、定常流量を大幅にアップしてピストン速度の設定上限を向上させている。

キャノンの開発 Phase1：ロングキャノン

【シリンダ/ピストン】

- ・ 標的グループ内での最大の距離が7-9の705mm→1-6の1200mmと1.7倍程度遠ざかり、また直線状に並んだ2つの標的を射抜く必要があることから、モーメントが揃ったライナーでの水滴噴霧を指向するため、ロング形状とするためにシリンダーを $\phi 23 \rightarrow \phi 14$ と断面積を40%程度にした。
- ・ シール構造をOリングからリップ付きリングに変更した。



【ノズル】

- ・ シリンダに入った水が“そのまま真っすぐ飛んでいく”イメージで設計し、シリンダ径からほとんどチョークしていない単孔ノズルをベースとして開発を開始した。

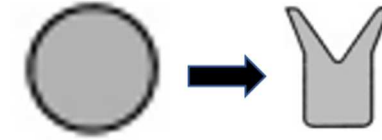
【開発パラメータ】

噴射圧力、速度、角度、ノズル(噴口径)

キャノンの開発 Phase1：ワイドキャノン

【シリンダ/ピストン】

- ・ 要求される水滴群の軌跡幅が150→218mmと200%に拡大したため、シリンダー径も $\phi 23 \rightarrow \phi 32$ と断面積を約200%に変更した。
- ・ 断面積の増加に伴い必要なストロークは減少するが、初速を上げるため有効ストロークに対し200%までストロークの設定が可能な設計とした。
- ・ シリンダーとピストンの気/液密を高めるため、シール構造をOリングからリップ付きリングに変更した。



【ノズル】

ノズルは夜会参加時に採用していた小穴多数のシャワーヘッド様構造をベースとした。



【開発パラメータ】

噴射圧力、速度、角度、ノズル(噴口径、穴数、穴ピッチ)

キャノンの開発 Phase1：まとめ

【シャープシューター】

ロングキャノンは設計意図通りの動作を見せ、1-6を100%の確率で消火できる性能とした。発射時の噴射速度は、ノズルの絞りで加速されるため、理論値では354km/hを想定していたが、高速度撮影の画像解析では225km/hである事が分かった。各抵抗や水の拡散の影響だと思われる。



【高い壁か深い溝か】

ワイドキャノンのノズルは、シャワーヘッド様構造をベースに、20種類程度トライしてペネトレーションと粒の大きさがバランスする諸元をトライしていった。しかしテストの結果、消火本数は2～4本でばらつき、パーフェクト消火を達成できていないまま『魔改造の夜 夜明け編』取材を受ける。

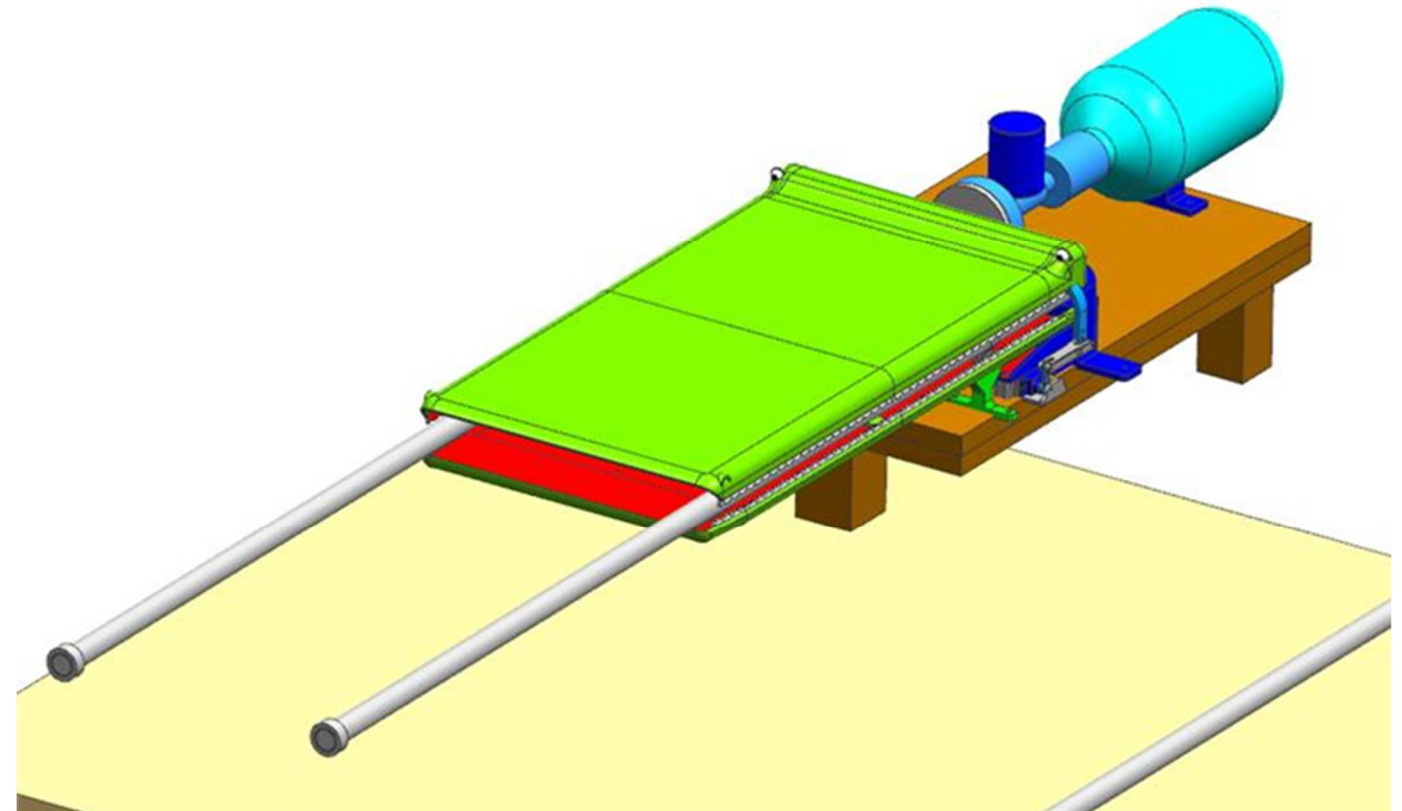
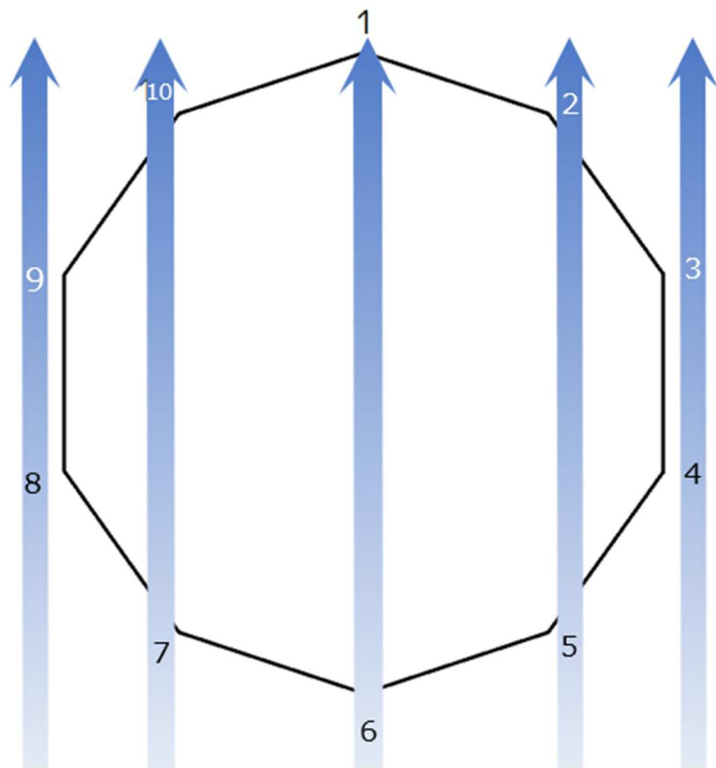


キャノンの開発 Phase2：2連キャノン開発の決意

【壁を超えるのか溝を飛び越えるのか】

ロングキャノンの拡大テストを実施し50ccの水量でも1-6の火が消えることが確認できたため、**ワイドキャノンは廃止し**、4本のグループを狙うのは、設計の方向性が分かりやすく成功率が高いロングキャノンをベースに、50cc-2連キャノンを開発する方針に変更した。

やりきり
Phase2



キャノンの開発 Phase2：まとめ

【フィナーレに向けて】

50cc-2連キャノンを作成し、微調整で4本消しが安定して達成できた。

ロングキャノン1体、2連キャノン2体の構成でパーフェクトを達成すべく最終調整を終え、社内成果発表会に向けて外装のお色直しを施していく。



キャノンの開発 外装：コンセプト

【外装コンセプト】

『魔改造の夜』夜会参加時の魔鈴^{マリン}の意匠は、編み物と3Dプリンタの賜物だった。
その後の展示会等で、編み物を見に来た方が多くいた実感から、様々な方にアピール
できる可能性を考え、3体ごとに別なコンセプトとしたが、外装担当者のおかげで
クオリティ高くまとめることができた。

- ・魔鈴^{マリン}：夜会参加時と同様に編み物がテーマ。
- ・魔流鈴^{マリリン}：デザイン審議モデルのようなツルっとした車屋が作りそうなモノがテーマ。

ラジコンカーのボディと同様に、真空成型で作成。

- ・魔啞鈴^{マーリン}：なるべく手をかけないで高いクオリティがテーマ。（時間が足りなかった）

3Dプリンタ成型と真空成型で作成した上記2体のスペアパーツでくみ上げた。

トライ部品のクオリティと保管を管理する必要性を痛感した。

キャノンの開発 外装：魔鈴外装設計（徳弘）

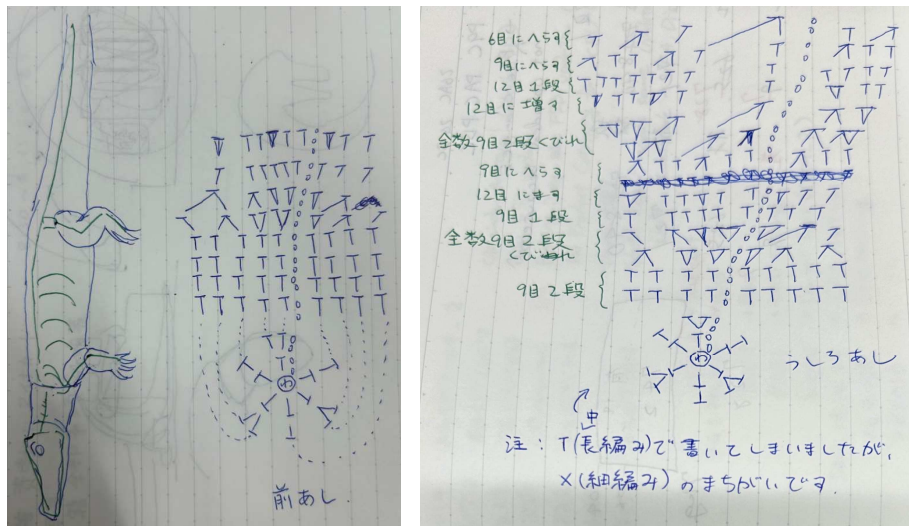
【ボディの設計】

- ・編み物担当者が増えたことに伴い、編み図を作成してタスクの見える化をした。
- ・本番の我流デザインを誰でも組立が可能ないように、試行錯誤して編みの設計を変更した。
- ・デザインの変更方針と見栄え性の狙いについても言語化して共有した。
 - 足先から編んでいたところを足の付け根側から編むようにする

形の安定・毛糸の量削減を狙う

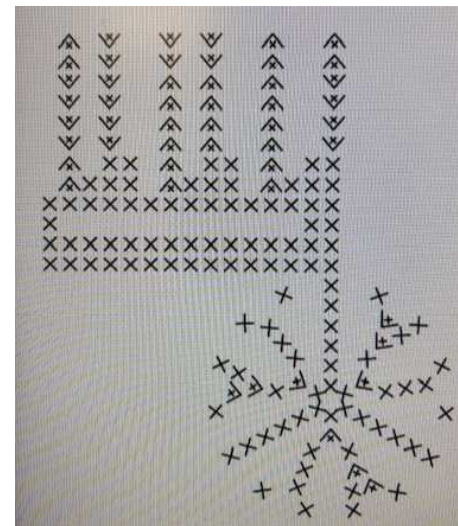
- 太もものふくらみを大胆に作る

力加減に関わらず安定した太ももの質感を出す



編み図を作成して業務改善

- ・タスクの見える化
- ・設計変更のエビデンス残し
- ・デザイン変更意図の共有



キャノンの開発 外装：魔鈴外装製作（高橋）

【ボディの制作】

- ・ワニの固有感を演出するため、うろこのポコポコ感が出るように太めの毛糸を使ったり、背中突起が目立つように、胴体と違う毛糸で追加工したりして工夫をこらした。
- ・タンクの現物にまめに合わせてフィット感を確認し、ワニらしい、むっちりとした量感で作成できた。
- ・手足は設計者の図面を参考に編んだが、小さくて曲がった部分を編むのが大変だった。意見交換しながら共通の目標を理解し、チームの要求に合わせた力強いワニを表現することができた。



キャノンの開発 外装：魔鈴マスク設計/制作（徳弘）

【マスクの設計と製作】

リーダーの強い要望により、ボディの量感に負けない派手なマスクの作成を依頼された。

編み方の工夫で見栄え性に大きな影響を与えず、追加業務に対応できた。

イメージをAIで共有してから設計着手することで、作り直しせずに完成できた。



リーダーがAIでイメージを膨らませて



ボディに合わせてマスクを作った

キャノンの開発 外装：^{マリリン}魔流鈴ボディ設計/製作（古山）

【ボディの設計と製作】

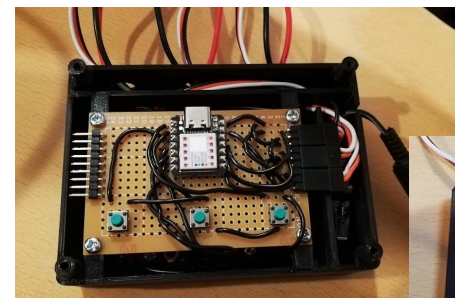
- ・^{マリリン}魔流鈴のボディはバキューム成型なので薄くて軽い。
おかげで口は長いが小さなサーボで駆動できた。
- ・透明な素材であることを活かして、あえて一部分塗装をしないで機械の中身を見せることができた。
- ・最終形状にまとめるまで様々な要件を確認する必要があるため、幅広くかつ腹落ちするまでコミュニケーションをすることの重要性を、改めて認識した。
- ・活動を通じて、今まで関わらなかった部署のメンバから、新しい知見を吸収することが出来た。
- ・短日程で物を仕上げる為、早期に意見交換することが重要だと感じた。



キャノンの開発 外装：ギミック設計/製作（小塩）

【機能部品の設計と製作】

- ・ワニの口パクユニットのみならず、シリンダー保持部など持ち前の3D-CADと3Dプリンタのスキルで対応した。
- ・イメージを共有し、夜間プリント、次の日にはテストができるというラピッドプロトを体現した。今後は色々な人にこのフローで実現できる速度を伝えていきたい。
- ・電子工作だけではなく、マイコンのプログラミングにも着手できた。課題を自分事になると強い動機になると実感。



キャノンの運用：三銃士とムードメーカー（五島，稲垣和，大岡，八木，今村）

【三銃士を連れてきたよ】

マシンをルール通りに運用して成果を出せない意味がない。

『魔改造の夜』ワニ競技の参加者をコアメンバーとして、発表会前に自発的に血のにじむ特訓をした3名のメンバーが居た。人呼んで三銃士。発表会ではひとりでに体が動くようになり、他メンバの動きが読めるまでになっていたと言う。



三銃士

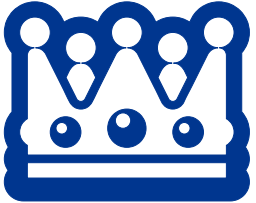
左より 大岡、稲垣和、五島

【リーダーに代わりムードを作った】

とにかく忙しい時にはすれ違いやいさかいが起こりがちだが、事務WGの八木さんや今村さんを筆頭に、誰かのために動こう、チームのためになるためにはどうすればいいか、というボランティア精神があるムードが持続したことは特筆に値する。



ムードメーカー
左より 八木、今村

そして・・・
キャノン方式水鉄砲
パーフェクト 
10本消し達成!!

@スズキ高丘ラボ 2025/03/17

魔改造やりきり活動プロジェクトについて

私たちは『魔改造の夜』に参加したが徹底的に力を発揮できなかった、
あるいは参加したかったけどできなかった、そういった悔しさを
抱えた社員で集まり“魔改造やりきり活動”と言う名前のプロジェクトを運営しました。
本報告書はその活動のキャノンチームの産物です。2025/3/末に活動終了!やりきれました!



『魔改造』プロジェクトのその後について

Sズキ魔改造のメンバーは、『魔改造の夜』とやりきり活動で体得した
“基礎体力”をチームスズキ内で発揮していきます。

