

本会の動き

☆ Chemical-Energy-Car Competition 2025 顛末記 ☆

1. Chemical-Energy-Car Competition 2025 を終えて

1.1 はじめに

Chemical-Energy-Car Competition 2025は住友化学(株)と(株)レゾナックの2社からの支援のもと史上最大数のエントリーチーム数で8月31日(日)にオンライン開催された。当日は大学クラスで5チーム、高校クラスで7チームの合計12チームが出走した(図1)。この競技会は、2018年に鹿児島で全国からチームが集まって対面で開催されたChem-E-Carトライアルから始まり、コロナ禍でいったん休止後、2022年にオンライン化され今回まで続いている。

1.2 Chemical-Energy-Car Competitionとは

Chemical-Energy-Car Competitionは、アメリカ化学工学会で行われている学生チームによる化学反応で走る車を製作して走らせる競技会(Chem-E-Car)を手本に、日本で行えるようにルールをアレンジした競技会である。最大の違いはコース形状で、本家では広大な体育館のようなフロアの扇型コースで行われるのに対し、我々は高さ40mmの壁で仕切られた幅20cmのコースで走らせる。そのため、高校や大学の廊下にコースを作ることができる。

1.3 競技内容

車を用いた競技会だが競うのは速度ではない。競技会当日に運ぶべき水の量と距離が発表され、化学反応の反応量を制御することで走行距離をコントロールし、所定時間内に目標距離にどれた

け近いところで停止させられるかという「制御」を競うものである。

1.4 オンライン開催のメリット

オンライン開催は5回目となり、本年は大会スポンサーとして住友化学(株)と(株)レゾナックの支援を受け、各チームの車が走行するコースの壁材を統一できた。これにより、遠隔開催でも競技条件を揃えることができた。また、両社からは特別賞や参加者への賞品もいただいた。ここに感謝の意を表す。

例年と同じく今回もクラスごとに全チーム同時にスタートしたことで、より臨場感が高まった。今回は高校クラスで7チームが一斉にスタートして走行している様子を1画面で見られた。大学クラスでは、北は北海道から南は鹿児島までの各地で走行している様子が1画面で見えた。全国どこからでも参加できることもオンライン開催の大きなメリットである。

1.5 競技会当日の様子

図2に示すように、大学クラスと高校クラスで異なる目標距離と運ぶ水の量が設定された。2018年のプレ大会から2025年までの目標走行距離と運ぶ水量のまとめを表1に示す。

全チームの車の駆動機構と停止機構を表2にまとめた。駆動機構では、定番の空気電池(空気マグネシウム、空気アルミ電池)が3校に減少し、ダニエル電池が4校と増加し、ボルタ電池が3校で使用された。鉛蓄電池と自作燃料電池は各1校で、偏りが少なくなってきた。

停止機構は今年も使い切りに挑戦するチームが増え、定番のヨウ素時計反応に加えて、ガス発生による回路切断が2校と酸による回路切断も見られ、多様になってきた。

車両デザインも学校の名物であるマグロをデザインした近畿大学チーム(図3)がある一方、機能を含めてシンプルを突き詰めた日比谷高校チーム(図4)もありバラエティ豊かになった。龍野高校のドラチャン号(図5)はレゴで車体が作られておりユニークで



図1 集合写真

とてもカラフルだった。

1.6 競技結果

今年もドラマチックな展開となり熱戦が繰り広げられた。大学クラスの第1回走行では、京大がわずかに目標の2 cm 越えてピッタリ止め、他チームを寄せ付けない強さをみせた。毎大会、スタートコール後に走り出せない車がいるが、大学クラスでは全てのチームが走行し、大学生の面目を保った。高校クラスの第1回走行では、車検において福岡高校チームの車の長さが規定の40 cm を超えており不合格となってしまった。岐阜高校は安定した走りできると目標に近づき、あと62 cm という所まで迫りトップに立った。

第2回走行では、大学クラスのチームは打倒京大とばかりにセッティングを磨き、力強くスタートしたものの止まれずにコースアウトが2チーム、あの京大はまさかのスタートで手間取ってしまい、ようやく走り出したものの時間オーバーとなってしまった。

大学クラス

公立千歳科学技術大学
京都大学
近畿大学
岡山大学
鹿児島大学

350 mL 積んで
10.5 m 走行

高校クラス

宮城県古川工業高校
東京都立日比谷高校
岐阜県立岐阜高校
愛媛県立松山中央高校
兵庫県立龍野高校
福岡県立福岡高校
熊本県立第二高校

250 mL 積んで
8.5 m 走行

図2 出場大学・高校と今回の運搬水量と走行距離

表1 2018年から2025年までの走行距離と水量

開催年		大学クラス	高校クラス
2018 プレ	9.5 m, 150 mL		
2022 春	9.0 m, 400 mL		
2022 秋	8.0 m, 200 mL		
2023		9.0 m, 250 mL	8.0 m, 150 mL
2024		10 m, 300 mL	9.0 m, 200 mL
2025		10.5 m, 350 mL	8.5 m, 250 mL

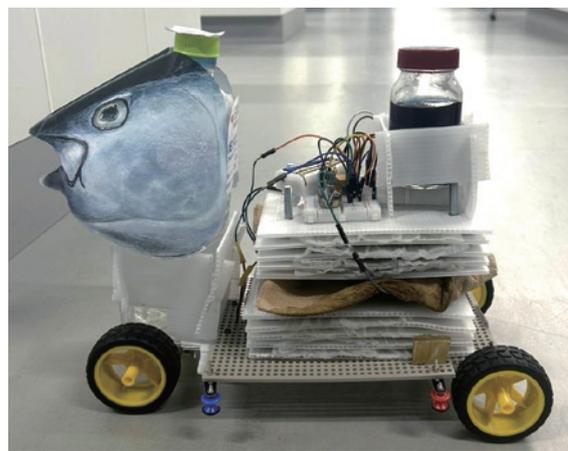


図3 陸上マグロ初号機

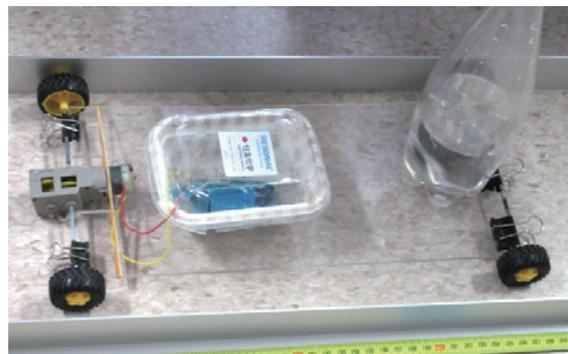


図4 だにえる☆おばけたん号



図5 ドラちゃん号

表2 各チームの車名、駆動および停止機構

	校名	車名	駆動機構	停止機構
大学	千歳科学技術大学	FLASH-VAN	ダニエル電池	酸による回路の溶断
	京都大学	ギリギリカー	自作燃料電池	ヨウ素時計反応
	近畿大学	陸上マグロ初号機	炭電池	ヨウ素時計反応
	岡山大学	たいやき	ボルタ電池	ヨウ素時計反応
	鹿児島大学	すすむカー MKIII	炭電池	ヨウ素時計反応
高校	古川工業高校	カーボンプレイカー	備長炭電池	ヨウ素時計反応
	日比谷高校	だにえる☆おばけたん号	ダニエル電池	電解質使い切り
	岐阜高校	敢不走乎(あえてはしらざらんや)カー	ボルタ電池	硫酸量
	龍野高校	ドラちゃん号	ダニエル電池	ガス発生による物理切断
	松山中央高校	おぎれん Car	鉛蓄電池	酸による回路の溶断
	福岡高校	ボルテージくん	ダニエル電池	ガス発生による物理切断
	第二高校	猪突猛進(まっすぐ)	ボルタ電池	過酸化水素の量

初出場の近畿大学は最もカッコ良い車ながら思うように走れなかったようであった。高校クラスでは福岡高校が短時間で車を改造して車検に合格して走行した。岐阜高校を追う松山中央高校が奮闘し、目標にあと60 cmに迫り、見事に逆転優勝を手にした。3位にはコツコツと記録を積み上げた第二高校が入った。競技会に先立つ動画では、シンプルな車で素早い走りを見せた日比谷高校はコースの壁との摩擦で思うような結果が残せなかったようである。

表3, 4に大学クラスと高校クラスの結果をまとめて示す。

1.7 反省

安全に関するルールについて「車製作におけるワニ口クリップの使用を認める」という緩和を実行委員会で決めたにもかかわらず、チームに伝達を失念するという不手際があった。再発防止として複数でのチェックを行っていく。また、今回は史上最大のチーム数であったことから、成績集計に手間取ってしまった。来年は入念に準備をしてスムーズな運営を目指す。

1.8 まとめ

今年は史上最多の出場チーム数での白熱した競技会となった。オンライン形式で1画面に投影できるチーム数には限りがあるため、さらに参加チーム数が増えた場合の運営方法は要検討である。大学クラスでは目標ピッタリに止める車が現れるほど精度が上

表3 大学クラスの競技結果 (水量350 mL, 目標10.5 m)

順位	車名	第1回走行	第2回走行
優勝	ギリギリカー (京都大学)	10.52 m	時間オーバー*1
準優勝	すすむカー MK III (鹿児島大学)	8.50 m	13.0 m
3位	FLASH-VAN (千歳科学技術大学)	7.04 m	コースアウト*2
	たいやき(岡山大学)	14.57 m	コースアウト
	陸上マグロ初号機 (近畿大学)	1.50 m	時間オーバー

*1 時間オーバー：5分後も動いていた

*2 コースアウト：15 m以上走行

住友化学賞 たいやき(岡山大学)：電解質をゲルにした工夫

表4 高校クラスの競技結果 (水量250 mL, 目標8.5 m)

順位	車名	第1回走行	第2回走行
優勝	おぎれんCar(松山中央高校)	5.65 m	9.10 m
準優勝	敢不走乎カー(岐阜高校)	7.88 m	6.08 m
3位	猪突猛進(第二高校)	2.31 m	4.81 m
	カーボンプレイカー (古川工業高校)	4.62 m	0.58 m
	ポルテージくん(福岡高校)	(4.95 m)*1	3.92 m
	だにえる☆おぼけたん号 (日比谷高校)	3.85 m	2.10 m
	ドラちゃん号(龍野高校)	DNS*2	DNS

*1 ポルテージくん第1回は車両サイズオーバーで参考記録

*2 DNS：スタートできず

レゾナック賞 ポルテージくん(福岡高校)：短時間でのトラブル対応と闘志

がってきたことは大変喜ばしい。競技の様子は過去の競技会も含め、化学工学会HP→講座・学習→教育機関・学生向け→ゲームイーカーコンテストで見ることができる。白熱した競技会をぜひお楽しみいただきたい。また、次回大会は2026年度の8月末開催を検討している。この機会に高校から大学生、大学院生の皆様、ぜひ参戦いただきたい。スポンサーも継続して募集しているので、ご支援よろしくお願ひ申し上げます。

続く2. および3. では、大学生クラス、高校生クラスそれぞれの優勝チームによる体験記を紹介する。

(Chemical Energy Car Competition実行委員長
鹿児島大学 二井 晋)

2. ギリギリ優勝した

2.1 はじめに

我々京都大学チームは、今年度のChemical-Energy-Car Competition 2025において優勝を果たした。本稿では、チーム「ギリギリカー」の結成から大会当日までの活動概要を紹介し、その過程で得られた知見と今後の課題について述べる。本大会を通じて、化学反応の制御や実験計画の重要性に加え、チームとして協力しあいながら問題解決に取り組む姿勢の大切さを改めて実感した。筆者自身、2年の実験授業で初めてChem-E-Carに触れる機会を得た。授業初日から担当教員が「京都大学チームが優勝した」と紹介されたこともあり、強い興味をもった。授業の最初は何をすべきか分からず苦労したが、途中で活動の面白さや工夫する楽しさを実感するようになった。実験では思いどおりにいかず失敗することも多かったが、原因を考え、自分で改良案を練り、次の実験でうまく動作したときの達成感は大変大きかった。この経験が今回の大会への参加と挑戦につながったのである。

2.2 チーム紹介

チーム名「ギリギリカー」は、その名のとおり、チーム結成から準備、そして走行に至るまで、すべてが「ギリギリ」であったことに由来する。また、Chem-E-Carとは、化学反応によって車を駆動させ、目標距離で「ギリギリ」停止させることを競う競技でもある。

本大会では、限られた準備期間の中で試行錯誤を重ねた結果、車が目標距離に「ギリギリ」停止し、見事に優勝を果たすことができた。今回の大会で京都大学チームは2連覇を達成し、大学としてのChem-E-Car活動の実績をさらに高めることができたことを誇りに思う。

このように、限られた条件の中で結成された「ギリギリカー」は、短期間で準備を進める必要があった。次節では、その具体的な製作過程について述べる。

2.3 大会前の準備

まず当初は、図6に示すようにマグネシウム空気電池を試作し

たが、内部抵抗が大きくモーターを駆動させることができなかつた。そこで、より安定した出力を得るため、**図7**に示すように備長炭を電極として用いた水素燃料電池を開発した。

この電池は、アルミホイルで包んだ備長炭2本を電極とし、食塩水を電解質とするものである。電極間に直流電流を流すことで水を電気分解し、水素と酸素を生成する。充電終了後、外部電源を切りモーターを接続すると、逆反応により水素と酸素が反応して水を生成し、その際に発電が行われる。副生成物は水のみであり、環境負荷の少ない電池システムである。

さらに、備長炭は多孔質構造を有し、生成した水素を細孔表面に吸着する性質をもつ。この特性により、電極表面積が増加し、電極反応が促進されることが確認された。燃料電池単体でも10 m 走行が可能であった。しかし出力が不足していたため、**図8**に示す空気アルミニウム電池を直列に接続して補助電源とした。

アルミニウム空気電池は、活性炭を粉碎して表面積を増やし、ティッシュペーパーとアルミホイルで包んだ木棒の内部に詰め、炭素棒を挿入して構成した。電解液には、過酸化水素に食塩とクエン酸を加えた溶液を使用した。この電池を直列に接続することで、出力が安定し、走行速度が向上した。

ところが、使用を重ねるうちに、**図9**に示すように備長炭に巻

き付けたアルミホイルは使用後に腐食している様子が見られた。これはアルミニウムが酸化反応を起こし、水酸化アルミニウムを生成するためである。腐食により電極の有効反応面積が減少し、電池の出力が低下する。この問題への対策として、アルミホイル交換の際には備長炭上に残ったアルミホイルを紙やすりで削り落としてから、新しいホイルを巻き直した。

停止機構にはヨウ素時計反応を採用した。光センサーを用い、溶液が反応の完了により青色に変化した瞬間にセンサーが切断され、車が停止する仕組みである。しかし、初期段階では市販の通常デンプンを使用しており、同一濃度の溶液を用いても反応時間にばらつきが生じ、安定した結果を得ることができなかった。

そこで、溶解性が高く均一に分散しやすい水溶性デンプンを採用した。溶液の様子は**図10**に示す。また、攪拌棒などを用いると光センサーの検出を妨げ、余分なエネルギーを要するため、注射器を用いて試薬を直接注入し、混合を制御する方法を採用した。この工夫により溶液の均一化が進み、反応時間の誤差が小さくなった結果、高い再現性をもつモデルを構築することができた。

このような改良を経て、車体の構成と停止機構が完成した(**図11**)。次に大会当日の運用について述べる。

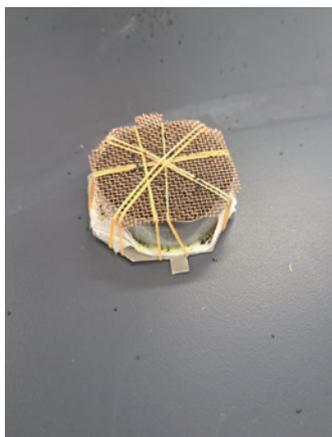


図6 マグネシウム空気電池の構造

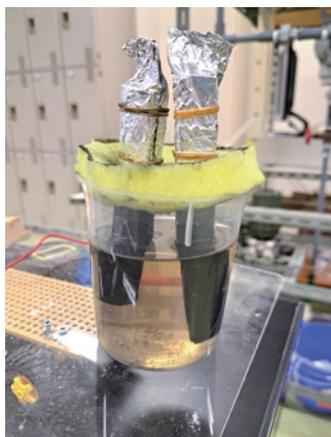


図7 水素燃料電池の構造



図8 アルミニウム空気電池の構造



図9 アルミホイル腐食後の電極表面



図10 水溶性デンプンを用いたときの反応前後の溶液



図11 完成したギリギリカー

2.4 大会当日

大会当日の朝、まず前日に使用した備長炭電極のアルミホイルに接していた部分を紙やすりで研磨し、腐食したアルミホイルを丁寧に削り取った。その後、新しいアルミホイルを巻き直し、輪ゴムでしっかり固定した。また、予備の電池も同時に準備し、充電を行った。

走行を重ねるほどに速度が低下する傾向がみられたため、当日は予備の電池を用意し、スタートコール前に必ず速度を測定した。ヨウ素時計反応を用いた停止モデルに基づき、反応時間を調整するために異なる濃度の溶液を試行し、実際のセットアップを考慮して目標反応時間より1~2秒長い組み合わせを採用した。

前日に使用した電池を試験したところ、依然として十分な出力が得られ、目標距離まで走行と停止できることを確認した。そのため、本番ではこの電池を使用し、予備の電池は充電状態で待機させた。

大会開始前に2回の試験走行を実施したところ、1回目は約9 m付近で停止した。この結果をもとにヨウ素時計反応モデルを再度補正し、スタートコール前に速度測定と溶液調製を行った。第1走行では全体が非常にスムーズに進行し、車は10.52 m地点で停止した。

第2走行では、前回使用した電池の出力が低下していたため、予備電池を使用することにした。予備電池は未使用であったため出力が高く、試薬の反応時間も想定どおりであった。しかし、スタートコールの瞬間、車が全く動かなかった。原因を特定するために配線を確認し、ヨウ素時計反应用の容器を取り外して動作確認を行ったが、車は動作しなかった。そこで第1走行に用いた電池に戻して再度試したところ、最初は動かないものの、しばらくして突然モーターが回転し始めた。すでにスタートからかなり時間が経過していたため、車は制限時間内に停止できず、結果を記録することができなかった。

準備が順調に進んでいただけに、第2走行で記録を残せなかったことは非常に悔しかった。原因として、ヨウ素時計反応に使用したデンプンが容器の底に沈殿したことや、電池間の配線接続が十分に固定されていなかったことが考えられる。大会当日の車体の様子を図11に示す。

2.5 まとめ

本大会を通じて、化学反応の制御や電池設計の工夫、そしてチームとして問題解決に取り組む姿勢の重要性を改めて学ぶことができた。限られた時間の中で試行錯誤を重ね、優勝という成果を収めることができたことは、チーム全員にとって大きな自信と励みとなった。また、短期間での計画立案や作業分担など、時間的制約のある状況下で効率的に協力しあう経験は、将来の研究活動での実践にも活かせる貴重な経験であった。メンバー同士が意見を出しあい、工夫によって課題を解決していく過程は、工学的思考の実践そのものであったと感じている。

今後は、本大会で培った化学工学的知識とチームでの問題解決能力を、将来のキャリアや研究開発の現場でも活かしていきたいと思っている。今回の経験は、学問的な成長にとどまらず、自ら考え、協力し、挑戦を恐れず取り組む姿勢を育てる良い機会となった。

今回の優勝は、京都大学の教職員による実験場所の提供や物品調達の支援、そして大会を主催してくださった化学工学会ならびに協賛の株式会社レゾナックおよび住友化学株式会社のご支援のおかげである。ここに心より感謝申し上げる。

(京都大学チーム代表 パロマーウェスリー)

3. 愛媛県立松山中央高等学校「おぎれんCar」

3.1 はじめに

私たちのチームは、愛媛県立松山中央高等学校理数系コース2年生の同じクラスに在籍する化学課題研究メンバー3名で結成された。本校では2年次から週1回、総合的な探究の時間において「課題研究」の授業が設けられており、グループや個人でそれぞれの興味・関心に基づいた研究を進めている。

私たちは当初、次世代エネルギーの開発をテーマに、電池や電気分解に関する研究を計画していたが、目的と方法の整合性に課題があり、研究がなかなか進まなかった。そんなとき、担任であり研究メンターの先生から「ケムイーカーコンテスト」を紹介していただいた。学校に届いたチラシを見て、私たちは直感的に「これだ!」と感じ、すぐに参加を決意した。そして、明確な目標を得たことで研究の方向性が定まり、課題研究としての活動を本格化させることができた。私たちは、このきっかけを与えてくださったコンテストにとっても感謝している。

3.2 走行原理を決めるまでの試行錯誤

研究は6月中旬から本格的に開始した。申し込み自体は5月中旬に済ませていたが、修学旅行や定期考査などの学校行事が続き、しばらく実験を進めることができなかった。そのため、部活動が休みの放課後や土日を利用して実験を重ねた。振り返ると、最も集中して取り組めたのは夏休みの約1か月間であった。

車の名称は多くの案を出したが決めきれず、最終的にリーダーの名前にちなんで「おぎれんCar」と名付けた。走行原理には鉛蓄電池を、停止原理にはアルミニウム箔と塩酸の反応による物理的切断を採用した(図12)。ただし、最初から鉛蓄電池を使ったわけではない。初期段階では「備長炭電池」を試したが十分な電力が得られず、次に「ダニエル電池」を試すも失敗に終わった。こうして多くの時間を費やした結果、最終的に「鉛蓄電池」を採用したのは大会3週間前で、参加を半ば諦めかけていた。

3.3 実験

鉛蓄電池を走行原理に採用した理由は、繰り返し充放電が可能であり、モーターを駆動させるのに十分な電力を長時間安定して

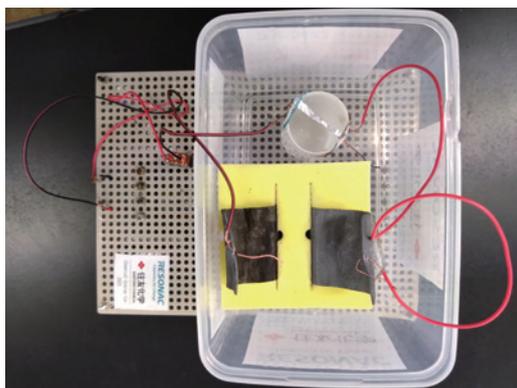


図12 おぎれん Carの内部



図13 過充電した電極



図14 走行テスト

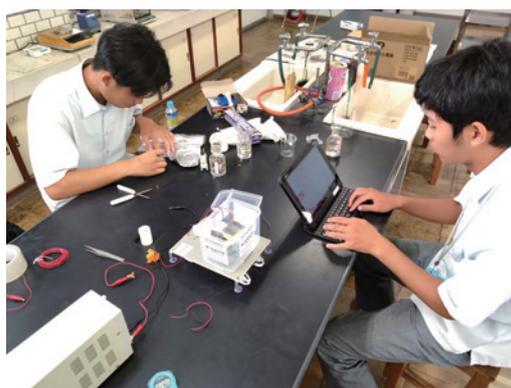


図15 2走目に向けて準備中

供給できる点、そして搭載量を少なくできる点にあった。鉛蓄電池は、鉛板2枚を電極とし、電解液に希硫酸を用いて作製した。充電には直流電源装置を使用した。

高校化学で鉛蓄電池の仕組みを学ぶが、実際に作製してみると、モーターが動かない、動いてもすぐ停止するなどの予期せぬ問題が多く発生した。充電時の適切な電圧・電流や電極間距離、サルフェーション（硫酸鉛の付着）などの要因を試行錯誤しながら、安定した走行距離を得る条件を探るのに苦労した(図13, 14)。

停止原理には、アルミニウム箔を導線として使用し、塩酸との反応で溶解させて回路を切断する方法を用いた。当初は鉄線や亜鉛線の切断も試みたが、反応に時間がかかりすぎるため、短時間で切断できるアルミニウム箔を採用した。そして、アルミニウム箔の面積と塩酸濃度が反応時間に与える影響を調べる実験も鉛蓄電池の実験と並行して行った。モーターの停止は、アルミニウム箔が完全に切断されなくても起こる。そのため、走行速度が速い鉛蓄電池の車では停止距離のずれが大きくなり、停止距離の調整には大変苦労した。

3.4 大会当日

大会当日の午前中、最終チェックとして走行テストを行ったところ、短距離で停止するトラブルが発生した。前日の保管状態が

原因と考えられ、午前中は復旧に追われ、停止動作の確認ができないまま本番を迎えることとなった。

目標距離8.5 mに対し、1走目は鉛蓄電池の充電切れにより5.65 mで停止した。待機時間中の自然放電が原因と考えられた。そこで2走目では、自然放電を防ぐために走行直前まで充電できるように、充電開始時間を調整した。また、停止精度を高めるため、走行テストの代わりに物理的切断の再確認を繰り返した(図15)。その結果、2走目では9.10 mで停止し、初出場ながら初優勝を果たすことができた。

3.5 最後に

本コンテストとおして、私たちは研究の面白さや忍耐力の大切さを学ぶことができた。目標に向かって仲間と意見を交わり、自ら作り上げた車が走行する瞬間には、大きな感動と達成感を味わった。この経験こそが、ケムイーカーコンテストの最大の魅力だと感じている。初参加で不安も多かったが、主催者の皆様が丁寧にサポートしてくださり、当日も温かく迎えていただいたことに心より感謝している。また、支えてくれた家族や学校の先生方にも深くお礼を申し上げたい。今回得られた学びと感動を、これから研究に取り組む多くの高校生にもぜひ体験してほしい。

(松山中央高校理数系コース2年課題研究おぎれん班)