

### ドデカゴンの製作の歩み

神戸市立科学技術高等学校 教諭 神永 克哉

#### 1. はじめに

本校は神戸市立神戸工業高等学校，神戸市立御影工業高等学校を前身とし，2004年に神戸市立科学技術高等学校として設立された。創立17年を迎える本校は，「創造」，「飛翔」，「探求」を校訓とし，機械工学科，電気工学科，都市工学科，科学工学科の4つの科から成り立ち，「ものを作る技術者」，「基礎的な専門分野を学び活用できる技術者」，「まちづくりができる技術者」，「これからの社会，産業を支える技術者」，そして，「広い視野・応用力を身につけ，専門知識や技能を高める技術者」を目標に日々教育活動に取り組んでいる。

今回はその教育活動の1つとして，機械工作部 ROBO の活動をご紹介します。

#### 2. 部活動の経緯

今回，第18回高校生技術・アイデアコンテスト全国大会に参加した機械工作部 ROBO は，前身を課題研究の2足歩行ロボット，またラジコン同好会とし，2009年に機械工作部研究会ロボット部門として発足した。2013年に機械工作部 ROBO として，研究会から部員数増加を経て，部活動として認められた，設立から12年ほどの比較的歴史の浅い部活動ではあ

るが，2013年には，2足歩行ロボット競技の全国大会である，「第23回 ROBO - ONE」で優勝し，その後もいろいろな競技大会で上位入賞するなど，着実に結果を残してきた。部活動のモットーは「ものづくりの前に人づくり」である。生徒たちは，児童館訪問や水の科学博物館，神戸まつり，技能グランプリ & フェスタなどたくさんのイベントにロボット操縦体験など，普段からお世話になっている地域への貢献としてボランティア活動も行ってきた。また，全国大会「ROBO-ONE」は，参加者が高校生だけでなく，全国の大学，また社会人の参加者がほとんどであり，高校としては，当校をはじめ，2-3校程度の参加のみであり，大会のハードルの高さが伺える。その全国の強豪が集う中で，生徒たちは主体性を持って活動に取り組み，近年では大会のメインスポンサーである，MISUMI の企業賞である「MISUMI 賞」の受賞も受けた。また，ボランティア活動にも意欲的に取り組み，コミュニケーション能力を養いながら人としても成長している。

#### 3. ドデカゴンの製作について

##### (1) ロボットの製作にいたるまで

機械工作部 ROBO は，2足歩行ロボットの競技大会参加，操縦体験教室開催などのボランティア活動，学校見学会などで展示するアイデ

アロボットの製作をメインに活動している。

今回のドデカゴンは、アイデアロボット製作の一環として、製作したものである。

当校では、毎年春休み期間である3月から4月にかけて、翌年度に行われる学校見学会やボランティア活動を行う際に、目玉とするアイデアロボットの製作を行う。3人から4人ほどのチームに分かれた部員たちは、それぞれのチームで意見交換を行いアイデアロボットの構想を考える。

## (2) 作品の製作目的

このロボットを製作しようと思ったのは、新型コロナウイルスの影響で失われかけていた笑顔を、ロボットから生み出すことができないかと考えたことが始まりだった。

コロナ禍に入る前に何度か、パタパタロボットを地域の児童館や小学校で動かす機会があった。

人気のあるロボットだったが、大きさがコンパクトなため見えにくいということが課題として残されていた。

部員は、自分たちも制限された生活となったことから、子供たちも満足のいくように遊ぶこともできず、つらい思いをしていると考えた。そんな子供たちを笑顔にしてあげたいと考えた時に思いついたのが、人気のあったパタパタロボットの巨大化だった。

巨大化することで、今まで乗り越えられなかった障害物や段差を越えることにも繋がり、活躍する場も格段に増え、技術力アップにもつながるということから、積極的に製作を進めていくこととなった。

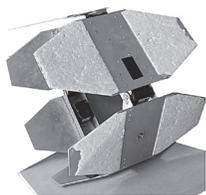


図1 パタパタロボット

## (3) 作品の概要

ドデカゴンは、カタピラをモチーフにしたロボットである。このロボットの前身となるパタパタロボットは、現在の約4分の1程度の大きさであった。6枚の板とそれをつなぎ合わせる間接から構成されている。サイズが30cm程と小さく、近くで見なければ魅力は伝わらなかった。さらに、コロナ禍の影響で、見てもらう際には密集を避けるために、間隔を空けて見るようになり、更に距離が遠のくこととなった。このことから、子供たちにより良く見てもらうようと全長約1.3mに巨大化させたのが今回のドデカゴンである。



図2 ドデカゴン

1つ1つの羽にあたる部分の面積が大きくなったため、小さな段差は簡単に越えることが可能となり、動きもよりダイナミックなものとなった。

また、ヨー軸を組み込むことで、羽自体を回転させ、機体の方向転換もスムーズに行えるようにした。

そして、四角形、円形、正十二角形と様々な形に変形することができるため、大舞台での活躍間違いなしのロボットになっている。

## (4) 作品の特徴

ドデカゴンは子供たちの笑顔を生むことができ、刺激を得ることが難しいこの時代にぴったりのロボットになっている。

円形での安定走行に加え、三角形、四角形、正十二角形へとフォルムチェンジしていくことで、1つ1つの動きがダイナミックになったた

め、より一層子どもたちの興味をひくことになった。

また、巨大化することにより、パタパタロボットでは上ることが不可能だった階段などの段差も、進んでいくことが可能となった。

形状がカタピラであることを活かし、凹凸のある路面でもカタピラ自体が形状を維持するため、非常に高い走行能力を発揮できる。

羽部分には軽量化とともに安全面にも気を使い、テクセルというプラスチック段ボールを使用した。当初はできるだけ軽い素材の使用を考え、3Dプリンタによって強度に優れるハニカム構造を造形し強度実験を行った。

しかし、重さに耐えることが厳しいと判断し、比較的軽く強度にも優れた、現在のテクセルという素材に決定した。

リンク機構の出力軸には、長穴減速機構を用いることにより、スピードと引き換えにトルクを得ることで、総重量が8kgにもなるこのロボットを動かしている。

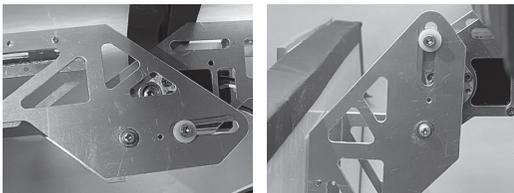


図3 長穴減速機構

また、衝撃を受けた時、サーボモータ内のギアにかかる負担が少なくなる為、長期的な使用が見込めるのも特徴の一つである。

また、正十二角形を作りやすくするための工夫として、位置合わせ用の穴を各リンクに設けた。正十二角形のように複雑な形になると、サーボモータの回転角度調整が難しくなる為、設計の段階で羽と羽が重なり合う部分に印を付けることで、綺麗に素早く形を作ることができるようにした。

ヨー軸部分にはヘリカルギアを使い、サーボモータへの衝撃を緩和させている。また、ヘリ

カルギアは3Dプリンタで造形したが、精度が非常に大事なため、失敗しては設定を調整する作業を繰り返し、噛み合いのよい条件を導くまでには時間を要した。

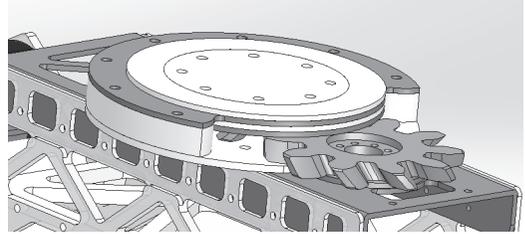


図4 ヘリカルギア

また、ヨー軸部分は2段スラスト構造にした。衝撃を直に受け、破損しやすいヨー軸を保護し、大きなスラストベアリングを使用することで接地面積が広くなり、ロボットの方向転換でブレを少なくすることが可能となった。

ヨー軸には、ヘリカルギアと2段スラストの2重の保護をかけることで、破損や故障もパタパタロボットのころと比べ少なくなっている。



図5 ヘリカルギアと2段スラスト

子供たちの目の前で動くため、安全性にも配慮した。アルミ板を使用しているリンク等の部品は内側に取り付け、挟まれたりする危険性が小さくなるように考えている。

#### 4. 完成に際して

実際にロボットが動くさまには圧倒された。何よりも大きく、「のしのし」と地面を移動する姿は迫力十分だった。逆に様々な形に変形する際には、スピーディで見ごたえもあり、こ

のロボットを見た子供たちの喜ぶ姿が目につくようであった。

部員たちはこれからの展望をこう語っている。

「子どもたちを楽しませることだけでなく、カタピラ型という特徴を活かし、人が立ち入れない場所での活躍を目指し、これからもより良いものに改良できるよう努力を続けていきます。私たちのロボット作りに、終わりはありません!!」

今後も改良を加えながら、後輩たちにも引き継いでいってほしい。



図6 部員とドデカゴン

## 5. おわりに

作品の完成に至るまで、教員としてアドバイスをすることもあったが、ほとんど部員たちの力のみで完成した。失敗を繰り返しながら、それでもめげずに取り組み続けた。

ものづくりには大変長い時間が必要である。

また長い時間をかけて得た、知識や経験を引き継いで、後輩に託していかなければ、すぐに廃れてしまう。昨年度は、コロナ禍の影響で再開した後も時間が厳しく制限された。さらに、今年度はコロナ禍前に、1年生として数々の大会や、イベントに参加して、先輩の姿を見ていた学年も卒業してしまった。時間がなく、技術継承する間もなく、新年度を迎えることになった。昨年度よりも厳しい状況の中で、新入部員は20名を超えた。2,3年生の合計の人数よりも多い新生が入部し、技術を教えることもままならない厳しい状況となった。子供達にはこんな厳しいときだからこそ、機械工作部ROBOのモットーである「ものづくりの前に、人づくり」を実践してほしい。新入生に教えるべきことは山ほどあり、2,3年生も学ぶことが沢山ある。だからこそ、人として大切なことを学びながら、成長してほしいと思う。大会も無くなり、子供たちの活躍の場は失われていく一方であるが、この状況の中でもめげずに頑張してほしいと願いながら、その環境を用意するのは我々教員であることを忘れずにいたい。情報化社会といわれている今の世の中だからこそ、手を動かすものづくりを、また、ものづくりの前に人づくりのモットーの通り、ものづくりを通して、生きていくうえで大切なことを感じてほしい。技術も実力も抜け落ちてしまった中で、子供たちに何を伝え、教えていくのかを考えることを止めずに、共に進んでいきたい。



図7 集合写真

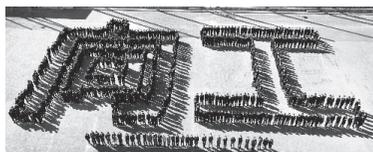
## 生徒発表

# 高校生ものづくりコンテスト全国大会 電気工事部門

神奈川県立向の岡工業高等学校全日課程2年 山本 咲  
文責 同校教諭 尾島 雅章

## 1. はじめに

本校は、1961（昭和36）年創立の工業高校で、2021（令和3）年度に60周年を迎えた。京浜工業地帯にあり、就職を希望する生徒にとって、十分な求人数を確保し、充実した進路指導を行っている学校である。しかし、長引くコロナ禍にあり、生徒が参加する学校行事・イベント等の多くが制限され、活躍の場が奪われて生徒自身の意欲もどこか消極的に感じられるようになった状況下で、私が担任するクラスに現れた「ものづくりがしたい」「プロの技術を身につけたい」と高い志をもった生徒について紹介する。第21回高校生ものづくりコンテスト（以下：ものコン）全国大会電気工事部門を史上初1年生で全国優勝を成し遂げた山本咲さんである。



60周年「向工」人文字

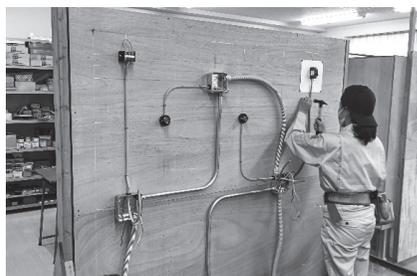
## 2. 人物紹介

ものづくりが好きで主に地域の学校等で開催される手芸や工作教室に参加してきた。中学時代は演劇部に所属し、主役で演技をするというよりも、裏方として舞台をつくることに強く興味を持った。そんな彼女も、中学校生活の途中、体調不良が続き思うように登校できない時期があった。その影響もあり、高校では自身のやりたいことが優先できる工業高校を選んで進学を決めた。

## 3. 神奈川県大会

### (1) 参加の経緯

入学の目的でもある「ものづくり」をより高いレベルで経験するため、普通高校にはない工業高校でしかできないことを模索していた。私が校内の電気工事の資格指導やものコン指導を担当していたこともあり、過去に指導した生徒の映像を紹介する場面があった。「工業高校で学ぶとこんなことができるのか」「高校生でもプロ顔負けのものづくりができるのか」と本人は感銘を受けたという。そして、このために入学したのだからやらない理由はないと、実習の授業を一度も経験することなく、電気工事でのものコン挑戦を決めた。当然、工具等の名称も分からないゼロからのスタートで、横文字だらけの専門用語の羅列は、外国語で説明されると錯覚するくらいの衝撃だった。しかし、求められる技術レベルの高さに圧倒されることはあっても、弱音を吐いたり、出場の辞退を考えたりすることがなかったのは、彼女自身の決意の固さだったのだろう。



作業風景

本人のコメント：「何も知らない状況でのスター

トでしたが、先生から全てのことを丁寧に教えていただき、1日ごとに知識やできることが増え、自身の成長を実感できた。特に、初めて使う電動工具には恐怖心があり、使用をためらい手動工具だけで練習したこともあったが、正しく使えば安全で便利ことが分かり、作業音にも慣れることで、普通に使えるようになった。」

## (2) 役割分担

神奈川県では、ものコン電気工事部門に関わる生徒を増やし、電気工事業界の裾野を拡大するために、県独自のルールとして、3人の交代制での競技となる。本来、1人で全てを行う作業であるが、分担することで、出場者のハードルは下がり、実習等での経験がない1年生でも参加しやすい形態となっている。とはいえ、1年生が短い準備期間で技術を向上させることは至難の業であり、担当する作業だけを限定して練習する場面も多くあった。しかし、担当ではない作業の練習はしないという考え方はさせずに、できる作業を増やすことに努めさせた。上位大会を見据えてという訳ではないが、ものコンに一度しか参加しない生徒もいるため、部分練習だけでは経験値が小さいものになってしまう。あくまでも、すべての作業をできるようにする本質を忘れずに努力はするが、その中でそれぞれが得意な作業をつくり、分業してチーム力を高めた。



県大会前の練習風景

本人のコメント：「苦手な作業もあったので、このルールに救われた部分はあった。特に金属管の曲げが上手な仲間に施工を担当してもらえたおかげで、VVFの作業に集中できた。3人

とも初参加だったので、時間が限られる中で、それぞれが担当する作業を決めて、技術の向上に努めて、3人の力を合わせられたことが、県大会の勝因だと思う。一緒に頑張ってくれた仲間には、感謝の気持ちしかない。」

## (3) 全国大会出場選手の選考

県大会で優勝したことで、上位大会への進出が決まり、幸いにもこの年の全国大会開催地が神奈川県であったため、いきなり全国大会に出場することとなった。代表選手を選ぶにあたって、スタートラインは同じなので、生徒の意欲を尊重した。ハードルの高さに気持ちが引けてしまう生徒もいたが、2年生の生徒との選考となった。決められた期日まで準備をして、課題製作を行い、作品の出来で勝負をさせた。僅差ではあったが、皆が納得して彼女が代表となった。選考したあとは、それぞれが持つ経験や知識を、彼女に伝え、県大会で培ったチームの成果を彼女に託した。

本人のコメント：「折角のチャンスなので、ただ挑戦したいと思った。挑戦しないことは後悔につながると感じたので、先輩に譲ることは考えず参加したい意志だけを先生に伝えて、判断は先生に委ねようと思った。」

## 4. 全国大会

### (1) 責任の重さをかみしめて

正式に代表選手となり、8月から約3か月間にわたる全国大会に向けての準備が始まった。制限時間内に1人で作成できるようになること、現時点での技術では減点が多くついてしま



神奈川県大会作品

うため、技術を向上させて全国大会で競える選手になること。やらなくてはいけないことがたくさんあったが、バドミントン部や生徒会など、さまざまなところに興味を広げており、手が回らなかったが、顧問と相談して参加を制限させてもらい、ものコンに打ち込める環境を整えた。現状把握をしたうえで自身と向き合い、3人の代表・学校の代表・神奈川県代表である責任を果たすため、中途半端ではいけないと気づき、全国大会に向け彼女自身が覚悟を決めた。

本人のコメント：「出場できることには驚いたが、2度とないチャンスなので頑張ろうと思った。電気工事に没頭して、少しでも上達し、全国レベルの先輩方がどれだけ凄いかを、肌で感じようと思った。プレッシャーも感じたが、全国大会への興味関心から楽しみな気持ちや期待感の方が大きかった。」

## (2) ものづくりの楽しさを忘れない

大会が近づき思うように練習成果が上がらないで、気持ちが落ち込んだときがあった。技術的にどうすればよいか分かっていても、制限時間内で行おうと考えると行き詰ってしまう。悩めば悩むほど、ものづくりが楽しくなくなってしまったので、メンタルケアにも努めた。満足のいく結果が得られなくても、1年生でここまでできることが凄いことだから、自信をもってこう、楽しみをもってやろうと声をかけ続けた。また、大会に向けての目標も、諦めていたわけではないが、順位等は気にせず、時間内に完成させ、成果として採点評価してもらうこと、現時点での最高の作品をつくらうに留めた。

本人のコメント：「技術の向上や作業効率の向上が成果として見られるときは素直に嬉しかった。また、練習を繰り返すうちに、私自身が悔しさをもって課題を見つけていくことが次の成長につながると分かったので、上手くできなかったことを落ち込む材料にするのではなく、次への意欲に変えることができたのも良かった

点だと思う。」

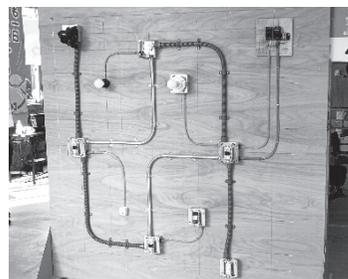
## (3) ものづくりに適していた性格

真面目でよく練習する生徒ではあったが、体方面で男子生徒には劣るため、作業時間を縮めることに苦労した。時間に余裕がなくて丁寧な作業は行えず、こだわりも生まれにくい。早く時間を縮めたいと奔走したが、最後までギリギリだった。しかし、その中で自身の考えをもって取り組んでいることや、試行錯誤してスモールステップの目標達成もできていたため、焦らず見守った。

本人のコメント：「あまり意識したことはなかったが、負けず嫌いだった。相手に負けないというより、自身に負けないよう取り組んだ。また、これまでに行ってきた工作教室等でのものづくりは、作品を友人や後輩にプレゼントしてきたので、丁寧にコツコツとつくるという習慣が、今回のものコン挑戦でもどこかで役に立っていたと思う。特に大会前に企業の方より、材料面で協力や技術指導をしていただいたので、たくさんお世話になった分頑張りがたかった。」

## 5. これからのものづくり

正直、全国優勝の結果は予測できなかった。そのため、彼女の次の目標設定が難しくなった。電気工事を目的に入学した生徒であれば、ものコン挑戦を続けるサポートをしていくが、彼女の場合は少し違う。電気工事でのものコン挑戦をゴールとせず、自身の将来を考え、ものづくりの幅を広げるために、さまざまな技術を身につけたいと考えている。ただ、今回の優勝



全国大会作品

が電気工事を「極めた」結果ではない。まだ、できないことや高めたい技術がある。そうした考えから現在、2回目のものコン挑戦を目指して活動している。自身の練習に励むとともに、後進の育成にも取組、培った技術を繋いでいくことと、チームのリーダーとしての経験を積むことに尽力している。今回の挑戦では、生徒は訳も分からず教員主導で行った部分が強かった。次は生徒が主体となる取組を期待する。苦労も多いが、これまで経験できなかった場面にこそ、成長のチャンスがある。

本人のコメント：「電気工事の世界を少しだけ知り、大変興味をもったが、仕事の体力面でのハードさと、女性での活躍の難しさを感じている。学校での進路学習やインターンシップを通して、たくさんの情報を集め、自身の進路やこれからの活動を判断していきたい。1年生では、ものコンに打ち込んだが、資格取得のための勉強にも励みたい。知識と技能の両面での成長ができるよう努力していきたい。」

## 6. おわりに

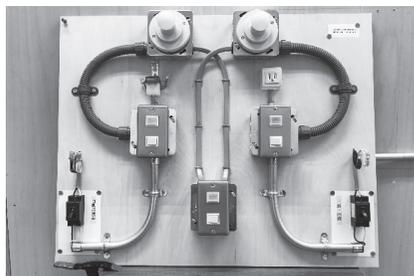
今回、ものコンでの経験により逞しくなったことを実感している。担当としても、成功体験の少ない生徒が工業高校での経験により自身のスキルに自信をもち、社会人として活躍するこ

とへの意欲に結びつけてくれたことを嬉しく思う。特に、1年生かつ女子生徒であったことで、これまでにないアプローチで生徒と関わらなくては、最後までやり遂げることはできなかったため、私自身を指導者として成長させる貴重な経験にさせてもらえたことに感謝している。毎回の練習で、指導もたくさん行ったが、その何倍も必要だったのは支援であった。微力ではあるが、生徒に寄り添い成功をつかむ支えになれたと思う。高校生が何かに挑戦することは、決して当たり前ではなく、大きな不安やどうすればいいかわからない疑問と向き合う現実がある。それを、どのように支援していくかが大切である。生徒が真摯に取り組めば成長することは間違いない。どれだけ指導したかよりも、どれだけ生徒の支えになれたかが、最も結果に結びつくのかもしれない。生徒が根気強く活動を続けていける環境づくりが我々には求められている。

コロナ禍で、充実した学校生活を取り戻すには、まだ時間がかかりそうだが、彼女の頑張りには神奈川県工業高校生にとって、明るいニュースとなった。向の岡工業高校としても、工業科の活動を活性化させ、工業の魅力発信に努め、これからも生徒の活動支援に精進したい。



後輩への指導の様子



神奈川県マークの作品

工業教育資料 通巻第405号  
(9月号)

2022年9月5日 印刷  
2022年9月15日 発行  
印刷所 株式会社シータイム

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 小田良次

〒102-8377 東京都千代田区五番町5番地

電話 03-3238-7777

<https://www.jikkyo.co.jp/>