



第14回 環境安全研究発表会

2025年3月3日(月)

現地および Zoom によるオンライン開催
(東京大学 工学部 3号館 31号講義室)

特定非営利活動法人
研究実験施設・環境安全教育研究会

第14回環境安全研究発表会プログラム（令和7年3月3日 於東京大学工学部3号館31号講義室）

講演時間	研究題目	講演者	講演者所属	共同研究者
13:30～	保護員着用管理責任者 ～養成講習会の企画から開催まで～	三上 恭訓	東北大学 環境・安全推進センター	林 瑠美子
13:45～	高圧ガス事故とリスクアセスメント	加藤 博子	東京科学大学	加藤 博子、岩崎 雅子、大天 伸一、砂崎 尊行、竹下 幸俊
14:00～	理科教員を目指す学生への実験安全教育	田中 兼郎	愛媛大学	伊藤 和貴
(休 憩)				
14:30～	緊急チャプラーを身近なものに	澤口 亜由美	東北大学 理学研究科	
14:45～	ダウンフロー式換気に対する外乱としての人の動きの影響	竹之内 直也	東京大学 大学院新領域創成科学研究科	沼田 和清(大林組)、山本 仁(大阪大学)、根津 友紀子、大島 義人
15:00～	火災感知器としてのサーマルカメラの可能性	山本 仁	大阪大学	高橋 賢臣、渡辺 尚志(クロスエッジラボ)
(休 憩)				
15:30～	生体指標を用いた実験者の内面状態の計測手法の検討	根津 友紀子	東京大学 大学院新領域創成科学研究科	冠 倉 倉、大島 義人
15:45～	深層学習を用いた手袋の耐薬性予測の試み	原田 敬章	名古屋大学 環境安全衛生管理室	富田 賢吾
16:00～	汎用生成AIを利用した実験計画書の検証	田中 俊憲	沖縄科学技術大学院大学	
16:15～	深層学習を活用したヒュームフード使用状態の簡易評価手法の提案	主原 愛	東京大学 大学院新領域創成科学研究科	王 岱宇、大島 義人

保護具着用管理責任者 ～養成講習会の企画から開催まで～

○三上 恭訓, 林 瑠美子 (東北大学)

1. 本学における保護具着用管理責任者講習会の企画背景

本学では、「東北大学自律的な化学物質管理に関するガイドライン」を定め、保護具着用管理責任者は分野（研究室）毎に選任し、化学物質等分野等別管理責任者（研究室のPIを想定）がその職務を担うことを原則としている。これは、より現場に近い教員が取り扱う物質や作業内容に即した運用を行うことが重要であるという考えに基づいている。保護具着用管理責任者は、「保護具に関する知識及び経験を有すると認められる者」から選任することとなっているが、多くのPIは保護具着用管理責任者の選任要件（作業主任者、第1種衛生管理者等）を満たしておらず、保護具着用管理責任者を養成する講習（保護具着用管理責任者教育）の受講が必要となる。この講習は中災防等の外部機関でも実施しているが有償であり、本学では600名程度の受講者が見込まれることから、学内で受講できる講習会を企画することにした。

2. 保護具着用管理責任者教育の内容と今後の展開

この保護具着用管理責任者教育のカリキュラムは通達で示されており（表1）、学科科目5時間と実技科目1時間で構成されている。本学でもこの内容に即した形で実施することとした。学科科目は受講の自由度が高いオンデマンド形式で受講できるよう動画教材を作成し、実技科目は対面式とした。学科はオンライン形式でも差し支えないと通達に示されているが、動画教材を所定時間視聴させるこ

表1 厚生労働省の示す保護具着用管理責任者教育のカリキュラム

学科科目	範囲	時間
I 保護具着用管理	①保護具着用管理責任者の役割と職務 ②保護具に関する教育の方法	0.5時間
II 保護具に関する知識	①保護具の適正な選択に関すること。 ②労働者の保護具の適正な使用に関すること。 ③保護具の保守管理に関すること。	3時間
III 労働災害の防止に関する知識	保護具使用に当たって留意すべき労働災害の事例及び防止方法	1時間
IV 関係法令	安衛法、安衛令及び安衛則中の関係条項	0.5時間
実技科目	範囲	時間
V 保護具の使用方法等	①保護具の適正な選択に関すること。 ②労働者の保護具の適正な使用に関すること。 ③保護具の保守管理に関すること。	1時間

(計 6時間)

とや視聴時間を個々に確認する事が求められ、本学のLMS (MoodleベースのE-learningシステム)を活用することにより、動画の再生速度制御や受講者の視聴時間確認をクリアした。すべての動画教材の視聴（小テストに合格することも要件としている）と実技科目の受講が確認できた受講者には、学外でも有効な修了証を発行することとしている。

実技の講習時間は1.5時間/1回とし、1回の定員を60名とし、講習時は「呼吸用保護具」と「化学防護手袋・保護メガネ」の2班に分けて45分毎に班を入れ替えた。また講師陣は外部講師を中心に5名確保した。1日3回の講義を4会場に分けて4日間開催し、720名分の受講枠を準備した。実際の申込み数は約330名と想定55%にとどまったが、次回講習開催に関する問合せ等が部局から寄せられていることから開催時期と受講希望者の都合が合わなかったものと推察される。このため、受講者数が落ち着くまでの間は継続的に開催する予定としている。

受講者からは、今まで学ぶ機会のなかった内容であるといった高評価をいただく一方で、動画教育が長いという感想も聞かれた。講習の内製化も含め、今後の検討課題である。

高圧ガス事故とリスクアセスメント

○加藤博子, 岩崎雅子, 大天伸一, 砂崎尊行, 竹下幸俊 (東京科学大学)

1. 背景および目的

本学で発生した塩素ガスボンベからのガス漏洩事故を踏まえ、事故事例及び研究室が実施しているリスクアセスメントとリスク低減対策内容を調査し、今後の事故防止につなげるポイントを探ることとした。

2. 高圧ガスに関する事故の調査

今回の事故は、長期間使用していたボンベのバルブが固着したことに起因する。本学理工学系における過去20年の高圧ガスボンベに関する事故を調べたところ、漏洩が6件、破裂が2件であった。高圧ガスボンベに起因する事故と薬品に起因する事故の発生頻度を比較すると、前者が0.4件/年、後者が14.3件/年であり、高圧ガスボンベに起因する事故の頻度が非常に低いことが確認できた。

3. リスクアセスメントの調査結果

高圧ガスボンベ管理システムに登録し、現在ボンベを貯蔵または今年度借用ボンベを業者へ返却した研究室のうち、リスクアセスメントを実施していた約130研究室、のべ400件について調査した。これらの研究室が予測した被害は、図1のとおりであった。また、予測被害別の対策は図2のとおりであり、中毒に関しては、工学的対策と管理的対策が同程度で、その他の予測被害は、管理的対策が工学的対策の2倍程度であった。

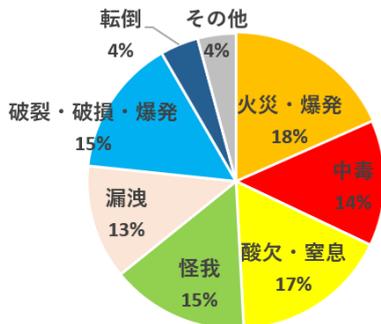


図1 予測被害

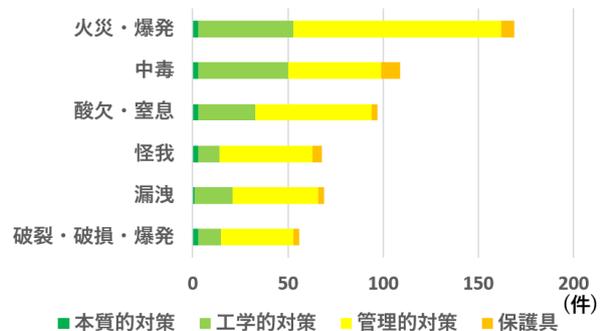


図2 予測被害別のリスク低減対策

4. 考察とまとめ

高圧ガスボンベによる事故の頻度が低い理由として、対策により事故発生が抑えられている側面と僅かな漏洩など人的等の被害がないため、事故報告に至らないヒヤリ・ハットであったことが考えられる。リスク低減対策としては、シリンダーキャビネットやセンサーの設置、ドラフトチャンバー内での使用など、工学的な対策が比較的实施されている。一方でこれらの定期的な点検・保守についての記述がほとんどなく、経年劣化に対するリスクが見過ごされる可能性があり、導入から年数が経っている状況からリスクアセスメントに「経年劣化」の観点も含めて実施することが重要であると考えられる。

理科教員を目指す学生への実験安全教育

田中寿郎, ○伊藤和貴 (愛媛大学)

1. はじめに

本来初等・中等教育における理科実験は、安全に実施されるべきであるが、事故が起こることがある。特に中学校理科実験で取りあげられている「鉄と硫黄の反応実験」では、実験中に発生する有毒ガスを吸い込み体調を崩して、毎年多くの生徒が救急搬送されている。中学校の理科実験を安全に実施するための安全管理や先生方への実験安全教育はどのようになっているのだろうか？実際の教育現場のことは、なかなか部外者にはわからない。そこで、中学校の教員の協力を得て、「鉄と硫黄の反応実験」を例として、愛媛県内の中学校の理科教員に対するアンケート調査を行った。その中で、「理科実験を安全に実施するための知識の習得方法」について複数回答で尋ねたところ、96%の先生が「自らの経験」を選択し最多であった。一方、「学校の安全マニュアルを参照する」は15%や「同僚から口頭で」は41%であった。これらの結果から多くの中学校教員にとって、実験の安全実施は自己の経験に基づいていることが推察される。そこで、実験の安全実施のためには、教員に対する実験安全教育が必要と考え、2022年より、愛媛大学の教職科目である「理科教育法」の1回90分を使わせてもらい、実験安全の授業を試行したので、報告する。

2. 実験を安全に実施するための安全教育の試行

授業内容を図1に示す。初めの60分は実験を安全に実施するための動機付けや安全実施のための一般的な知識およびリスクアセスメントの方法を講義し、残りの30分で実際にリスクアセスメントの実習をおこなった。リスクアセスメントの題材は、日本理科教育学会誌2023年10月号に掲載された「ビスマス結晶を生徒のお守りに」というビスマス結晶を作成する記事を配布し、ビスマス結晶作成に関するリスクアセスメントを行わせた。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. 毎年繰り返される理科実験事故2. 安全を守る仕組み (産業界)3. 教育・研究組織における安全4. 初等・中等学校の理科実験の安全
演習 リスクアセスメントの実習 |
|---|

図1 講義内容

授業後、受講生が実験安全教育についてどのように感じたか、アンケート調査を行った。その結果を紹介する。

まず、2024年度の受講生67名の所属学部構成は、教育学部18%、理学部49%、工学部3%、農学部30%であり、受講生の93%が2年生であった。実験安全の授業については、91%の受講生が「是非必要」であると必要性を認めている。さらに自らが小中学校の教壇に立った時に、実験を安全に行う自信については、「全くない」が15%、「今はないが、同僚の先生に教えてもらい何とかできると思う」というが84%であった。

3. まとめ

現教員アンケートで分かったことは、実験の安全実施は、主に「自己の経験」に基づいているということ。したがって、実験を安全に実施するためには、教員個人の経験だけでなく、広く実験安全に関する知識と技能を身に着ける機会が必要である。そこで、「リスクアセスメントの教育」を含めた実験安全教育を試行したところ、90%の受講生が、是非必要であると感じていることが分かった。実験事故防止のためにも、教職科目の中で実験安全教育を実施することが望まれる。

すぐに使える緊急シャワーを目指して

○澤口 亜由美, 千葉 美和 (東北大学)

1. はじめに

特定化学物質障害予防規則に定められた洗浄設備として、大学等に緊急シャワーが設置されている。しかし、維持管理については定めがないため、その状況は大学等ごとに異なる。当事業場で実際に使用してみたところ、様々な問題を発見した。また、当事業場では緊急シャワーの使用訓練の機会を設けておらず、学生の中には、化学物質を扱っていても緊急シャワーの目的や用途を知らない者がいたため、教育、啓発の必要性を感じていた。一斉点検や教育活動の前段階として、事業場内のすべての緊急シャワーを調査したところ、2種類の緊急シャワーがあり、バルブの位置や排水溝のタイプも場所によって異なることが分かった。今回は、メンテナンスの実施、利便性の向上、教育という3つの観点から当事業場の課題解決に向けた取組について報告する。

2. 取り組み事例

(1) メンテナンスの実施

様々な装置、機器の導入後、問題になるのがメンテナンスである。消防設備等は定期的な点検が義務付けられているが、緊急シャワーをはじめとする洗浄設備には点検に関する規定がない。緊急シャワーは定期的に水を流さなければタンク内にごみが沈殿する、微生物の繁殖が起こる等の問題を生じる。衛生的な水が規定量流れるためには定期的な点検が必要であることを関係者間で確認したことがきっかけで、当事業場での緊急シャワーの点検の定例化が実現した。

(2) 利便性の向上

フラッシュバルブタイプのシャワーは一定量の水が流れると自動的に止まる仕様であるが、内部に小さなごみはさまると水が止まらなくなる場合がある。そのため、バルブを閉じる作業を行う可能性があることを前提として点検を行う必要があるが、シャワーによってバルブの設置場所が異なることがわかったため、その位置を調査した。現在は点検の都度、周辺の研究室に周知している。仕切弁タイプのシャワーはコックを引いたり押したりすることで流れる水の量を調整できるためこうしたトラブルは発生しないが、当事業場の場合には、バルブがシャワーから見えない場所に設けられているので、シャワー使用者から見やすい位置にその位置を明示している。また、薬品がかかった被災者によっては周囲の目を気にして、シャワーを使用することをためらう場合があるという意見が出たため、目隠しとして、難燃性の生地シャワーカーテンを設置した。

(3) 教育

緊急シャワーの存在周知、意識付け、使用練習の機会として、年に一度、夏には各研究室が点検・見学している。安全衛生管理室員が現地に赴き点検方法を説明しており、研究室のメンバーと対面し、操作をしてもらうことで研究室の雰囲気を知る機会にもなっている。

3. 今後

現在、緊急シャワーの点検の実施は安定してきている。点検に目を向けてから、メンテナンスの定例化、教育の実施に至るまで、多くの方々の協力をいただき、深く感謝する。緊急シャワー以外にも、メンテナンスや普及啓発の必要な装置類の中に、現在も対応できていないものがあると考えている。今後も周囲と連携し、そうした問題を互いに拾い上げられるよう広く情報共有し、安全衛生管理に貢献していきたい。

ダウンフロー式換気に対する外乱としての人の動きの影響

○竹之内直也, 根津友紀子, 大島義人(東大新領域), 山本仁(阪大安管), 沼田和清(大林組)

1. 緒言

化学実験室において、実験室内の気流をコントロールして化学物質のばく露リスクを低減することは重要である。その方法の一つとして、天井から床に一樣に緩やかな下向きの気流（ダウンフロー）が流れている状態があり、化学物質の拡散を抑え、呼吸域への上昇を防ぐと期待される。これまでの研究で外乱のない環境下でのダウンフロー式換気の有効性が確認されているが、実際の実験室には気流に影響を与える様々な要素が存在する。本研究では、その中でも人の移動に着目し、その影響を実験的に解析した。人を模したパネルを移動させ、トレーサー粒子とレーザーにより気流を可視化し、PIV（粒子画像流速測定法）を用いて解析を行なった。

2. 実験

実験は、 $5.2 \times 3.0 \times 2.6\text{m}^3$ の室内で実施した。天井に設置した1本のソックダクトから給気し、パンチング加工された床全面から排気する構造とし、給排気量は $500\text{m}^3/\text{h}$ とした。

対象とする人の移動の影響を再現するため、日本人の標準体型（幅40cm、高さ171.5cm）を模したパネルを使用した。パネルを①ソックダクト直下（軸方向）、②ソックダクト直角方向に移動させ、パネル後方の気流を撮影した。観測域の高さは呼吸域（125～150cm）とした。

3. 結果と考察

観測域全体の速度ベクトル終点の散布図を作成し、
$$\frac{\sum_{v < 0} |v_i|}{\sum |v_i|}$$
右の式により下向き速度成分の割合を算出した。

パネルを動かさずに観測した場合、下向き速度成分の割合は98%であり、ダウンフローが安定していることが確認された。

パネルをソックダクトの軸方向に移動させた場合、パネル停止後も下向き速度成分の割合は96%以上を維持しており、ダウンフローへの影響は軽微であることが示された。

パネルをソックダクトの直角方向に移動させた場合、移動直後に大きな気流の乱れが生じ、下向き速度成分の割合は89%まで低下した(図1)。しかし、その後ダウンフローは急速に回復し、パネル停止3秒後には97%まで戻った(図2)。

これらの結果から、ダウンフロー式換気は人の移動による一時的な気流の乱れを受けるものの、その影響は短時間で収束し、換気の安定性が保たれることが確認された。

4. 結言

人を模したパネルを移動させた実験の結果、ダウンフロー式換気下では、人の移動による気流の乱れは短時間で回復し、影響は小さいことが確認された。今後は、実際の実験室への導入を想定し、実験台や什器の配置、ヒュームフードの稼働などの影響を考慮した最適な局所排気の配置や給排気量の評価を行う。

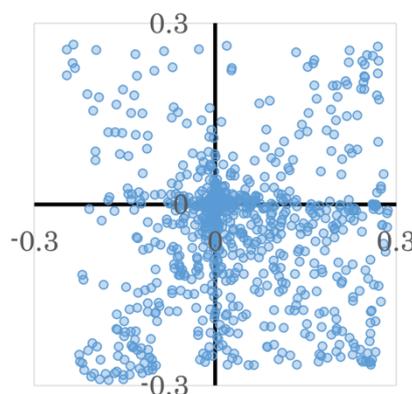


図1. パネル停止直後

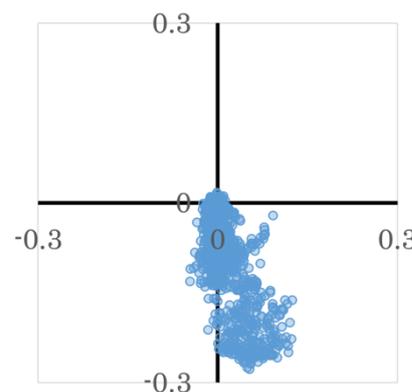


図2. パネル停止3秒後

火災感知器としてのサーマルカメラの可能性

○山本 仁, 高橋 賢臣 (大阪大学)
渡辺 尚志 (クロスエッジラボ)

1. はじめに

研究実験における火災リスクを低減するためには、火災発生の確率を下げる努力とともに、火災発生時の被害を軽減するアプローチが必須である。被害軽減のためには、如何に迅速に火災発生を感知し、小規模の間に適切に消火・鎮圧するかが重要なポイントとなる。そこで今回、既存の火災報知器と比較しながら、超広角サーマルカメラの火災感知性能を検証した結果について報告する。

2. 実験

大阪府消防学校燃焼実験棟において約 2m(W)×2m(D)×1.9m (天井 H) の小屋を建築、天井部分に火災報知器 (熱感知器、煙感知器、以上パナソニック製、UV 感知器、竹中エンジニアリング製) を設置するとともに、超広角サーマルカメラ (クロスエッジラボ製)、可視カメラ (Elecom 製) を設置した。模擬火災の発生原因はコンセントからのトラッキングによる発火を想定し、以下の段階に分けて検知実験をおこなった。

- ・第1段階：トラッキングによる発熱のみ
- ・第2段階：トラッキングによる発火
- ・第3段階：トラッキングによる発火が付近の可燃物に延焼

なお、トラッキングによる発火は、再現性良く発火させることを目的として、コンセント内に設置したニトロセルロースに着火することで模擬的に発火を表現した。

3. 結果

トラッキングによる発熱時にサーマルカメラが捉えたコンセントの温度変化を図1に示す。

図からわかるように、トラッキングによる 20°C程度の温度上昇をサーマルカメラは明瞭に捉えている。この時点では発火も発煙もないため、可視カメラを含めた他のセンサー類は反応しない。

第2段階では、ニトロセルロースによる発火を行った。ニトロセルロースの発火は瞬時であるが、サーマルカメラと可視カメラは持続時間 0.4 秒の発火を明瞭に捉えているが (図2)、他のセンサーは無反応であった。UV 感知器は炎の発生に極めて鋭敏であるが、ニトロセルロースの炎はセンサーの感知する波長領域から外れているのか、全く反応しなかった。

第3段階ではコンセント発火後 40 秒後にゴミ箱に引火、その後ゴミ箱内で燻る状態が 1 分ほど続いたのち、明瞭な炎となった。

サーマルカメラが最初のコンセント発火から異常を検知し続けたのに対し、煙感知器はゴミ箱が燻りはじめてから 30 秒後、小屋に煙が充満して初めて反応した。その後本格的な炎が上がった段階で熱感知器が作動した。UV 感知器は、最初のニトロセルロースの発火では反応しなかったが、ゴミ箱を発火させた炎 (有機溶剤への点火) には反応した。

4. 結論

以上の実験から、サーマルカメラは温度異常に対し極めて鋭敏且つ早期から反応すること、また、映像として捉えることができるため、火点の特定においても優位性を発揮できることが示された。映像解析のソフトウェアを工夫することで、発火以前の段階での早期異常検知に応用が期待できると考えられる。

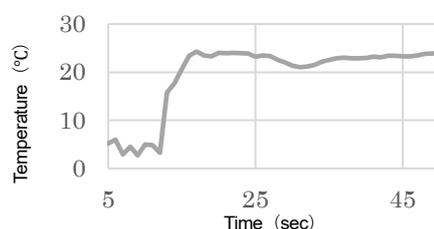


図1 トラッキング時の温度推移

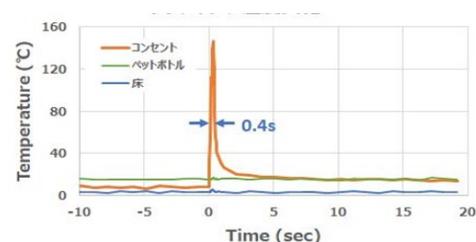


図2 コンセント発火時の温度推移

生体指標を用いた実験者の内面状態の計測手法の検討

寇 倉倉, ○根津 友紀子, 大島 義人 (東大新領域)

1. 緒言

大学実験室では、様々な環境を有し、その中で多くの種類の実験が行われている。実験作業を滞りなく遂行するためには、作業内容や作業環境に応じて作業者の実験能力が適切に発揮されることが求められるが、その成否には作業者の内面が深く関連する。小淵らは、これまでに水の計量作業の作業結果から、作業の特徴量を抽出し、作業者が100%の力を発揮した場合の能力値と作業者の内面の変動値を組合せた数理モデルを構築し、4回目の計量作業の結果を精度よく予測することに成功している^[1]。本研究では、新たに実験者の生理指標に着目して、内面状態を直接計測することで、作業や環境から受ける実験者への影響を定量的に評価すること目的とする。これらが実現すれば、これまで解析することが難しかった人間側の内面状態を考慮した形で、ヒヤリハット・事故事例を解析可能となることが期待される。本発表では、生体指標を用いた実験者の内面状態の計測手法について検討した結果を報告する。

2. 実験

基本的な実験作業である、水の計量 (20 mL メスシリンダー—水 10 mL)、粉体の秤量 (ショ糖 5.000 g)、中和滴定(約 5 mL の水酸化ナトリウム水溶液を滴下)作業を対象として、2名の被験者の作業中の心拍数 (1 分間の拍動数を 1 秒間隔でモニタリング) を計測した。各作業はシャツ型の測定着 (Hexoskin, Carré Technologies Inc. 社製) を着用して、同じ作業を連続 20 回実施し、作業時間中の心拍数が 50 以上の結果となった回のみを採用して解析を行った。

3. 結果と考察

各作業の1回目の結果を心拍数の変化の例として図1に示す。水の計量は大きな心拍数の変化は観察されないが、粉の秤量と中和滴定は水の計量と比較すると心拍数が作業中に変化することが明らかになった。さらに、各作業中の心拍数の変化の度合いを比較するために、標準偏差を算出し、作業時間に対してプロットしたものを図2に示す。同じ作業、同程度の作業時間であっても、心拍数の変化の大小が異なる。また、中和滴定においては、作業時間が長くても心拍数の変化が大きくなる場合がある一方で、作業時間が短くても心拍数の変化が大きい場合があることが明らかとなった。

4. まとめと今後の予定

実験作業中の心拍数を測定し、作業中に変化すること、作業の種類によって心拍数への影響が異なる可能性が示唆された。今後は、心拍数だけではなく、心電図から得られる心拍変動を時系列解析、周波数解析をして、作業内容や作業環境から受ける内面状態への影響を詳細に解析する。

<参考文献> [1] 小淵喜一, 大島義人 行動計量学 42(1), 57-67 (2015).

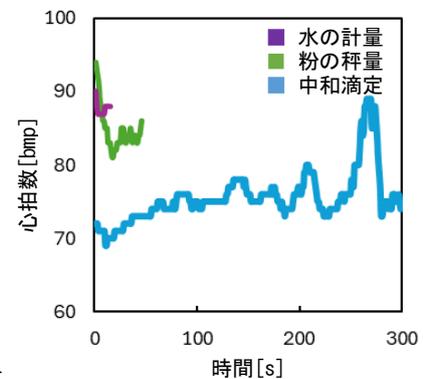


図1 各作業における心拍数の変化の例

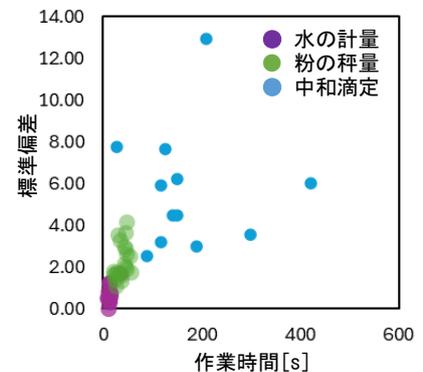


図2 各作業における心拍数の標準偏差

深層学習を用いた手袋の耐薬性予測の試み

○原田 敬章, 富田 賢吾 (名古屋大学)

1. はじめに

化学物質の有害性による健康障害が多発しており、特に、経皮ばく露による皮膚障害が最多と報告されている[1]。今般、労働安全衛生規則等の一部改正により、皮膚腐食性や発がん性等の有害性を示す化学物質による皮膚障害の防止等が強化され、適切な手袋の着用の重要性が高まっている。手袋の耐薬性を示す指標の1つに透過速度に基づく破過時間がある。JIS規格では、破過時間が10分を超える手袋について、破過時間に応じて耐透過性クラスが定められている。しかし、現状では一部の化学物質に対する破過時間しか試験されておらず、その試験には多くの時間を要する。そこで本研究では、化学物質に対する手袋の耐薬性の予測のため、機械学習の活用に注目した。本発表では、既存の化学物質の構造式とその物質に対する手袋の破過時間を深層学習で解析することで、破過時間が明らかになっていない化学物質に対する手袋の破過時間および耐透過性クラスの予測を試みた結果を報告する。

2. 使用データおよび方法

汎用性の高いニトリル製手袋に着眼した。厚生労働省が化学物質の耐透過性クラスとして公開しているデータ944件(2024/2時点)を使用した。また、手袋等のメーカー(Ansell, North, Kimberly-Clark)が公開している手袋の破過時間のデータ276件(2024/9時点)を使用した。破過時間は厚さにも依存するため、手袋の厚さで割り標準化した値を使用した。化学物質の構造式は、SMILESという文字列で表す記法を採用し、アメリカ国立衛生研究所(NIH)のデータベースPubChemから入手した。自然言語処理の技術を応用し、SMILES記法で示す化学物質の構造式に対し、手袋の耐透過性クラスを分類モデルに、破過時間を回帰モデルに、それぞれ学習させた。

3. 結果および考察

SMILES記法で示す化学物質の構造式と、その物質に対するニトリル製手袋の耐透過性の有無(破過時間が10分を超えるかどうか)を分類モデルに学習させた結果、予測精度は84%となった。同様に、4つに分類した耐透過性クラス(破過時間: ≤ 10 、 ≤ 60 、 ≤ 240 、 > 240 分)を学習させた時の予測精度は78%となった。特にデータ数の少ない耐透過性クラス(破過時間 ≤ 240 分)への予測精度が低い傾向が見られた。次に、SMILESとニトリル手袋の破過時間そのものを回帰モデルに学習させた。実際の破過時間とモデルの予測値を比較すると、予測値のばらつきが大きく、データ数の増加等が求められる。

4. 結言

化学物質の構造式をSMILES記法で入力することで、その物質に対するニトリル手袋の耐透過性クラスおよび破過時間を予測するモデルの開発を試みた。破過時間のデータ数の増加等により、予測精度の向上が考えられる。手袋の材質を変えた場合のデータや手袋の劣化性のデータにも拡張が可能であり、広く手袋の耐薬性の予測に展開できる可能性がある。

[1] 独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所, 皮膚等障害化学物質の選定のための検討会報告書, 2023

汎用生成 AI を利用した実験計画書の検証

○田中 俊憲（沖縄科学技術大学院大学）

1. 概要

大規模言語モデルを活用した生成 AI は、正確性や網羅性が急速に向上している。本報告では、最新の汎用生成 AI を用い、生物系研究の実験計画書の法令適合や安全性を検証した試行結果を紹介する。利用したデータが生成 AI モデルのトレーニングに利用される問題を回避するため、今回は、クローズドな環境で生成 AI を利用した結果を報告する。

2. 利用した生成 AI とチューニング

Gemini Advanced (2.0 Flash)、プロンプトチューニング

3. 利用した生成 AI の環境

Google workspace 上で上記生成 AI を利用した。通常、生成 AI にアップロードしたデータは、同生成 AI のモデルのトレーニングに使用される。しかし、実験計画書は、コンフィデンシャルな内容を含むため、同トレーニングに使用されない環境が適切である。そこで、今回は、AI モデルのトレーニングに使用されない環境 (google workplace) を利用した。

4. 利用した実験計画書

過去に実際に提出された遺伝子組換え実験計画書の一部を間違った記載に変更したものを本検証作業に利用した。

- (1) エボラウイルス及びマールブルグウイルス (RG4、実験分類 4) の遺伝子を挿入したプラスミドを大腸菌で増幅し、そのプラスミドを精製する。
- (2) 同プラスミドを哺乳動物培養細胞に導入しウイルス様粒子及びヌクレオキャプシド様粒子を作出する。
- (3) 同粒子をクライオ電子顕微鏡で観察する。

5. 検証した項目

実験分類、拡散防止措置レベル、大臣確認の要否、安全対策等

6. 検証結果

- 生成 AI は、検証作業の内容を詳細に規定しない場合、間違った判断結果を作出することが多く、また、用語を一般的な意味から解釈する傾向があった。正確に近い判断を導くためには、作業内容（用語）を詳細に規定することが重要であると示唆された。
- 生成 AI は、プロンプトチューニングを繰り返し行うことで、正確に近い判断に近づくことができた。
- インターネットで利用可能なデータをプロンプトチューニングで追加しても、判断の正確性の向上には必ずしも寄与しなかった。
- インターネットで利用可能な情報でも、理解しづらい内容については、分かりやすい形でプロンプトチューニングで追加することで生成 AI の判断の正確性の向上が見られた。

深層学習を活用したヒュームフード使用状態の簡易評価手法の提案

○主原 愛, 王 岱宇, 大島 義人 (東大新領域)

1. 緒言

局所排気装置 (Fume Hood, FH) は化学物質を扱う実験室の安全対策として不可欠である。FH が適切に作動しない場合、曝露リスクの増加、エネルギーコストの無駄、環境負荷の増大といった問題が生じる。現在、FH は年一回の法定定期点検によって、正しく機能することの確認が行われている。しかし、実際の研究現場では、実験室ごとに FH の使用負荷が大きく異なるため、定期点検だけでなく普段の適切な運用が不可欠である。また、現在、FH の使用ガイドラインはあるものの、使用状態の評価が主観的判断に依存しており、適切な状態把握のためには、使用者が客観的かつ簡便に評価できる方法の開発が求められる。既往の研究^[1]では、FH の静止画を用いた状態評価が行われているが、静止画では作動状況という動的な側面の評価に限界がある。そこで本研究では、FH の動画解析による状態評価手法を提案し、専門家の判断を再現可能なシステムを構築することを目的とする。

2. 目的と方針

FH の短時間動画を入力とし、その状態を簡便に評価できるシステムの開発を目的とする。具体的には、深層学習を用いて FH 専門家の評価を学習し、新規動画に対して専門家の判定を再現するモデルを構築する。さらに、評価の根拠をヒートマップで可視化し、具体的な評価ポイントに関する基礎的情報を得て、評価基準の解釈性を向上させる。

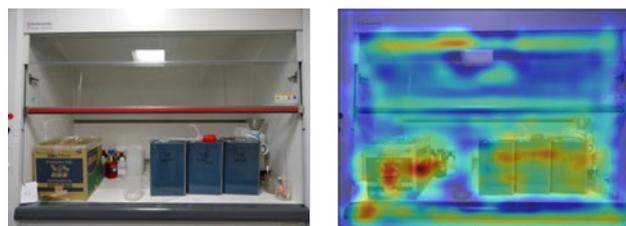
3. 実験方法と結果

実験室で使用される FH の動画を撮影し、FH の構造や使用状況に精通した専門家による 5 段階評価を付与したデータセットを作成した。学習には、PyTorch を使用してカスタマイズされた 3次元畳み込みニューラルネットワーク (3D Convolutional Neural Network、3D-CNN) をモデルとして用い、写真ベースの 2D-CNN を基に新たに設計を行った。また、FH の吸引状態の可視化のため、軽量指標物を前面サッシに装着した状態での動画撮影を実施した。今回構築した 3D-CNN モデルにより、一定の精度で FH の作動状況を推定可能であることを確認している。

4. まとめと今後の予定

FH の状態評価における動画解析により、専門家の判断を再現する深層学習モデル構築の可能性が示された。今後は、データセットの拡充とともに、入力する動画の条件設定の検討を行い、更なる精度向上を図る。また、入力データとして動画、音声、音声付き映像において比較を行い、簡易で精度の高い評価手法の確立を目指す。

さらに、各手法における正解率やモデルの計算負荷、撮影の手間などを総合的に判断し、簡易手法として適切な方法について評価を行う。また、2D-CNN と 3D-CNN のヒートマップを比較して共通点・相違点を整理し、各手法判断根拠の特徴について明らかにする。



元画像 (左) とヒートマップ図 (右)

[1] 主原愛, 大島義人. 深層学習を用いたヒュームフードの写真からの使用状態評価手法の開発. 環境と安全, 2024: 24G0301.

