

目次

第 1 章 序 論	3
1.1 研究背景	3
1.2 研究目的	4
1.3 環境整備の重要性	4
1.4 本論文の構成	5
第 2 章 現状分析	7
2.1 研究室内で行われる主な作業	7
2.2 現状の問題点	8
第 3 章 環境改善	9
3.1 改善方針	9
3.2 具体的な改善案	10
3.3 予想される効果	11
3.4 工具管理アイテム	12
3.5 材料管理棚	12
3.6 掃除と模様替え	14
3.7 改善後の新しいルール	16
第 4 章 比較実験	26
4.1 実験目的	26
4.2 実験方法	26
4.3 実験結果	27

4.4 実験及び全体を通しての考察	28
第5章 今後の課題	30
参考文献	32
謝辞	33
付録	34

第1章

序論

1.1 研究背景

本研究室では、2017年NHK高専ロボコンの優勝を目的として活動していたが、大会では初戦敗退に終わり目的を果たすことはできなかった。大会後、我々は次期ロボコン研究室生が次のロボコンで好成績を残せるように何かできることはできないかと考えた。そこで、大会後の反省会によって現在の本研究室の欠点や改善すべき点を見直し、それらを改善することで翌年の研究をスムーズに行うことができるようすることを考えた。

反省会のなかで、我々はロボット製作の遅延こそが敗北の最大の理由と結論付けた。敗北の直接の原因となったロボットの動作不良は、ロボットの製作完了がもっと早ければ、大会前に発見及び解決できていたのではないかという考えだ。そこで我々は、次期ロボコン研究室生が来年の大会で好成績を残せるようにするための一助として、現ロボコン研究室生でそれぞれ役割を分担し、ロボットの開発環境を整えることで、ロボコンに向けたロボットの早期完成を促すこととした研究を開始した。

1.2 研究目的

次期ロボコン研究室生が大会で好成績を残すための一助として、各メンバーがそれぞれのテーマを決定する中、私はロボコン研究室内の環境整備が必要だと考えた。現状の研究室は、不便を感じることが少なからずあり、それが作業の大きな妨げとなっていたと思ったからだ。

4月から10月のたった半年ほどの期間でロボットを製作しなくてはならない高専ロボコンでは、作業がスムーズに行われなければ、それだけ時間がかかる。そうなればスケジュールの遅れや作業者への負担は増大する。短い期間で多くのことをなさなければならない高専ロボコンという大会では、作業効率の低下は死活問題である。事実、先に述べたように、大会後の反省会では、ロボット製作の遅れこそが最大の原因であり、製作完了がもっと早ければ、ロボットの不具合を事前に発見・解決できていたかも知れないという結論に至った。

より良い研究室の形成による作業効率の向上によって次期ロボコン研究室生が次のロボコンで好成績を残すための具体的なアイデア、及び実施した内容を本論文で述べる。

1.3 環境整備の重要性

時折軽視されがちになる環境整備は、大企業ほど重要視しているものだ。事実、TOYOTA やイエローハットなど、多くの有名企業がこれを重視し、またその姿勢によって成功してきた。

山田製作所 [2] を例に挙げる。

山田製作所は、大阪で医薬品を作る装置のタンクなどの製缶や板金加工を行う中小企業だが、年間で約 200 社、これまでで延べ 3100 社に達する企業や外国の視察団が訪れている。山田製作所は、1998 年の売り上げ 95 パーセント減の大赤字から立て直すため、「工場が最高のセールスマン」として、徹底した「3S」活動（整理・整顿・清掃のイニシャルをとって 3S）

を行ってきた。活動によって「安全・快適・効率的な職場」を作りだし、徹底的に清掃され、整理・整頓の行き届いた工場やその工場によって生まれる社員の無駄のない動きから、同社を見学すれば仕事を頼みたくなるとまで言われる。

このように、環境を整備・改善することで大きな成功を成し遂げた会社は数知れない。良い作業環境が形成されれば、作業効率の向上につながる。そこから運営コストの削減や他社からの信頼につながる。



図 1.1 山田製作所工場風景

1.4 本論文の構成

本論文では、上述した研究目的をもとに行なった活動を順を追って説明していく。

まず、研究室内の環境を改善するため事前調査を第2章にて行い、その後、調査を基にした具体的な環境改善活動について説明していく。環境改善後、改善前と改善後で、どれほどの効果があったのか、比較するための実験を行ったので、これを説明する。最後に、今後の課題を述べ、謝辞・付録を添付し、本論文を終了とする。

第2章

現状分析

研究室内の環境を観察することで、現状の研究室において、どういった要素が作業効率低下の原因となっているかを考える。また、作業効率の向上が期待できる企業および個人の工夫をインターネット及び参考文献によって調査し、より良い作業環境を構築するための手がかりとした。

2.1 研究室内で行われる主な作業

以下に、我々がこの一年で研究室内にて行った、または研究室内の設備で行うことのできる作業を示す。

- 打ち合わせや会議等話し合い
- 貸与パソコンを用いたCAD等による設計作業
- ボール盤またはハンドドリルによる穴あけ加工
- 電気系作業全般
- 木工系軽作業
- 治具の作成(今年度は風船膨らまし機等を作成した)
- ロボット部品及び本体の組立、修正、修理
- ロボットの機構の実験
- その他、簡単な実験(今年度はどうすれば効率的に風船を割れるかなどの実験を行った)

2.2 現状の問題点

研究室内の現状について、作業効率を下げていると思われる問題点を以下に示す。

- 目的の材料を探し出すまでに時間がかかる
- 目的のドリルを取り出すために、いちいち直径を測る必要がある
- 目的のボルト、ナットを取り出すためにケースを棚から取り出す必要があり、時間がかかる。さらに、誰かがケースごと持つて行った場合どこにあるのかわからなくなる
- 工具の定位置が無い、もしくは守られていないため、探す必要があるなど余計な時間がかかる
- 作業に必要な物(前年のロボットや使わない備品)が多い
- 頻繁に使用するものが、滅多に使用しないものと同じ位置にあり、収納スペースを圧迫している。

研究室内を客観的に調査することで多くの欠点を見つけることができた。ドリルや工具の取り出し、本来は研究に必要のない物があるなど、改善前調査にて見た様々な工場やガレージから、いかに我々の使っていた研究室が不便であるかがわかった。中でも、材料や工具の取り出し及び片付けのしにくさは、作業の大きな妨げとなっており、作業効率を著しく下げている。しかし、これを解消すれば、作業効率は飛躍的に向上すると考えられる。

また、上記の問題点を解消しても一時しのぎになってしまっては意味がないため、改善した状況を常に保てるような工夫、およびルールを設ける必要があるだろう。

第3章

環境改善

3.1 改善方針

現環境を改善するために、参考文献およびインターネット上で作業効率向上の手がかりを調査した。調査によって発見した、研究室内の現状に則した調査結果の中から、いくつかの例を以下に示す。

- 頻繁に使用する工具は、常にすぐに取り出し使える状態を保つと良い
- 材料や部品等は、管理しやすく一見してどこに何があるのかすぐわかると良い
- 物の配置は作業者の動く範囲が小さくて済むようにするのが効率的
- 取り出しと片付けは早く簡単にできるようにすると良い
- 環境を改善した後、その状態を保てなくては意味がない

インターネットで発見した、現状の研究室にも応用できそうな例を挙げる。

次の図3.1は、板材の大きさが分けられていたり、立てかける枚数が多くすぎないため取り出しやすいなど、材料の取り出しにくさを解消する大きな手掛かりになると思われる。

図3.2では、工具が壁に掛けてあることで、一見してどこに何があるのかがわかりやすく、探す手間がほとんどない。また、現状の研究室とは違い、ケースを取り出して開閉する必要もないので、非常に効率的な工具



図 3.1 参考例 1

の管 理 方 法 だ と い え る。

3.2 具体的な改善案

上 述 し た 改 善 方 針 か ら, 次 の 手 順 に て 研 究 室 内 の 環 境 改 善 を 目 指 す。

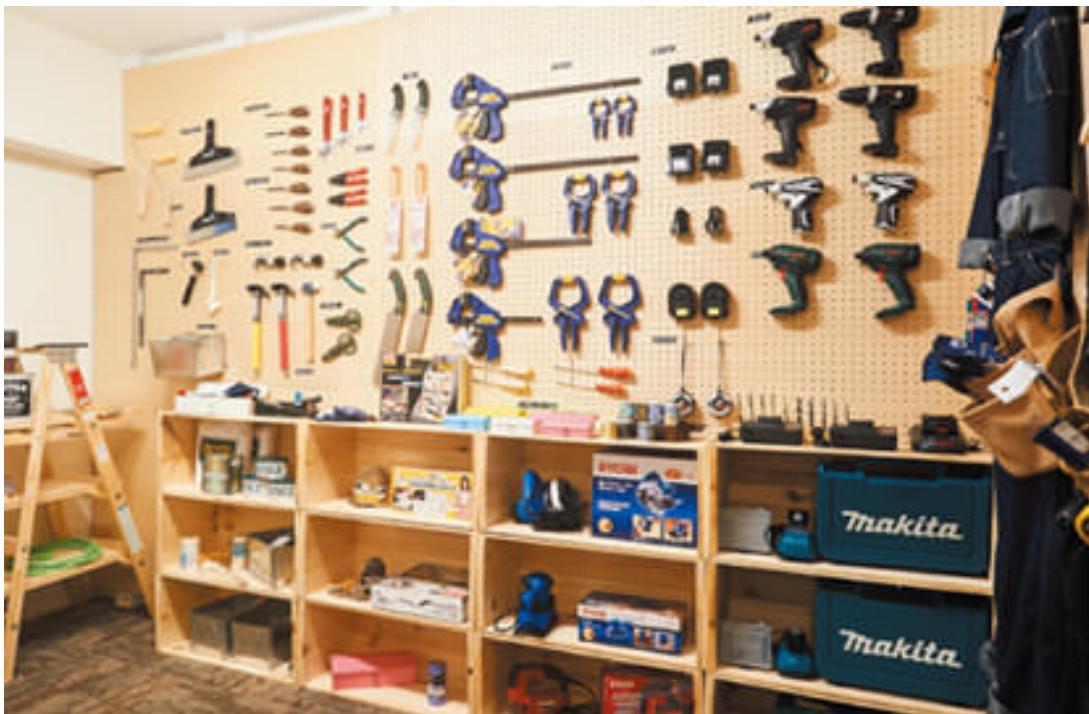


図 3.2 参考例 2

- 1) 研究に必要なない物、すぐに使い道の浮かばない物、また廃材や古いロボットなどを解体・廃棄しスペースを作る。
- 2) 新しく、現状より効率よく材料や工具を管理を収納・管理するための棚などを作成する。
- 3) 空いたスペースを利用し、物の配置換えを行う。
- 4) 材料、工具を新しい棚に移して古い棚を廃棄し、新しい棚を配置する。
- 5) 改善した環境を維持するためのルールを設定する。

3.3 予想される効果

研究室の現状は悪辣なものであり、少しの改善でも劇的に改善されると思われる。以下に予想する改善される内容を示す。

- 環境が整理されることでスペースができる
- 新しく作成した棚によって、工具や材料が取り出しやすくなるため、作業前の準備を早く行えるようになる

- 工具の管理場所を移すことで、新しく棚にできるスペースに、作成中のロボットの部品などを置けるようになる
- 電気系作業専用スペースを作ることで電気系の作業の前日の続きをスムーズに行える

3.4 工具管理アイテム

今までの工具の方法は、図3.3や図3.4、図3.5のように工具をケースに入れて棚に収納するという方法だった。しかし、そうすると、どこに何の工具があるのか一目ではわからない上に、時にはケースを棚から下ろす必要があり、無駄な工程が多い。そのため、作業の前後で余計な時間をとり、作業効率を著しく低下させている。

今回作成した図3.6「ツールデスク」は、工具を垂直に設置した有孔ボードに着けたフックに、図3.7のようにかけて置くことで、取り出し、片付けを容易にするだけでなく、一見してどこに何の工具があるのかすぐにわかるため、探す手間も省くことができるうえに、工具をかける有孔ボードにあらかじめ掛けるべき工具のシルエットを描くことで、工具を間違った位置に掛けることを防ぎ、常に定位置を保つことができる。さらに、このツールデスクは、図3.9を見るとわかるように、足元にキャスターが付いているため、容易に移動させることが可能である。そうすることで、作業スペースから別の場所に移して使用することも可能となる。また、図3.10のように、下の収納スペースには脚立や台車を収納することもできる。

3.5 材料管理棚

材料は下の図3.11のような管理方法になっているが、これでは板材を取り出しにくく、また、見通しが悪いため、図3.12のように横から見た状態では、今見えている材料がどれくらいの長さなのかがわからぬため、目的の材料を取り出せるまで、なども材料を取り出しては戻すを繰り返す必



図 3.3 従来の工具の収納状態

要があるうえに、そもそも目的の材料が有るのか無いのかもわからない。

現状の材料管理方法は、作業効率を著しく低下させるだけでなく、研究室内の整理整頓への弊害とすらいえる。

そこで、図 3.13 のような新しい材料収納棚を作成した。

周辺にあったロボットや机を移動し、机を二つ重ねただけだった従来の収納棚を廃棄し、新しい材料管理棚に全ての材料を移し替えた。

図を見るとわかるように、新しい棚は、従来の棚に比べて見通しが良く、どの材料がどれくらいの長さなのか、目視である程度あたりを付けることが出来る。また、板材を定尺と一度手を付けた半端な材料にわけ



図 3.4 従来の工具の収納状態 2

て立てかけることで、まだ使える半端な材料があるにもかかわらず、定尺の板を加工してしまうのを防止できる。

3.6 掃除と模様替え

大前提として、作業効率の良い環境とは、整理整頓の整った綺麗な部屋である。まず、研究室の大規模な掃除を行い、研究に不要な物や古いロボットを分解・廃棄、もしくは別の場所へ移動させた。不要かどうか判断がつかなくても、すぐに使い道の浮かばないものや大きくてスペースをとるものは廃棄し、収納スペースを確保する。その後、研究室内の模様替えを行う。

模様替え前の研究室の状態を図 3.15、模様替え後の状態を図 3.16 に示す。

模様替えでは、以下の意図で行った。

- ツールワゴンのようなあまり使わない物を作業スペースから離れ



図 3.5 従来の工具の収納状態 3

た位置（図で見たところの左下）に置くことでスペースを確保

- 今までなかった電気系専用作業スペースを作る。これにより、電気工具を机の上に放置することができるさらに、放置しておくことで前日状態から作業を開始できるため、作業再開をスムーズに行える
- 機械系作業スペースに工具デスク（次項にて記載）を置くことで、作業をスムーズに行えるようにする
- 材料置き場周辺を整理し、今まで材料を収納していた棚から新しく作成した棚に移し替えることで材料の管理状況が改善される
- 改善前までは工具を管理していた棚が、ツールデスクに工具が移ることでスペースが空くため、そこに製作途中のロボットの部品を置くことができる
- プリンタとスキャナの机を近づけることでプリント関連の作業を効率化



図 3.6 ツールデスク

3.7 改善後の新しいルール

環境整備を行うことで、作業効率の向上を図ったが、それが一時的なものになってしまっては意味がない。そこで、改善した環境を維持するためのルールを設定することにした。

いかに改善された環境を維持するためのルールを示す

- 使用の目途が立たないものは捨てる
- 物を見えないところに置かない
- 今あるものから使う
- 材料や部品など、必要以上に発注しない
- 工具や物の定位置を勝手に変えない



図 3.7 工具掛け方



図 3.8 工具のかけ方（横視点）



図 3.9 キャスター



図 3.10 下段の収納スペース



図 3.11 材料の収納



図 3.12 材料の収納（横）



図 3.13 材料管理棚



図 3.14 材料管理棚（横）

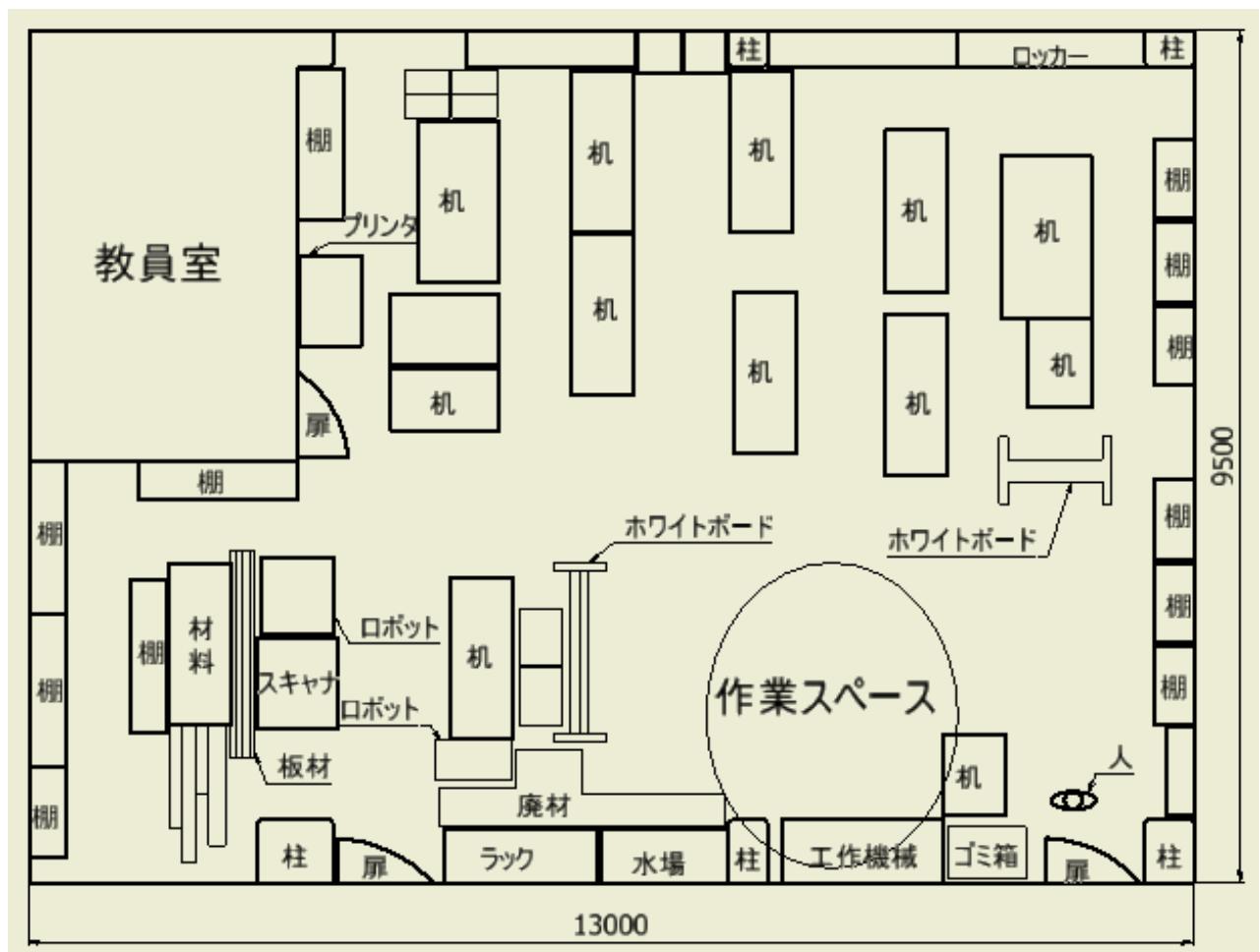


図 3.15 模様替え前の見取り図

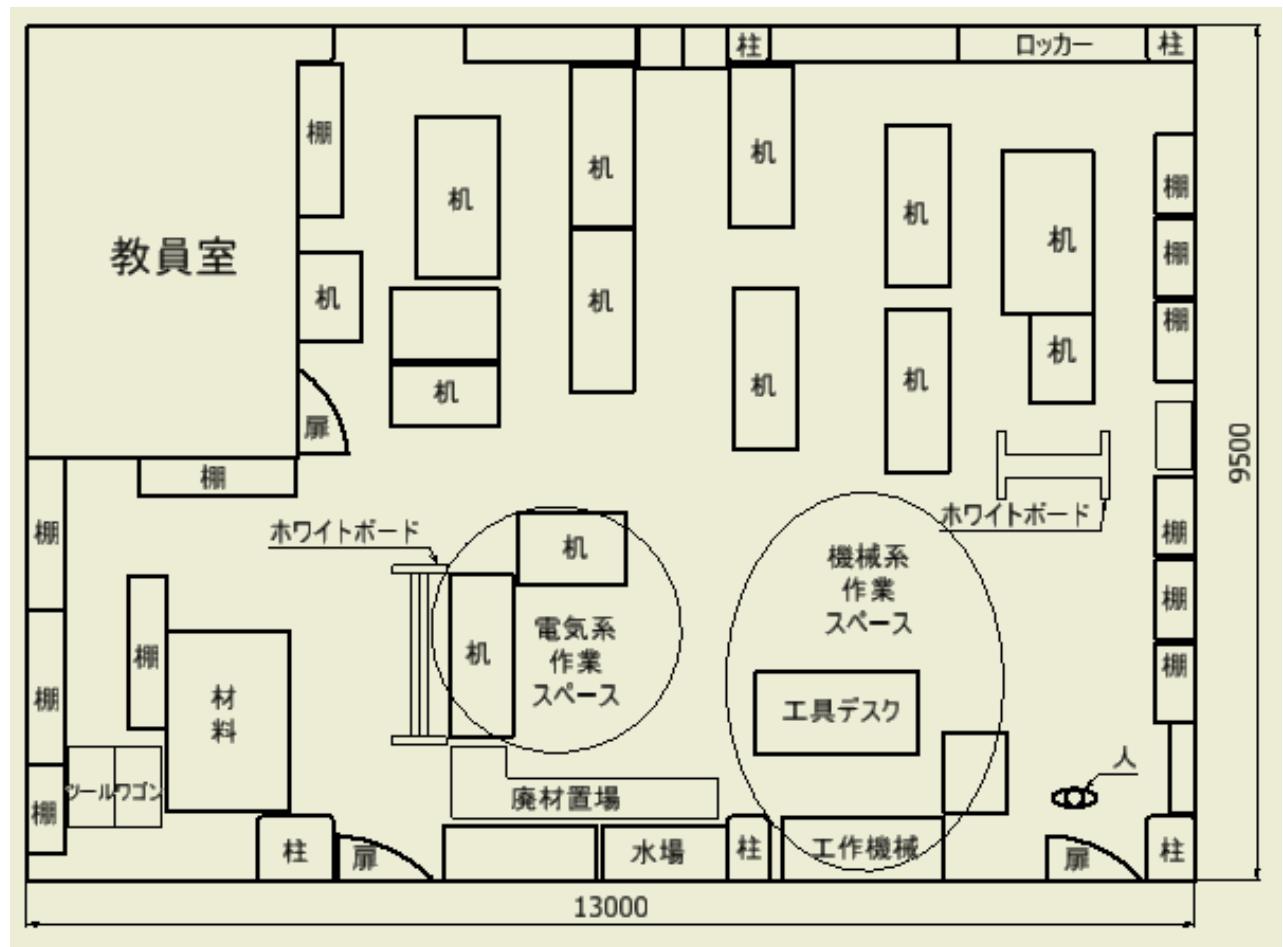


図 3.16 模様替え後の見取り図

第4章

比較実験

4.1 実験目的

本研究では、作業効率向上のため、新しいアイテムの作成と模様替えを行ったこの実験は、その効果を確かめることを目的としている。

4.2 実験方法

本研究によってできた変更点から、環境改善前後の変化を比較することで効果を検証する。

4.2.1 模様替え前後の変更点

本研究による研究室内の環境の主な変更点は以下のとおりである。

- 工具管理方法の変更
- 材料収納方法の変更
- ツールデスクによって元々工具を管理していた棚の空いたスペースに作成途中のロボットの部品を置けるようになった
- 電気系作業専用スペースができた

電気系作業専用スペースは、電気系の実作業が無い今、比較するのは難しいと考え除外する。よって、以上の項目から、「工具の取り出し」「材料の取り出し」「部品の取り出し」について環境整備前後の変化を比較する。

4.2.2 実験内容

上述した三つの変更点の効果を検証するため、シミュレーションを行う。シミュレーションでは、図4.1および図4.2に示すような道のりで、まず開始地点から作業スペースに入り、そこから実際に工具・材料・部品の取り出しを行い、それぞれの過程にかかった時間を計る。

図4.1の工具の矢印が無いのは、すでに作業スペース内にツールデスクが設置されているため、移動の必要がないためである。

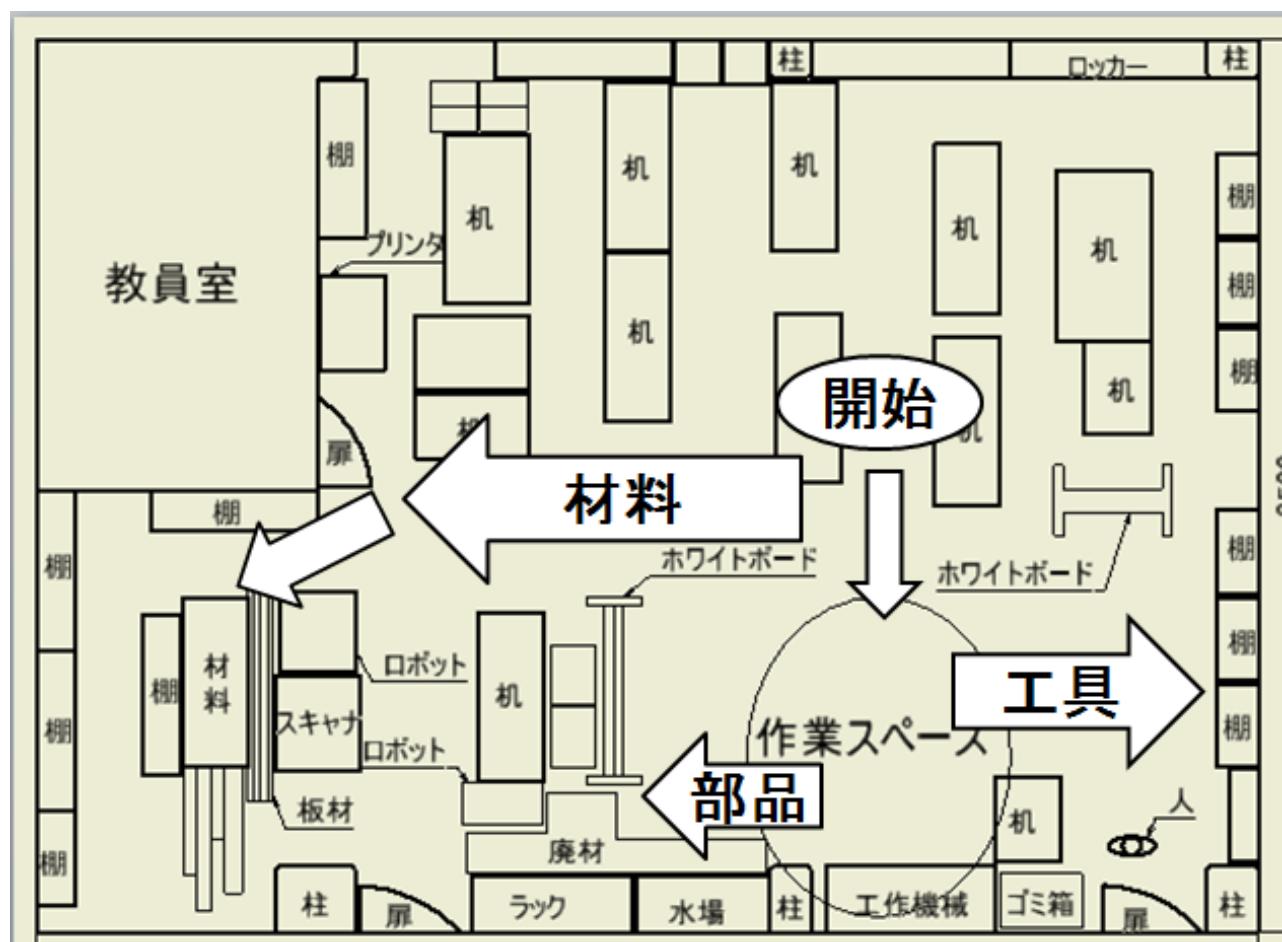


図4.1 改善前

4.3 実験結果

五回行ったシミュレーションの結果から得た、工具・材料・部品の取り出しにかかった時間を平均し、それらのデータからから作成した表を以

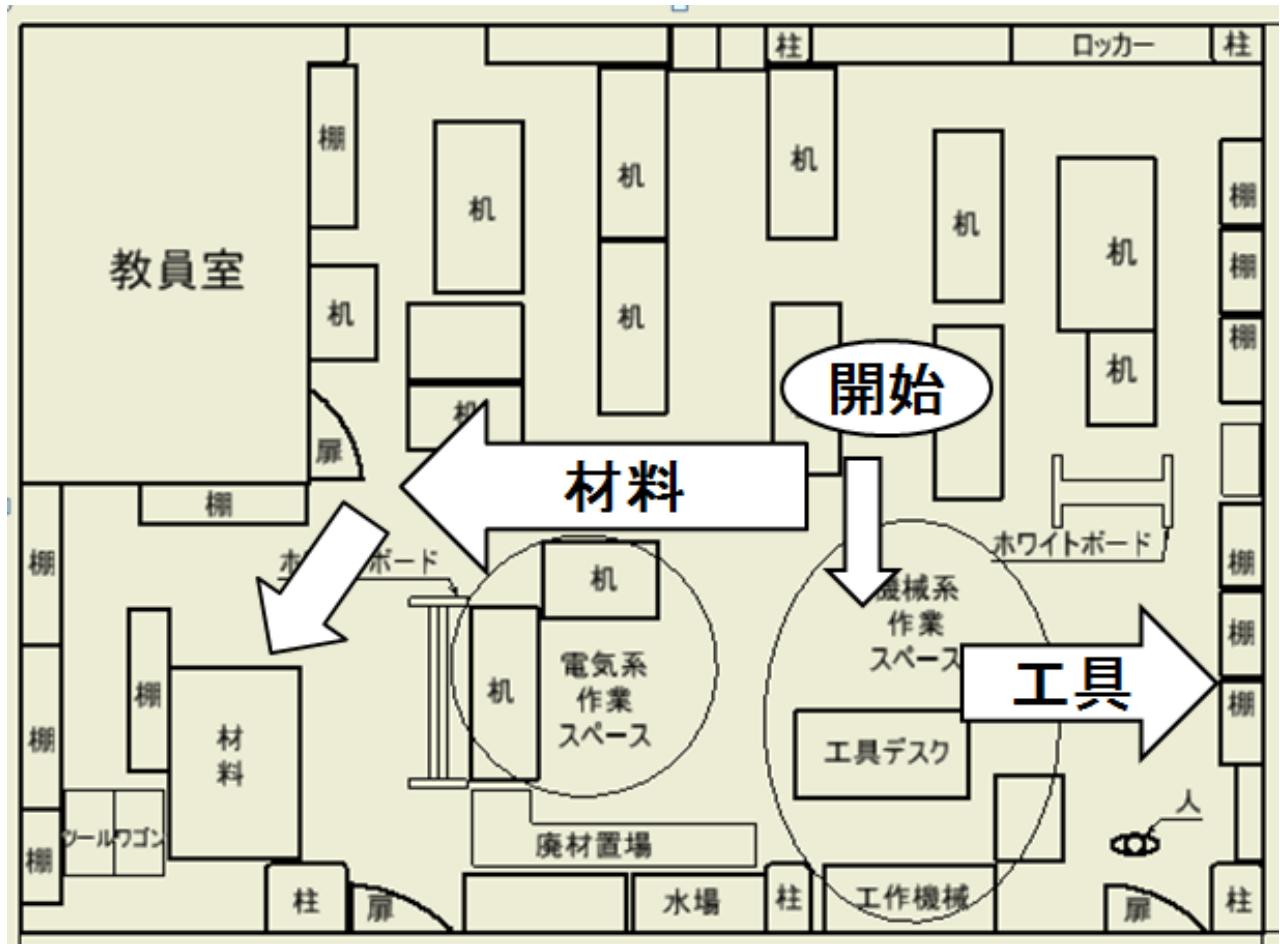


図 4.2 改善後

	材料	部品	工具
改善前	80	40	120
改善後	50	30	15

下に示す。また、表から作成したグラフを図4.3に示す。

実験では、グラフ、表を見るとわかるように、環境改善後の各工程の所要時間が、改善前に比べて、大きく減少していることがわかる。

4.4 実験及び全体を通しての考察

実験結果から、工具の取り出しにかかる時間の減少が、特に顕著に表れていることがわかる。これは、工具の管理方法の変更が大きいといえる。また、新しい管理方法であるツールデスクを作業スペース内に設置し

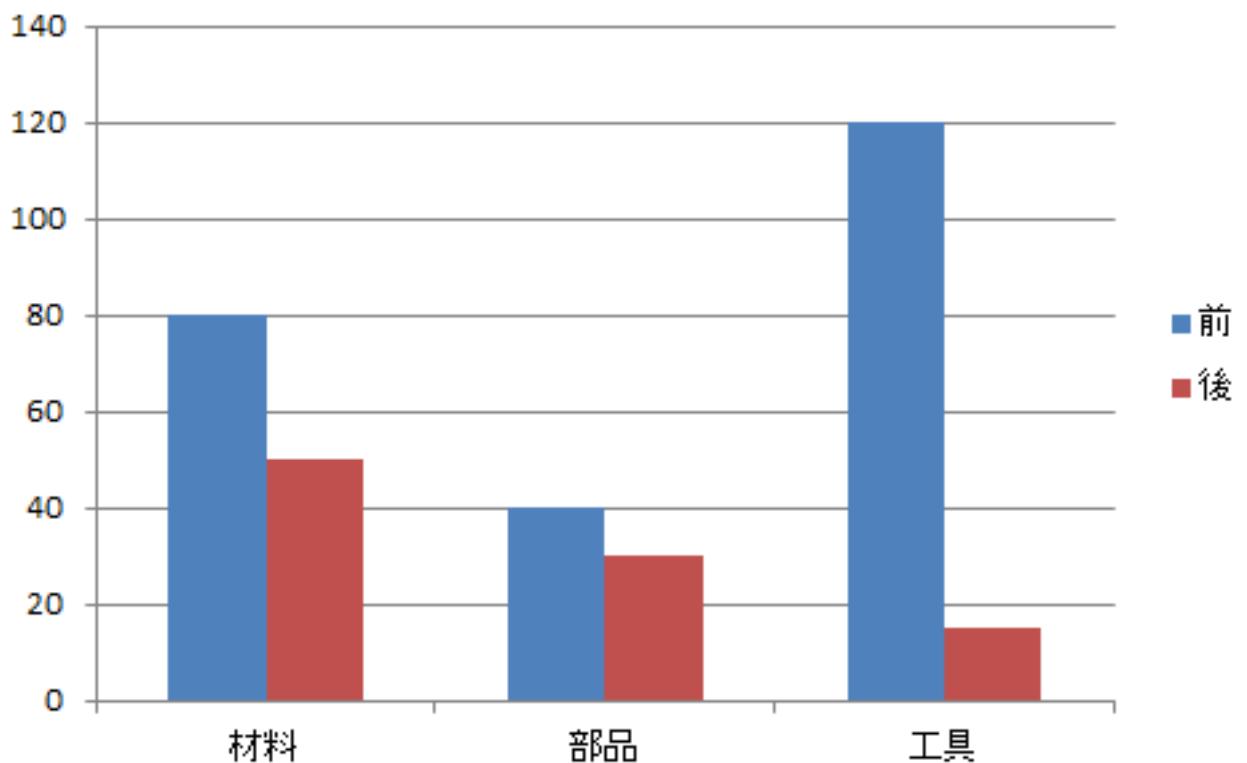


図 4.3 改善後

たことも無関係ではないといえるだろう。これは、従来の工具の管理办法がそれだけ非効率的であったことへの証左である。

材料の取り出しにかかる時間も、半分近くまで減少している。実験結果では、五回行った実験の平均が示されているが、五回の中で、それぞれ違う材料を取り出していく中で、ある程度目的の長さに近い角管または丸管を取り出すことに関しては、実験結果よりも大きな開きがあると感じた。

また、部品を取り出す工程は、改善前はケースにしまっていたが、棚に陳列できるようになったことで、実際のロボコン大会に向けたロボット作成の期間中はより大きな効果を期待できる。

第5章

今後の課題

改善後の研究室には、まだ様々な課題が残っている。例えば、図5.1や図5.2のように、取り出しやすさの改善されていないものがある。二つは、従来の工具管理方法と同じで、効率が悪いうえにドリルは目的の径の物を取り出すのにわざわざノギスで測る必要がある。



図5.1 ボルト管理方法

他にも、我々が気付いていないだけで、多くの問題点があるかもしれません



図 5.2 ドリル管理方法

い。今後の課題の中でも最も大きいのがそこだ。本研究では、本来何度も繰り返し行われるべき検討～実施(PDCAサイクル)の過程が一度しか行われていないうえに、実際にロボットを作るなど、実践的な実験が行われていない。本来、改善内容の検討及び実施は、複数回にわたり行うことで、より精度の高い改善がなされるものであり、その過程が一度しか行われていないのでは、確実に使いやすい作業環境が構築されたとは断言できない。そのため、より良い作業環境を構築していくためには、今回の実験を誰かが引き継ぐ必要がある。代を重ね、一世代ごとにフィードバックを行っていくことで、本当の意味でより良い作業環境が構築されていくからだ。

参考文献

- [1] トヨタの片づけ・OJTソリューションズ・株式会社 KADOKAWA
- [2] 「整理・整顿・清掃=3S」で工場が最高のセールスマンになった！・
PRESIDENT online <http://president.jp/articles/-/15932>・1月20日現在

謝辞

本研究において、多くのアドバイスや補助を行ってくださった林先生、伊藤先生。また、遅い時間まで残って作業し、夜中に帰ることも多かった中、陰ながら応援してくれた家族、一緒に課題に立ち向かい、共にロボコンの舞台で戦ったチームメイト、資金援助をしてくださったすべての方々に感謝し、本研究を終了とさせていただきます。

ありがとうございました。

付録

本研究で新しく作成したアイテムについて、詳細な情報を付属する。図 5.3 の写真では、大きさの比較対象として、平均的な身長（約 170cm）の男性が隣に立っている。図 5.4 も同様である。

それぞれの大きさを図の下に示す。



図 5.3 ツールデスクと人

- 幅：183cm
- 奥行：94cm
- 高さ：196cm

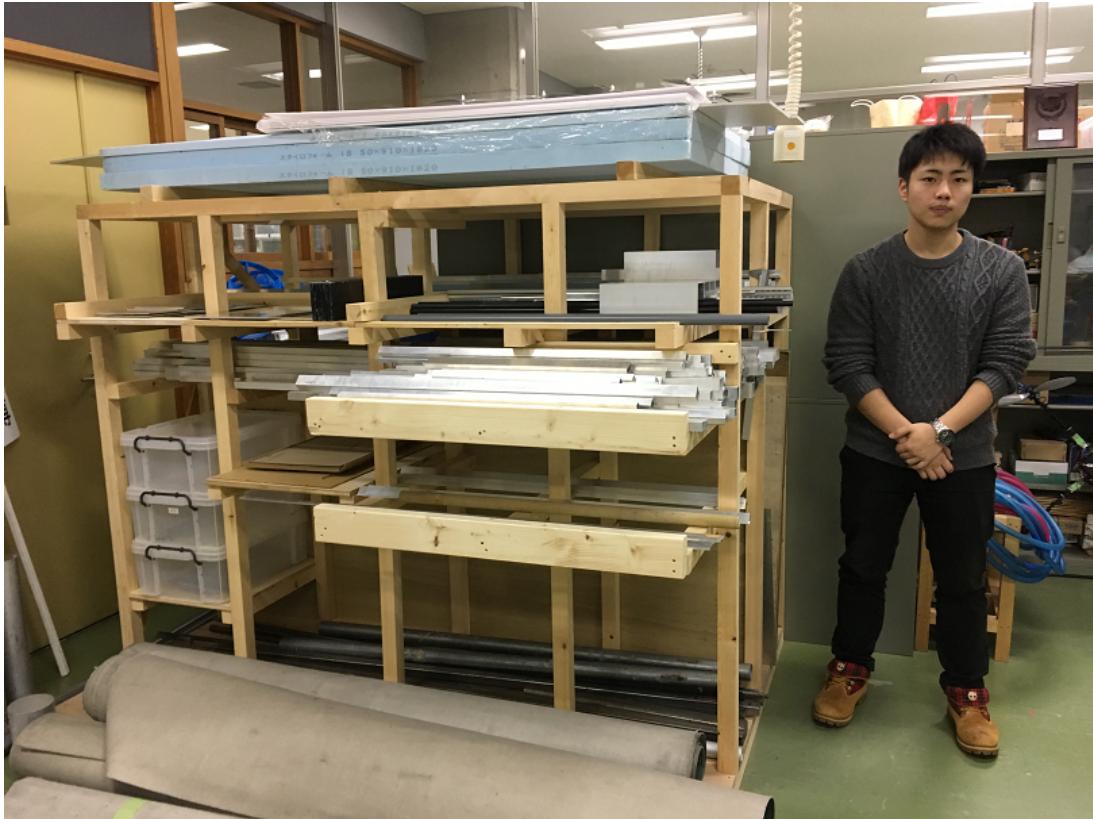


図 5.4 工具収納棚と人

- 幅 : 200cm
- 奥 行 : 137cm
- 高 さ : 165cm