

研究テーマ 「光造形 3D プリンタを用いたマイコンカー (Camera Class) の製作」

長野県岡谷工業高等学校 電気部
情報技術科 2年 塩澤 匠生 伊東 龍神 早坂 晴樹
顧問 電子機械科 松島翔

1. 研究目的・概要

本校ではマイコンカー Camera Class の製作に取り組んでいる。昨年度は、ROBOCON IN 信州(県大会)・北信越大会においていずれも優勝・準優勝を果たすことが出来た。

しかし、全国大会では大会当日にパーツの破損に悩まされ思うような結果を残すことが出来なかった。そこで、精密な造形ができる光造形 3D プリンタと強度が高いタフレジンを組合せたパーツについて研究をし、全国大会上位入賞を目指す。

その他の競技でも活用し電気部で製作するロボット部品の低価格化、高品質化を目的にする。

2. 主に利用した競技内容について

研究を進めるにつれ主に2つの競技での活用を目標にしました。

● マイコンカー(Camera Class)

2023年度の大会は北信越大会が令和5年11月25・26日、全国大会が12月27・28日に長野県松本市で開催されました。マイコンカーは高速で走行するためコースアウト時に部品を損傷することが考えられます。そのため、耐久性が高いことが必要です。また、上位入賞に向けては高い精度の部品を高精度にくみ上げることが求められます。特に Camera Class では従来のマイコンカーと違いノウハウの蓄積がありません。大会に向けて要求される部品を短期間で製作する必要があり、耐久性と高精度の両立が期待できる光造形 3D プリンタが向いていると考えました。

● キャリーロボット競技

2023年度の大会は長野県大会が令和5年10月7日、全国大会が10月28・29日に福井県で開催されました。毎年3～4月頃に競技内容が発表され、9～10月に長野県大会である「ROBOCON IN 信州」が開催されるため迅速に部品を製作する必要があります。また、ロボット制作には多額の費用が掛かるためなるべく安価な部品を用いる必要があるため耐久性と低価格化が期待できる光造形 3D プリンタが向いていると考えました。

それらの理由により光造形 3D プリンタを用いて部品を製作したほうが品質・コスト・納期の3点において優れているため光造形 3D プリンタを用いて部品の製造を行いました。

3. 研究内容

- 光造形式 3D プリンタについて

光造形式 3D プリンタは従来の熱積層式 3D プリンタとは異なり、液状の素材を特殊な光によって硬化させる 3D プリンタです。

- 熱積層式 3D プリンタとの比較（メリット）

- ① 「造形物の違い」

造形物は熱積層型 3D プリンタと違い積層痕が目立たない特徴があります。

- ② 「耐熱性」

熱積層 3D プリンタはヘッド部分を高熱にして造形を行います。本校の 3D プリンタは 190 度程度の熱をフィラメントに与え造形を行うものです。そのため熱が加わる部分には利用できないという短所があります。それに対し光造形 3D プリンタは紫外線による硬化のため、熱積層型 3D プリンタと比べ熱に強い長所があります。以下は耐熱テスト時の画像と比較データです。



図 1 実験の様子②



図 2 実験の様子①

表 1 耐熱テスト結果

	変形までの時間	
	150 度	200 度
温度	150 度	200 度
熱積層	1 分 3 0 秒	23 秒
光造形	2 分 1 4 秒	40 秒

光造形式 3D プリンタで造形した試験片は熱積層で造形したものに比べ 17 秒～44 秒ほど変形に時間がかかりました。これによって摩擦熱などの熱が加わる部品に用いやすいことがわかりました。

③ 「精度」

熱積層型 3D プリンタは加熱されたヘッドを移動させ造形を行い光造形 3D プリンタは 1 層ごとに印刷面の造形を行います。熱積層型が 3 軸 (X・Y・Z) での制御に対して光造形が 1 軸 (Z) での造形となります。以下は同じデータを印刷し比較したものです。

表 2 3D プリンタ造形物測定結果

印刷物	CAD データ値	印刷物 (光造形)	印刷物 (熱積層)
スライダー	70mm(全長)	69.80mm	69.40mm
ホイール	53.7mm(外形)	53.20mm	52.95mm

熱積層型 3D プリンタと比較し高精度な部品作成を行うことができました。これは、熱積層型は熱でフィラメントを柔らかくし造形する都合上熱による温度変化が大きい為であると考えます。

④ 「耐久性」

同じ用途で用いるパーツを造形し比較をしました。

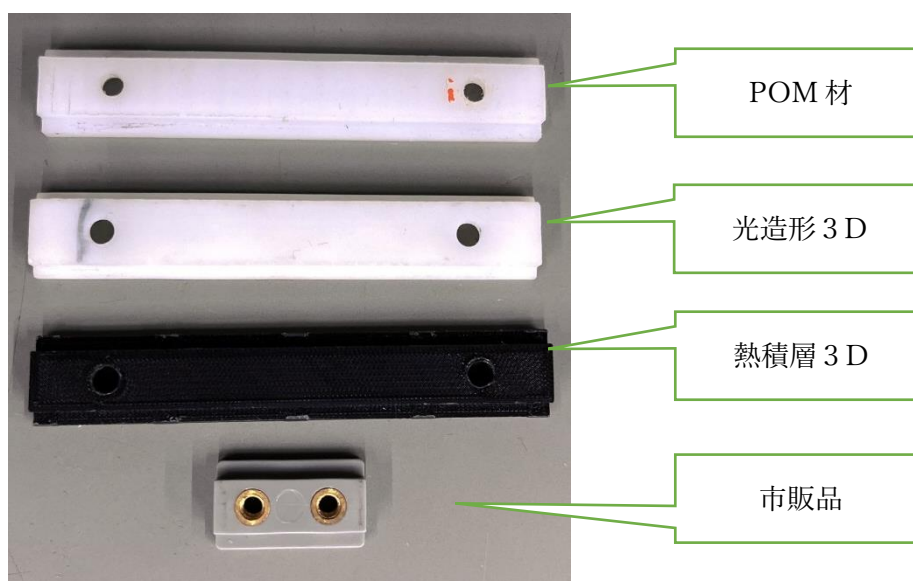


図 3 キャリーロボットスライダ一部

スライダはタフレジンという材質上強度はありますが、靱性がない為直接スライダに力が加わる部分で使用するとすぐ壊れてしまうということがわかりました。しかし、力の加わらない場所、つまりは回転などの動作がなく、上下での移動となる場所で使うとなれば精度は毎回変わらず、耐久性のあるものなので私たちの作れるものとしては光造形を用いることが適切だと考えます。

⑤ 「追加工性」

熱積層型は造形物内に空洞ができ機械加工を行うと表面性状が悪化し、耐久性も大幅に低下します。それに対して光造形型は内部が完全に充填された状態で出力されるため追加工が容易です。以下の画像は熱積層型と光造形型のそれぞれの造形物を帯鋸で切断加工した後の写真です。

熱積層で造型した製品は内部に空洞が見られました。

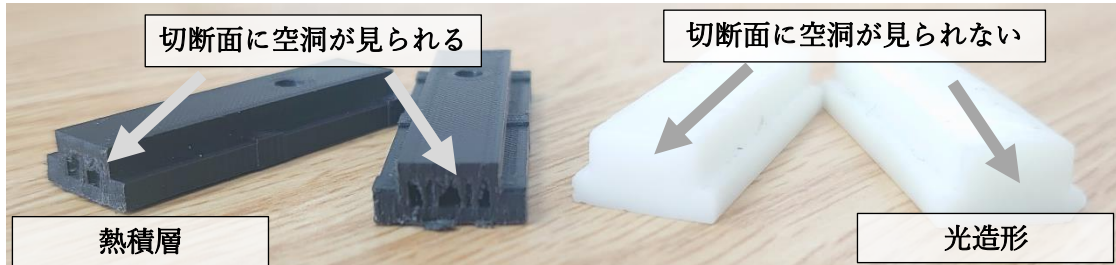


図 4 造形物切断面

除去するために機械を用いた加工が必要で熱積層と比べ製作時間がかかる部品もありました。



図 5 サポート材の追加工

② 「後処理」

3Dプリンタで造形した直後はまだ完全に硬化しておらず再硬化をする必要があります。部品の大きさによって異なりますが30分の硬化を2回やる必要があります。想定よりも時間がかかってしまいました。また、IPA（イソプロピルアルコール）での洗浄も必要でした。



図 6 洗浄液



図 7 再硬化機

4. 部品製作・活用

実際にロボットで活用した事例を紹介します。

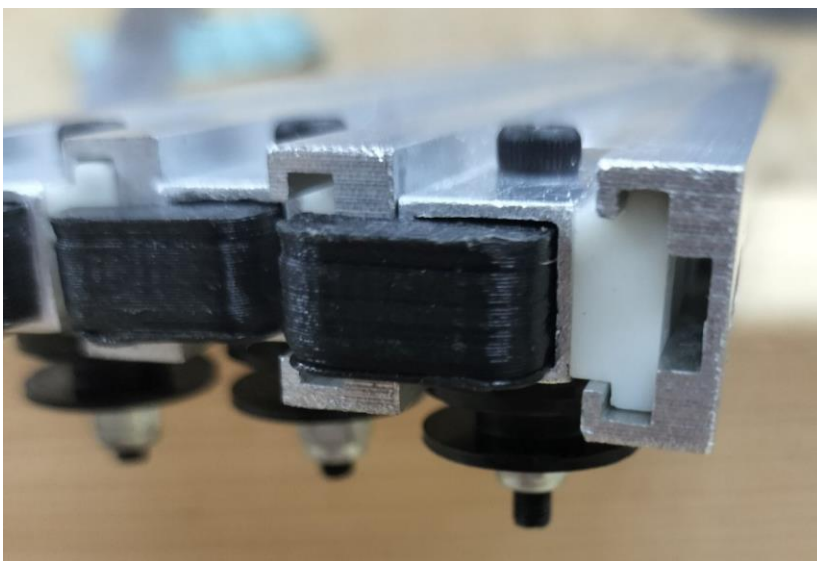
① 「マイコンカータイヤ」

マイコンカーのタイヤは衝撃で破損してしまうことがありますが、これは市販



品のもので同じことが起きます。市販品と比べ安価に製作できました。

② 「スライダーパーツ」



キャリーロボットのスライダー部は10月のROBOCON IN 信州から交換することなく全国大会まで利用することができました。

5. 大会結果

● キャリーロボット

長野県大会[ROBOCON IN 信州(10/7)]

1 キャリーロボット競技

賞	学校名	チーム名	選手名	選手名	選手名	選手名	選手名	監督	全国出場
優勝	岡谷工業	ガンゴンバンシィ	奥 大地	武内 颯希	高林 蓮	武居 祐樹	那須野 丈	小井土 政範	○
準優勝	松本工業	松工の明	小林 紗英	石井 駿吾	嶋田 司	伊藤 零恩	梨子田 快飛	丸山 真明	○
3位	駒ヶ根工業	駒工A	戸枝 響	城倉 伸紀	岩本 曹伯	小木曾 快	北原 祐介	伊藤 弘幸	○
4位	岡谷工業	アッパー・チギユ山	宮澤 絆希	武井 慶次郎	福永 蓮	近藤 美憂	深澤 隼斗	小井土 政範	
特別賞	箕輪進修	MINOKICHI	両角 浩伸	横内 拓海	和田 隆之介	伊藤 悠斗	望月 丈太郎	井原 浩一郎	
特別賞	松本工業	松工の真	金子 歩夢	羽山 昂希	吉田 壮真	仁平 悠斗	森岡 聡大	倉田 真	
アイデア賞	飯田OIDE長姫	Challenger	小柴 卓真	小嶋 彬英	小澤 歩夢	溝口 空翔		小松 暉敬	

全国大会[第31回全国高等学校ロボット競技大会 福井大会(10/29)]

受賞一覧

会場 福井県営体育館

令和5年10月29日(日)

賞	ゼッケン番号	都道府県	学校名	チーム名
文部科学大臣賞 優勝	86	大分県	大分県立佐伯豊南高等学校	豊南INDUSTRY-II
準優勝	84	熊本県	熊本県立熊本工業高等学校	MTDBraccio
第3位	85	熊本県	熊本県立熊本工業高等学校	SF-Scarlet
第4位	49	長野県	長野県岡谷工業高等学校	ガンゴンバンシィ
敢闘賞(第5位) 技術奨励賞	18	福島県	福島県立清陵情報高等学校	瑠璃
敢闘賞(第6位) アイデア賞	87	大分県	大分県立佐伯豊南高等学校	豊南INDUSTRY-III
敢闘賞(第7位) 特別賞	88	大分県	大分県立中津東高等学校	JYOSUI2
敢闘賞(第8位) アイデア賞	35	新潟県	新潟県立長岡工業高等学校	フェニックス

● マイコンカー

長野県大会[ROBOCON IN 信州(10/7)]

《Basic Class》

賞	チーム名	ロボット名	選手名	選手名	監督
優勝	岡谷工業	蛍	伊東 龍神		竹内 一郎
準優勝	箕輪進修	ダブルクラッシュ	望月 丈太郎	勝村 晃督	井原 浩一郎
3位	松本工業	松工の華	曾根原 悠吏	宮澤 尚大	丸山 真明
特別賞	箕輪進修	チャレンジャー28	伊藤 悠斗	和田 隆之介	井原 浩一郎
アイデア賞	松本工業	松工のRapid	梨子田 快飛	三原 千周	松宗 徹

《Camera Class》

賞	チーム名	ロボット名	選手名	選手名	監督
優勝	岡谷工業	信天翁	依田 陽		竹内 一郎
準優勝	岡谷工業	モノコン大好き丸	塩澤 匠生		竹内 一郎
3位	岡谷工業	FALCON 9	フィッシャー 翔音		竹内 一郎

全国大会[ジャパンマイコンカーラリー2024 全国大会(12/27・28)]

モノコン大大好き丸 予選8位 決勝リーグ 敗退

6. まとめ(反省・感想)

ジャパンマイコンカーラリー全国大会ではあまり良い結果を残せませんでした。部品が壊れることがなかったのでその悩みはありませんでした。

キャリアロボットで初めて光造形を用いましたが大会での破損は無かったので良かったです。

光造形式3Dプリンタは熱積層式に比べ高耐久で高精度なものが安価に作成することができました。しかし、熱積層をはじめ違う製作方式で作ったほうが良い場合もまだまだ多く部品によってできることとできないことを見極めて部品を製作する必要があると思います。