

第3回 沼津高専技術職員 学内発表会 予稿集

日 時：

平成26年3月6日（木） 13:10～14:30

会 場：

沼津高専 共通棟2F 共通教室4

プログラム：

- 13:10 **開会挨拶**
西田 友久 技術室長
- 13:20～13:35 **戦時中の「最新工作機械」** p. 1
内野 拓 ものづくり系班
- 13:35～13:50 **メカトロダーツ発射台の試作及び改良** p. 6
佐藤 宏 ものづくり系班
- 13:50～14:05 **微生物学実験改善の提案** p. 10
牛田 敬子 生物科学系班
- 14:05～14:20 **技術職員の企業（国産電機株式会社）における研修** p. 12
原田 龍一 電気電子系班

（各発表12分・質疑応答3分）

14:20 **閉会挨拶**

西田 友久 技術室長

沼津高専技術室

gijutsu.numazu-ct.ac.jp

平成26年3月6日

戦時中の「最新工作機械」

沼津高専技術室 ものづくり系班
内野 拓

1. はじめに

以前、大賀教員の定年退官時に実験室の大掃除を行った。その際に見つけた古書「最新工作機械」を紹介する。著者は長谷川一郎氏（1903～1976 東京高等工芸学校助教授）。機械加工・工作機械に関する著書・訳書が多い。ほか詳しい経歴までは調べることができなかった。

2. 科学主義工業

ここで「最新工作機械」の発刊元である科学主義工業社について触れておく。この社は、雑誌「科学主義工業」を発行するための会社である。この「科学主義工業」は当初、理化学研究所の社内報のようなものであったが、第3号より工業界全体向けの雑誌へと方針転換した。そのときに発行所が科学主義工業社となった。というよりは、それに合わせて設立されたとみるべきであろう。ちなみに科学主義工業とは、当時の理研所長、大河内正敏氏の造語で「生産の手段・方法に科学の粋をとり入れての良品廉価生産」により高賃金低コストを実現させようという思想である。

参考 url <http://www.ritsumei.ac.jp/~katzmak/kenkyu/kagaku.html> 「雑誌『科学主義工業』のページ」

この「最新工作機械」が発刊された年は、太平洋戦争真只中の昭和18年である。この時期に工作機械について書かれていることからわかる通り、兵器と関係した工作機械が多く見受けられる。

ここでは、いくつかの工作機械を紹介する形で、当時の工作機械の性能や社会情勢などを述べていく。まずは少々長いので、以下に序文を示す。旧仮名遣いは可能な限り現在の表記に修正している。

序

我が国における工作機械工業は、ほかの機械工業に比してその進歩発達が遅れていることは誠に遺憾の意ではあるが、事実であれば致し方ない。

併（しかし）現在および将来においてはなにがなんでもこれを米独の水準、否これを抜く程度まで発達せしめねばならぬ。工作機械が一国工業の基本をなす最も重要な要素の一つであることが、今日ほどわが国民により認識せられたことは、いまだかつてない。

工作機械を発達せしむべき方法如何においては、専門家によりほとんど定説が立てられてあり、国家的にその実現が着々と進行せしめられつつあることは、工作機械にいささかにても関係を有する著者のひそかに喜びとするところである。

工作機械を設計する場合、種々の立場から計画を進めることが必要である。まず理論的に切削力・切削速度・強度または振動などの点において必要かつ十分な条件を定める。しかし理論的に定めうる事項のみにより工作機械の設計を完了しえないことは何人も知っているところである。各部の構造・形・あるいはまたハンドルの位置、そのきわめて多くの事項は理論的ではなく、過去の経験、より抽象的にはいわゆる勘（原文“感”）により定めることが必要になってくる。

いわゆる勘の体得には、過去の経験が最も大切な根底をなすものと言われている。またこの

働の作用を敏活ならしめるには他山の石たる従来の工作機械の実例を見聞することが極めて必要である。

本書の各種最新工作機械例には、上記の趣意において設計者に役立つことを目標として集めたものである。無論、現実に機械を観察せる場合のごとくすべて画然と知ることは不可能であるが、主軸回転数、送りの大きさ、主軸の寸法、材質の熱処理の如何、歯車の材質、熱処理法、形式、軸受の種類及び型、ベッドの形あるいは硬度、機械の大体の形などに関し実例としての資料を求めることが出来ると考える。

著者のこの試みが設計に当たり多少なりと役に立てば、甚だ幸いとするものである。

本書出版に当たり科学主義工業社出版部坂本雄一郎氏の労に持つところ少なくない。ここに深甚なる感謝の意を表す。

昭和 18 年 4 月

著 者 識

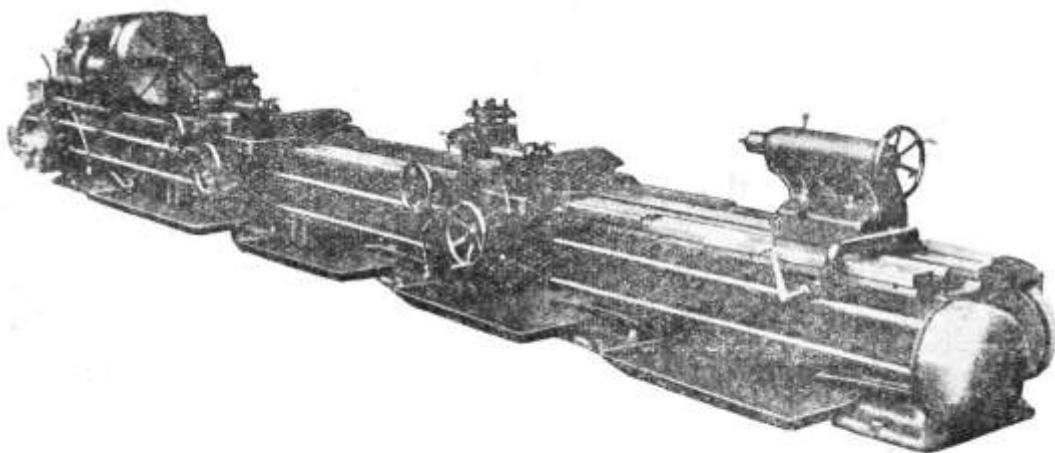
今でこそ日本の工作機械の性能は世界トップクラスであるが、1940 年頃はアメリカ・ドイツに劣っていたことが、序文から読み取れる。日本で工作機械が作られるようになったのは 1900 年頃からであり、この当時ではまだ歴史は浅い。ノウハウの少ない中で、戦時のための工作機械を作ることが求められた時代である。そのような情勢下で、この「最新工作機械」は工作機械設計者向けに書かれたものであるようだ。

「米独の水準」とあることからわかる通り、この書ではアメリカ・ドイツの工作機械が非常に多くみられる。おそらく著者は、当時シカゴ・ライプツィヒ・ウィーンなどで開かれていた工作機械見本市を見てきたことがあると思われる。

3. 工作機械

では、「最新工作機械」に記載されている工作機械のいくつかを紹介する。

3.1 Lang 砲身旋盤 (p. 62)



第 46 圖

径 32 in 中心間距離 21 ft 10 in Lang 砲身旋盤

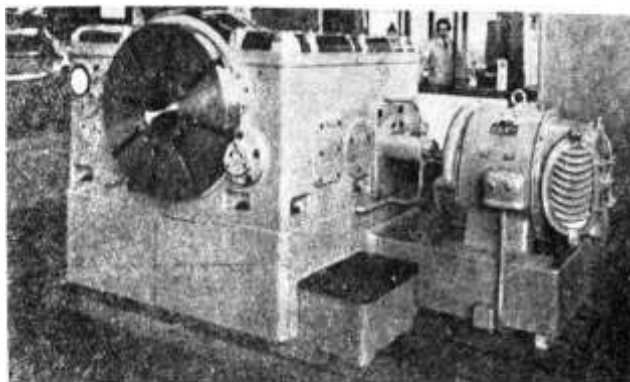
図 1 Lang 砲身旋盤

John Lang & Sons Ltd 製作の、戦時を象徴するような砲身用旋盤である。振り $\phi 32\text{in}(813\text{mm})$ ・心間距離 21ft (約 6.4m) $\sim 10\text{in}(254\text{mm})$ ・ベッド長 30ft (約 9.14m)と心間距離が非常に長い。また、刃物台が2個(主軸側と芯押し台側) ついているのも特徴的である。ちなみに回転数は $3\sim 150\text{rpm}$ 、出力は 25 馬力となっている。

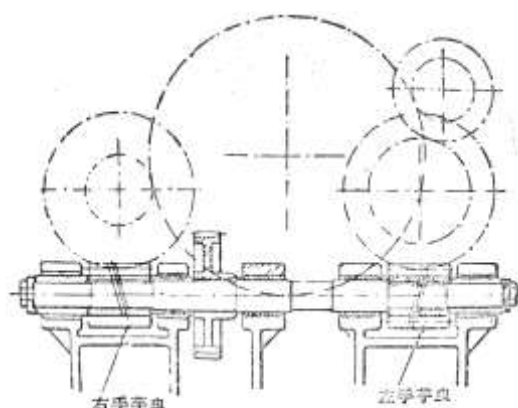
3.2 Wagner ロール旋盤 (p. 86)

圧延用のローラーなど非常に大きなワークを加工するための旋盤である。面板(図2右の大円)を二つの歯車(同図 左の二重円・右上小二重円)で回転させる形式となっている。左右の駆動用歯車は下部のウォーム歯車で回転する。左右のウォーム歯車のねじれ方向を逆にする事により、スラスト方向の力を相殺するようになっている。

ちなみにこのワグナー社、戦艦大和の主砲を加工した旋盤も製造していた。この旋盤は現在も稼働可能だそうである。



第 65 圖
ロール旋盤の主軸基及び主駆動装置



第 64 圖
ロール旋盤の面板運轉装置

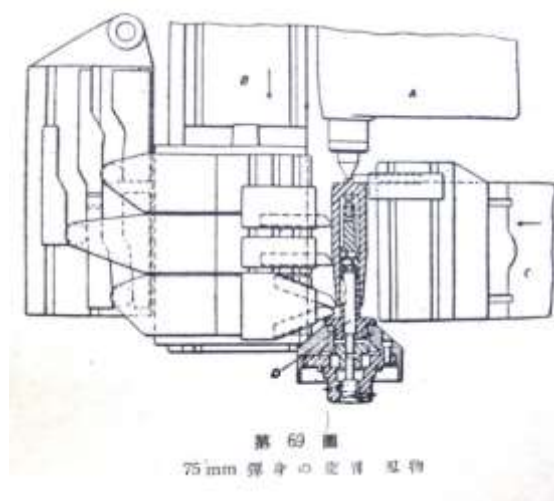
図2 Wagner ロール旋盤

3.3 弾身荒削り用 No. 18 Rydermatic

Thomas Ryder & Son Ltd により製作された、砲弾荒削り用の立型旋盤である。加工径は $1\sim 20\text{in}$ ($25.4\sim 254\text{mm}$)、加工最大長 24in (610mm)となっている。

これもまた、戦時中であることを感じさせる工作機械である。多数の刃をカム(図左部)にそって下降させることにより、流線形の砲弾を粗加工できる。

一個あたりの加工時間を減らすために、この機構としたのであろう。一度に多数の刃が材料と接触することになるため、刃物台・主軸側の動力・ワークなど強度面で大丈夫だろうかと少々不安になる。

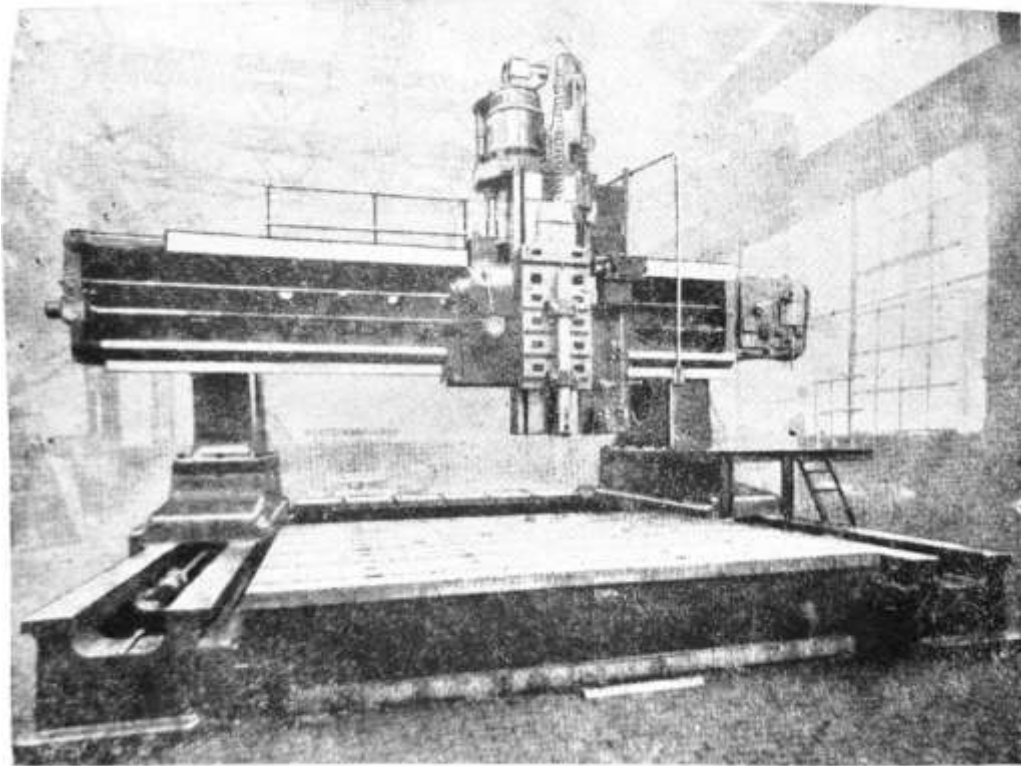


第 69 圖
75mm 弾身の空目 粗削

図3 弾身荒削り用縦型旋盤

3.4 Craven 54in 衝程縦削及びフライス盤

Craven Brothers 社製の装甲板などの加工に用いられる工作機械である。中央の刃物台を支える左右の脚間距離は15ft (約4.6m) あり、かなり大型のフライス盤である。現在では門型フライス盤に分類される。右手にあるはしごの大きさから、この機械の大きさが分かるだろう。



第 131 圖

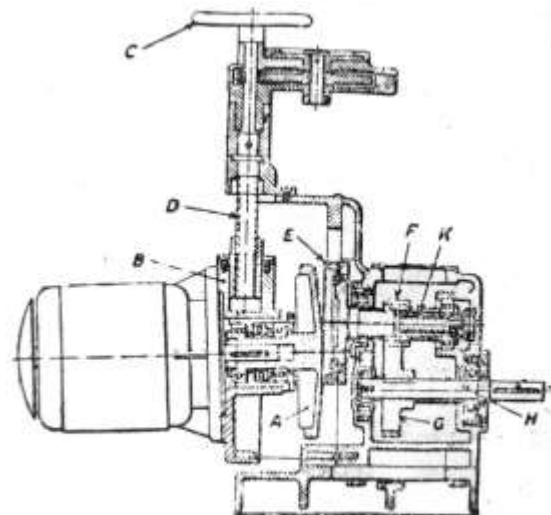
同時縦削及びフライス盤

図4 54in 縦削及びフライス盤

3.5 無段変速機

図5はフリクションドライブ式の無段変速機である。発動機が傾けて取り付けられており、そこから動力軸側の面板Aと受動側の面板EがKのコイルばねにより圧力を受けて接触している。ハンドルCで発動機が上下し、AとEの接触位置が変化する。これにより伝わる回転数が変化する。Aは耐摩耗性鋳鉄で出来ており、Eには帆布が張り付けられている。

この当時にも、無段変速機は製造されていたことがわかる。やはり伝達動力の低さと寿命の短さがネックと思われ、工作機械用無段変速機はすたれていく。モーター制御技術・パワーエレクトロニクスの発展も原因の一つと思われる。



第 276 圖

Hofheinz E. L. 段無し變換機構

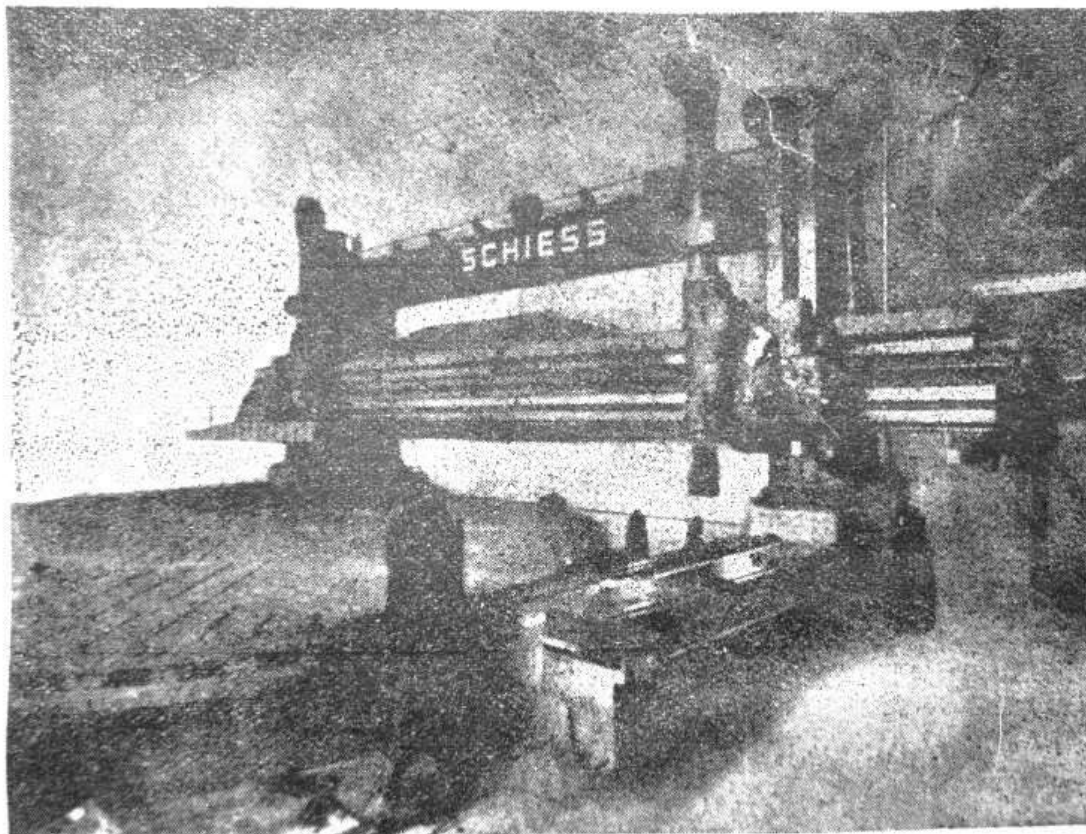
図5 無段変速機

3.6 世界最大の工作機械

重量 1850 トンの当時最大の工作機械である。ターニングミルに分類される。加工最大径は 19m あり、刃物台の位置によっては直径 25m までの加工も可能となっている。

回転テーブルが内側と外側で二重になっており、ワークの大きさによって使い分ける。この二つのテーブルは別々に回転させることができ、内側テーブルは直径 8,750mm、外側リング状のテーブルは直径 18,500mm である。動力として、200 馬力 (約 150kW) の直流変速電動機が使われている。

ちなみに SCHIESS 社は、ターニングセンタ等の工作機械メーカーとして、いまでも現存している。



第 308 圖

世界最大の巨大なターニングミル

図 6 ターニングミル

4. 終わりに

全体を通して「重厚長大」の印象を受ける。戦時中なため、船舶と軍需関係の加工が多かったのだろう。また、潤滑に関する記述が多かった。当時の軸受技術が未発達だったと思われる。

旧字体が多いため、解読に少々骨が折れた。旧仮名遣いは問題ないのだが、「臺」・「轉」・「壓」が読めず、前後の文脈から「台」・「転」・「圧」のことだとやっと判明する始末であった。

最後に本書の元々の持ち主について言及したい。本書発見時に 1931 年発行の欧州ガイドブック (英語) も同時に発見した。持ち主と思われるサイン「K. Shogenji」から、生源寺順 (しょうげんじ・かず 生没年 1887~1966) 氏が所有者だったと思われる。静岡出身の名古屋帝大工学部長を務められた方であり、アメリカ留学の経験から英会話も達人だったのではないだろうか。この二冊の本がどのような経緯で沼津高専に渡ったのかは不明だが、技術者同士の繋がりを感じて神妙な気持ちになる。

メカトロダーツ発射台の試作及び改良

沼津高専技術室 ものづくり系班
佐藤 宏

はじめに

H24年度工学基礎Ⅱの第Ⅲ期では、レゴを使ったメカトロダーツを製作した。



図1 H24年度メカトロダーツ発射装置(レゴバージョン)

H25年度からは、実際の機械要素(ベアリング、ネジ等)を取り入れることが決まっていたため、その試作機的设计・試作・改良に取り組んだ。試作機的设计にあたっては、低学年を対象にした教材として使用するために、以下の点を考慮に入れた。

1. 対象が低学年・混合クラスということで、組立に特殊な技量を必要としないこと。
2. 組立に掛かる時間を、極力少なくなるような構造とする。
3. 発射機構に関しては、学生の発想を盛り込めるよう、レゴで組み立てたものを固定できるようにする。

試作及び改良

加工及び構造においては、以下の点を考慮に入れた。

1. 材料は軟鋼板とし、加工部品の手間と加工時間を極力省くため、構造部品はレーザー加工機を使用する。

2. 側面には軸受けの穴を複数開け、歯車を変更できるような構造とする。
3. 台の回転及び発射機構の角度を、ハンドルで調整できるようにする。
4. 将来プログラム制御を行うことを前提に、汎用モーターを取り付けることができるような構造とする。
5. 機械要素として、市販の歯車、ベアリング、ネジ等を使用する。

以上のことを考慮しながら、機構等を把握するため、下記のような大まかなものを製作した。



図2 試作1号機

製作したものに関しては、以下のような問題点があった。

- ① 立ててある支柱が不安定で、平行に固定するのが困難であった。
- ② 台を折り曲げて製作したため、精度よく曲げないと軸が通らず組立精度に問題があった。
- ③ 材料の歩留まりが悪く、材料が多く必要。
- ④ 汎用モーターを想定した場合、PIC等で制御する必要があり、モーター及び制御盤も台数分購入する必要がある。

①～③の問題点に関しては、構造から直しを行い以下の改良を行った。

1. 発射台はなるべく簡易に組めるよう溝を設け、幅が嵌め込まれた板で平行が出るような構造とした。
2. 側板にはレゴモーターを取り付け、歯車を変えても中心間距離が変えられるように溝を設けた。
3. 土台に関しては、2枚の側板でシャフトを挟み、上下の板は側板のミゾに嵌るように変更し、組み立てやすい構造とした。
4. 回転テーブルに自由度を持たせようと多くの穴をあけてあったが、加工の手間を考え省略した。

④の問題点については、モーターの台数の確保もでき、ベース旋回及び角度調整においてプログラムで制御することを考えた場合、発射機構と同じ簡易プログラムを使用して作成できる利点があるためレゴモーターを使用することとした。

またレゴモーターと本体との駆動に関しては歯車伝達とするが、レゴの歯車は plastic 製のため、本体部分の歯車も plastic とする。(ほかの部分に関しては、金属製の歯車を使用する)

以上を元にして、試作機 2 号を製作した。



図 3 試作 2

試作機 2 号に関して、以下のような問題点があった。

- ① 平歯車で減速することを想定したため歯車の数が多くなり、全体に大きく重くなった。
- ② 発射台の角度調整部は、平歯車の組み換えのみだと発射部の重みで角度が保持できなかった。
- ③ 穴数等が多く、材料の歩留まりが悪かった。

そこで、本体の穴数を減らし、さらに各部品寸法を小さく側板の形状を共通化することで、材料の削減を図った。

レーザー加工機で多数個取りを行ったものが、図 4 である。

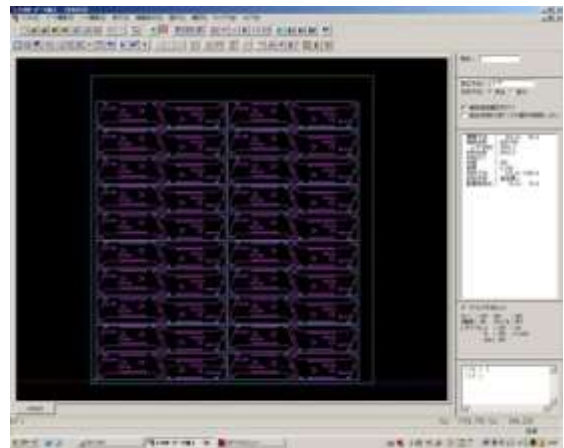


図 4 レーザー加工における材料取り

穴数を減らし、組立てたものが図 5 である。

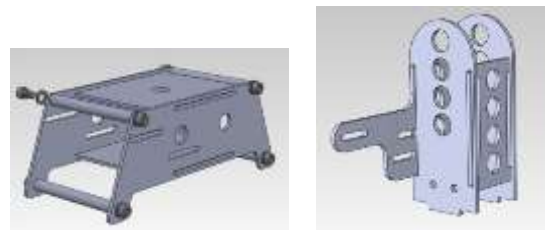


図 5

軸受けはつば付ベアリングを使用し、外側から軸受けを挿入でき、ベアリングカラーで固定することで組立やすくなるようにした。

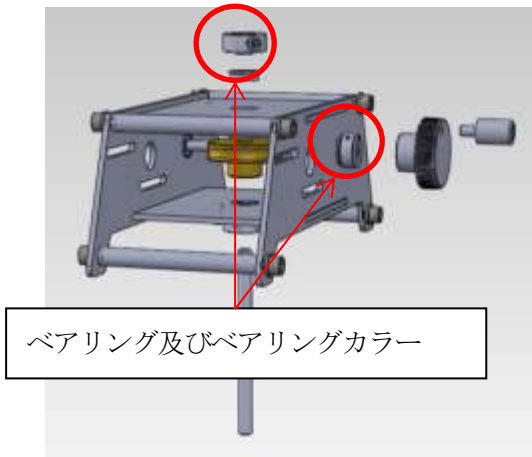


図 6

角度調整部分については、ウォームとウォームギアを使用することとした。

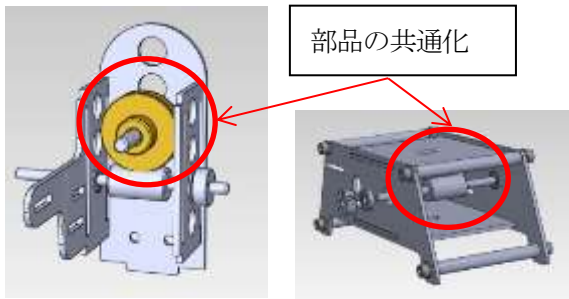


図 7

角度調整部のシャフトへの伝達は平歯車を使用し、組立やすくするため、外側に配置する構造とした。

通常はシャフトにはハンドルが取り付けられているが、レゴモーターで制御する場合には、ハンドル部分を取りはずし、プラスチックギアに変更できる構造になっている。

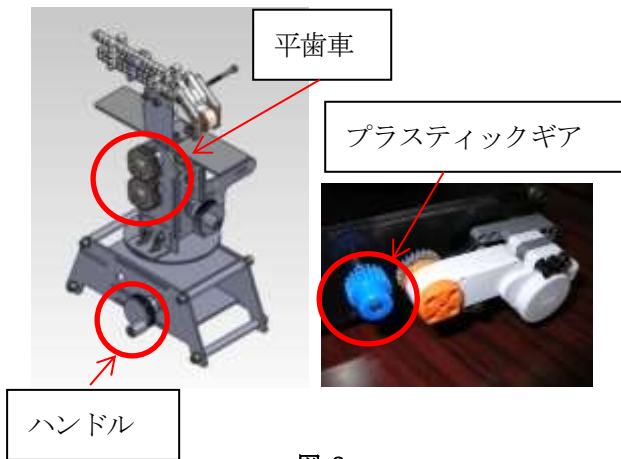


図 8



図 9 組立状態

結果

ウォームとウォームギアを使用することで角度を保持できるようになり、回転部分と部品を共通化することで、部品の種類及び平歯車の数も減り、全体として重量を軽減することができた。重量は 2 号試作機が約 8kg だったのに対し、改良版は約 4 kg と半分に軽減することができ、高さ・幅とも改良版の方がコンパクトになっている。

組立に関しても、精度よく組立ができるようになった。

2 号試作機と改良版との比較をしたものを、下記の写真で示す。



図 10

組立講習

組立手順書の作成にあたり、組立講習を行い細部の詰めを行った。



図 11

まとめ

- 全体的にコンパクトにすることができた。
- 事前に組立講習を行うことで、組立手順書の修正箇所をつかむことができた。
- 今年度は 20 台分製作したが、加工部品の手間及び組立精度、加工時間等を考えた場合、レーザー加工機を多用したこの方法は有意義であると思われる。
- 今回シャフト類に関しては工場の工作機械で加工したが、形状自体は単純なため、数も多いことから外部に発注したほうが加工の手間はさらに省けるとされる。

微生物学実験改善の提案

大腸菌群数の測定におけるトリコロール培地の導入

沼津高専技術室 物理・化学系班

牛田 敬子・鈴木 猛

1. はじめに

沼津高専物質工学科 2 年の微生物学実験では、実験テーマの一つとして大腸菌群数の測定を行っている。これは、身近な水環境中の大腸菌群を培養という微生物学的方法で観察することにより、培養法や菌数の測定法を学び、その結果より試料とした水環境について考察することを目的としている。

今年度まで、この実験では培養にデスオキシコーレイト培地を使用していた。この培地はデスオキシコール酸ナトリウムという胆汁酸の成分が配合されていて大腸菌群を選択的に培養できる。大腸菌を含めた大腸菌群を測定するのに従来使用されてきた培地である。

今回導入を検討するトリコロール培地の特徴は、大腸菌とその他の大腸菌群、大腸菌群以外の腸内細菌の形成したコロニーが発色の違いで同時に測定できることにある。

そこで、今まで学生が試料として選択してきた代表的な水についてトリコロール培地を使用して培養を行い、結果の検証と導入への検討を行った。

2. 原理

大腸菌群とは、グラム陰性の無芽胞桿菌で、(芽胞：一部の細菌が作る極めて耐久性の高い細胞構造。孢子膜、皮層、芯部からなる。芯部には DNA、リボソーム、酵素などが含まれている。以前は、内生孢子とも呼ばれていた。) 乳糖を分解して酸とガスを産生する好気性または通性嫌気性と定義される細菌の一群である(衛生細菌学上の分類で、細菌分類学上ではない)。大腸菌群には、大腸菌 *Escherichia coli*、だけでなく、腸内細菌科の *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, など多くの菌種が含まれている。

トリコロール培地は、大腸菌群のうち大腸菌 (*E. coli*) については、*E. coli* の持つ特異的な酵素 β -グルクロニダーゼにより発色酵素基質 X-GLUC が加水分解され、コロニーが青～青紫に発色する。また、大腸菌群については、産生する β -ガラクトシダーゼ(乳糖の分解に係わる酵素)により発色酵素基質 Magenta-GAL が加水分解されて赤～紫に発色する。これらの酵素を持たない腸内細菌は発色せず白いコロニーとなる。

3. 実験

3. 1 試料

実験に際し試料として、学生寮の風呂(北、南、明峰)と門池(東岸付近、西岸付近)で水を採取した。学生寮の風呂については、本実験が始まって以来必ず試料として測定を行っており、門池は学生がよく選択する場所であるため今回の試料として選択した。また、人が使用した水と自然界の水の比較においても良い試料となる。

3. 2 操作

試料水を希釈し、原液、10倍、100倍の希釈液を調製した。その原液と希釈液のそれぞれ1 mLをシャーレに注入し、加熱溶解したトリコロール培地を50℃以下で分注して混和したのち、37℃のインキュベータで24時間培養した。培養後、培地の性状を観察し菌数の測定を行った。

デスオキシコーレイト培地についても同様の実験を行った。

また、微生物学実験のテーマ「菌の同定」で使用している4種の単一の菌種について、画線法で培養し、発色の確認を行った。

4. 結果

トリコロール培地による学生寮北風呂と門池の水の培養結果を図1, 2に示す。



図1. 学生寮北風呂の浴槽の水
採取日 2月3日



図2. 門池の水
採取日 2月4日

5. まとめ

学生寮の北風呂の水では形成したコロニーのほとんどが大腸菌 (*E.coli*) であり、人が使用することから、この大腸菌は糞便由来の大腸菌であることが考えられる。

門池の水については、大腸菌群が非常に多い結果となった。これは自然界に広く分布している大腸菌群やそこに生息している動物などからの大腸菌群と *E.coli* を検出したものと考えられる。

デスオキシコーレイト培地ではどちらも同じ大腸菌群としてしか検出できないためこのような考察は出来なかった。トリコロール培地を導入することにより今までより多くの情報を得ることができるため、深い考察ができるようになると期待できる。

また、実験操作に関しては、トリコロール培地もデスオキシコーレイト培地と同様に滅菌の必要がなく操作が容易であるため、実験時間内に二つの培地を同時に使用することも時間的に可能である。

以上の結果より、トリコロール培地の導入によって効果的な実験を行うことができ、学生の実験に対する理解がより深まることが期待できる。

技術職員の企業（国産電機株式会社）における研修

沼津工業高等専門学校 技術室

原田 龍一

1. はじめに

技術職員は業務の性質上、人事交流を行うことが困難である。本校では、学生の長期休業期間を利用して民間企業での研修を行っている。これは、教育機関では学べない様々なことを企業での体験を通して習得するためのものである。本発表では、2013年度に行った企業研修について報告する。

2. 研修概要

研修先企業：国産電機株式会社 技術本部 電子設計部

研修期間：8月19日～9月6日（15日間）

3. 研修内容

3.1 ECUメモリ解析支援ツールの作製

ECU（Engine Control Unit）とは、エンジンを駆動させるための制御を行うマイクロコントローラである。ECU内にはメモリが搭載されており、エンジンの評価テストやトラブルが発生した際にはこのメモリを解析することとなるが、ECUの種類によりメモリ内のデータ構造が異なることが解析を困難にしている。

本ツールは、ECUの種類に対するメモリ内データ構造のパラメータをあらかじめ入力しておくことにより、メモリ解析を行い易くするものである（図1）。



図1 ECU（左）と解析支援ツール（右）

ソフトを立ち上げると起動画面（図2）が表示される。ここで接続先ECUの指定、解析アドレスの指定、シリアルポートの設定等を行う。起動画面上のSETボタンをクリックすると、パラメータ設定画面（図3）が表示される。ここでは、ECUのメモリ配置情報の編集、設定情報のファイル出力等を行う。起動画面上のSeep Recoveryボタンをクリックすると、メモリ内データ表示画面（図4）が表示される。画面上部にメモリ内の生データを表示し、下部に解析に必要な加工したデータを表示する。



図2 起動画面



図3 パラメータ設定画面

これらの課題を通して、ソフトウェアを作る際の仕様書の作り方から計画の立て方、共同開発のためのツールの使い方、検証の行い方等を学んだ。

3.2 製品量産化会議への参加

商品の設計から量産化までに行われるいくつかの会議に参加させていただいた。企業における商品の設計から量産化に至るまでの流れを体験させていただいた。

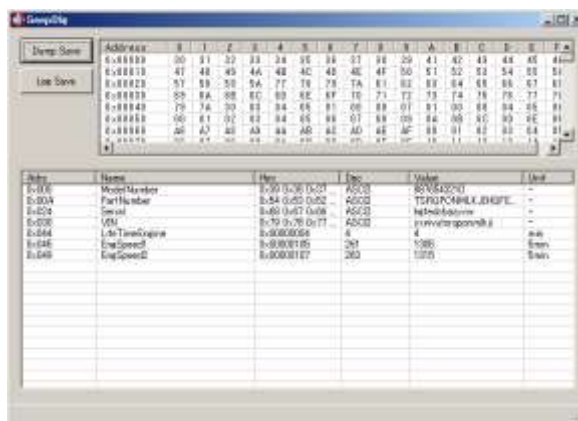


図4 メモリ内データ表示画面

4. 研修を終えて

ECUメモリ解析支援ツールを3週間という期限付きで作成しなければいけないため、普段の業務では経験できない「緊張」や「責任」を感じることができた。また、複数人でのソフトウェアの共同開発の難しさを知ることができた。

製品量産化会議に参加することによって、いかに「検証」が大切かということが分かった。企業において、量産化後に不具合が見つかるということは、信頼の失墜、回収における莫大なコスト等、大きな損害が発生するため、設計段階から特に「検証」に力を入れていることが感じ取れた。また、会議では様々な部門の参加者がおり、ものを設計した側の人間と品質を管理する側の人間との意思疎通が重要となるが、それはとても困難なものであると実感した。

国産電機では5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）に特に力を入れており、工具や棚の手入れ、設備の定期点検、通路の整理整頓、作業服装の徹底、週1回の社内一斉清掃（図5）厳格なゴミの分別（図6）などが行われていた。こうした5Sが人と資材の能力を高め、良い製品を生み出す基本であるという考えは私も見習わなければならないところであると感じた。

また、研修期間中に様々な方から高専卒業生に対して求めていることや、企業と教育機関の共同研究等の今後の在り方について、ご意見を伺うことができた。



図5 社内一斉清掃



図6 ゴミの分別

平成26年3月6日

第3回 沼津高専技術職員学内発表会 予稿集

沼津高等専門学校技術室 広報担当

内野・青田・桶田・中川・原田