

デザイン課題：嗅覚回復訓練器の設計製作

1. 喉頭全摘出後の障害

1.1 喉頭癌の治療と喉頭全摘出患者の発音と嗅覚障害

喉頭癌の治療は進行度に応じ、放射線療法、化学療法と手術あるいはこれらを組み合わせた方法で行われている。腫瘍が大きすぎ、放射線療法と化学療法では完治できなかった場合の最終手段として、喉頭全摘術が用いられる。喉頭全摘術を受けた患者には飲食時の気道を護るため、気道と食道を分離する方法が取られている。通常の人々は食べ物と飲み物を口から取り、空気を鼻と口から吸い込むが、喉頭全摘術を受けた患者は食べ物と飲み物を口から取るが、空気を図1の●で示す頸部の気管開口部と呼ばれる孔から吸い込むことになる。

気道と食道の分離で空気の入りは鼻と喉を通さないため、喉頭全摘術を受けた人は発音と鼻機能が失われる。現在、新に音声を生み出す方法として、気管／食道の発声法があり、気道と食道との間にヴォイズプロテゼ（機械の用語では単方向弁またはチェック弁）と呼ばれる発音部品を取付けば発音ができるようになる。一方、鼻の呼吸機能の喪失のため、嗅覚障害が生じ、匂いを感じるができなくなり、この悩みは喉頭全摘出患者の愁訴の第1位である。

1.2 嗅覚回復訓練のメカニズム

嗅覚機能を回復するためには、空気を鼻から入れればよい。現在考えられる嗅覚回復方法を図1に示す。まず、空気の入り口を塞いで（図1の1）から、下顎および舌を下げ口腔内の容積を広げ（図1の2）、空気を鼻腔を経由して口腔に入れる（図1の3）鼻呼吸状態をつくりだし、これにより匂いをかぐことが可能になる。

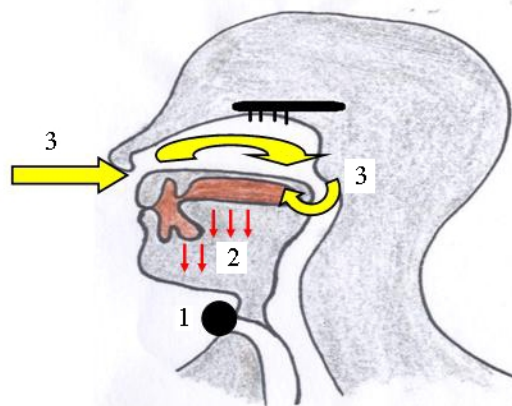


図1 嗅覚回復訓練のメカニズム

2. 課題について

2.1 嗅覚回復訓練器

図1に示す鼻呼吸能力の訓練のため、顎の動きに伴い空気が確実に鼻から入っていることを示す装置が必要である。その装置の設計・製作は課題である。鼻に当てるガラス製のアダプタとアダプタから装置につながるチューブを図2に示す。

2.2 嗅覚回復訓練器に期待する機能

嗅覚回復訓練器として以下の機能が期待される。

①鼻から空気が入っていることを示すインジケーター機能

②鼻から入る空気の量がわかる計測機能

③匂いを感じる細胞を有効に刺激するため空気をゆっくり吸う吸引速度制御機能

なお、上記の全ての機能を有することは困難な場合、最低でも機能①が必要である。機能②は努力目標で、機能③は理想的な目標である。したがって、機能①②③の順で最上級機種を目指すことが望ましい。

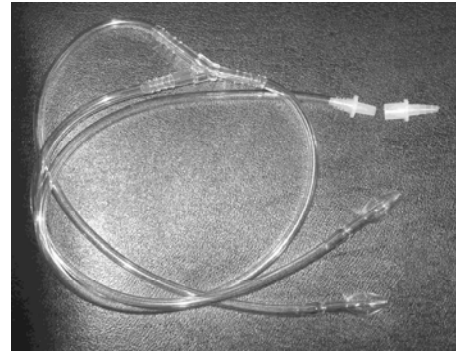


図2 嗅覚訓練器から鼻との間に用いる機材

3. 製品に対する要求

- 1) 安全性：利用時の怪我や使用部材による人体への悪影響がないこと。
- 2) 使いやすさ：操作は簡単であること。
- 3) 小型・軽量性：持ち運びやすいこと。
- 4) 耐久性：訓練期間を考慮して、最低2～3年間故障しないこと。
- 5) 低価額：市販価額は1万円以内にするため、製作コストは5千円以内に抑えること。

4. 使用材料・部品・製作用設備・設計用参考資料

4.1 材料

加工しやすさと軽さを考慮して、使用材料はプラスチック、アクリル、アルミ、真鍮など。

4.2 部品

必要な部品（製図室にあるカタログ参照）を購入することができる。ただし、機能①を有する部品の使用は不可。また、部品購入予算は製作コスト以内に抑えることが必要である。

4.3 製作用設備

ものづくりセンターにあるボール盤、旋盤、フライス盤、ノコギリ盤などを利用することができる。ただし、旋盤やフライス盤などの工作機械の使用はものづくりセンターの職員の指導の下で行わなければならない。

4.4 設計用参考資料

設計・製作に必要な情報や知識は以下の書物や方法で入手できる。

- 1) 教科書（機械設計工学、機械製図）
- 2) 参考書（機構学や機械設計便覧等）
- 3) インターネット

5. 実施方法と計画

（作業グループ）

- ・グループによる協同設計・製作
- ・1グループは5～6人で構成する。グループリーダーは互選によって決める。

（実施計画）

第1回：内容説明・グループ分け、設計案検討

第2～4回：設計案検討・決定、製品製作用材料・部品の請求

第5～7回：製図

第8～11回：製品の製作

第12～13回：評価（作成した図面に対する教員の評価と変更のアドバイス）

第14回：設計製作案の修正，レポートの作成，発表準備

第15回：発表会（最終試験），レポート，図面と製品の提出

6. 最終提出要件

- ①組立図と部品図，ただし，図面が多い場合教員の指定にしたがう．
- ②設計製作レポート（機構の説明，主な寸法の算出過程，加工方法，加工工程，製品についての自己評価，設計製作中の役割分担，感想・反省点等）
- ③完成した製品

7. 成績評価基準

- ・設計製作案評価：設計案の合理性，製作の便宜性（10点）
- ・製品の機能評価：製品の機能と性能，製品の安定性（20点）
- ・製作コスト評価：製品製作にかかる費用と時間（10点）
- ・レポート評価：レポートの構成と記述状況（15点）
- ・図面評価：製図方法の正確性，図面の質（20点）
- ・実施状況評価：出席状況，取組状況，質問や検討姿勢（10点）
- ・発表会：発表の方法，説明の分かりやすさ，アピール手法（15点）

担当教員（随時質問可）

デン（C426），海津（C407），木之下（C403）

実施結果報告書（H18 年度デザイン教育）

今年度はこれまでと異なり、医療現場の実際の課題をテーマにして、実用可能な製品の開発を試みた。アンケート結果により“課題は難しい”と答えた人はこれまでより多かった。しかし、チームワークの力で各グループとも最終的には完成品を作成できたことを高く評価する。様々な原因によって期待通りの性能を十分に発揮できなかったと言えないが、その原因を分析して、次の対策を考えることがより大切であると思う。

実施の状況や各グループの製品に対するコメントを以下の表に記入した。

実施風景

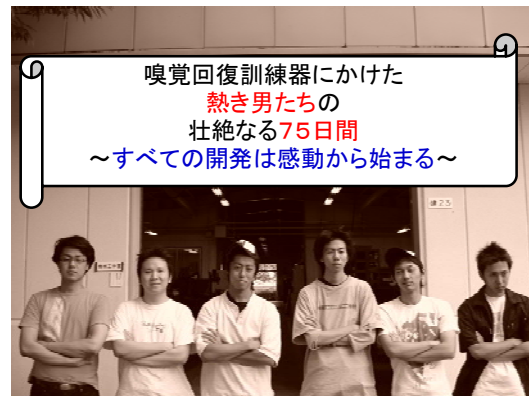


初めての独自の設計製作に全員が積極に取り組み、製作には慣れない手つきですが、皆真剣に楽しく作業を進めています。加工の手法、 possible の難しさを知らないといふ技術者になれません。今回の取り組みは将来の技術者の皆さんにとって貴重な経験ができたと思います。





もの作りセンターの技術職員の熱心な指導と優れた加工技術のバックアップがあつてこそ、製品を設計通りに完成することができました。決まった内容の加工実習と異なり、各グループの設計より多種多様な加工方法が必要であり、大変勉強になったと思います。



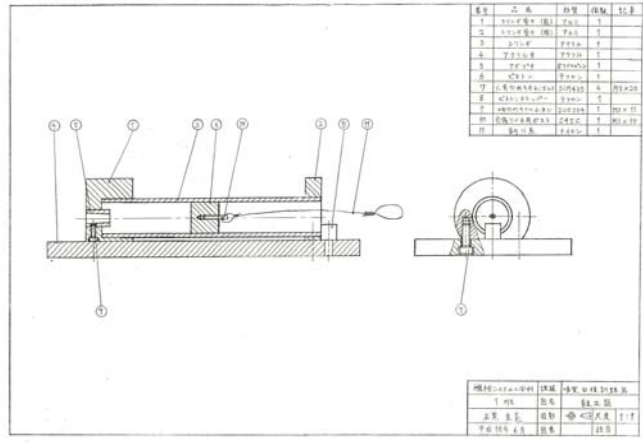
嗅覚回復訓練器にかけた
熱き男たちの
壮絶なる75日間
～すべての開発は感動から始まる～

最終の機能・性能確認、目の前に自分たち設計案は実現され、達成感（感動もあり）が得られましたか。設計通りに機能したときの喜びとなかなかうまくいかないときの落胆、両方もあるかと思います。各モデルにはその設計の考え方から製作までの長所と短所があり、成功のノウハウと失敗の原因について再考していただきたいと思います。“失敗は成功の母”と言われているが、失敗の原因を分析し、問題解案を考えなければ“失敗の次も失敗である”となります。また、成功した経験を良く整理して、ノウハウとして整理しておかなければ、“成功の次は失敗となる”場合もあります。

各製品の評価

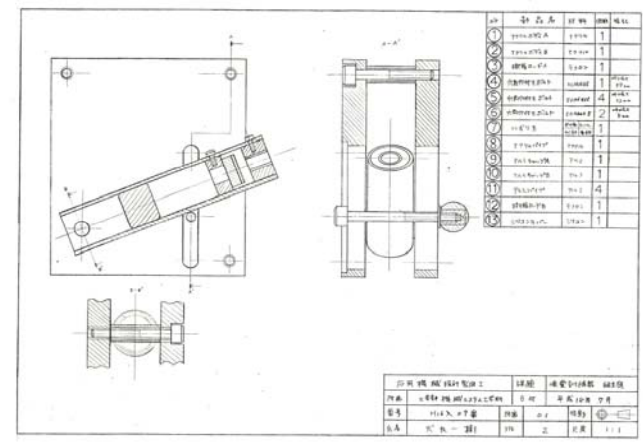
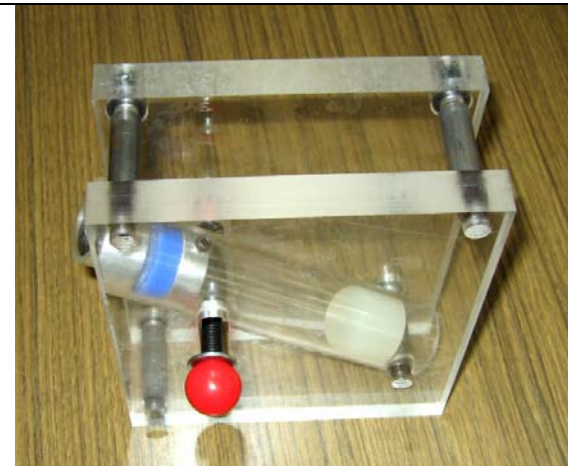
各モデルに対する教員のコメントを以下にまとめた。ご参考まで。

第1グループ



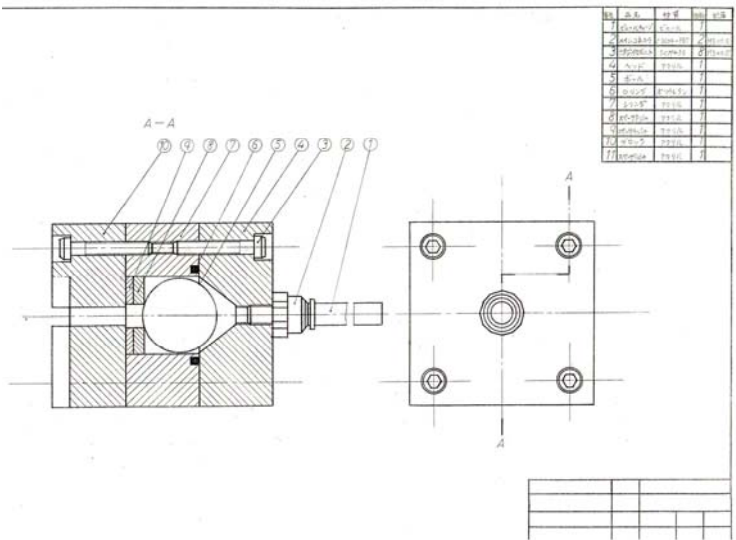
熱き男たちの壮絶な75日で満足なモデルの作成ができたようだ。シンプルで使いやすい。加工の手順の間違いがあって、効率的加工はできなかった。①と②の部品は一体にして加工すべきである。積極的な取り組みで、デザインの楽しさが伝わってきた。

第2グループ



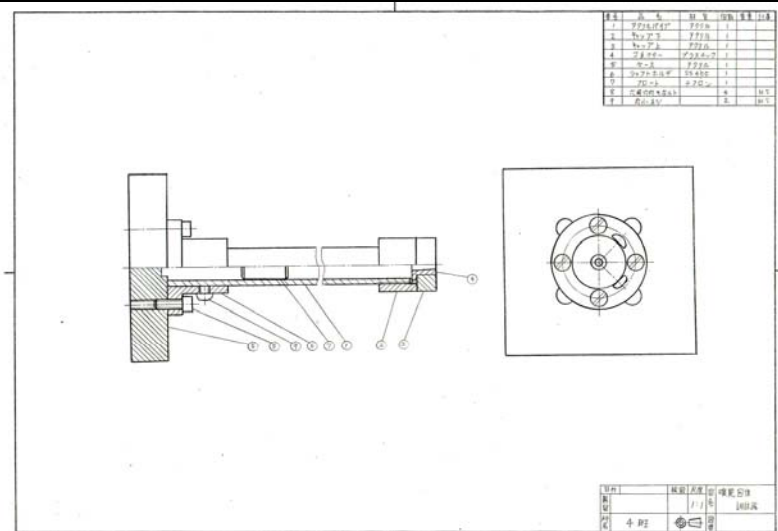
吸引速度を制御して高性能な訓練器の設計意欲は評価できる。パイプの固定はもう少し簡単にできないか。吸引速度を制限するバルブのコマ（部品番号を記入していないのでコメントしづらい）の位置は実際とは異なっているはず。

第3グループ



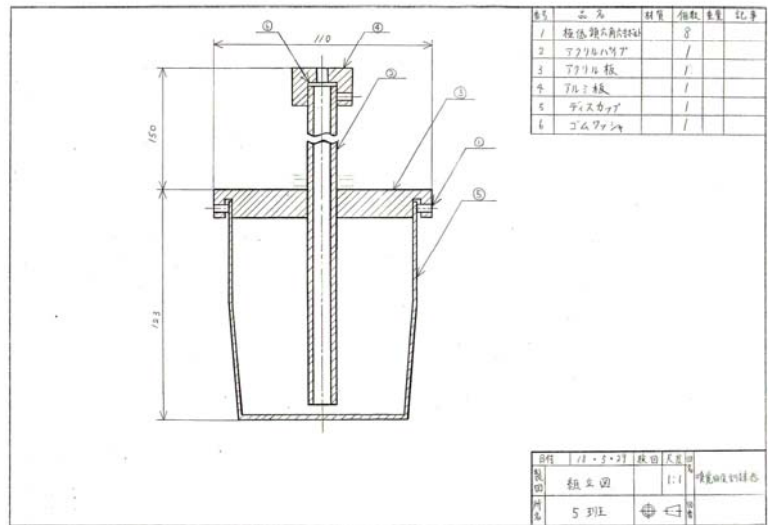
ベストデザインに選ばれておめでとう。コンパクトで見栄えもよい。バルブ用の球の真円度は性能に大きく影響与えた。軽くて真球形の部品が手に入らない場合の対策を考えてほしかった。部品①と②の必要性が見あたらない。それを削除するようにコメントしたが採択されなかった。その理由を発表時に述べてほしかったが、それはなかった。エンジニアとしてプライドよりもっと客観的に物事を考えるべき。組立図の正面図は使用時の品物の状態を考慮した方向で描くべき。

第4グループ



シンプルなデザインで使いやすそう。ただし、吸引が停止すると部品⑦はすぐ落ちるので、吸引の空気量が読みづらい。使用中に医者が診ればよいとの考え？
ねじ⑨の締め具合が難しい、締めすぎると部品⑩が浮いてこない。パイプ①の固定方法を変更すべき。組立図の正面図は使用時の品物の状態を考慮した方向で描くべき。

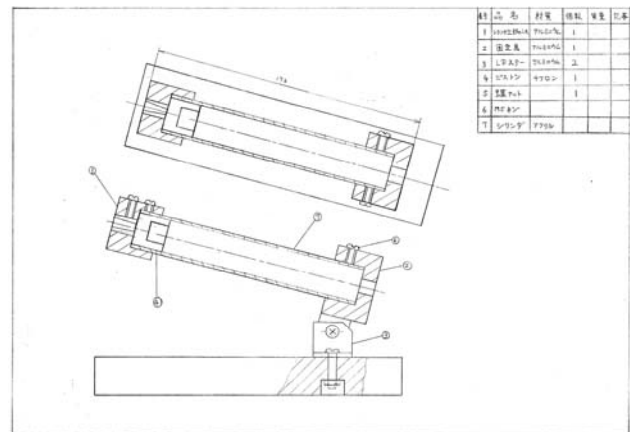
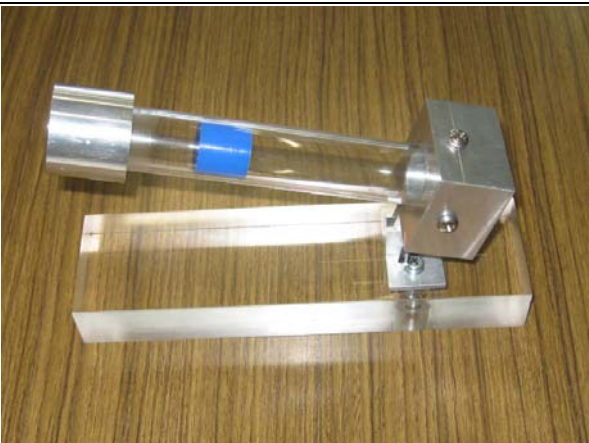
第5グループ



最初に考えた歯車や羽車を用いる案は実現の可能性はなかった。設計はシンプルな案から考えるべき。
“Simple is best”との考えがエンジニアにとって重要と思う。液体を利用することで吸引の抵抗は吸引の量とともに変化する特徴が予想外であった。さらに、比重の高い流体を使えば、吸引力の訓練ができると思われる。

パイプ中の液面の動きは速いので吸引の空気の量が読みづらい。

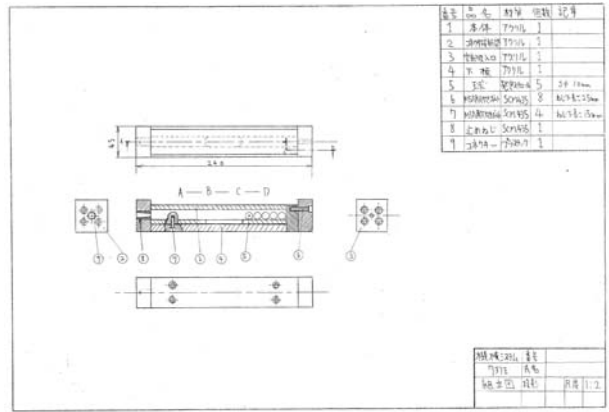
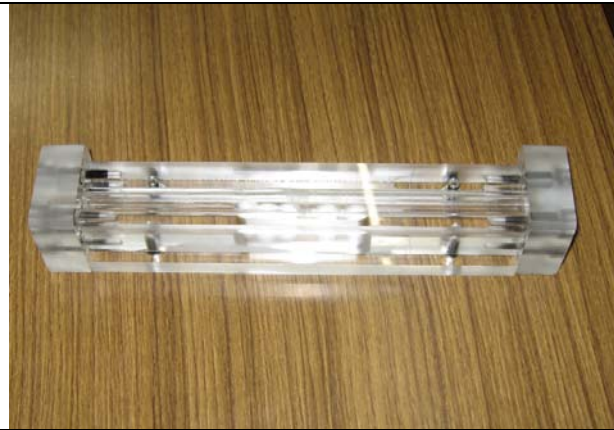
第6グループ



形のよい設計と思う。ただし、部品②、③と⑦の固定方法や、加工しやすさを考慮して部品②の形状について再考していただきたい。

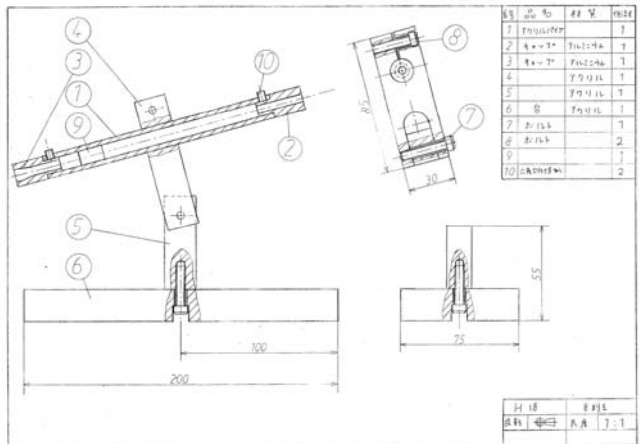
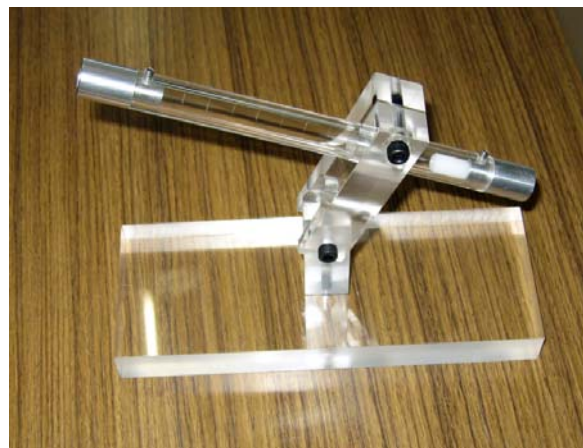
部品③を固定するナットが締められないトラブルがあったね、よい体験と思う。

第7グループ



他製品との差別化（独自性）を図り、おもしろい製品の製作を目指す努力は評価できるが、機能性を犠牲にするような挑戦はすべきでない。ボール⑤が落とし穴に落ちる数で空気の量を量る方法では誤差は極めて大きいし、勢いよく吸うとボールは落とし穴を超えてしまうこともあり、結局、吸っているか否かを確認できるだけの製品になってしまった。製品開発の考え方、デザインの目的などの基本を再考してほしい。

第8グループ



他のグループからの評価が高いよう。しかし、全体的にチャッチイ気がする。各 부품の固定方法は適切と思われる。

部品①の内径が小さいと思われる。量れる空気の量は少なすぎる。

授業改善について

本取組は、学生の課題探求能力、問題解決能力およびもの作りに対する意欲の育成のため、設計から製作と製品の性能評価まで一貫して行うデザイン課題として実施したものである。ものづくりの面白さ、難しさ及び多くの困難を乗り越えての製品完成時の感動を学生に経験させることができ、ものづくりへの興味を深め、また、これまで学習した知識の関連性を認識して、その活用方法を体得させることによってものづくり技術に対する学習意欲の向上に教育的効果があった。

授業アンケートから本取組の必要性および実施方法に関しては概ね好評である。しかし、いくつかの問題点が指摘された。これらの問題に対する回答と説明および今後の改善策について担当教員による反省会を開いた、その結果を以下に述べる。

1) 設計や製図の要求に関して教員毎に異なっている

まず、問題解決手法や設計案などについては個人によって考え方が異なっていることや、学生の設計製作能力や設計製作の作業量に対する見積もりも教員によって違っていることをご理解いただきたい。ただし、製図の要求や性能の要求などについては事前に教員間の意志の統一が必要である。今後、実施前に担当教員による打合せ会を開いて、設計案の予想、製図と製作の要求についてできるだけ決めておくことにした。

2) 材料の発注や実施予定に混乱が生じたことがあった。

今後は書面による通知と確認が必要である。特に在庫品のチェックが必要である。

3) 加工時の混雑

今年度はフライス盤2台、ノコギリ盤1台を新規導入し、加工時の混雑は以前より改善されたと思われるが、技術職員の不足によって設備のフル稼働ができずに機械が空くのを待っている状態となっている。今後、実施のサポート体制の改善や職員のスキルアップを要求する予定である。

4) 製図室の環境が悪い(暑い)

今年度の後期に空調設備の導入が予定されており、この問題は解決される見通しである。