

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**

本研究は、建築物衛生管理におけるねずみ・衛生害虫防除分野を対象として、デジタル技術活用の可能性を検証することを目的とした。

国際学会 ICUP2025 への参加および日本ペストロロジー学会若手談話会でのワークショップを通じ、国内外の技術動向や現場ニーズを整理した。その結果、AI による害虫同定やオンライン監視などの技術は一部実用化されているものの、普及は限定的であり、コストや精度への懸念が課題として挙げられた。一方、現場からは報告書作成の効率化や臭気センサー、AI 相談アプリ等への期待が示された。

また、自動計数機能付き捕虫器を用いた検証試験では、イエバエおよびクサビノミバエを対象に、部屋の広さや照明条件が捕獲効率に大きく影響しないことを確認した。カウント精度は概ね 80% 以上であり、昆虫類の生息状況把握への有効性が示された。

さらに、ウェアラブルアイトラッカーを用いた厨房点検作業の分析では、熟練作業員の視線移動や点検技術を可視化でき、什器の隙間や熱源周辺など重点点検箇所が明らかとなった。これらの成果を基に、熟練作業員の点検技術を学習できる教材動画を作成した。

以上より、本分野におけるデジタル技術は限定的ながらも、効率化や人材育成への活用可能性を有することが示唆された。

**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した。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した。

**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**

国際学会（第 11 回 International Conference on Urban Pests、2025 年 6 月 29 日から 7 月 2 日までスウェーデンにて開催）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集め整理した。

また、日本ペストロロジー学会若手談話会の協力の下、現場で求められるデジタル技術について参加者から意見を募った。

**B2. 自動計数機能付き捕虫器に関する検証**

捕虫器（ライトトラップ）の有効性と課題を明らかにするため、自動計測機能付きトラップを用いて検証試験を行った。検証試験は、条件（部屋の大きさ、照明、供試動物の種類）を変えて実施した。試験の詳細は表 1、試験場所は図 1 のとおりである。

### B3. 目視による点検作業の視線分析

昨年度の研究により収集した特定建築物の厨房における目視点検作業について、被験者に対するグループインタビュー調査を行って情報を補足し、収集した視線データの分析を深めた。

また、ウェアラブルアイトラッカー（Tobii Pro3 Glasses 3）の活用方策として、熟練作業員による点検作業の動画教材の作成を試みた。

（倫理面への配慮）

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

ICUP は 1993 年から 3 年ごとに、世界中から講演者が集まり、害虫、その影響、そして管理に関する新たな情報を発表する場である。参加者は、研究者、産業界、政府機関など、様々な分野の専門家が含まれている。

会議の参加者は 28 か国約 230 名（事務局公表）で、期間中に 52 題の口頭発表および 28 題のポスター発表（program 掲載数）が行われた。うち、デジタル技術に関する報告は以下の 3 題（ネズミ 2、飛翔性昆虫 1）であった。海外も目下開発中であることがわかると同時に、真新しい技術発表はなかった。

- ・ Online rodent monitoring: A novel solution for improved pest management in urban and industrial facilities, Yuji Kawatake, Semco, Japan

- ・ Artificial intelligence performance identifying rodents in images from connected cameras, Manuel García-Howlett, Lokímica (Rentokil-Initial), Spain
- ・ Some are born great counters, some achieve great counting, and some use A.I., Sophie Thorogood, Pelsis, UK

次に、日本ペストロロジー学会若手談話会において、「業務の中で時間や手間がかかること、デジタルに置き換えたいこと」についてワークショップ形式で参加者の意見を募った。ワークショップには 22 名が参加した。収集した意見に見出しを付け以下のように整理した。

「報告書の作成について」

- ・ 現場の写真をエクセルで添付するのが手間なので簡略化したい。
- ・ 報告書に決まり文句がないのでデジタル化できるか疑問がある。
- ・ 報告書の作成ではパターン化したコメントが出てくる。

「新しいデジタル技術について」

- ・ 臭いセンサーがあれば特定の精度があげられるのではないか。センサーが開発されれば天井裏まで行かなくても済む。カメラだと設置にあたり方向性が問われるが、臭気計だと方向を問わない。
- ・ 図面があればトラップの位置が自動的に出てくるツールがあれば便利である。（トラップの設置位置の指標ができる。）
- ・ ねずみより小さい AI を搭載したドローンがあると良い。しかし、人の仕事がなくなることが懸念される。
- ・ ねずみの点検を楽にしたい。脚立使用の条件が厳しくなりつつある。自動化が進むと良い。
- ・ モニターで虫を同定するのが面倒である。
- ・ AI 同定の精度の許容は今は 8 割くらい。客の求めに対し限界がある。

- ・ 客の求めと PCO の求めるレベルに差がある。客ごとのレベルも差異が大きいので、自動化をどこに求めるかが課題である。
- ・ 英会話の AI 教材のように害虫相談ができる AI アプリがあると良い。

## C2. 自動計数機能付き捕虫器に関する検証

まず、部屋サイズおよび明暗条件と捕獲数との関係を見ると、イエバエにおける捕獲数は試験場所 2 の明条件で最も多く ( $96.0 \pm 4.6$  個体/試験)、試験場所 3 の明条件で最も少なかった

( $82.3 \pm 12.5$  個体/試験) (表 2)。これら捕獲数の間に有意な差はなかった (t 検定,  $p > 0.05$ )。一方、クサビノミバエにおける捕獲数は試験場所 2 の暗条件で最も多く ( $54.0 \pm 8.7$  個体/試験)、試験場所 1 の暗条件で最も少なかった ( $42.3 \pm 18.5$  個体/試験)。これら捕獲数の間に有意な差はなかった (t 検定,  $p > 0.05$ )。部屋サイズおよび明暗条件ではイエバエおよびクサビノミバエの捕獲数に影響しなかった。

次にカウント精度についてみると、イエバエにおけるカウント精度は試験場所 3 の明条件で最も良く ( $0.0 \pm 0.0$  %/試験)、試験場所 1 の暗条件で最も悪かった ( $4.5 \pm 3.3$  %/試験) (表 2)。一方、クサビノミバエにおける捕獲数は試験場所 1 の明条件で最も良く ( $5.8 \pm 6.0$  %/試験)、試験場所 2 の暗条件で最も悪かった ( $18.3 \pm 1.3$  %/試験)。捕獲数とカウントとの相違は 20%未満 (=80%以上が検出されている) であり、本試験条件ではイエバエはクサビノミバエよりもカウント精度が高かった。

最後に捕獲時間については、イエバエの累積カウントが 50%以上に達した時間は試験場所 2 および試験場所 3 の明条件で早く (放虫後 60 分)、試験場所 1 の明条件で最も遅かった (放虫後 270 分) (図 2)。明暗条件は捕獲時間に影響し、試験場所 1 の暗条件では放虫後 240 分、試験場所 2 の暗条件では放虫後 150 分、および試験場所 3 の暗条件では放虫後 270 分でそれぞれ 50%以上に達した。また、90%以上に達した時間は試験場所 1 の明条件で放虫後 630 分、暗条件で放虫後 600

分、試験場所 2 の明条件で放虫後 150 分、暗条件で放虫後 360 分、および試験場所 3 の明条件で放虫後 330 分、暗条件で放虫後 600 分であった。

一方、クサビノミバエの累積カウントが 50%以上に達した時間は試験場所 2 の明条件で早く (放虫後 60 分)、試験場所 1 の明条件で最も遅かった (放虫後 120 分)。クサビノミバエにおいても、明暗条件は捕獲時間に影響し、試験場所 1 の暗条件では放虫後 90 分、試験場所 2 の暗条件では放虫後 90 分、および試験場所 3 の明条件と暗条件では放虫後 90 分でそれぞれ 50%以上に達した。また、90%以上に達した時間は試験場所 1 の明条件で放虫後 780 分、暗条件で放虫後 420 分、試験場所 2 の明条件で放虫後 570 分、暗条件で放虫後 540 分、および試験場所 3 の明条件で放虫後 390 分、暗条件で放虫後 540 分であった。この結果、イエバエとクサビノミバエのいずれにも、狭い部屋のほうが広い部屋よりも捕獲時間が必ず短くなることはないことが明らかとなった。

## C3. 目視による点検作業の視線分析

令和 8 年 1 月に被験者に対するグループインタビュー調査を行って情報を補足した。その結果、厨房点検のポイントを以下のように整理した。

「注意する点検箇所」

- ・ 什器の足
- ・ 床 (グレーチング、グリーストラップ等) : グリーストラップはクロゴキブリが多いとき
- ・ 熱源 (モーター、配電盤など) のある部分
- ・ 水周り
- ・ 営巣ポイント (冷蔵庫のパッキン部分、冷蔵庫の蝶番など)
- ・ 壁の亀裂 貫通部の周り
- ・ 床にある排水管等 (ホースの蛇腹)
- ・ 天板の隙間 (薬剤は入らない)

「点検に関する行動・知識」

- ・ 点検の際に見えないところを手で触っているのはトラップ探しが目的

- ・ 什器の構造を知っているかどうか（開閉が可能かどうか）
- ・ ゴミが落ちているかどうか
- ・ 不要な書類（レシートや昔のマニュアル等）が置かれているか

厨房点検箇所の平面図と工程は別紙 1、別紙 2 のとおりで、被験者によって点検の順序に多少の違いはあったが、厨房内に配置された各什器を点検していた。特に熟練作業員は、什器の裏の壁面や什器の下床面、什器と什器の隙間、什器の扉のパッキン部等までくまなく点検していた（別紙 3-6）。熟練作業員のアイトラッカーによる視点の動きは、本人がペンライトで照射している場所と一致していたが、ペンライトの動きよりも先に視線が次の点検箇所へ移動しており、短時間で効率よく点検する技術がアイトラッカーにより可視化されていた。

#### D. 考察

国際学会における発表動向から明らかになったのは、AI を用いた同定はいくつかの技術が市場投入されているがトラップと同様にほとんど普及していないことである。不具合発生時には専門業者（PCO）が速やかに対応することによって問題となっている昆虫類が同定可能であることから検出精度の重要性は高い。デジタル技術の導入の障壁としてコスト面が指摘されており、デジタル化すべき技術を精査する必要があると思われる。

一方、日本ペストロジー学会若手談話会の参加者の意見からは、現場の実情に即したニーズや懸念を知ることができた。初年度の PCO 協会会員企業を対象とした調査は専ら経営者や管理者サイドからの意見に片寄っていたので、それを補足する情報を得ることができた。

次に、実証実験については、令和 5(2023)年度の研究で、ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル技術はネズミ用の赤外線監視カメラが広く普及する一方、昆虫類についてはほとんど使用されていないことが明らかとなったことから、今年度は昆虫類を対象とするデジタル機器につ

いて試験を行った。現状の昆虫類のモニタリング（生息密度調査）はヒトの手による同定・計数であるが、今回使用しているような機器を使用することによってハエ・コバエ類の生息状況を把握できることが明らかになった。加えて、本試験では、これまで不明であったハエ・コバエ類の室内におけるライトトラップへの行動として、本試験条件程度の部屋の広さならば狭いほど捕獲効率がよくなることはないことや、室内照明が点灯していてもトラップの捕獲効率が悪くなることはないことなども実証することができた。

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の分析では、昨年度の分析点について、さらに詳細にデータを用いて検証することができた。これにより、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）の可視化がより明確となった。

このことから、この技術を人材教育のツールとして活用することとし、「厨房におけるゴキブリ調査および防除方法解説ビデオ動画」（全体で約 45 分）を作成した（別紙 7）。動画は、作業員の視点から撮影したもの（アイトラッカーによる撮影）と作業員の作業状況・姿勢を撮影したものを併置し、作業員の音声解説に加えて字幕を挿入し編集した。

#### E. 結論

国内外ともに現時点では当該分野に導入できるデジタル技術はごく限られているが、現場の作業員からはデジタル技術の活用ニーズがあることが分かった。一方で、デジタル技術の導入により仕事がなくなるのではないかと心配する声も聞かれた。

自動計数機能付き捕虫器の検証試験では、ハエ・コバエ類の生息状況を把握できることや、部屋の広さや照明条件が捕獲効率に影響を及ぼさないことを確認することができた。

また、ウェアラブルアイトラッカーにより、熟練作業員の点検技術を可視化できることから、この技術を使い教材動画を作成した。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 阪東美智子. 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. Pest Control Tokyo. 2025.7;Vol.90:15-18.
- 2) 谷川力. PCOにおけるIoT技術の活用―ねずみ等の遠隔監視の実例と普及の課題―. 第53回建築物環境衛生管理全国大会（公益社団法人日本建築衛生管理教育センター）. 2026.01:42-45.

### 2. 学会発表

- 1) Goro Kimura, Behavioral Response of Musca Domestica to Visual Targets, Proceedings of the Eleventh International Conference on Urban Pests 2025, 219-224.
- 2) 阪東美智子. ペストコントロールにおけるIT技術活用の可能性：アイトラッカーによる目視点検の分析. 第84回日本公衆衛生学会総会；2025.10.29-31；静岡. 同抄録集. p.660.
- 3) 田中和之, 木村悟朗, 芝生圭吾, 谷川力, 阪東美智子. センサーカメラの設置によるクマネズミの行動変化. 第76回日本衛生動物学

会東日本支部大会；2025.11.1；千葉. 同要旨集. p.29.

- 4) 谷川力, 芝生圭吾, 木村悟朗, 佐々木健, 市川博一, 大山克幸, 野本祥一, 西田雄剛, 大川拓也, 茂手木眞司, 下ノ菌慧, 阪東美智子. 実際の現場でのアイトラッカーを利用した調査―続 熟練作業員と未経験者の調査視点の相違について―. 第41回日本ペストロジ学会大会；2025.11.6-7；新潟. 同抄録集(41). p.40.
- 5) 木村悟朗, 谷川力, 阪東美智子. 空間サイズおよび室内照明がハエ・コバエ類の捕獲効率に及ぼす影響. 第78回日本衛生動物学会大会；2026.4.18-19；栃木. 衛生動物大会特集号(77). p.77.

## 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 自動計測機能付きライトトラップに関する検証試験の試験方法

試験場所 1：イカリ消毒株式会社 技術研究所 放虫室 3 (4.8 m×8.6 m×高さ 2.7 m)  
 試験場所 2：イカリ消毒株式会社 技術研究所 放虫室 1 (4.0 m×4.0 m×高さ 2.7 m)  
 試験場所 3：イカリ消毒株式会社 技術研究所 殺虫室 (2.0 m×2.0 m×高さ 2.0 m)

試験期間：2025 年 9 月 29 日～2025 年 12 月 5 日

試験品：クリンエコライン GXII WEB

供試虫 1：イエバエ *Musca domestica* Linnaeus, 1758 (2014 年に福島県で採集した個体群)

供試虫 2：クサビノミバエ *Megaselia scalaris* (Loew, 1866)  
 (2012 年に住化テクノサービス株式会社から購入した個体群)

試験方法：

試験場所の短辺中央に架台に設置した試験品(床から下側光源まで 1.3m)を配置した。

対面の短辺中央の床面から供試虫 1 を 100 個体放虫した。

放虫 24 時間後に試験を終了し、実際の捕獲数(以下、捕獲数)および自動計測数(以下、カウント。試験品はリアルタイムで計数できるが本試験では 30 分毎にまとめて表示)およびこれらの結果に基づく捕獲数とカウントとの相違(以下、カウント精度。絶対値)を算出した。

また、24 時間後の総カウント数に対する累積カウント(以下、累積カウント)が 50%および 90%以上に達するまでの時間を算出した。試験は試験場所と照明条件(全明/全暗)、供試虫(イエバエ/クサビノミバエ)の組み合わせで試験(各条件で 3 回反復)を実施した。

統計的な解析は KyPlot 6.0 を使用した。

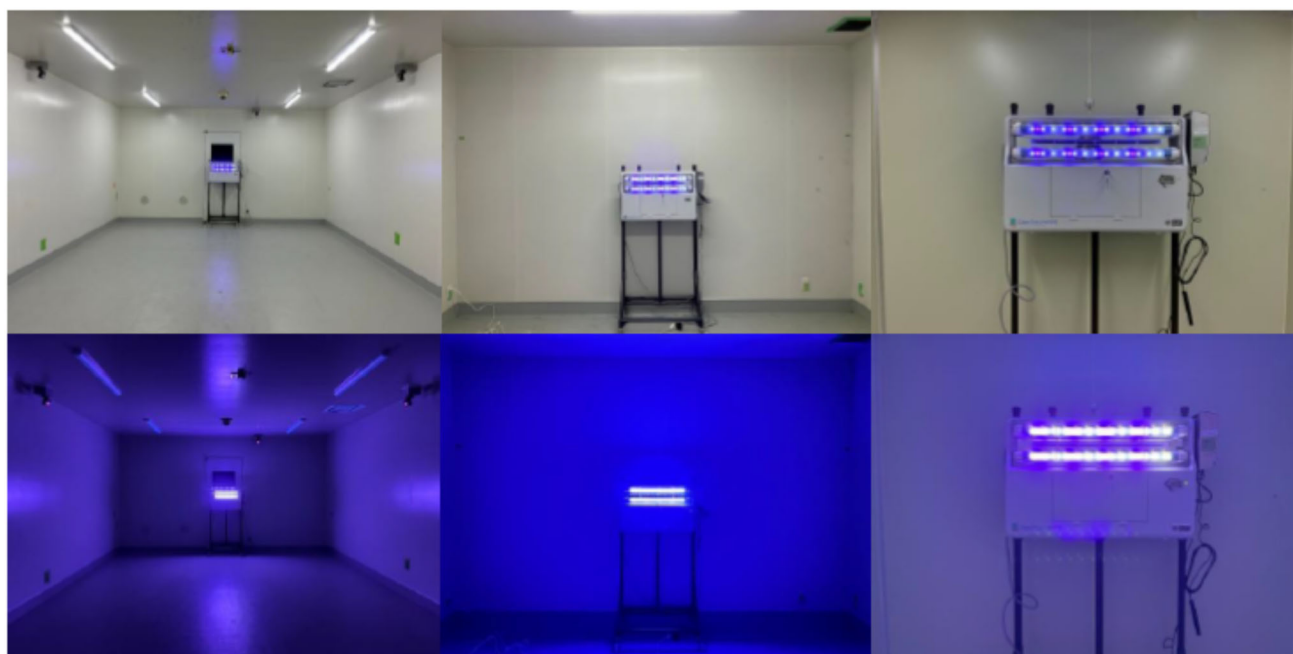


図 1 試験場所に設置した試験品(放虫地点から撮影)

(上段:明条件、下段:暗条件。いずれの段も左から順に試験場所 1、2、3)

表 2 各試験条件における捕獲数およびカウント精度 (n=3)

|         | 試験場所1      |             | 試験場所2      |            | 試験場所3       |             |
|---------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|
|         | 明          | 暗           | 明          | 暗          | 明           | 暗           |
| イエバエ    |            |             |            |            |             |             |
| 捕獲数     | 85.7 ± 9.2 | 88.0 ± 8.7  | 96.0 ± 4.6 | 89.3 ± 5.7 | 82.3 ± 12.5 | 89.3 ± 2.1  |
| カウント精度  | 3.5 ± 1.5  | 4.5 ± 3.3   | 2.1 ± 1.1  | 0.8 ± 1.4  | 0.0 ± 0.0   | 0.7 ± 1.3   |
| クサビノミバエ |            |             |            |            |             |             |
| 捕獲数     | 42.7 ± 6.7 | 42.3 ± 18.5 | 47.3 ± 4.7 | 54.0 ± 8.7 | 50.0 ± 11.5 | 49.0 ± 17.4 |
| カウント精度  | 5.8 ± 6.0  | 10.0 ± 1.2  | 12.0 ± 4.9 | 18.3 ± 1.3 | 9.3 ± 2.2   | 14.7 ± 4.4  |

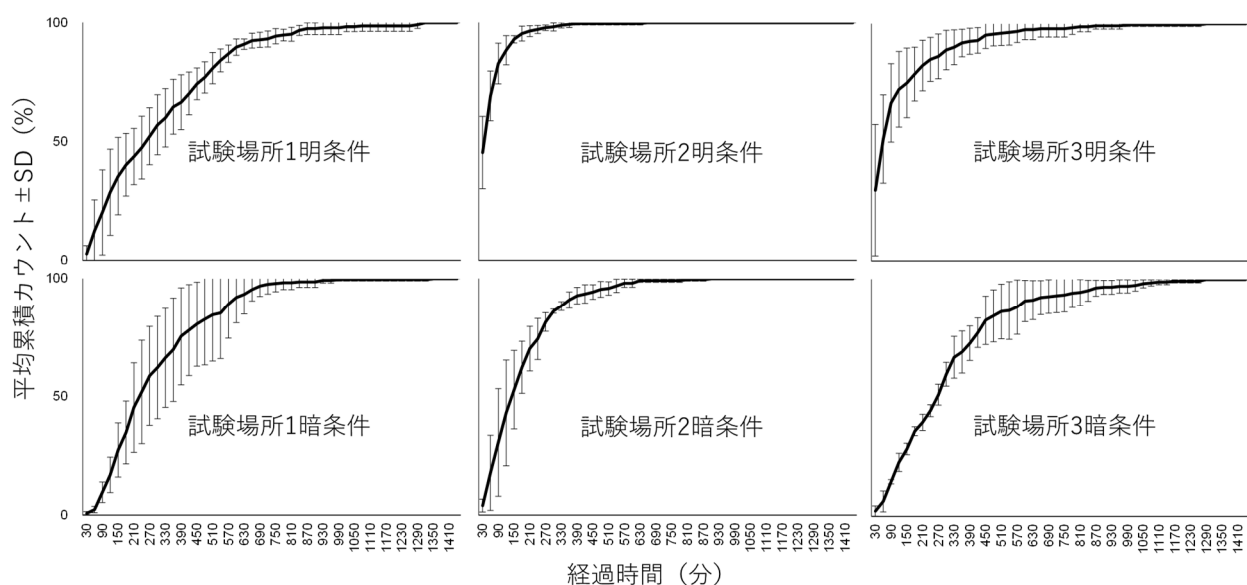


図 2 各条件におけるイエバエの平均累積カウントの変化

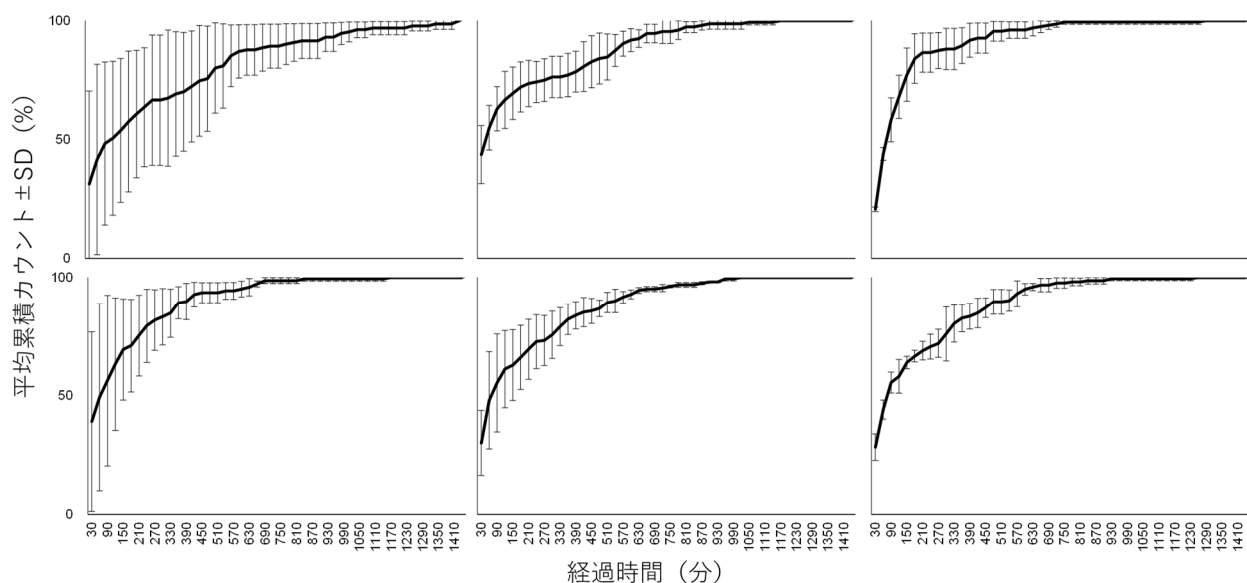


図 3 各条件におけるクサビノミバエの平均累積カウントの変化