

自由な「もの作り」で 人材育成を促進する自由工房の活動

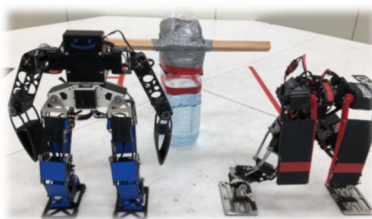
大阪電気通信大学 工学部 電子機械工学科
自由工房 運営委員長
入部正継

自由工房の活動

レスキューロボットコンテスト



ヒト型ロボット競技



知能ロボットコンテスト



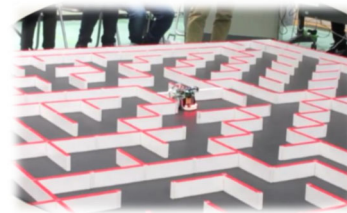
電気自動車競技



マイコンカーラリー



マイクロマウス競技



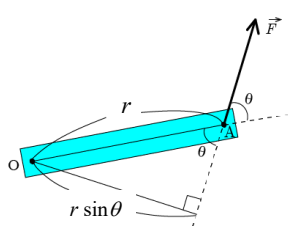
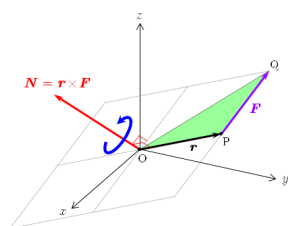
1. 初等～中等教育が示す地力の低下

講義をしていて「例え話」が通じないことが多々ある・・・

例：力のモーメント(力学・物理学)

$N = r \times F$ 力のモーメントは剛体の回転中心から力の作用点までの変位ベクトルと作用力の外積

$N = F r$ 力のモーメントは剛体の回転中心から力の作用点までの距離と垂直に作用する力の積

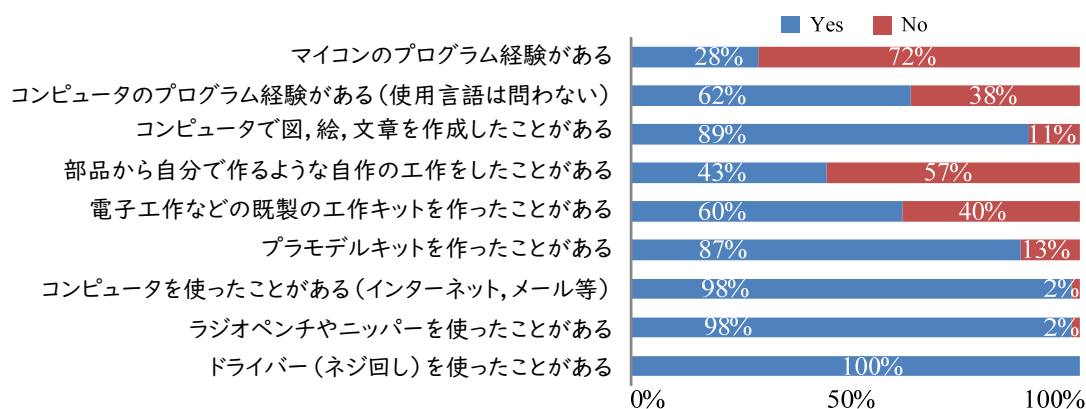


公園のシーソー：18,995台(1998年) → 16,447台(2013年) (▲2,548台, 国土交通省の調査より)

1. 初等～中等教育が示す地力の低下

児童～生徒の時代に得られる**経験知の変化**が著しい

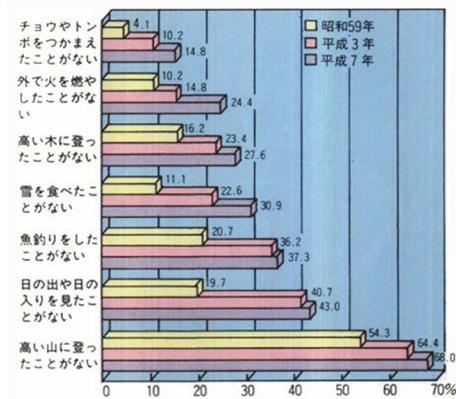
2008～2010年の大学1年生へのものづくり経験アンケートの結果(合計67名)



1. 初等～中等教育が示す地力の低下

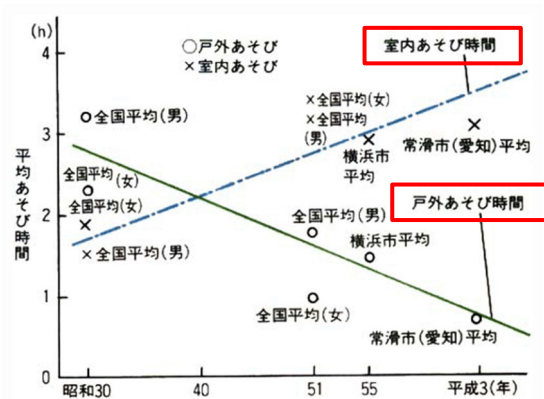
児童～生徒の時代に得られる**経験知の変化**が著しい

1回も経験がない自然体験



斎藤, 他: 「自然体験・生活体験等に関する調査 (平成7年)」より環境庁作成

あそび時間の変化

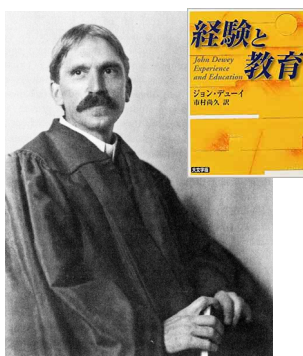


仙田満: 「子どもと遊び」

平成8年版 環境白書, 第1章2節1「豊かな心と精神を育む遊びと環境」, 環境省, 1996

1. 初等～中等教育が示す地力の低下

何か効果的な**教育方法**が欲しい・**理論的な裏付け**が欲しい



ジョン・デューイ
(John Dewey, 1859～1952)

「経験と教育」: **体験学習**の意義を明らかにする

…個人が一つの状況で知識や技能を学んだことは、それに続く状況を理解し、それを効果的に処理する道具になる。この過程は、生活と学習が続くかぎり進行する。そうでなければ、経験の進路は無秩序なものになる…

…生徒は科学的教材に引き合わされるべきであり、その教材のもつ事実と法則が、日常の社会生活になじんだかたちで応用されるよう、その手ほどきがなされなければならない。このことこそ、健全な教育的原理というものである。この方法を遵守することは、科学それ自体を理解するうえでの最も直接的な方途であるばかりではなく、生徒たちが成熟するにつれて、現存する社会の経済的、産業的な諸問題を理解するうえで、最も確かな方途である…

2. 「現象」を感じとる体験学習

体験学習を通じて学生に理工学部への在り方を教える

2008～2010年の大学1年生へ「もの作り」体験学習を実施(合計67名)

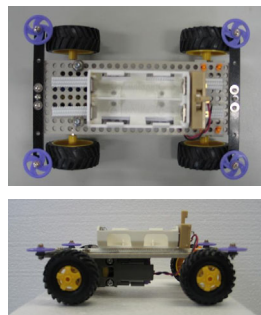
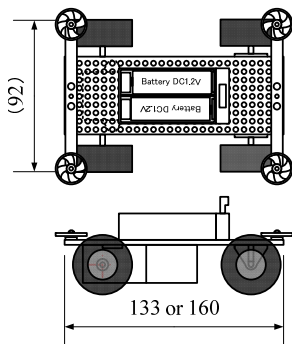


教材:ミニ四駆((株)タミヤ)

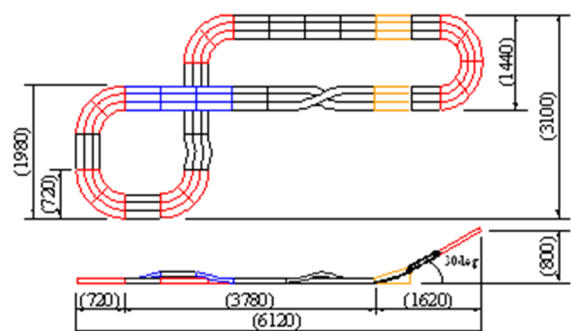
2. 「現象」を感じとる体験学習

体験学習を通じて学生に理工学部への在り方を教える

2008～2010年の大学1年生へ「もの作り」体験学習を実施(合計67名)



ホイールベース／重心位置等が変更可能な教材



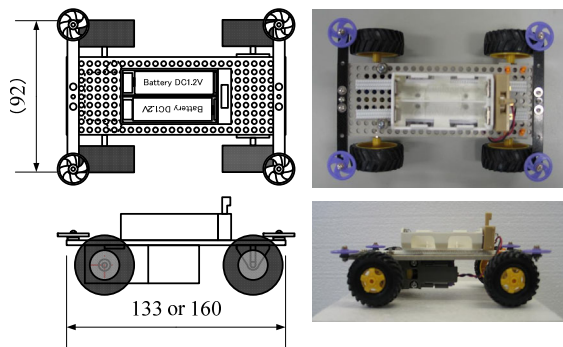
適切な速度とトルク値でないと完走できないコース教材

入部, 他, “4輪移動体設計によるメカトロニクス設計教育プログラム”,
計測自動制御学会論文集, Vol.3, No.47, pp.173-179, 2011.

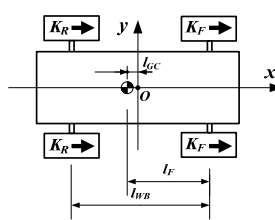
2. 「現象」を感じとる体験学習

体験学習を通じて学生に理工学部への在り方を教える

2008～2010年の大学1年生へ「もの作り」体験学習を実施(合計67名)



ホイールベース／重心位置等が変更可能な教材



ステアリング特性: Static Margin

$$SM = -\frac{l_F}{l_{WB}} + \frac{K_R}{K_F + K_R}$$

$$\text{すべり比} = \frac{V - \omega R}{\omega R}$$

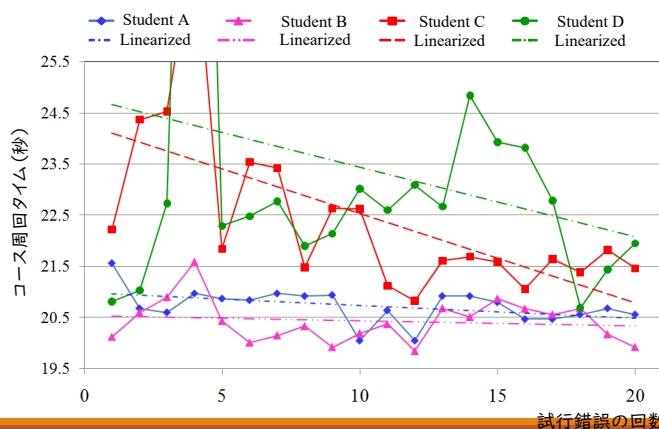
$$\text{駆動力係数} = \frac{\text{タイヤと路面間の摩擦係数}}{\text{接地荷重}}$$

入部, 他, “4輪移動体設計によるメカトロニクス設計教育プログラム”, 計測自動制御学会論文集, Vol.3, No.47, pp.173-179, 2011.

2. 「現象」を感じとる体験学習

体験学習を通じて学生に理工学部への在り方を教える

2008～2010年の大学1年生へ「もの作り」体験学習を実施(合計67名)



学生の製作物の例

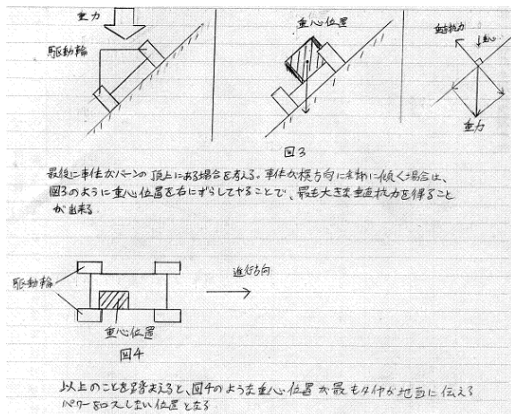
走行タイム短縮を数値化して検討

入部, 他, “4輪移動体設計によるメカトロニクス設計教育プログラム”, 計測自動制御学会論文集, Vol.3, No.47, pp.173-179, 2011.

2. 「現象」を感じとる体験学習

体験学習を通じて学生に理工学部での在り方を教える

2008～2010年の大学1年生へ「もの作り」体験学習を実施(合計67名)



学生の製作物の例

走行タイム短縮の検討をレポート化

入部、他、“4輪移動体設計によるメカトロニクス設計教育プログラム”，計測自動制御学会論文集，Vol.3，No.47，pp.173-179，2011.

座学と現象が邂逅する瞬間



映画「奇跡の人」(1962年作品)

アルファベットの集まり ⇔ 意味がある？

意味がある？ ⇔ 体験：水(water)

アルファベットの集まり ⇔ 言葉 ⇔ 水(water)

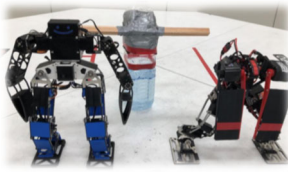
座学講義の内容 ⇔ 意味のあるもの!?

意味のあるもの!? ⇔ 現象の体験

:

座学講義の内容 ⇔ 体験 ⇔ 現象を示す記述

3. 自由工房での「もの作り」教育



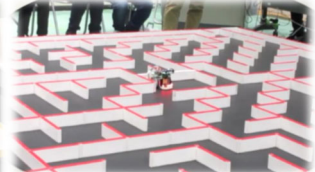
ヒト型ロボット競技



レスキューロボットコンテスト



知能ロボットコンテスト



マイクロマウス競技



電気自動車競技

目的
モノを作りたいという学生の支援

裏の目的(教員サイド)
座学で活躍できない学生の動機付け
体験による工学技術の理解の深化



マイコンカーラリー

3. 自由工房での「もの作り」教育

■ **技術力の向上** : 社会人で身に付ける工学技術の先取り学習
...手に職を付ける／座学と技術で合わせて一本

■ **社会人基礎力** : 前に踏み出す力・考え抜く力・チームで働く力
...個人作業と集団作業で経験値を積む

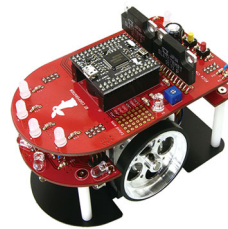
目的
モノを作りたいという学生の支援

裏の目的(教員サイド)
座学で活躍できない学生の動機付け
体験による工学技術の理解の深化

3. 自由工房での「もの作り」教育

マイクロマウス競技

- ・自立型ロボットが**自律的に迷路を探索し、ゴールに達する最短時間を競う**競技
- ・1977年にIEEEが提唱
- ・日本では1980年より「全日本マイクロマウス大会」として毎年開催
- ・我が国で初めての「ロボコン」として40余年全日本大会が継続して開催（世界でも最も歴史あるロボット競技会）



クラシックマウス
床面への投影が**一辺25cmの正方形内**

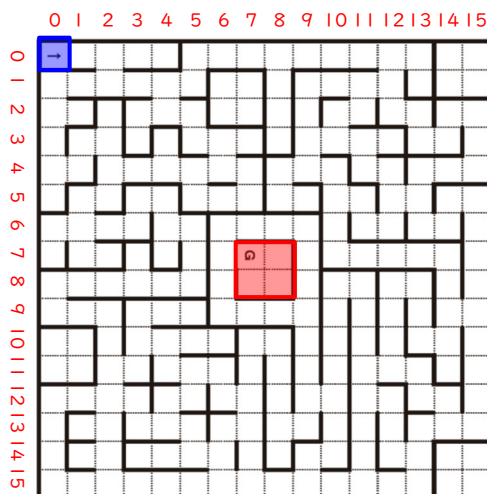


マイクロマウス競技



マイクロマウス
床面への投影が**一辺12.5cmの正方形内**

3. 自由工房での「もの作り」教育



マイクロマウス競技

- ・迷路は図のように縦横16区画（合計256区画）
- ・**スタート**はその一区画, **ゴール**は中心の4区画
- ・迷路の一区画は18cm×18cm
- ・全体は3m×3m, 壁の高さは5cm, 厚さは1.2cm
- ・床面から高さ5cmまでの部分は16cmの円内に収まる

3. 自由工房での「もの作り」教育

マイクロマウスの構成 (基本的なもの)

CPU:RX631
(32bitマイコン/ルネサス社製)
開発環境:Windows7, Windows10
開発言語:C,C++

6軸IMU (慣性計測ユニット):ICM-20648
(3軸ジャイロ+3軸加速度/TDK InvenSense)

壁センサ:フォトリフレクタ LBR-127
(反射型センサ/Letex Tech. Corp.)

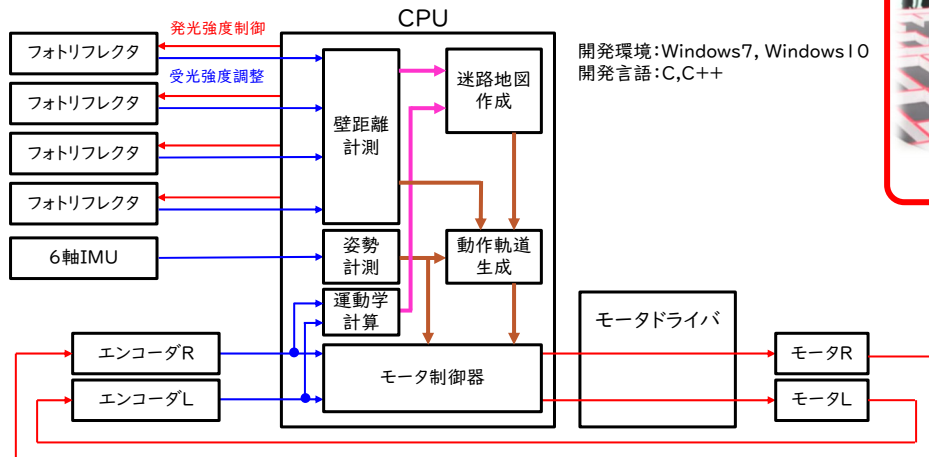
DCモータ:MK06-4.5
(コアレスモータ/DIDEL 社製)
12bit磁気式エンコーダ: MA700
(非接触磁気式エンコーダ/MPS社製)

参考:HM-StarterKit (株式会社アールティ)



3. 自由工房での「もの作り」教育

マイクロマウスの構成 (基本的なもの)

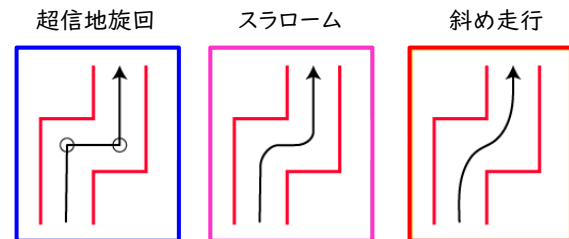


参考:HM-StarterKit (株式会社アールティ)



3. 自由工房での「もの作り」教育

マイクロマウスのプログラム（理屈を使う）



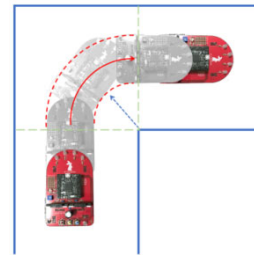
角の中心で停止して
重心回りに旋回



コース形状に合わせて
左右の速比を制御



コース形状から最適
経路を計算し
左右の速比を制御



■スラローム

旋回時の軌道を考えないといけないので

- ・左右駆動輪の速比で回転半径を生成する
- ・モータ回転速度の制御とその積分をリアルタイムで実施
- ・壁の位置を確かめて制御入力を修正

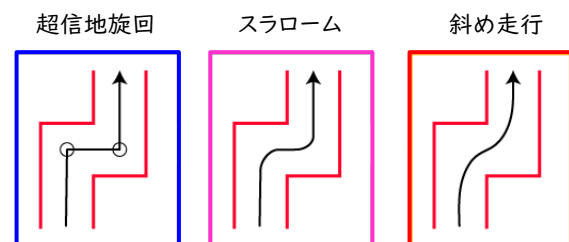
が必要



マイクロマウス競技

3. 自由工房での「もの作り」教育

マイクロマウスのプログラム（理屈を使う）



角の中心で停止して
重心回りに旋回



コース形状に合わせて
左右の速比を制御

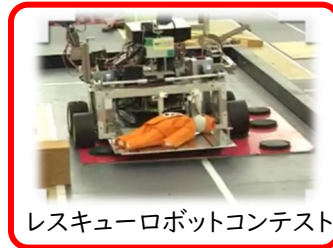


コース形状から最適
経路を計算し
左右の速比を制御

$$\begin{aligned}
 V_L &= R \omega_L & V_R &= R \omega_R \\
 \begin{bmatrix} V \\ \omega \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \frac{R}{2} & \frac{R}{2} \\ \frac{R}{T} & -\frac{R}{T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_L \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

移動ロボットの運動学（移動速度と回転速度）

3. 自由工房での「もの作り」教育



レスキューロボットコンテスト

阪神・淡路大震災後の教訓(1995~)

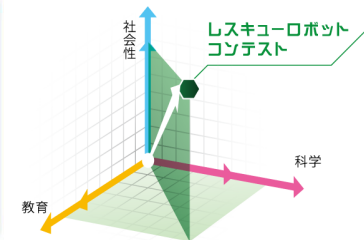
レスキューシステムを拡充し**災害に強い世の中を作る**

救命救助の活動や機器に関する継続的な研究

世代を超えての啓発

技術の継承と次世代人材育成

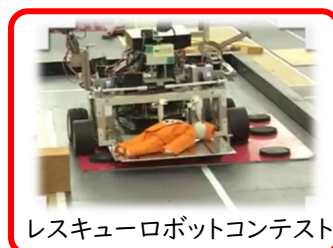
教育・社会性・科学技術の三つの軸



ISO9001と相似な運営方法

<https://www.rescue-robot-contest.org/contest-2021/about/>

3. 自由工房での「もの作り」教育



レスキューロボットコンテスト

阪神・淡路大震災後の教訓(1995~)

レスキューシステムを拡充し**災害に強い世の中を作る**

救命救助の活動や機器に関する継続的な研究

世代を超えての啓発

技術の継承と次世代人材育成

ロボットオペレータ

ロボットヘルパー

スピーカー(チーム説明)

キャプテン

競技はチーム作業・ロボット製作は個人作業



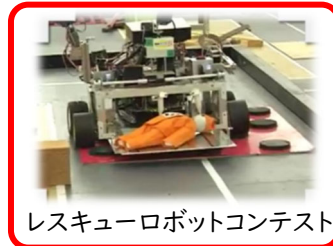
3. 自由工房での「もの作り」教育

課題

要救助者に見立てた
ダミー人形を救助する



目の色・QRコードの**画像認識**
発信音の**音声認識**
搬送中の衝撃の**検知**



レスキューロボットコンテスト

レスキューロボットコンテスト

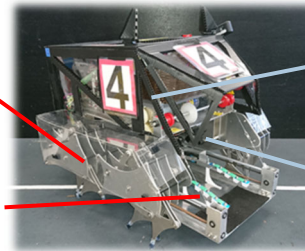
阪神・淡路大震災後の教訓(1995~)
レスキューシステムを拡充し**災害に強い世の中を作る**
救命救助の活動や機器に関する継続的な研究
世代を超えての啓発
技術の継承と次世代人材育成

移動機構

コンセプトと目的に
沿った設計

救助機構

ダミーを傷めない
アイデアを設計→実現



制御システム

Wifi利用の遠隔
操作システムの実装

各種認識

ダミー人形の状態で
画像と音声で認識

ロボット開発の例

3. 自由工房での「もの作り」教育

・ソーラーカーレース鈴鹿
太陽光パネルを動力源にする耐久レース
(充電用バッテリーも使用する)

・Ene-1 GP KV-40
単三型エネループ40本を動力源にする
耐久レース



電気自動車競技



ソーラーカーレース鈴鹿

Ene-1 GP KV-40

3. 自由工房での「もの作り」教育

■機構設計

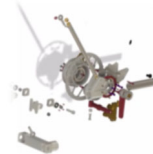
ボディ
サスペンション
駆動系・ホイール
電装系レイアウト
... 等々



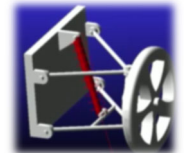
電気自動車競技



機構設計 (3D CAD)



シミュレーション (CAE)



詳細設計・製造
(NC, 3Dプリンティング)



組立・実走



ソーラーカーレース鈴鹿2021

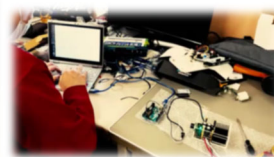
3. 自由工房での「もの作り」教育

■回路設計

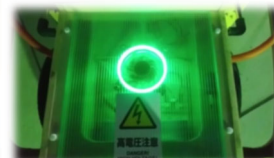
DCブラシレスモータ
充電回路
バッテリーマネジメント
... 等々



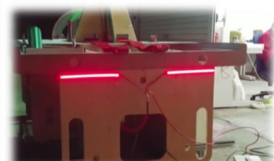
電気自動車競技



バッテリー充電・
電源回路



電装設計・組立
モータドライバ
ブレーキランプ
... 等々



電話回線を使った
通信システム
GPS位置計測



ソーラーカーレース鈴鹿2021

4. まとめ

教育の目的は達成できたのだろうか？

- **技術力の向上** : 社会人で身に付ける工学技術の先取り学習
…手に職を付ける／**座学と技術で合わせて一本**
- **社会人基礎力** : 前に踏み出す力・考え抜く力・チームで働く力
…**個人作業と集団作業で経験値**を積む



もの作り教育（体験学習）を行うことで、教育の目的を達成する方向に進む

4. まとめ

教育の目的は達成できたのだろうか？

- **卒業後の進路** : 進路決定率は100%
…成績優秀者も続々現れる

