



活動レポート

企業訪問「ヤマハ発動機(株)都田事業所」

講座内容：「最先端“装置”とそれを支える“職人の技”」

「浜松トップガン」事業では、最先端技術にふれる企業訪問を毎年、実施しています。本年度は、平成 29 年 1 月 10 日（火）に、ヤマハ発動機(株)都田事業所を附属浜松中学 9 名（2 年生 4 名、1 年生 5 名）が訪問しました。

〈 日 程 〉

10:00～10:15 概略説明 3F 多目的ホール

10:15～10:20 工場に移動します。見学グループを 2 つに分けます。

A グループ：引率者芝政人先生 B グループ：引率者中山英明先生

10:20～10:45 A グループ：実装機デモ見学 B グループ：キサゲ見学

10:50～11:15 A グループ：キサゲ見学 B グループ：実装機デモ見学

11:15～11:30 クロージング・質疑応答 3F 多目的ホール

本日の講師の先生方より



〈芝 政人 先生〉

ヤマハ発動機と聞くと、モーターサイクルや船といった“乗り物”を作っている会社のイメージがあると思いますが・・・

実は、産業用途の”装置”も作っています。

その装置には、工作機械では実現できない“職人の技”が組み込まれています。

本日は、“装置”と“職人の技”を紹介したいと思います。



〈中山 英明 先生〉

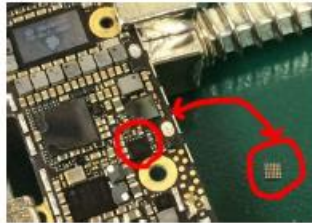
本日の工場見学で見れるもの

■“装置”とは“表面実装機”のことです。

電子部品やICチップを高速かつ高精度に基板に載せる装置です。



(表面実装機外観)



(例. iPhone 5S 基板)

- ・最高速で1時間あたり50,000個の部品を載せます。単純計算で0.072秒に1個部品を載せる事ができます。
- ・設計値に対して40um以内の位置に電子部品を載せます。1umは、1/1000mmに相当します。

電子部品
0.4×0.2mm



このような高速と高精度を両立できる装置を組み立てるには、稼働部品の表面がキッチリ“平面”でなくては実現できません。この“平面”を作り出すために、伝統技術の“キサゲ仕上げ”を工程に組み込んでいます。

(目安)
平均的な毛髪の太さは70um
(0.07mm) です。



■“職人の技”とは“キサゲ仕上げ”のことです。



“キサゲ”

部品の表面仕上げ方法の一つです。キサゲと呼ばれる工具で金属の表面を1umの厚さで掻き削り、機械加工では不可能な精度の平面を実現する日本の伝統技術です。熟練職人が仕上げると、表面精度の誤差は2umに収まります。



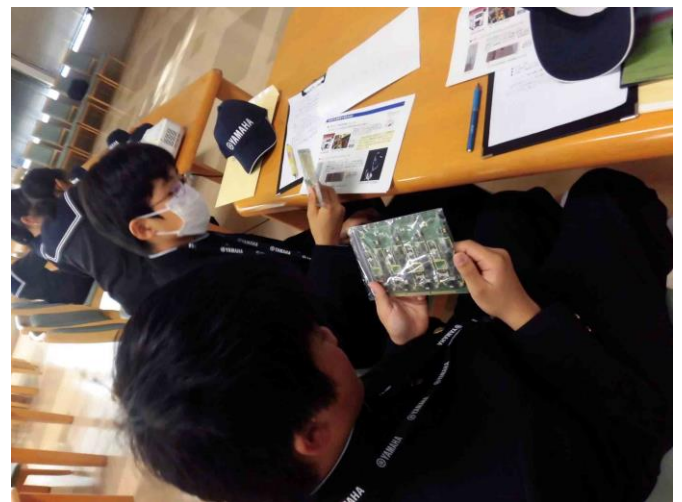
仕上げ前の金属表面 (表面精度20umほど)

“キサゲ仕上げ”後の
金属表面 (表面精度2um以下)



キサゲ仕上げ作業 (鈴木育雄氏)

<ヤマハ発動機都田事業所ガイダンス資料 p.3 より>



<座学で表面実装機とキサゲ仕上げの基礎知識について講義を受ける様子>



＜キサゲ仕上げ作業の見学と実際に小池先生のご指導でキサゲミニ体験の様子＞



＜キサゲ仕上げされた部品を積んだ表面実装機の見学と質疑応答の様子＞

＜今回の参加した生徒の感想＞

- ・ 表面実装機は、すごく小さな部品も等間隔で敷き詰めていて、すごく精度が高いと感じました。早送り動画を見ているかと思うぐらい高速で、びっくりしました。しかも、カメラで部品を確かめ自動で修正していく技術は、本当にすごいと思いました。でも、それに勝つぐらい職人技はすごくて、最先端技術を人の手が支えているというのは、思ってもいなかったのが驚きでした。キサゲ仕上

げは見ただけではわからない、体験することで感じられる難しさや丁寧さがあるって、職人技+最先端技術の生み出す凄ワザを感じることができました。身近にあるものの裏にこんなすごい技術があることが分かりました。私たちはヤマハ発さんを例とした技術に支えられているんだと思いました。これらの技術を開発するための苦労などまた聞けたら嬉しいです。

- 今日、最先端の装置やそれにも勝る職人の技術を間近で見ることができ、本当に良い経験ができました。ミクロンなど初めて聞くような細かい単位まで、平面を追求するキサゲの職人さんはすごく格好よかったですし、その技術が最先端の装置に活かされているというのもすごく良いなと思います。機械の高い量産性と人の手による細かな技術・この二つが良いところ、悪いところを埋め合っていてできる表面実装機は、まさに「超絶、凄ワザ！」です！
これからもここ浜松で世界に誇れるものづくりを頑張ってください。僕ら若い世代からでも何かしていけたらと思います。
- 最初に、キサゲ仕上げの技術を見たが、知らない世界を見たような気分になった。キサゲで1ミクロンの厚さを削って、平面度を2ミクロンの誤差にまでそろえる技が本当にすごいと思った。もう一つ、表面実装機により基板の上に数百個もの部品を少しのズレもなく置くというのがすごいと思った。熟練の職人の技術が、今の最先端技術につながっていると思った。紙一枚より薄い厚さの誤差を許さず、職人さんが部品を加工することにより、その部品で作った装置ができ、その装置で作った部品（基板）が、スマートフォン、パソコンなどの電子機器を構成し、その電子機器が、私たちの生活を支えているとなると、もとの職人さんには感謝するべきだし、今の私たちの生活は、技術により支えられていると思った。
- 今日、訪問してミクロンの世界を知ることができた。機械だけで十分だと思っていたことも、手作業という人の技術者の手を加えたさらに精度を上げた平面度という僕らでは絶対できないことを見たりして、浜松にもしっかりと凄い技術者がいることを知り、嬉しく思った。僕らは消費者として完成したものしか使わなく、ミクロンを考えたことすらなかったので、ミクロの世界が僕たちのすごく近くにあり感動した。
- 今日、ヤマハ発動機さんを訪問させていただいて最先端の技術を身近に感じることができました。産業に使われる装置を作るためにも工作機には実現できないような「職人の技」が必要である。一つ一つ手作業の「キサゲ」や超高速で{基板}にICチップをのせる実装機を間近で見ることができた。精密機器（装置）を作るために、できるだけ誤差を減らすために手作業が大切なのだと知り、実際にそれを体験したが、やってみると本当に難しかった。私たちの身近にある車やスマートフォンなどは、こういった技術や苦労のもとにできていると思うと、感謝しなければいけないと感じた。これからもまた機会があったら、

お話を伺ったり、自分でも調べてみたいと思う。訪問の受け入れてくれ、本当にためになるお話をありがとうございました。

- 本日は、貴重なヤマハ発動機さんのお話をありがとうございました。ヤマハさんの精密機械は、スマートフォンなどのたくさんのコンピューターで使っていて、誤差は、髪の毛一本より小さいということにびっくりしました。実際に見てみると、コンピューターがぎっしりと詰め込まれていて、高度な技術と正確さまでしっかりと補っていました。次に、装置を見ました。一つ一つのユニットが多くコンピューターによって動かされていて、両面テープの上に付いた部品を吸い上げ、カメラで位置を確認し、そのずれをコンピューターで計算して、それに適切な位置に置くということを1秒間もかからない間に行っていました。だから僕は、プログラムされた一つのコンピューターの中にたくさんの考えと正確さ速さがあると思いました。職人の技では鉛を使った粉を部品に塗り、それを真っ平らな机の上で滑らせて、黒くなった部分は高いから削るという作業の繰り返しでした。もう一つ、1ミクロンの誤差を調べるという作業がありました。僕も、実際に体験しましたが、力の入れ具合がとても難しかったです。2回目はまだうまくできたかなと思いましたが、1ミクロンを削れていなくてアルミじゃなくて鉄になったときはもっと難しくなると思い、改めて職人技を学びました。ファイルや帽子なども良い記念になりました。ありがとうございます。
- 僕は、Aグループでまず、実装機デモを見学した。とても早く動かしていて最初はびっくりした。途中で動きが変わったりして、なにかとすごい機械だと思った。周りを見てみると、同じような機械が沢山あり、すごい所だと感じた。また、できたのを見ると綺麗に並べられていて、さすが機械だなと感じた。正確さがあった。(カメラで撮りどうずれているかななどを計算していた)
速さ、正確さが大切でそれが両方できていてびっくりした。
1/1000mm など凄い小さな(わずかな)差なのにそこまで綺麗にする「キサゲ」がすごいなと思った。意外と自分がやってみると思うように進まず難しかった。今日は、やっぱり職人の技ってすごいなと感ずることができた。見学させていただきありがとうございました。
- キサゲでは 1/1000mm の単位に削るのがすごいと思った。力の加減まで自分で調整していてすごいと思った。人の手で機械を超える精度を出す技術があった。実装機で基板に部品を載せるスピードがとても早く、位置調整がとてもすばやかだった。部品を吸い上げて落とす作業がとても精密だった。誤差をカメラで見ても置くまでの時間が短い。基板に部品を置くときの作業がはやく、一つ一つの部品にあった器具をつける時にも、すごいスピードで行っていた。人と機械どちらも技術と性能がすごいと思った。
- 職人技や機械の技術など両方のスゴ技を見れて面白かった。体験もしたが全

くうまくいかず、人間の職業がなくなるかもしれないこの世の中で、人にしかできない、人だからこそでできる技は素晴らしいと感じた。それと反対に、あのとても速い動きの中でずれているか、ずれていたら直すようにするのは本当にすごいと思う。少しのずれも許されないのに、目に見えないぐらいの小ささで物を動かしていくのはすごいと思った。今回トップガンは久しぶりの参加だったがとても良い経験をすることができたと思う。

解説

これからは、ロボット技術や人工知能の発達によって、ものづくりにおいて機械が担う割合がさらに高くなってゆくと予想されています。しかし、そのような時代でも、人間の技が不要になることはないでしょう。今回の体験で学べたように、数値化して機械で再現することができないような技が、どのような分野にもあるからです。また、新しい製品を開発したり、従来はできなかったことに挑戦するような場合には、人間がもつ創造力が不可欠です。このような数値化（モデル化）できない技や創造力が、日本の工業製品を良質なものにしてきました。これからの時代でも、世界に評価される製品を日本が作り続けてゆくためには、真似することができない技を大切に、そして、その技が消えてしまわないように引き継いでゆかなければなりません。

（小南陽亮）

コラム

《 “凄ワザ” の “隠しワザ” 》

今回の課外講座では、平面度5ミクロン（1メートルの部品の全域に亘って最も高い所と最も低い所の差が5ミクロン以下）を手作業で実現・保証するという“凄ワザ”を間近で見ることができした。

この<キサゲ>と呼ばれる加工技術には、実は”隠しワザ”が秘められています。平面度を高めるためとは言え、仕上がった表面がただ単にツルツルピカピカではいけないことがあります。面で接触し合うモノを動かそうとすると、ツルツルピカピカ同士の接触面が互いに固着してしまい滑りにくくなります。この対策として<キサゲ>加工では、平面度を保ちながら、滑らかな動きを妨げない範囲で意識的に小さな小さなギザギザを付けています。これが隠されたもうひとつの“凄ワザ”です。

高い平面度と微小な窪みのふたつを一つの作業で成し遂げるなんてすごいですね。人間のなせる“ワザ”は本当に底深く、驚かされることばかりです。