

Team member

國嶋春希	Software	2022 けいはんな大会 WSO 第2位
桜井拓也	Software	2022 けいはんな大会 WSO 第3位
石田温暉	Software	2022 けいはんな大会 WSO 第2位
藤原伊織	Hardware	2022 けいはんな大会 WSO 第2位

開発環境

Software

Arduino IDE
(C/C++)



Hardware

3Dプリンター
CNCフライス盤
Fusion360
AUTODESK
Fusion 360



作業の円滑化

機体の製作を円滑に行うため、パーツを手作業で切り出す手法から、3Dプリンターでのパーツの造形、CNCフライス盤による枠組みパーツの切り出しを可能にするにより、手作業による切り出しでは製作が不可能であった細かく複雑なパーツの自作、FRP(Fiber Reinforced Plastics=繊維強化プラスチック)素材での枠組みの製作を可能としました。また、3DCAD(Fusion360)での設計を行い、手軽に設計の変更等が正確にでき、精度の向上を実現しました。また、これをオンラインで行うことにより、部員間での情報の共有を容易に行うことが可能となりました。加えてGoogle DriveやGoogle Classroomを併用し、プログラムや書類等の共有をどこでも手軽に行えるようにしました。



徹底した回路保護システム

私たちのサッカーロボットでは、リチウムポリマー電池(FULLYMAX社製3セル1300mAh11.1V)を使用しており、通常のアルカリ乾電池や充電電池よりも繊細な扱いが必要となります。そのため、バッテリーの過放電を防ぐために保護回路&ヒューズを設置しました。LiPoカットオフシステムにはイーグル模型社製エアガン用の機器を使用し、バッテリー電圧が10.1Vまで低下した際に警告として赤色LEDの点灯、加えて9.7Vまで低下した際にモーターへの送電を自動的に遮断します。ヒューズには15Aミニフラットヒューズを使用し、15Aを超過する電流がロボット各部に送電されるのを防ぎます。この二つを通さない電流は絶対にロボットに通電させません。また、内部には多くの配線が張り巡らされており、配線同士が頻繁に接触するケースが多くあります。それによるショートを防ぐため、ハンダ部分や配線の接合部分には収縮チューブによる保護、機体のカバーや枠組み部には電気を通さない絶縁体である樹脂やFRP板を用い、電流を通さず外に漏らさない仕組みを構築しました。

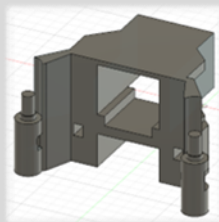
新ルールに対応

昨年の大会より適用された新たなルールに適用した機体を作成するため、昨年度の冬から現在に至るまで、どのようなルール変更にも柔軟に対応できるようにするため、常に先を見越し、いくつかのパターンに分けた設計や機体編成をチーム全体で考えてきました。その結果、私たちはハードウェア・ソフトウェア全体で3つの変更を行いました。

これまでの機体と『ココ』が違います！

1.ボールの縮小に合わせてキッカーを変更しました

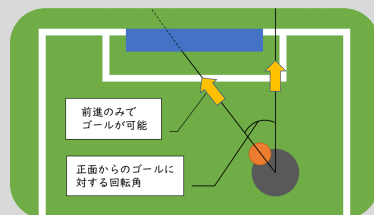
昨年度のルール変更により、サッカーボールの直径が約65mmから約43mmに変更されました。それに合わせて、キッカーの大きさを縮小し、小さなボールでも正確に蹴ることができるよう、キッカーソレノイドの先端に大型の板を取り付け、少しでもボールと接地する面積を拡大し、機体の軸からボールがずれた場合でも強い力でボールを押し出すことができます。また、全機に昇圧回路を搭載し、30Vの電圧でキッカーソレノイドを作動させ、大きな力でボールを押し出し、ゴールの正確性を高めています。加えて、これまで各部品が独立していたキッカーまわりでしたが、パーツの固定化や整備性を高めるため、キッカーソレノイドとキッカーを作動させるためのキッカーセンサを1つのパーツに集約することにより、構造や配線の簡略化や、機体を全て分解せずとも整備や修理を可能とし、万が一試合中の急なトラブルが発生した場合でも最低限の時間とスキルがあれば対応できるようになりました。



← 中央の穴にはキッカーソレノイドを、左右の中心向きの穴にはキッカーセンサを埋め込み、これまでバラバラだったそれぞれのパーツを1つのパーツに集約しました。これによりセンサが衝突などの衝撃によって外れてしまったり、取れてしまうことを防ぎます。これまでの課題は、ソレノイドを固定していなかったため、キッカーが作動するたびに機構が前へせり出てきてしまうことでしたが、ネジでソレノイドを固定することによりこれを解決しました。

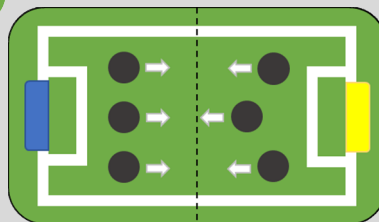
2.確実にゴールを決めるための方位修正

私たちのチームでは、これまで地球の磁場を利用して機体における正面の方向を決めていましたが、この方位修正方法ではサッカーボール保持した際にゴールの正面に機体がない場合にゴールを決めることが困難でした。このことを改善するために、機体における正面の方位を地球の磁場と敵ゴールの角度から求めることにしました。しかしこの方法では、カメラから読み取った画像から直接計算したゴールの角度は機体に向いている方向によってたとえ同じおなじ位置にいたとしても方向が変わってしまうということが明らかになりました。そのため、ゴールの角度が従来の正面の角度から機体がどれほど回転しているのかを考慮し、ゴールの角度を決定しました。その結果、常にゴールの方向を向いていることが分かるので、ボールを捕捉、保持することさえできれば、前進するだけで容易にゴールを決めることができるようになりました。(図1↓)



← (図1)
ロボットの向きからゴールの位置を決定、常時ゴールの方向を決定

(図2) →
黄色ゴールが見えているときのロボットの動き



3.カメラによるライン処理

従来のライン処理ではToFセンサーでのライン処理を行って来ました。しかしこのライン処理法では値を読み取る際に多少のラグが発生するため、処理を完了する前にアウトオブバウンズしてしまう恐れがありました。これを改善するためにカメラを用いたライン処理をする際は瞬間に機体が認識しているゴールによって場合分けし、サッカーコートを半分に分割したときに機体が認識しているゴールが機体と同じ領域にある場合は前後左右、斜め方向の計8方向の移動方向で細かいどうを行い、それ以外の領域にゴールが存在する時はゴールの中心方向に前後の計2方向の移動をするようにプログラムをしました。(図2个)

年々進化し続けるオリジナル曲面鏡

私たちのチームでは、オリジナル曲面鏡に重きを置いて年々開発を進めてきました。数年前のミラーには既製品の半面鏡を使用してきましたが、これでは機体の鏡への映り込みが大きく、ボールの補足には向かないものでした。これが大きなネックとなっていたため、機体の映り込み面積の縮小、ボールの捕捉範囲の拡大を図りました。私たちが独自に開発したオリジナル曲面鏡では、まずFusion360(CAD)で設計したものをCNCフライス盤で削り出し、木材のモックアップを作成しました。次に塩化ビニル板を高温で熱し、モックアップに押し付けるプレス加工で製作しました。また、捕捉距離に対する効果を既製品の半面鏡と比較するため、自作の計測用フィールドを製作し、それぞれの画像およびボールまでの実距離を比較しました。その結果、既製品である半面鏡と比べ、機体の映り込み面積が減少し、計測可能なボールとの相対距離が90cmから160cmと約1.7倍に拡大することに成功しました。

計測用フィールド↓

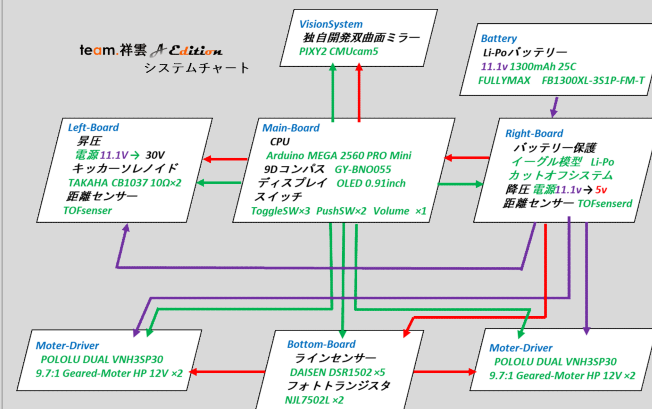
半面鏡(左) オリジナル曲面鏡(右)



今後の開発目標

現行のキッカー機では車体前方のくぼみのみでボールを保持するため、保持能力が低くなってしまうことが課題でした。これを克服するためにボールを保持し続けるための機構、ドリブラーが有用であると考えてきました。2年前に初号機が完成したものの、結局運用することなくルール変更と共に幻の機体となってしまいました。そこで私たちは新たなドリブラーの開発に着手しました。機体の大きさが直径22cmから18cmに縮小されたため、モーター数を4つから3つに、加えて全体的なドリブラー機構の小型化を行いました。実戦未経験、研究データ不足などの理由により主力機としての活躍は望めないが、今回の大会等を踏まえて来年度をめどに実戦への投入を目指した開発を進めていきたいです。

現行機システムチャート



@team_shoun_rcj



@team_shoun_RCJ

WSO 001