

〔論 文〕

単純繰返し作業に於ける Human Error の研究*

船山 博**, 中山 周一**

Research on Human Error in Simple Repetitive Tasks

Hiroshi FUNAYAMA**, Shuichi NAKAYAMA**

**Department of Aerospace Engineering, School of Engineering, Nippon Bunri University

Abstract

Human error is more likely to occur in simple repetitive tasks. The purpose of this research is to investigate the factors affecting human error in performing simple repetitive tasks. In this research, test procedure simulates cabin maintenance work of passenger aircraft.

キーワード：ヒューマンエラー

Keywords : Human Error

1. はじめに

航空機も目的や用途に応じて進化を遂げてきた。しかし、技術が時代と共に大きく発達する一方で、人間自身はその特性や基本的な能力についてそれほど変化していないために航空機整備におけるヒューマンエラーはゼロにはなっていない。フライバイワイヤ機では航法センサの誤配線が重大事故に直結し、我が国におけるF2戦闘機事故(2007/10/31)、米国におけるV-22ティルトロータ機事故(1991/6/11)は、航空機整備におけるヒューマンエラーにより発生した重大事故の典型的な事例である。

2. 研究概要

民航機の整備現場で筆者が経験した客室内広範囲の酸素マスク収納作業におけるヒューマンエラーに着目した。個々の客席に同じ酸素マスクが装備されるのだが、その収納方法は座席により異なり、収納方法を間違えると非常時にマスクが落下しなくなる。整備現場では、作業指示書の中に写真付きの注意喚起情報により対策としているが、ヒューマンエラーを助長している要因を実験的に検証し、対策を立案するのが望ましい。しかしながら、整備現場ではそのような検証が難しい。本研究では、酸素マスク収納を模擬した単純繰返し作業を、本大学の教室を使用して実験的に検証した。作業指示書、作業環境、体調および実験者の性格から作業ミスの要因を実験であきらかにする。2019年度は作業指示書、作業環

*2022年6月20日受理

**日本文理大学工学部航空宇宙工学科 教授

境、体調について、2020/2021年度は実験者の性格を追加して実施した。また2021年度は航空棟の耐震工事のため、作業指示書を3パターン、条件を3パターンに絞り、作業の慣れがどのようにミスと関係しているのかを中心に調べた。なお被験者は2019年度：6名、2020年度：7名、2021年度：6名で実施している。2019年度は実験協力者の協力も得た。

3. 実験方法

客室内の酸素マスクの収納方法は座席により収納方法が違うため2教室を仮想客室とし、プラスチックコップを仮想酸素マスク、紐を仮想酸素チューブとして約300個準備し、机の上の上に仮想マスクを置いて、場所により仮想酸素チューブの巻き方の違いを作り、その巻き方を指示した各種の作業指示書を使用してヒューマンエラーのデータを収集した。また客室はファーストクラス、ビジネスクラス、エコノミークラスに振り分けた。



図1. 仮想酸素マスクとチューブ
(酸素マスクに収納法を2種類想定し、時計回りと反時計回りの紐の巻き方の違いで表現)

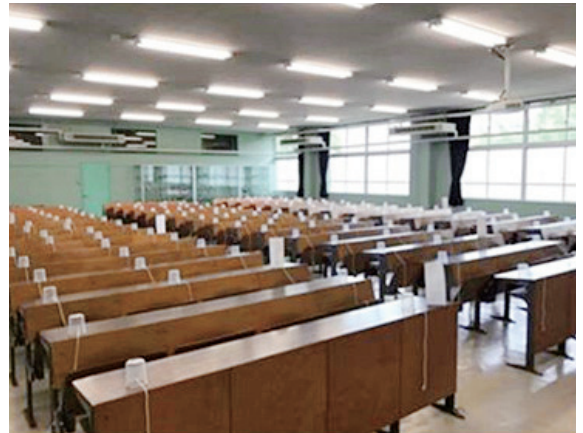


図2. 実験スタート前の状況

3. 1 作業指示書

作業指示書 No.1

右巻き right
左巻き left

作業指示書 No.2

右巻き R
左巻き L

Class	Mask Type	Tube Type	Mask Type	Tube Type
FIRST	CTE: OZ MASK 1	left, right	CTE: OZ MASK 2	right, right
	BRE: OZ MASK 2	left, right	BRE: OZ MASK 3	right, right
BUSINESS	CTE: OZ MASK 3	right, left	CTE: OZ MASK 4	left, left
	BRE: OZ MASK 4	left, left	BRE: OZ MASK 5	left, left
ECONOMY	CTE: OZ MASK 5	right, right	CTE: OZ MASK 6	right, right
	BRE: OZ MASK 6	left, left	BRE: OZ MASK 7	left, left
PREMIUM	CTE: OZ MASK 7	right, right	CTE: OZ MASK 8	right, right
	BRE: OZ MASK 8	left, left	BRE: OZ MASK 9	left, left
ECONOMY	CTE: OZ MASK 9	right, right	CTE: OZ MASK 10	right, right
	BRE: OZ MASK 10	left, left	BRE: OZ MASK 11	left, left

No1 文章で表示

No2 アルファベットで表示

作業指示書 No.3

右巻き 赤色
左巻き 黄色

作業指示書 No.4

右巻き →
左巻き ←

Class	Mask Type	Tube Type	Mask Type	Tube Type
FIRST	CTE: OZ MASK 1	left, right	CTE: OZ MASK 2	right, right
	BRE: OZ MASK 2	left, right	BRE: OZ MASK 3	right, right
BUSINESS	CTE: OZ MASK 3	right, left	CTE: OZ MASK 4	left, left
	BRE: OZ MASK 4	left, left	BRE: OZ MASK 5	left, left
ECONOMY	CTE: OZ MASK 5	right, right	CTE: OZ MASK 6	right, right
	BRE: OZ MASK 6	left, left	BRE: OZ MASK 7	left, left
PREMIUM	CTE: OZ MASK 7	right, right	CTE: OZ MASK 8	right, right
	BRE: OZ MASK 8	left, left	BRE: OZ MASK 9	left, left
ECONOMY	CTE: OZ MASK 9	right, right	CTE: OZ MASK 10	right, right
	BRE: OZ MASK 10	left, left	BRE: OZ MASK 11	left, left

No3 色で表示

No4 矢印で表示

図3. 作業指示書

3. 2 実験工程

- ①実験者は実験前に性格検査を受ける。
- ②チェックシートに実験条件を記入する。
- ③擬似酸素マスクを座席に配置する。

- ④実験者は座席の前から作業指示書を見ながら順番に疑似マスクを巻いていく。
- ⑤一つの教室が終わったら次の教室へと行き、同じように前から順番に巻いていく。
- ⑥検査係はかかった時間を記入する。
- ⑦検査係が作業書を見ながらチェックする。
- ⑧ミスがあればチェックシートにミスの箇所を記入する。
- ⑨上記の方法で実験を繰り返し、作業指示書や実験環境を変えながら様々なパターンで実験を行う。
- ⑩結果をもとに考察する。

3. 3 実験条件 (2021年度は条件1～3で設定)

- ・条件1 適温 (ノーマル) ・条件2 適温 (睡眠不足)
- ・条件3 適温 (食事抜き) ・条件4 高気温 (ノーマル)
- ・条件5 高気温 (睡眠不足) ・条件6 高気温 (食事抜き)
- ・条件7 低気温 (ノーマル) ・条件8 低気温 (睡眠不足)
- ・条件9 低気温 (食事抜き)

※ノーマル…食事有り, 睡眠時間7時間以上

食事抜き…実験前日の夜～実験当日の朝: 食事無し
睡眠時間7時間以上

睡眠不足…食事有り, 実験開始の24時間前に起床
(その日の睡眠時間は最大3時間)

適温…気温25℃前後, 湿度60%前後

高気温…気温30℃以上, 教室の窓を全て閉め切った状態

低気温…気温9℃以下 (10℃以上ある場合は半袖若しくは薄着), 教室の窓を全て開けた状態,
ファン使用

4. 実験結果

4. 1 指示書と条件ごとのミスの合計を示す。
2019, 2020年度は9条件について実施した。また2021年度は条件を3つに絞り, 3回実施し慣れの傾向を調べた。これらのグラフから細分化して比較, 検討する。

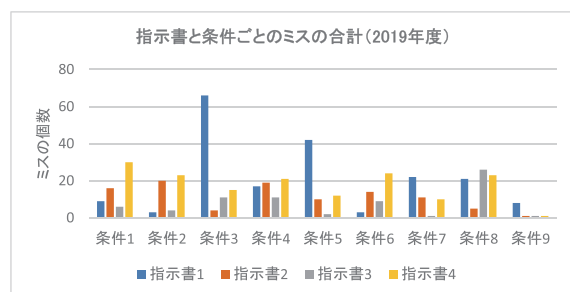


図4. 指示書と条件ごとのミスの合計 (2019年度)

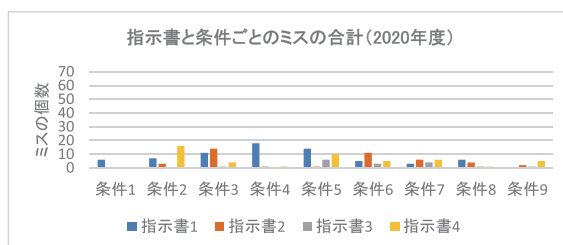


図5. 指示書と条件ごとのミスの合計 (2020年度)

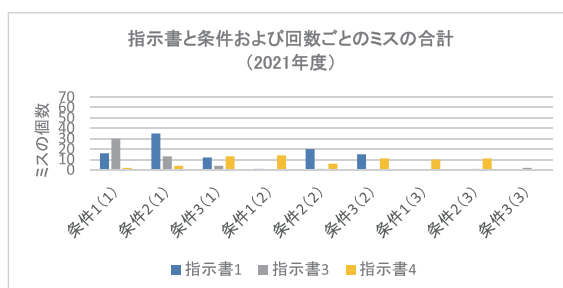


図6. 指示書と条件および回数ごとのミスの合計 (2021年度)

4. 2 指示書, コンディション, 温度および作業の慣れの影響

- ①指示書ごとのミスに関しては, 図4より, どの年度でも指示書3が最もミスが少なかった。指示書1と4は文字と記号の表記で意味が分かりにくくヒューマンエラー発生要因の一つと言える。2021年度は指示書を3つに絞ったための指示書2のデータはない。なお2019年度の指示書1と指示書4のミスが多い。これは被験者と実験協力者が大量のミスを発生させた結果である。特に実験協力者については実験に不慣れな中, 指示書1の適切な説明が伝達されていなかったため注意が必要である。

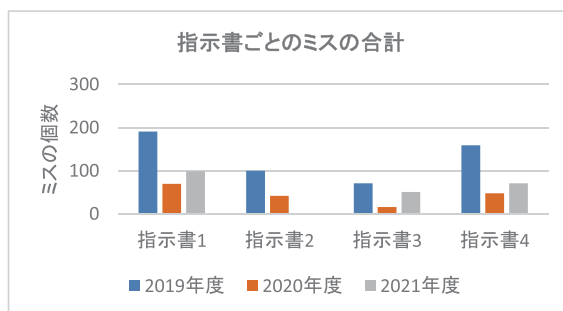


図7. 指示書ごとのミスの合計

②コンディションごとのミスに関しては、図8より環境に左右されるので検証は難しいが、睡眠不足でのミスが多い傾向にある。ただしノーマルでもミスは発生し、空腹時のミスは少ないことは意外な結果であった。

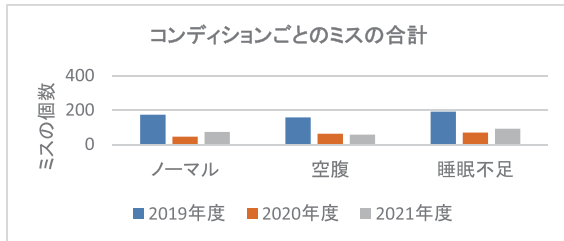


図8. コンディションごとのミスの合計

③温度ごとのミスに関しては、図9より2019、2020年度の比較となるが、高気温でのミスが多い。また適温でもミスが多いこと、また低気温ではミスが少ないことも注意すべきことである。適温時は実験のスタート時期であり、実験の指示内容が正しく把握できていなかったことや、状況に慣れていなかったこと、またコンディションに左右されて多くのミスをしたと推測できる。低気温の時にミスが少ないのは、実験の終盤であり実験の慣れによるものと推測できる。

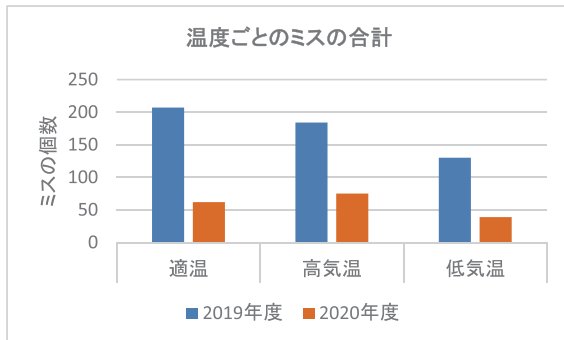


図9. 温度ごとのミスの合計

④作業の慣れによるミスに関しては、図7より2021年度に実施した3つの条件で3種類の作業指示書を使用して3回作業を実施した時のミスの傾向である。指示書1は徐々に慣れてきてミスの減少傾向がわかる。また色で表示した指示書3は明らかに慣れてきてミスはほぼゼロに近づいた。指示書4の矢印の指示書については3回の回数ではミスの減少傾向はわからない。

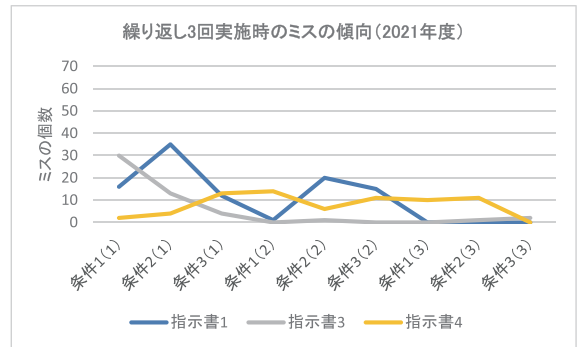


図10. 2021年度の3回実施時のミスの傾向

5. 実験者の性格診断からの実験結果

性格診断のためのビッグ・ファイブ理論とは、1990年代に心理学者のルイス・ゴールドバーグ氏が提唱した「パーソナリティ性格分析」において「人間が持つ様々な性格は、5つの要素の組み合わせで構成される」とする考え方である。現在、パーソナリティ理論の中では最も有力なものとして広く活用されている。ビッグ・ファイブの5要素は研究者によって多少内容は異なるが、基本的な考え方は全て同じで、現在最も広く利用されているのは「コスタ&マックレー」のモデルである。このモデルでは、「外向性」「調和性」「誠実性」「神経症傾向」「開放性」の5つに大別される。これら5つの特性の強さ、弱さ、バランスをもってその人の性格と強みや弱みを判別する。

- ①: 誠実性 (勤勉性) ②: 調和性 (協調性)
- ③: 開放性 (チャレンジ力)
- ④: 神経症 (情緒不安定, 感情的)
- ⑤: 外向性 (社交的)

5. 1 性格診断による実験者のミスの個数の関係

図11と図12より性格診断実施者が2020年度は7名、2021年度は6名とデータは少なく考察は難しいが、誠実性と調和性の高い人はミスが少ない傾向にある。ビッグ・ファイブ理論では誠実性の高い人は粘り強く取り組み、完璧主義である傾向が強く、調和性の高い人は冷静である傾向が強い。ミスの多い人はいろいろな要因が絡み合っているが、基本的に誠実性が低い傾向にある。また図12のCのように誠実性が高くても調和性が低い場合はミスが多いことも注意すべきことである。

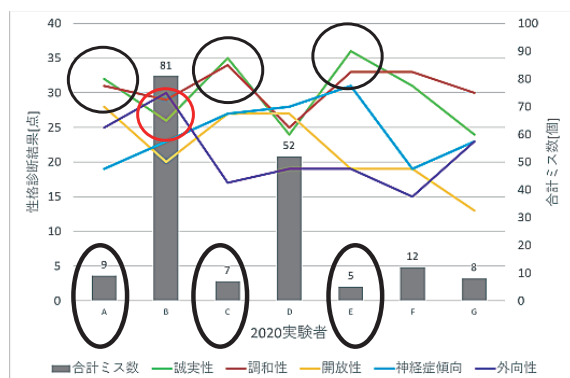


図11. 2020年度 性格診断からのミスの合計

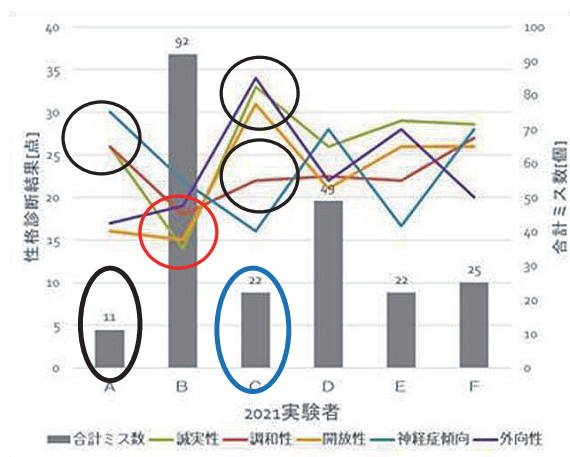


図12. 2021年度 性格診断からのミスの合計

5. 2 実験者のミスの発生率の関係

客室整備時のマスク収納作業におけるミスの発生率はおおよそ1%と考えると、図13、図14より極端にミスの多い被験者を除いても発生率は約1～2%の範囲で、整備現場を模擬できており今回の実験結果は妥当であると判断する。

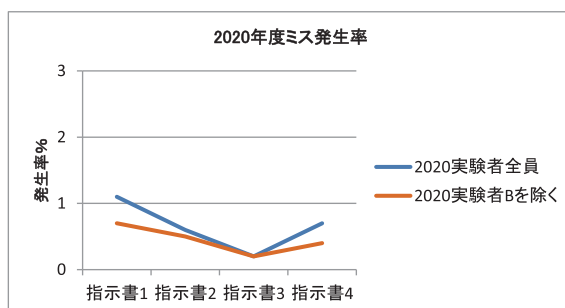


図13. 2020年度 ミスの発生率

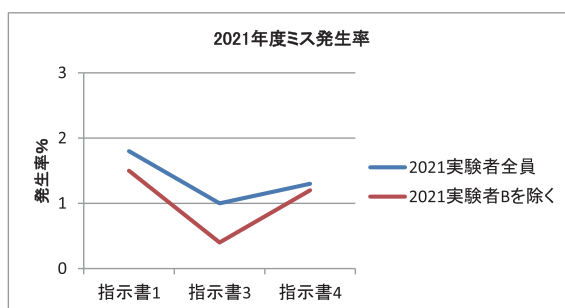


図14. 2021年度 ミスの発生率

5. 3 2020年度と2021年度の実験者全員とミスの多い実験者Bを除いた場合

実験者Bを除いてミスの数値は減少しているが、ミスを誘発する傾向にあまり変化はない。

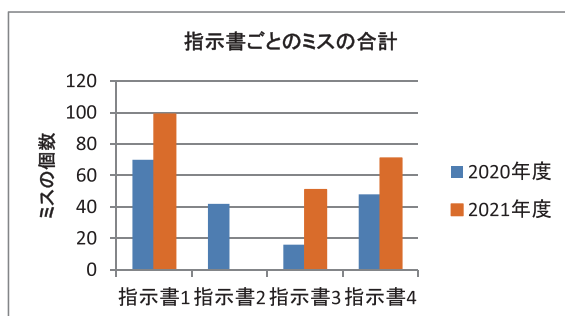


図15. 指示書ごとのミスの合計

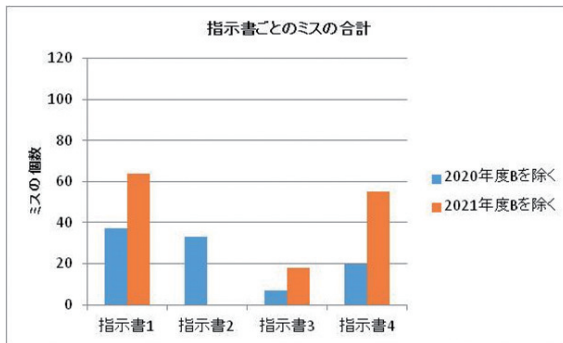


図16. 実験者 B を除いた指示書ごとのミスの合計

5. 4 実験者と平均作業時間の関係

図17と図18よりミスが少ない人も、ミスが多い人も作業時間に相関は見られない。

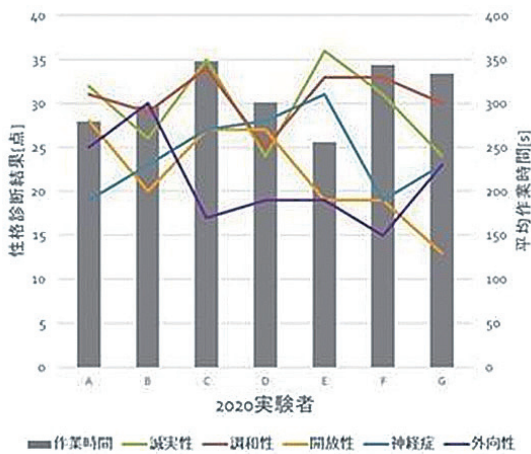


図17. 2020年度 実験者と平均作業時間

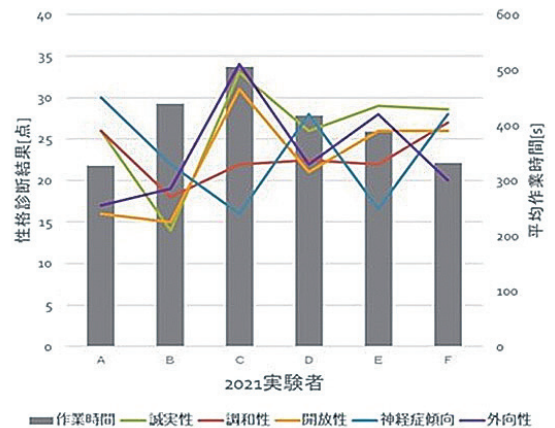


図18. 2021年度 実験者と平均作業時間

5. 5 作業時間とミスの個数の関係

2020年度と2021年度を比較すると被験者の作業時間とミスの個数に特に相関は見られない。

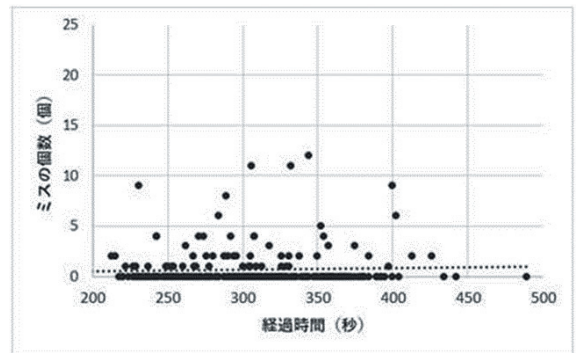


図19. 2020年度 作業時間とミスの個数の関係

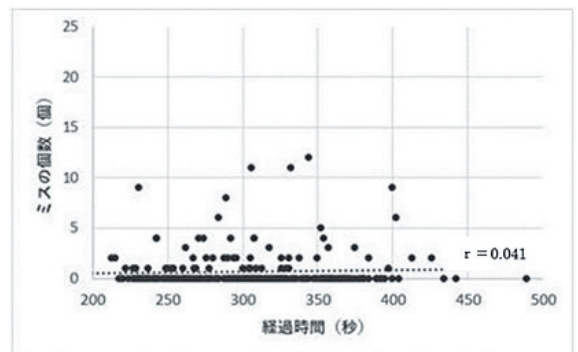


図20. 2021年度 作業時間とミスの個数の関係

6. まとめと今後の課題

6. 1 まとめ

①作業指示書については、文字や記号の表記の仕方が分かりにくいことや不明確な場合はミスを誘発しやすい。改善策としては、文字や記号の大きさを変え、適切な間隔をあける等の対策が必要である。また作業指示書に色を付けるとミスは少なくなることも分かったので、作業の現場では写真付きの注意喚起情報と色を付けた作業指示書の両方を使用することが対策の一つと考える。

②コンディションについては、睡眠不足は集中力が低下して多くのミスを誘発しており、作業前には十分な睡眠が必要である。また空腹時にミスが少ないのは、空腹時は記憶力と集中力が高まると言われている。3年間で同じ結果が得られたことは、ミスを誘発するのではなく抑制する傾向にあることが分かったが、作業者の体調を考えると空腹での作業は推薦できない。

③現場の温度環境については、高気温では注意力が散漫になり作業に集中できずにミスを誘発しているが、現場の環境は適温で作業することはほとんどない。現場リーダーの判断で作業者の体調を考慮し、休憩時間を頻繁にとることが有効である。ただし適温でもミスが多い結果が出た。適温であってもコンディションが悪いとミスを誘発すると考えられ、温度環境に関係なく、体調維持の基本となる睡眠がミスと深く関係していると考ええる。

④作業の慣れについては、この実験からは慣れてくるとミスは減少傾向になることはある程度分かった。慣れによるミスの増加は確認できなかったが、慣れについては

十分に注意が必要である。

⑤性格診断から判断すると、誠実性（勤勉性）と調和性（協調性）の2つの性格を兼ね備えた人はミスが少ない傾向にあるため、このような人材を現場に集めることが理想である。ただし現実的には無理があるため、特に広範囲の単純作業前には、現場リーダーによる作業者に対しての作業内容、作業の重要性について指導、教育が必要である。またリーダーが作業中に作業者全員に気を配るマネジメント能力も必要である。

6. 2 今後の課題

過去3年間のデータをまとめたが、今後は慣れによるミスの傾向、実験の支援者に作業を依頼するときの作業依頼の方法によるミスの傾向、作業途中で中断し対面で口頭のみで申し送りを実施したときと申し送りシートを使用したときのミスの傾向などを研究課題としたい。

7. 謝辞

本研究のために、献身的に協力してもらった、船山研究室の2019年度から2021年度の学生および実験協力者に対して感謝する。

参考文献

- [1] 渡利邦宏, ヒューマンファクターの基礎, 2002. 8 発行
- [2] 自身の「強み」と「弱み」は紙一重? ビッグファイブで自身の特性を把握, https://manager-life.net/oyakudachi/thought_mindset/post_2431/, 2019. 7最終更新, 2021. 11. 28アクセス