

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）

分担研究報告書

デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理基準の達成等に向けた検証研究 ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

研究代表者	阪東 美智子	国立保健医療科学院 生活環境研究部
研究協力者	谷川 力	イカリ消毒株式会社、日本ペストコントロール協会
研究協力者	芝生 圭吾	鵬図商事株式会社
研究協力者	木村 悟朗	イカリ消毒株式会社
研究協力者	茂手木 眞司	日本ペストコントロール協会
研究協力者	橋本 知幸	日本環境衛生センター

研究要旨

2つの国際展示会（FAOPMA Pest Summit と Pest World）に参加し、海外のデジタル技術の活用・普及状況に関する情報を収集した。Pest World では IT 関連の報告・展示は 2割程度あつたが、工程管理系のものが多く調査・点検等で使用できるものは少数であった。ねずみを対象とするものが多く、日本とは異なり振動センサーを使用した商品が多かった。

また、ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験を行った。具体的には、試験室において、ねずみ用センサーの設置前後の餌の喫食量の推移や天井カメラの動画分析によるねずみの行動観察を行った。これらの結果から、ねずみはセンサーを新奇物として認識し警戒しており、センサー設置直後の行動が変化する可能性が高いと推察された。

さらに、ウェアラブルアイトラッカーを使用し、目視による点検・検査の内容・方法を可視化することを試みた。具体的には、実際の厨房において、熟練作業員と未経験者による点検ルートや点検箇所の相違、トラップの設置提案場所の相違、あらかじめ隠しておいたゴキブリおもちゃの発見時間の相違、について検証を行った。調査結果から、点検ルートや各所の点検時間（注視時間）、点検の姿勢、設備・什器の知識等に違いが見られ、熟練作業員の効率的で効果的な点検技術の一部をデータによって確認することができた。

A. 研究目的

建築物衛生管理のうち、ねずみ衛生害虫防除分野におけるデジタル技術の活用の可能性を検証することを目的とする。建築物衛生法が求める各種項目において、デジタル技術の活用でその目的の達成が見込まれる技術、機器、ソフトウェア等を抽出するとともに、従来の手法との比較検証等を実施し、適切な維持管理方法の探索とその際の判断基準や留意点を明確化する。

B. 研究方法

B1. ねずみ・衛生害虫の防除分野におけるデジタル技術に関する情報収集

2つの国際展示会（FAOPMA Pest Summit と Pest World）に参加し、海外のデジタル技術の活用・普及状況に関する情報をを集め整理する。

B2. ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証

ねずみ用センサーのうち、比較的に普及度の高い2つのセンサー（トロフィーカム XLT32MP・ノーグロウ DC 4 K 及び RYODEN Pescle カメラタイプ）を用い、センサーに対するねずみの認識や回避行動の有無を明らかにするため、センサーを用いた検証試験を行いねずみの行動をカメラで記録する。

試験の詳細は、表 1 のとおりである。

B3. 目視による点検作業の視線分析

特定建築物の実際の厨房において、5名の熟練作業員（東京都ペストコントロール協会の技術委員等）と 3 名の未経験者にそれぞれ点検作業を行ってもらい、ウェアラブルアイトラッカー（Tobii Pro3 Glasses 3）でデータを収集する。収集したデータを用いて注視した順番や注視した時間の程度、あらかじめ隠しておいたゴキブリおもちゃの発見数や発見までの時間、トラップの設置提案箇所などの指標を用いて作業内容を比較し、熟練作業員による点検作業の特徴を明らかにする。

試験の詳細は、表 2 のとおりである。

（倫理面への配慮）

B2 の検証試験については、イカリ消毒株式会社動物実験審議会の承認を得て実施した（承認番号 24-010）。また、B3 のアイトラッカーを用いた厨房における点検作業の分析については、国立保健医療科学院研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号 NIPH-IBRA#24037）。

C. 研究結果

C1. ねずみ・衛生害虫の防除分野におけるデジタル技術に関する情報収集

アジア・オセアニア地区のペストコントロール業界国際展示会「FAOPMA Pest Summit」（2024年8月7日～10日、インド・ムンバイ）には、約30カ国700人以上が集まり、日本からは約30名が参加した。害虫の生態・防除方法からチームマネジメント方法など多岐にわたるジャンルで20題の講演があり、最も多い対象害虫は蚊とシロアリであった。展示会には、開催国インドから20社、アジア・オセアニア地区から8社、ヨーロッパから7社、アメリカから4社の合計39社が出展していた。展示商品は殺虫剤、捕虫器、ミスト機、殺鼠剤、噴霧器、煙霧機などが中心で、インド周辺では未だ薬剤散布が主体となっている状況が見て取れた。煙霧機は

様々な機種が展示されており、 Dengue熱など蚊が媒介する感染症対策に多く使われていた。展示商品の対象害虫は、ハエ、ねずみ、蚊、ゴキブリ、シロアリ、トコジラミなどが多かった。

「Pest World」（2024年10月22日～25日、アメリカ・デンバー）には、世界各国から4000名以上の登録があった。64題の講演と242社が出展していた。出展企業の商品をジャンル別に分類したところ、IT関連が51社（21.1%）と最も多く、次いで資材43社（17.8%）、薬剤37社（15.3%）、機材37社（15.3%）と続いた。対象害虫別の商品数では、多い順に、ねずみ36、害虫全般21、ゴキブリ20、ハエ19、シロアリ19、ハト14、トコジラミ12、蚊11、クロアリ8であった。ねずみを対象とするものが多く振動センサーを使用した商品が多かった。また、センサー感知式暗視カメラや超音波タイプの駆除器などが見られた。デジタル技術を用いた商品については、業務効率化や集客を目的とした工程管理系のものが多く、調査・点検等で使用できるものはほとんどなかった。這う虫（ゴキブリ等）を対象としたものは少なく、飛翔する虫を対象としたものはあったが、同定まで行うものは少なかった。講演におけるデジタル技術はチャットGPTの使い方などが見られた。

C2. ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証

各試験の試験期間、設置した試験品、供試動物の個体情報を表3に示した。また各試験のエサ喫食量の推移を図8、9に示した。

天井カメラの動画を確認したところ、全ての供試動物で4日目（試験品設置日）の消灯後に初めて試験品を認識した際に、いったん動きが止まる、後ずさりをする等の試験品を警戒している様子が認められた。

エサの喫食量が正確に計測できているTest No.4～12において、9例中6例（Test No.4～7、11、12）で4日目の試験品設置側のエサの喫食量が前日比で30%以上減少した。特にTest No.4、5、12においては、試験品設置側のエサが

ほとんど減少していなかった。試験品設置側の4日目の喫食量があまり減少しなかったTest No.8～10についても、試験品設置2日目（試験5日目）では設置前日（3日目喫食量）比で30%以上の減少が認められた。またTest8～10はオスの個体供試の試験であり、メスの個体供試の試験は総じて試験品設置側のエサの喫食量が非常に少なく推移した。Test1～3についても試験品設置側のエサの喫食量は設置しなかった餌場と比較して少なく推移していた。

C3. 目視による点検作業の視線分析

図10、図11-1～図11-5および図12-1～図12-5に、熟練作業員Dさんと未経験者Aさんの点検ルートと点検箇所の注視時間を示す。図10は厨房の広さや什器の配置を示した平面図、図11と図12は厨房の什器等の配置と高さ関係を示した展開図をベースにしている。

熟練作業員と未経験者の点検内容を比較すると、以下のような相違が見られた。

① 点検ルート

熟練作業員は動きに無駄がなく、同じところを行ったり来たりしなかった。作業をしながらも視線は次の点検箇所に移動していた。未経験者は見るべきポイントが定まっていなかったため同じ場所を行ったり来たりしていた。視線も泳ぎがちであった。

② 点検時の姿勢

熟練作業員は、什器と什器の間や、什器の上、什器と床の間などをとくに細かく点検していた。低い箇所を調査する際には膝をたてて姿勢を極力低くし、什器等の下まで覗き込み隅々までライトで照らして点検していた。未経験者は点検箇所を表面的にしか見ていないことが多く、膝をつかずにしゃがんだ姿勢を取るので視点を下げ切れていた。頭を奥まで入れて覗き込むことをせず、1か所あたりの点検時間は短かった。

③ 什器・設備等に関する知識

熟練作業員は、什器・設備等の構造や形態に詳しく、開閉できる場所はすべて開閉して点検していた。グリース・トラップ、コールドテーブルカバーや電気系統のカバーは外して中まで点検し、メタルラックや落ちているゴミ袋、調理器具類などの動かせるものは極力動かして調査していた。未経験者は、什器・設備等の点検の際に、開閉できないものと思い込み表面から覗くだけで終わったり、点検せずに見落したりしていた。また、明らかに目視で確認できない箇所の物は動かしていたが、全般的にあまりものを動かすことはしなかった。

あらかじめ隠しておいたゴキブリのおもちゃの発見数と発見時間を表4に示す。おもちゃの配置場所は図13のとおりである。未経験者の発見数の平均は10個中6.3個、熟練作業員の発見数の平均は10個中8.6個であった。3人の未経験者が共通して発見できなかった箇所が3か所あり、うち1か所はグリース・トラップ内であった。熟練作業員の発見率が低かったのは、バケツ下のシンクの中であった。この理由について熟練作業員に点検後ヒアリングをしたところ、ゴキブリが生存するには水が必須であり、日中は暗い隙間に潜んでおり主に夜間に行動するという習性から、夜間であればシンク周りを点検したが今回は日中であったためシンク周りの点検をしなかったということであった。おもちゃの発見時間については、経験の有無に関わらず個人間で幅があった。

トラップの設置提案箇所を図14に示す。提案箇所は個人間で異なったが、熟練作業員は全般的にモーター付近を提案する傾向が見られた。

D. 考察

国際展示会を通じて海外のペストコントロールにおけるデジタル技術の状況を調査した結果、防除に関するデジタル技術は日本と同様にねずみ・昆虫（飛翔性）が中心であった。ただし詳細をみると、ねずみでは日本とアメリカで違う技術が導入されている。日本では、トロフィー

カムなどのセンサー感知式暗視カメラを中心であるが、アメリカでは、振動センサーや重量センサーの出品が多くなった。また、昆虫ではカメラによる画像診断が中心であり、自動計数や自動同定については日本のはうが進んでいるようである。一方、徘徊性昆虫用技術は国外でも普及していない。

ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験からは、動画に記録されたねずみの行動や、喫食量の変化などから、試験品に対する強い忌避がありそれにより行動に変化が生じている可能性があることがわかった。また、オスとメスではメスの方が警戒心が強く、行動変化しやすい可能性が示唆された。なお、センサーがねずみを感じて起動音や赤外線が出ていない状態であったにも関わらず、ネズミは忌避反応を示した。このことから、ねずみは試験品を新奇物として認識し警戒することで、設置直後の行動が変化する可能性は高いと考えられる。従って、センサー設置直後は、センサーによるねずみの把握は限定的であり、センサーの設置によってねずみがセンサーの設置場所以外で行動することで、かえって潜伏してしまう懸念もある。センサーを導入する際には、このようなねずみの行動を踏まえた設置場所の選定や設置の方法等を考慮する必要がある。

ウェアラブルアイトラッカーを使用した厨房における目視点検作業の調査からは、点検ルートや点検箇所及びその注視時間、点検時の姿勢などをデータを用いて可視化することにより、熟練作業員の目視点検の技術やその背景にある経験・知識等の一部を明らかにすることができた。什器や設備機器が多数備え付けられた厨房における点検作業は、什器等の開閉や移動を伴い、什器と什器の隙間や什器と床の間、床下のグリース・トラップなど、点検箇所が非常に多く複雑であり、短時間で効率よく点検するには、経験と知識が必要である。熟練作業員は、什器や設備等に関する知識に加えて、対象とする衛生害虫の生態・習性等にも詳しく、時間帯により点検箇所を変えるなどして、点検すべき箇所

(モーター付近の温かい場所や水のある場所)を定め無駄のない動きで点検を行っていた。この目視点検作業をデジタル技術に直接置き換えることは難しいが、目視点検のための作業シートの開発や、熟練作業員の目視点検技術を経験の浅い作業員が学習するための教材として、アイトラッカーで収集したデータや撮影した画像等を活用することは可能であると思われる。

E. 結論

世界最大のpestコントロール分野の展示会である Pest World でも IT 関連の報告・展示は 2 割程度であり、その多くは工程管理に関するもので調査・点検等で使用できるものはごく少数であった。現時点では、当該分野に導入できるデジタル技術は、国外の状況を見てもごく限られたものであると言える。

ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験からは、ねずみがセンサーを新奇物として認識し警戒しており、センサー設置直後の行動が変化する可能性が高いことが明らかになった。このことから、センサー等の導入においては、対象種の生態・行動により正確な結果を得られない可能性があることに留意し、導入方法等について慎重に検討する必要がある。

また、ウェアラブルアイトラッカーを用いることで、熟練作業員の目視による点検技術（点検ルートや各所の点検時間、点検の姿勢、設備・什器の知識等）の一部を具体的に可視化することができたことから、この技術を教育ツールや点検ツールの開発に活用できる可能性が認められた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 阪東美智子. ペストコントロール分野の IT 活用状況に関するアンケート調査. 第 83 回 日本公衆衛生学会総会 ; 2024.10.29-31 ; 札幌. 同抄録集. P21-16(31AM012).p.607.
- 2) 谷川力, 芝生圭吾, 木村悟朗, 茂手木眞司, 小室正二, 阪東美智子. アイトラッカーを利用した調査—ベテランと初心者の調査視点の相違について—. 日本ペストロジー学会大会; 2024.12.3-4; 群馬. 同抄録集(40). p.33.
- 3) 茂手木眞司, 谷川力, 芝生圭吾, 木村悟朗, 阪東美智子. ペストコントロール業界におけるデ

ジタル機器活用状況. 日本ペストロジー学会 大会; 2024.12.3-4; 群馬. 同抄録集(40). p.34.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表1 ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験の試験方法

試験場所：イカリ消毒株式会社 技術研究所

試験期間：2024年10月25日～2025年3月3日

試験品1：トロフィーカム XLT 32MP ノーグロウ DC4K (Bushnell 製、図1)

試験品2：ハイクカム LT4G (株式会社ハイク製、図2)

供試動物：小笠原系統クマネズミ成獣（♀は非妊娠個体）

試験方法：

- ① 高さ約2mの天井にmobotics製カメラ（以下、天井カメラと記す。図3）を設置した約4.6m×4.6mの空間を設けた。
- ② 空間内の対角の角2ヶ所にラット飼育用粉末飼料CE-2（以下、エサと記す。日本クレア株式会社製）を適量入れた一斗缶の蓋を置き餌場とした（図4）。またロガードクラシックN（BASFジャパン株式会社製）の内部にキムタオル（日本製紙クレシア株式会社製）を敷き天板として透明アクリル板を設置した巣箱（図5）を設け、残りの角2ヶ所に置いた。また部屋の中央部にプラスチック容器に水を入れた水場を設けた（図6）。
- ③ 空間に供試動物1匹を放獣し試験を開始した。試験は25°Cエアコン環境下かつ赤外線ライト常時点灯および12時間毎の明暗転換条件下で行った。
- ④ 試験開始1日後、2日後、3日後に各餌場のエサの減少量を計測した。その際に、必要に応じてエサおよび水を補給することとした。3日目のエサの減少量が多い餌場から約50cmの距離に試験品を置き（図7、試験区）、他方を対照区としてその他の条件は変更せず試験を継続した。
- ⑤ 試験開始4日後、5日後、6日後に各餌場のエサの減少量を計測した。その際に必要に応じてエサおよび水を補給することとした。6日後に試験を終了した。
- ⑥ 試験終了後に空間内を清掃し、巣箱の洗浄およびキムタオルの交換をした。その後、次の供試動物を放獣し④および⑤を行った。これを繰り返し、各試験品につき♂3匹♀3匹合計6匹分のデータを取った（Test No. 1～12）。
- ⑦ Test No. 1～3では、各日の計量後の一斗缶の蓋をそのまま餌場に戻していたが、エサが尿で湿っている形跡が散見され、正確なエサの減少量を計測することが困難なケースが認められた。そのためTest No. 4以降は毎日エサおよび一斗缶の蓋を新しいものに交換することとし、計量は尿が乾燥したことを見認してから実施した。
- ⑧ 試験の様子は天井カメラで記録し、初めて試験品を確認した際の行動について撮影された動画を確認した。また、各餌場のエサ喫食量の推移により試験品設置による各供試動物の行動変化を評価した。本試験はイカリ消毒株式会社動物実験審議会の承認を得て実施した（承認番号24-010）。



図 1. 試験品 1



図 2. 試験品 2



図 3. mobotics 製カメラ



図 4. 餌場



図 5. 巣箱

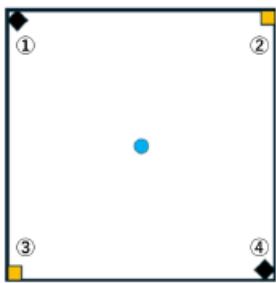


図 6. 試験模式図（1～3 日目）
※左上から順に、巣箱①、餌場②
餌場③、巣箱④とした。

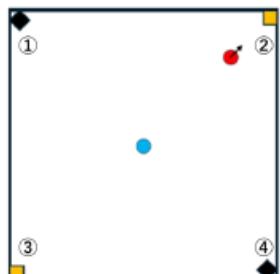


図 7. 試験模式図（4～6 日目）
※3 日目のエサ喫食量が餌場②
の方が多かった場合。
餌場③の方が多い場合は
餌場③付近に試験品を置いた。

表2 アイトラッキングシステムを用いた目視によるねずみ衛生害虫防除の点検作業試験方法

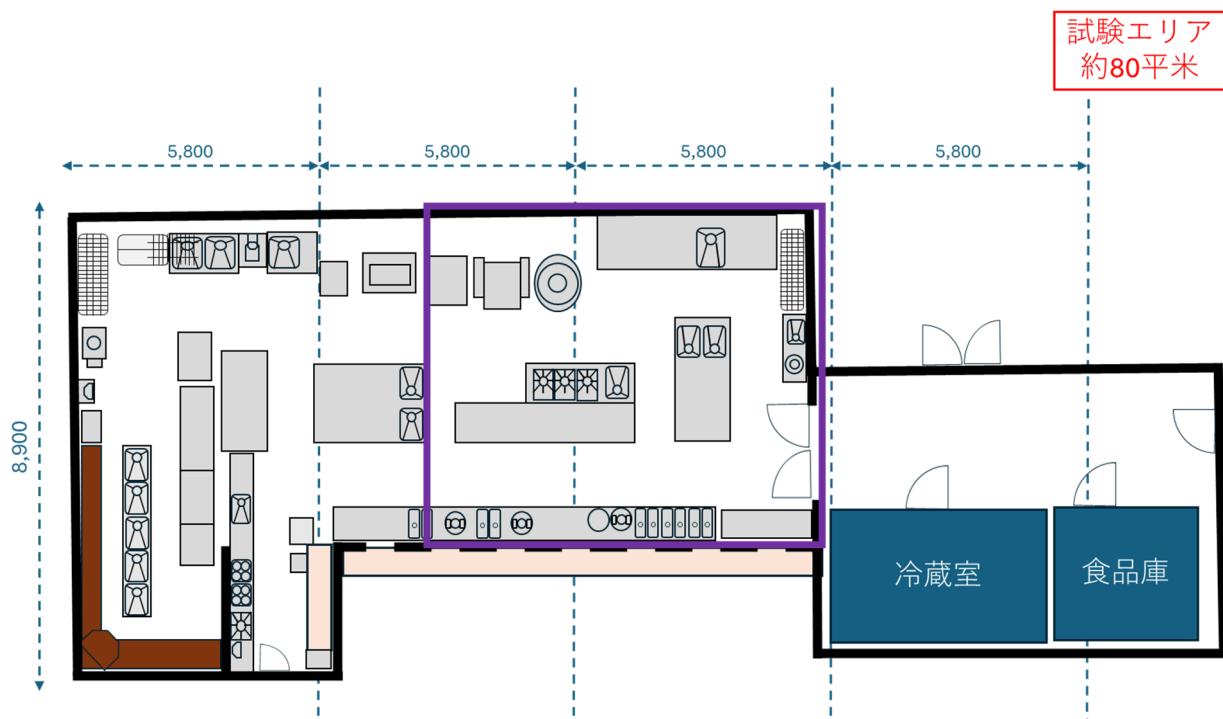
研究対象者：

東京都ペストコントロール協会の技術委員5名、未経験者3名

試験方法：

- ① 特定建築物の厨房において、研究対象者に前提条件（調査の理由・現状の想定）を示した上で、厨房内のトラップの設置場所を検討してもらい、その場所を厨房の図面に記入してもらう。
- ② 研究対象者にアイトラッカー（Tobii Pro3）を装着してもらい、厨房内の点検作業を実施してもらう。厨房内には、あらかじめゴキブリのおもちゃを隠しておき、点検作業内でどれくらい発見できるかを確認する。厨房内には定点ビデオカメラを2台設置し、点検作業の状況（作業中の発語を含む）を記録する。

なお、今回の試験エリアは、以下の図面のうち、紫の枠で囲った中央部の約80 m²に限定した。また、点検作業時間は20分間とした。



解析方法：

SDカードに記録されたアイトラッカーのデータ及び2台の定点カメラの動画を用い、各研究対象者が点検作業において注視した順番や注視した時間をエクセル表に整理し平面図と展開図上にその情報を記入する。

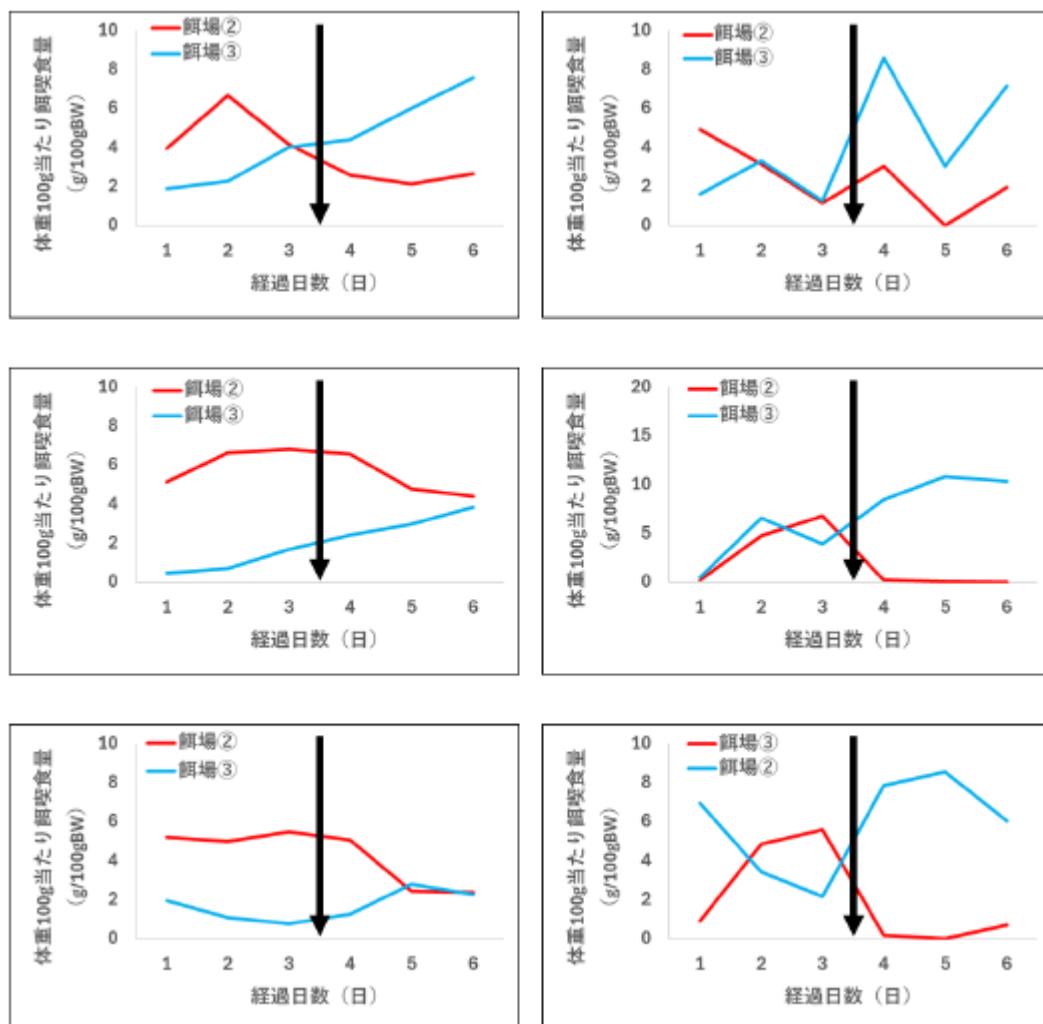
発話については、逐語録を作成し、録画した映像に重ねて、点検作業において対象者が意識していることなどを抽出する。

トラップの設置場所や、点検作業内でのゴキブリのおもちゃの発見状況（数や場所など）、アイトラッカーによる視線情報を整理し記入した図面、対象者の発話などを、熟練作業員と未経験者で比較し特徴を明らかにする。

表3 ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験

—各試験の試験期間、設置した試験品、供試動物の個体情報

Test No.	試験期間	使用機器	個体 No.	雌雄	試験開始時 BW(g)
1	2024.10.25-10.31	トロフィーカム	①	♀	111.8
2	2024.11.01-11.07	トロフィーカム	②	♂	154.4
3	2024.11.08-11.14	ハイクカム	③	♀	111.9
4	2024.11.15-11.21	ハイクカム	④	♂	140.3
5	2024.11.25-12.01	トロフィーカム	⑤	♀	94.5
6	2024.12.02-12.07	ハイクカム	⑥	♀	101.4
7	2025.1.17-1.23	ハイクカム	⑦	♂	152.2
8	2025.1.24-1.30	トロフィーカム	⑧	♂	125.0
9	2025.2.3-2.9	ハイクカム	⑨	♂	177.7
10	2025.2.10-2.16	トロフィーカム	⑩	♂	163.8
11	2025.2.17-2.23	ハイクカム	⑪	♀	129.5
12	2025.2.25-3.3	トロフィーカム	⑫	♀	110.9

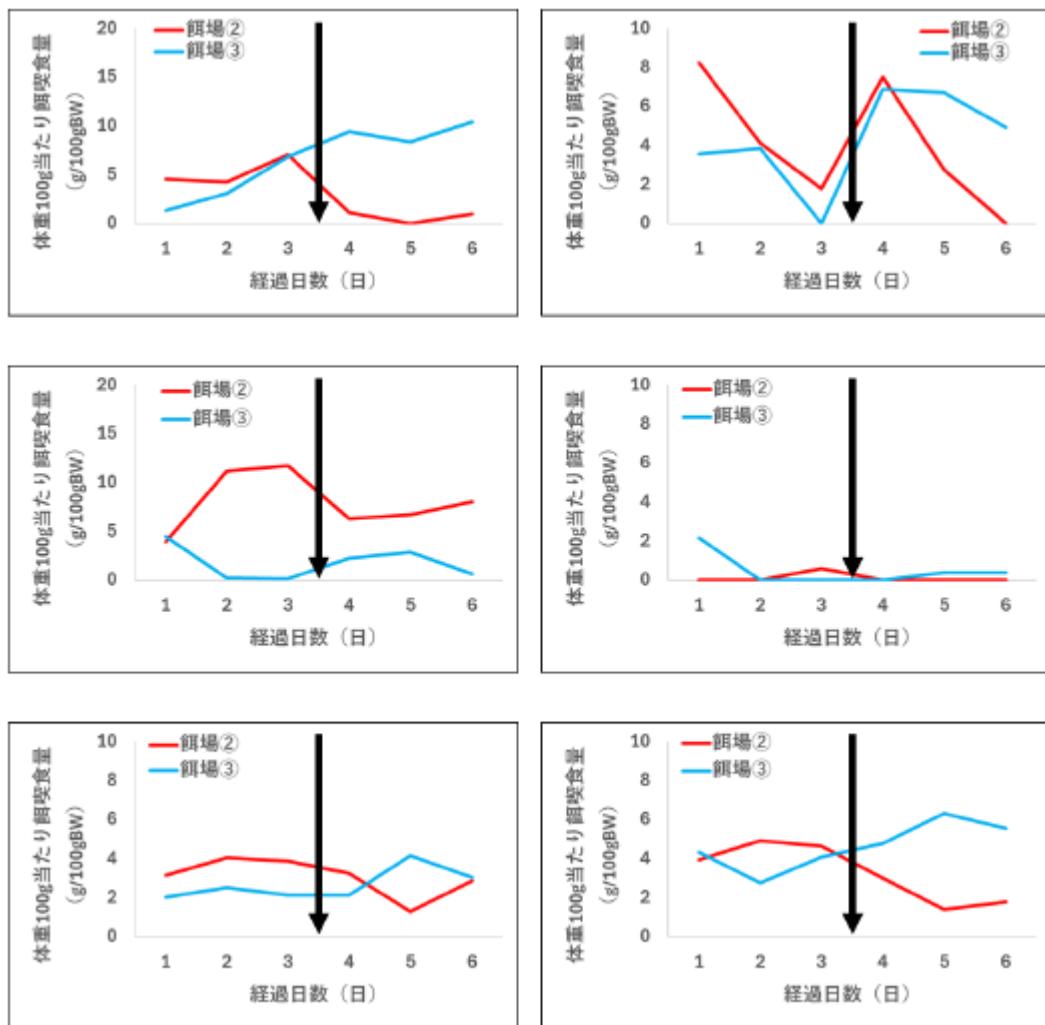


左列:オス個体供試時(上から Test No.2、8、10)

右列:メス個体供試時(上から Test No.1、5、12)

※矢印:試験区(赤線側)に試験品1を設置

図8 試験品1設置条件の各試験のエサ喫食量の推移(赤線:試験区、青線:対照区)



左列:オス個体供試時(上から Test No.4、7、9)

右列:メス個体供試時(上から Test No.3、6、11)

※矢印:試験区(赤線側)に試験品 2 を設置

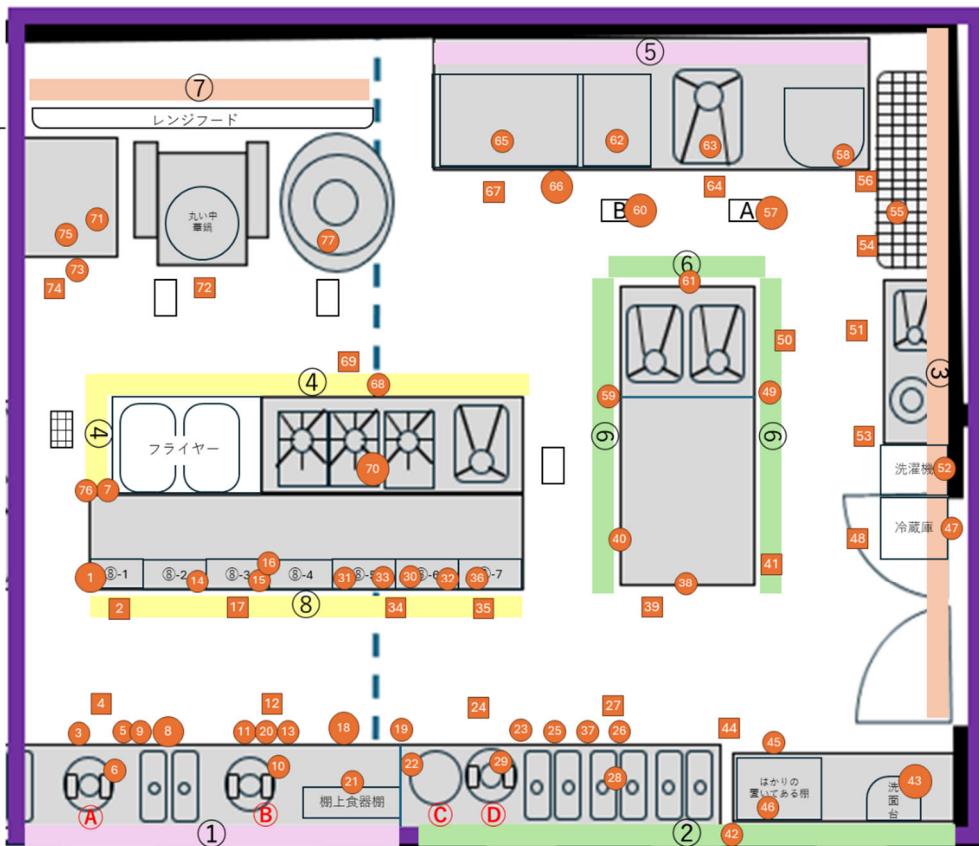
図 9 試験品 2 設置条件の各試験のエサ喫食量の推移(赤線:試験区、青線:対照区)

点検ルートと注視時間

氏名：Dさん（熟練）

- 20秒以上
- 20秒未満
- 20秒以上
- 20秒未満

※ ○は什器、□は床を点検していったことを示す。
※ ○□内の数字は視線の順序を示す。



点検ルートと注視時間

氏名：Aさん（未経験）

- 20秒以上
- 20秒未満
- 20秒以上
- 20秒未満

※ ○は什器、□は床を点検していったことを示す。
※ ○□内の数字は視線の順序を示す。

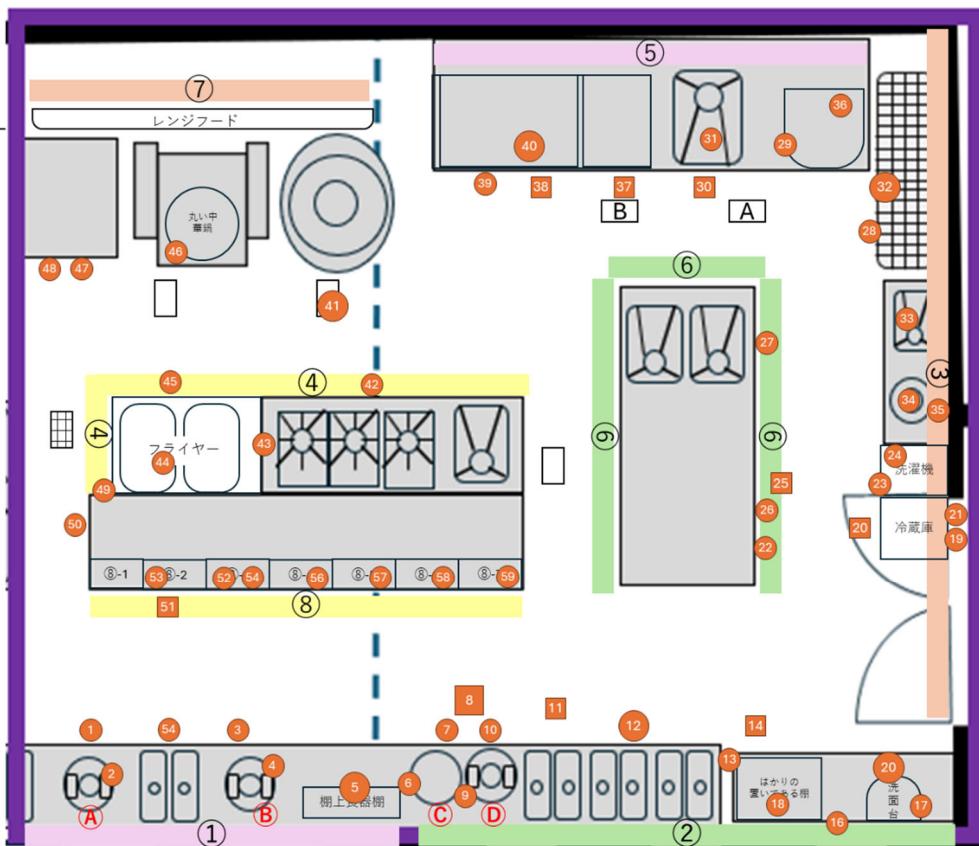
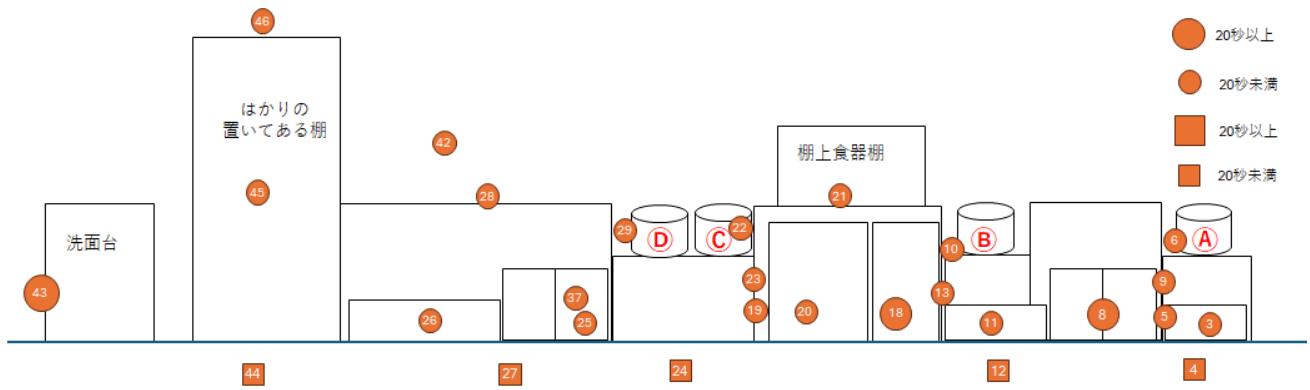
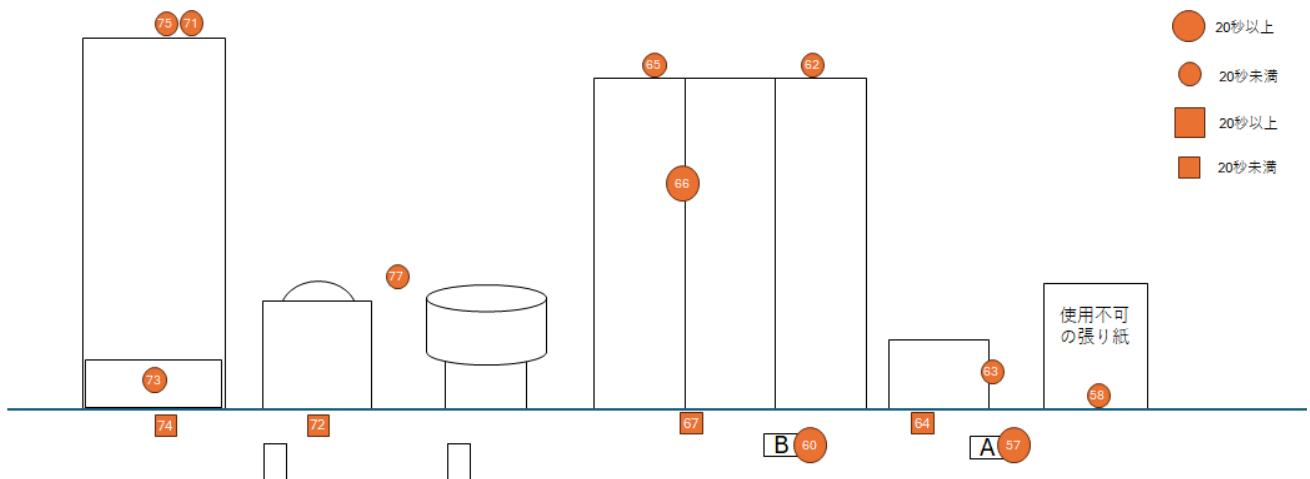


図 10 点検ルートと点検箇所の注視時間(上:熟練者、下:未経験者)



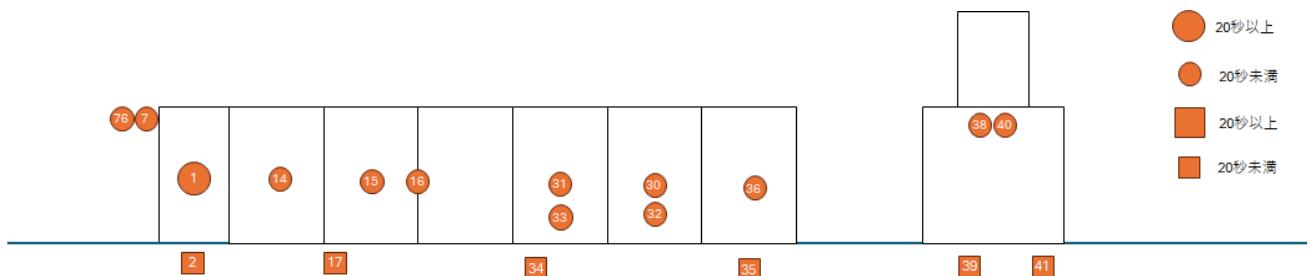
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 11-1 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア①②、熟練者 D)



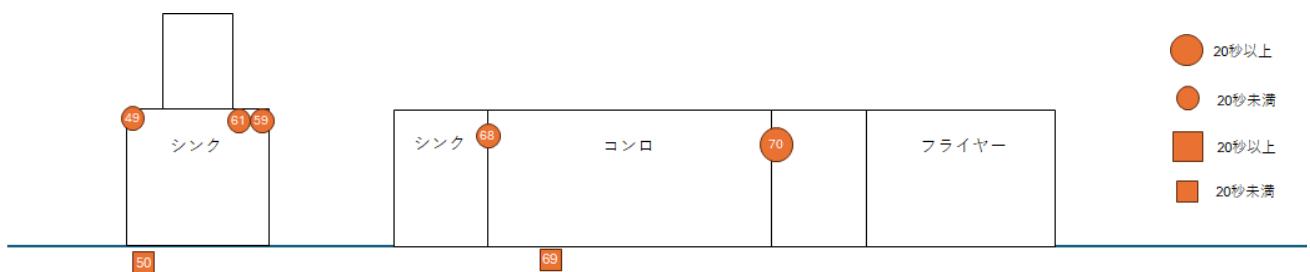
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 11-2 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑤⑦、熟練者 D)



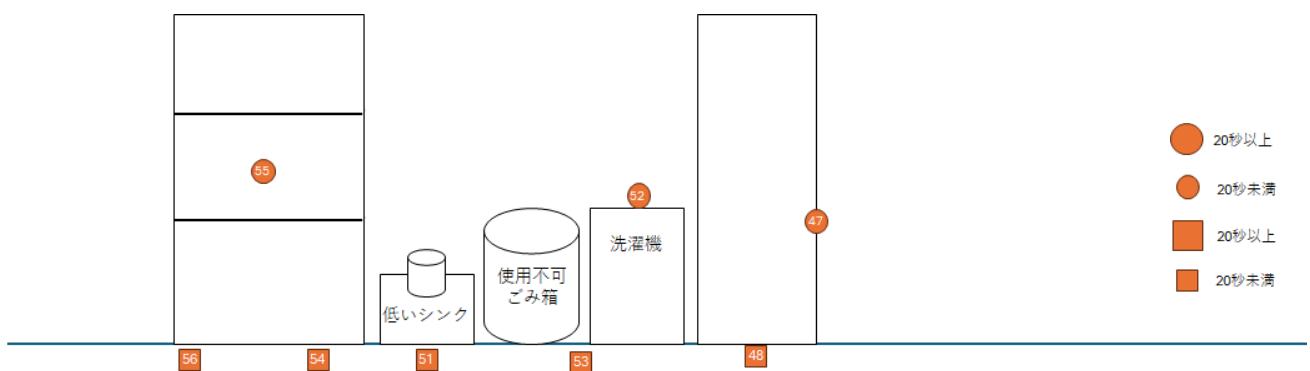
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 11-3 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑧⑥、熟練者 D)



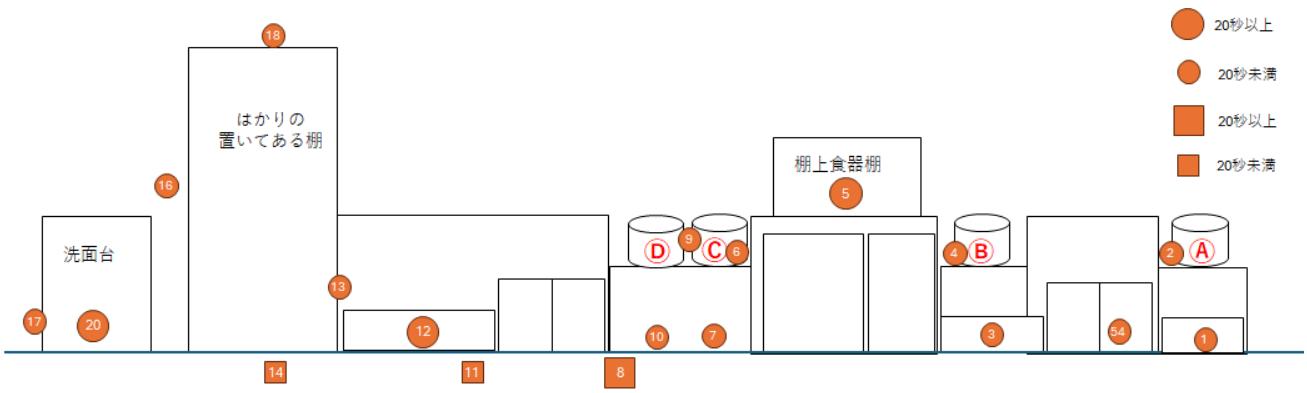
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 11-4 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑥④、熟練者 D)



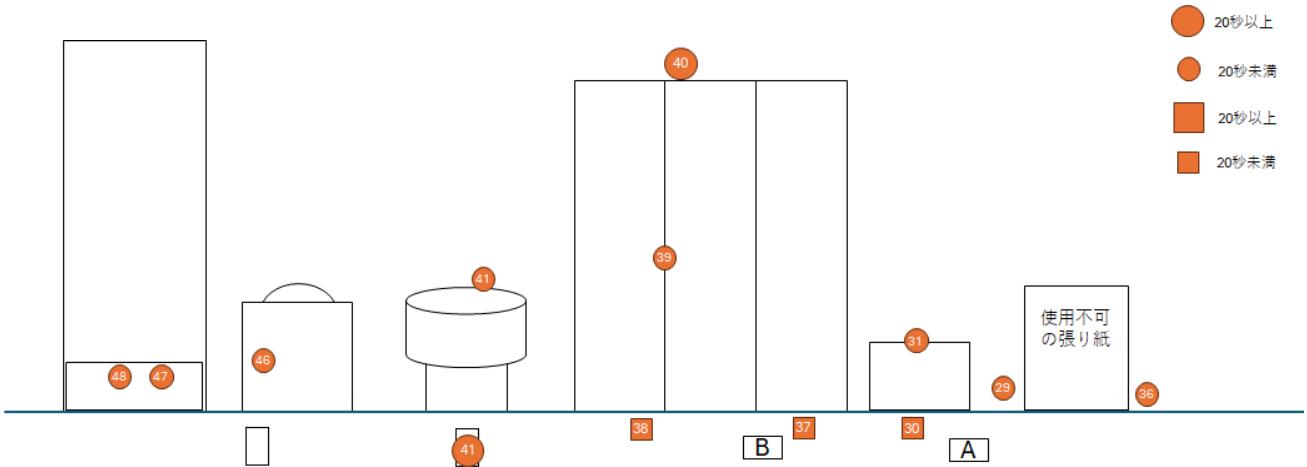
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 11-5 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア③、熟練者 D)



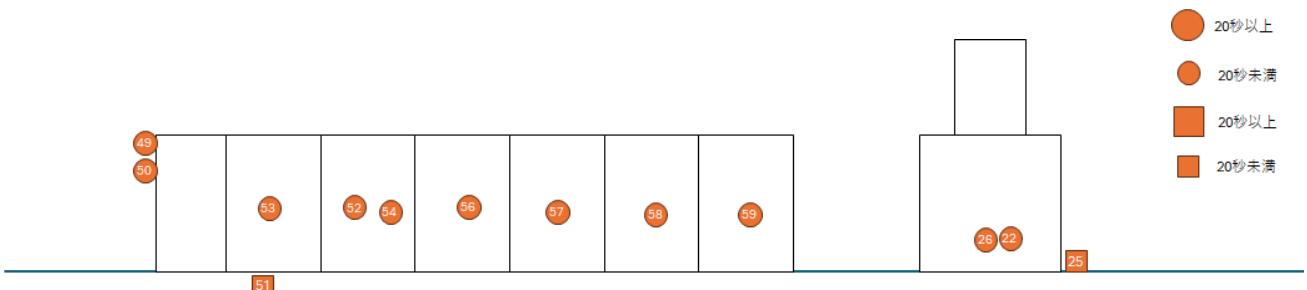
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 12-1 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア①②、未経験者 A)



※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 12-2 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑤⑦、未経験者 A)



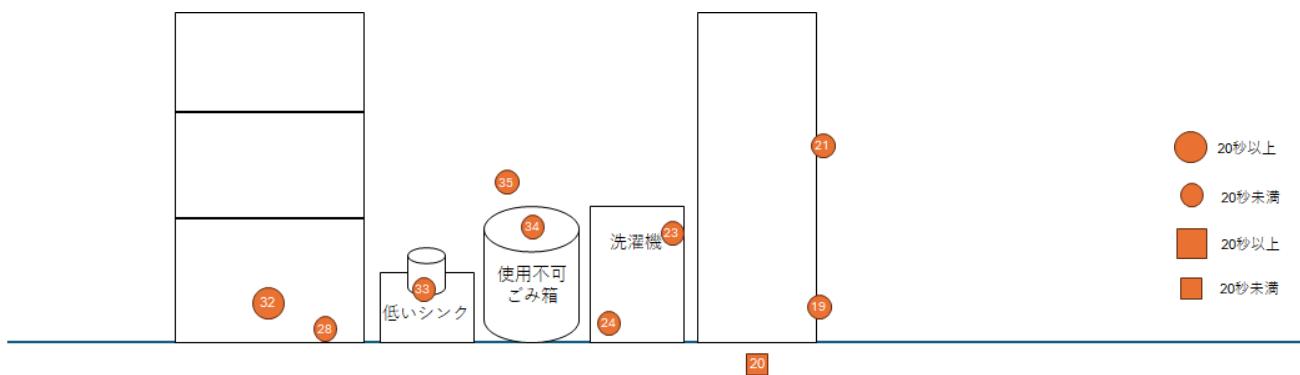
※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 12-3 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑧⑥、未経験者 A)



※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 12-4 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア⑥④、未経験者 A)



※○は什器、□は床を点検していたことを示す。○□内の数字は視線の順序を示す。

図 12-5 点検ルートと点検箇所の注視時間(エリア③、未経験者 A)

表4 ゴキブリおもちゃの発見数と発見時間

●玩具発見数

No	配置場所	未A	未B	未C	合計	平均	熟D	熟E	熟F	熟G	熟H	合計	平均	
1	中央 扇の中				0	0	○	○	○	○	○	5	1.0	
2	下方 扇の中	○	○	○	3	1.0		○	○		○	3	0.6	
3	下方 棚の上				0	0	○	○	○	○	○	5	1.0	
4	右下 地面	○	○	○	3	1.0		○	○	○	○	4	0.8	
5	中央 扇の中	○	○	○	3	1.0	○	○	○	○	○	5	1.0	
6	上方 棚の上	○	○		2	0.7	○	○	○	○	○	5	1.0	
7	上方右 棚の上	○	○		2	0.7	○	○	○	○	○	5	1.0	
8	上方右 グリーストラップ内				0	0	○	○	○	○	○	4	0.8	
9	上方右 地面	○	○	○	3	1.0	○	○	○	○	○	5	1.0	
10	右方 バケツ下	○	○	○	3	1.0		○			○	2	0.4	
	合計	7	7	5	19	6.3		8	8	9	8	10	43	8.6

●玩具発見時間

	未経験者				熟練者							
	未A	未B	未C	平均		熟D	熟E	熟F	熟G	熟H		平均
1個目	② 1分48秒 ④	2分20秒 ②	2分10秒	126秒	①	15秒	② 1分48秒	① 9秒	① 7秒	② 3分36秒	71秒	
2個目	④ 3分40秒 ⑨	3分28秒 ④	5分30秒	253秒	③	4分24秒	③ 2分26秒	② 2分18秒	③ 3分51秒	③ 4分7秒	205秒	
3個目	⑨ 5分30秒 ⑩	3分52秒 ⑤	7分19秒	334秒	⑤	5分35秒	⑨ 4分38秒	④ 3分49秒	④ 6分37秒	④ 6分42秒	328秒	
4個目	⑩ 6分20秒 ⑥	8分7秒 ⑨	12分15秒	534秒	④	7分13秒	⑧ 5分50秒	⑨ 5分50秒	⑨ 9分44秒	⑩ 9分6秒	453秒	
5個目	⑦ 7分33秒 ②	9分14秒 ⑧	14分30秒	626秒	⑧	11分24秒	⑦ 6分23秒	⑦ 6分33秒	⑦ 10分31秒	⑨ 11分5秒	551秒	
6個目	⑥ 9分1秒 ⑦	10分4秒		573秒	⑨	11分58秒	⑥ 7分34秒	⑥ 8分5秒	⑥ 11分45秒	⑦ 12分	616秒	
7個目	⑤ 10分35秒 ⑤	17分47秒		851秒	⑦	12分20秒	① 10分6秒	⑩ 10分10秒	⑤ 15分47秒	⑧ 13分13秒	739秒	
8個目					⑥	14分13秒	⑤ 16分40秒	③ 13分23秒	⑧ 19分20秒	⑥ 15分44秒	952秒	
9個目								⑤ 16分28秒		① 16分3秒	976秒	
10個目										⑤ 16分30秒	990秒	

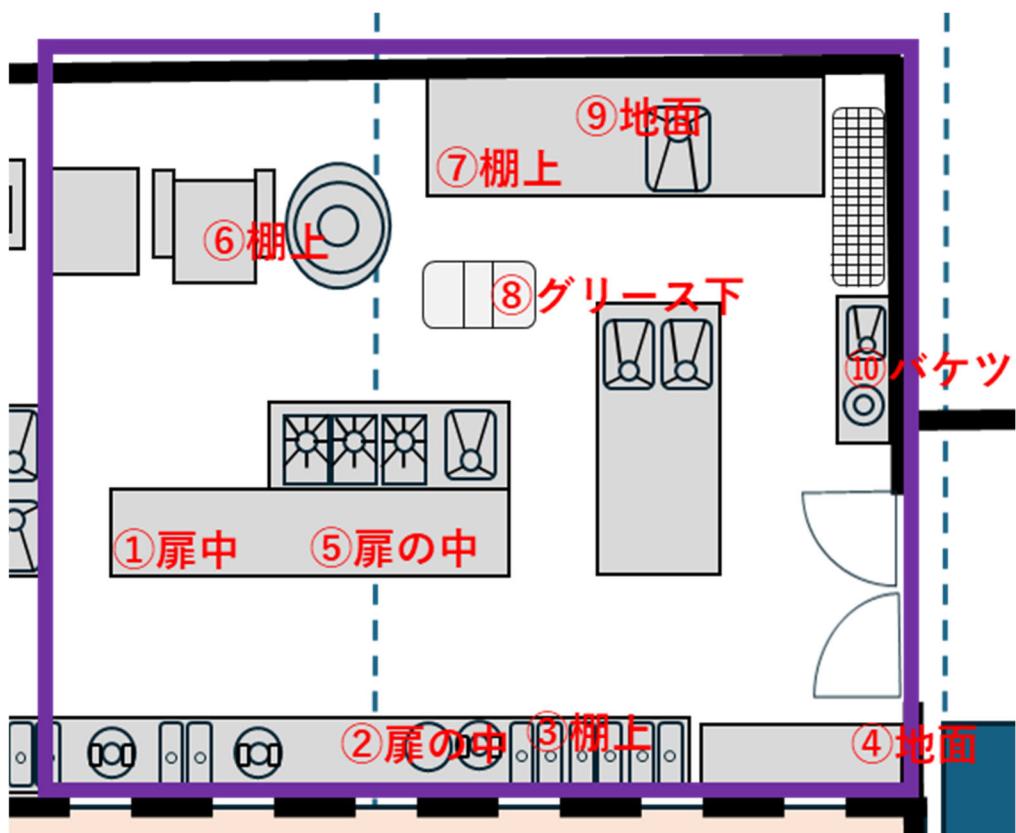


図13 玩具配置場所

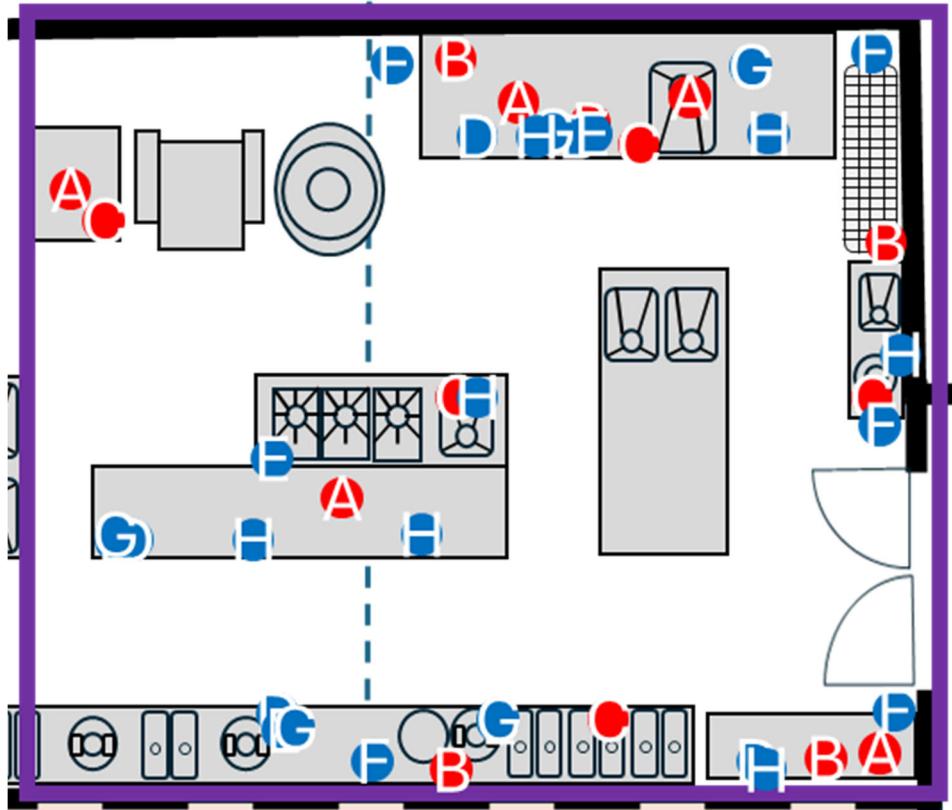


図 14 トランプ設置提案箇所(赤丸:未経験者、青丸:熟練者)