

令和元年6月3日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H01812

研究課題名(和文) 実験研究における合理的リスクアセスメント手法の提案と教育現場への実装

研究課題名(英文) Proposal of rational risk assessment method in experimental research and implementation in educational field

研究代表者

大島 義人(Oshima, Yoshito)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：70213709

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 29,500,000円

研究成果の概要(和文)：任意性や非定常性といった自由度の高い実験研究現場のリスクについて、実験研究者自らが自発的に実施することを可能とする合理的かつ実効的なリスクアセスメント手法の開発を目的とし、実験研究現場から取得したデータの科学的解析を中心に、様々な実験研究現場における潜在的危険要因を抽出・整理するとともに、これらのリスクに対し、実験研究の特徴との関連を踏まえた形で、正しく合理的に評価するための知見としてまとめ、実験研究現場に実装可能な新しい教育的リスク評価手法として提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

新規性や先端性、多様性を特徴とする大学の実験研究のリスクアセスメントは、産業界で用いられる定常作業を前提とした既存の手法では対応が難しい点も多く、大学の実験研究にフィットした合理的かつ実効的なリスクアセスメント手法の開発が課題となっている。本研究は、実験研究におけるリスクの存在箇所と大きさを、実験研究現場から取得したデータの科学的解析を通じて、実態に即した形で明らかにした点、さらにそれらを具体的な評価手法として実装可能な形で提案し、安全教育手法の一環として実施する可能性を示した点で、学術的、社会的意義を有する。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to develop a rational and effective risk assessment method that enables experimental researchers to voluntarily carry out for the risks in their own experimental research fields. Based on the scientific analysis of data acquired from the various experimental research sites, potential risk factors were extracted and organized, and, with consideration of the relationship with the characteristics of the experimental research, these findings were summarized as a new educational risk assessment method that can be implemented at experimental research sites.

研究分野：環境安全学、環境システム学

キーワード：科学教育カリキュラム 環境安全学 リスクアセスメント 実験研究 行動科学

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

【研究の学術的背景】

大学の実験作業空間には様々な機器や試剤が存在しており、人がそれらを扱って作業を行うことにより、実験作業には必然的にリスクが伴う。実験研究現場の安全確保は、理工学研究を推進するための前提であるが、単にハザードやリスクを避けることを目的化した安全対策では、実験研究の自由度に大きな制約が加わり、研究の本質である新規性や先端性が損なわれる恐れがある。実験研究の重要性とそれに伴うリスクとをバランスさせるためには、実験に伴う様々なリスクに関する正確な評価とコントロールが必要不可欠であり、そのための手法の確立が重要である。すなわち、実験研究におけるリスクの存在箇所と大きさを、実験研究現場の実態から科学的手法によって明らかにするとともに、これらのリスクに対し、大学における実験研究の特徴との関連を踏まえた形で、正しく合理的に評価（アセスメント）するための手法を確立することが必要となる。その手法を様々な教育ツールや教育プログラムとリンクする形で安全教育手法の一環として整備することができれば、大学等の研究教育機関において、各構成員が自らの研究に内在するリスクを正確に把握し、それをコントロールできる人材の育成に大きく貢献することが期待される。

2. 研究の目的

大学等の研究教育機関で行われる実験研究のリスクについて、実験を含む科学的手法を中心とした検討を行い、様々な実験研究現場における潜在的危険要因を、実験研究の特徴に即した形で抽出・整理するとともに、リスク評価に必要なハザードや発生確率の大きさに関する定量的知見をもとに、実験研究現場に実装可能な新しい教育的リスク評価手法として提案することを目的とする。

3. 研究の方法

実験研究の場合、研究の目的や実施される実験作業が多種多様であることから、リスクアセスメントにおいても、これらの実験研究の特徴や特殊性をふまえたものでなければならない。本研究では、実験研究における安全を、実験室の構成要素である「人」「モノ」「場」からなるシステムの健全性として捉え、各エレメントがその性質に基づいて潜在的に有している脆弱性要因について検討した。特に、様々な危険有害性を有し、実験事故の主要因の一つでもある化学物質に関して、使用者の危険認識に関する解析や化学実験における実験者の行動解析を行った。また、作業環境の空間的・時間的共有性に着目し、実験室のレイアウトとリスクの関係性、実験環境の安全評価手法、非常時におけるリスクなどについて検討を行った。本報告書では、以下の具体的な検討項目について得られた結果を報告する。

- (1) 化学物質ユーザーの危険有害性評価軸の抽出
- (2) 実験作業の特徴を踏まえた実験のリスクに関する検討
- (3) 実験室ユーザーの安全評価項目の認識に関する解析
- (4) 非常事態を想定した実験室内の潜在的リスクの評価

4. 研究成果

(1) 化学物質ユーザーの危険有害性評価軸の抽出

大学では、化学物質が関連する事故が頻繁に発生しており、実験研究現場における化学物質の安全な扱いについては、大学の安全を考える上で重要な課題の一つとなっている。大学では、多くの研究室で多種多様な化学物質が使われているが、それぞれの危険有害性の種類や大きさは物質によって異なるため、実験者は、自分の実験研究で使用する物質の危険有害性を正しく把握し、それに応じて適切に取扱うことが要求される。また、研究の新規性や先端性を反映して、実験研究においては、危険有害性が必ずしも十分に明らかになっていない化合物を取り扱う機会もある。このような場合、個別の化学物質の危険有害性を知識として理解するだけでは十分ではなく、化学物質の特徴から危険有害性を想起する感覚や、それらから推定される危険有害性に対応した取扱い能力が要求されることになる。そこで本検討では、化学物質の危険有害性に関するリスクアセスメント手法を開発するための基礎的検討を行った。

大学の実験現場で化学物質を取り扱う学生や研究者を対象に、様々な化合物の構造式を提示し、それらから判断される物質の危険有害性を等級評価する形式のアンケートを実施した。アンケートでは、架空の物質を含んだ15種類の化合物群を提示して、「危なさ」、「毒性」、「刺激性」、「引火性」について、「非常に強い」「強い」「中程度」「弱い」「非常に弱い」の5段階で評価してもらった。対象はすべて学部1年生とし、0 大学工学部応用化学科 (N=60)、工学部電気化学科 (N=146)、理学部化学科 (N=24)、文学部 (N=151)、K 大学理学部化学科 (N=28) から回答を得た。これらの回答結果を用いて探索的因子分析を行い、各危険有害性の評価軸を統計的に抽出した。

各標本集団から危険有害性ごとに2から3個の評価軸を抽出し、標本集団ごとに評価軸を比較したところ、完全に一致した評価軸を持つ標本集団は無く、部分的に複数の同じ化合物が評価軸を構成する標本集団はあったが、その数は僅かであった。次に、化合物に対する「危なさ」の評価に、「毒性」、「刺激性」、「引火性」の評価軸がどの程度関係しているかについて、「危なさ」に関する回答パターンと各危険有害性に関する回答パターンの相関をとることによって検

討を行った。結果の例を図1に示す。0 大学工学部応用化学科、電気化学科、文学部は、「危なさ」の評価に、「毒性」、「刺激性」、「引火性」の各々の軸が11から12軸が相関を示した一方で、0 大学およびK大学の理学部化学科については、主に「毒性」の評価軸の相関が高く、「刺激性」、「引火性」の軸が1から2軸含まれた合計6軸が相関を示した。このような結果となった背景要因については、大学に入学するまでのカリキュラムを調べ、その要因を探ることが必要であるが、同じ化学を専門としている工学部応用化学科、理学部化学科においても「危なさ」の捉え方に差異がある結果となった。このことから、本手法が標本集団の化学物質に対する「危なさ」の捉え方の差異について解析可能であることが示された。

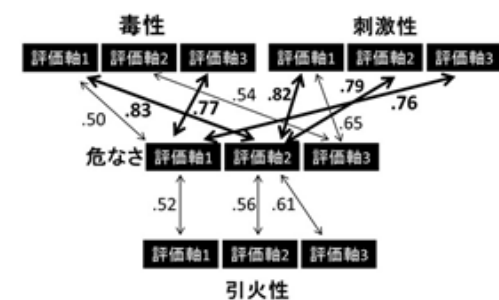


図1 化合物の危なさ各評価軸の相関結果例

今後は、その背景要因を調べるとともに、評価軸の経時的変化や、分野の影響について詳細に検討することにより、安全教育や管理を実施していく上で有用な化学物質の危険有害性に関する実質的な認識について可視化が可能になると期待される。

(2) 実験作業の特徴を踏まえた実験のリスクに関する検討

① 学生実験における実験行動のモデル化

実験作業における多様な実験行動の差異を、作業内容や作業者の個人特性に基づいて数値的に表現するモデルの作成を目指した。具体的には、有機化学系の学生実験（Friedel-Crafts 反応）を対象とし、学生が実際に実験を行う様子をビデオ撮影し、各学生の実験操作の巧拙を定量的に評価した結果を因子解析することによって、実験作業に求められる基礎的な実験能力を因子として抽出した。その結果、「予測力」、「技術力」、「観察力」と命名しうる3つの因子が抽出された。さらに、実験手順の一部を9つの作業工程に分割し、各工程における作業の巧拙と上記3因子との相関をとったところ、作業者に要求される実験能力に関する因子が作業工程ごとに異なること、作業内容としては類似する作業工程であっても相関する因子は異なる場合があること、などが明らかになった。また、上記の9つの各作業工程における3因子への因子負荷量と、各学生の3つの因子得点を組み合わせることによって、各学生の実験操作の巧拙に関する実測値を再現するモデルを作成した。今後、モデルの精度向上に向けたさらなる検討が必要ではあるが、作業と作業者との関係に脆弱性が生じうる作業箇所の事前予測など、実験研究における新しい安全教育の方法論としての貢献が期待される。

② 実験室の気流解析

実験室内の空気環境には、換気扇やエアコン、局所排気装置といった部屋に設置・固定されている給排気のほか、化学物質発生源の場所・時間・濃度、部屋のレイアウト、室内の人の位置や移動、扉の開閉、熱源の位置や稼働状況など、実験作業の非正常性に起因する大学実験室に特有な要因が複雑に絡み合っており、多種多様な化学物質が存在する化学系の実験室において、作業空間を共有することに起因する非意図的な化学物質曝露を防ぐためには、実験室の特徴である非正常性や共有性を考慮して室内気流を解析し、その気流の特徴を明らかにすることが必要である。本検討では、実験室の気流環境について、CFD シミュレーションを用いた計算手法と、実際の空気の流れをPIV（粒子画像流速測定法）解析によって可視化する実験的手法を用いて解析を行った。その結果、部屋の換気のための給排気口と局所排気装置の位置関係によって、室内の気流は全く異なる挙動を示し、位置によっては空気がほとんど入れ替わらないような換気のムラが生じること、揮発性の高い化学物質が実験台上に置かれた場合、発生源側の実験台前よりも実験台をはさんで反対側の方が、化学物質濃度が一時的に上昇する可能性があること、さらには、1/10 模型を用いた実験的検討より、実験室内の人の移動による気流の乱れや人を熱源とする対流も、室内の気流環境に影響する可能性が示された。これらの事象は、実験室の空気環境については、「場」の非正常性を考慮に入れた、よりきめの細かい時間・空間的な分布や変化まで考慮する必要があることを示しており、作業者の非意図的な化学物質曝露リスクの評価に有用な知見であると言える。

③ 実験室内の作業者の動線解析

実験室は、実験作業に伴う様々なリスクが存在する場の中で、個々に異なる目的を持った複数の実験者が同時に作業を行うといった特徴を有する空間である。多くの場合そのレイアウトは、作業の効率性や利便性といった作業性を重視して計画されるが、一方で、実験室内の人の移動に伴う気流への影響や化学物質曝露の程度、さらには化学物質などを持って移動することによるリスク源の移動など、実験のリスクを評価する観点において、実験室内の人の動線を実験シナリオとレイアウトの関係性に基づいて解析する必要がある。本検討では、実験者の動線解析によって取得される行動パターンと実験室レイアウトや実験手順との関係を分析することで、実験室内での動線形成要因について検討を行った。PDR（Pedestrian Dead Reckoning）法を用いたケーススタディでは、実験開始から終了までに要する総時間の約20%は移動に費やされており、また、予定された実験手順の実施のために最も効率よく移動することを仮定した必要最小限の移動回数に対し、実際に移動する回数はその4～5倍であったこと、同時に同室内で実験する他の実験者の存在や実験手順上の都合などによって、動線が任意性をもって変化

することなど、実験者の動線と実験室レイアウトや実験手順との関係について興味深い結果が得られた。これらの結果は、実験のリスクを考える上で移動の工程も無視できない意味を持つ可能性を示しており、今後さらに詳細に解析を進めることによって、実験室内の動線を説明するシミュレーターの開発や、作業性とリスク回避をバランス良く考慮した合理的な実験室計画の提案に展開されることが期待される。

(3) 実験室ユーザーの安全評価項目の認識に関する解析

安全評価の項目として複数大学の安全点検票を収集し、その項目を精査したところ、点検項目は複数の大学で70%程度重複しており、防災や化学物質管理のための項目などが多く、一般的に考えられる実験室のリスクは大学間で類似していることが分かった。同様に複数大学から実験室で起きた事故事例を収集し、安全点検票の項目と実際に発生した事故を照合した。点検票の項目を確実に実施していればその事故が防げた、と判断される項目は全事例の20%程度と低く、自己点検の項目では事故防止には直接は反映しない部分も多いことが分かった。ただし、保護具の使用や装置の立ち上げ方の周知、設備の日常点検などの項目は事故自体の発生抑制ではなく、被害の軽減または二次的被害の防止に効果的なものであり、これらの項目は全事例の80%を占めていたことから、全体として事故の軽減に効果が大きいことが分かった。一方でガラス器具や高温体の取扱、火災予防など、事故が多発しているものの自己点検の項目には含まれていないものも多く、現場の安全意識が向いているものと実際に事故が発生するものに相違点があることも分かっており、これらは事故から考えられる実験に内在するリスクとして上げられる現行の安全評価の問題点として、改善すべき点検項目の見直しや、リスクアセスメントの必要な項目について展開を行った。また、実際に大学で発生した火災事故を模擬的に発生させる実験を、解体予定の建物で行い、その映像を教材化した(図2)。



図2 火災に関する写真教材例(ゴミ箱の火災実験より)

(4) 非常事態を想定した実験室内の潜在的リスクの評価

実験室において、突発的な災害に備えるための対策については、個々の研究者の経験や知見によるところが大きい。大規模地震を想定した対策指針や火災発生時の初動対応などを定めた消防計画などはこれまでもあったが、その結果として実施している対策等で十分な備えになっているか等々を評価することはその内容の難しさもあってあまり研究が進んでいなかった。そこで本研究では、地震などの突発災害で有害化学物質が実験室内に漏洩した事故を想定し、その実験室から避難する途中で暴露する有害物質質量を見積もり、それを基にして実験室にある潜在的リスクについて評価することを試みた。

初めに実験室やそこに持ち込む実験台の寸法や台数などを決め、その実験台配置によって定まる研究者の動線や有害物質を取扱う可能性のある場所をコンピュータ上に設定し、その中で有害物質の拡散シミュレーションを行うことで、避難する研究者が暴露する量を数値的手法により求めた。その結果、室内の実験台配置によるリスク度合いの違いを数値的に示すことができ、その値を比べることで実験室の安全性などを比較検討することができた(図3)。また、有害物質を取扱う場所の背後が空いていて、出入口に速やかに移動できる動線を確保できる方がリスクが小さくなるなど、具体的な実験台配置などについて示唆できるようになったため、安全面から実験室デザインにアプローチできる可能性を示すことができた。

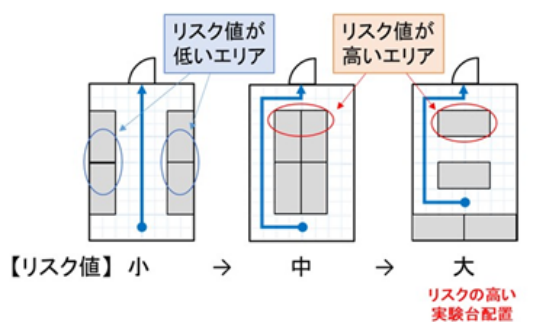


図3 実験台配置の違いによる避難時の化学物質暴露リスクの比較(矢印は避難経路)

上記で得られた結果をもとに、拡張現実(AR)技術を用いた教育用ツールの開発を行った。実験室内における有害物質の拡散情報を三次元データ化し、実験室内の各地点の有害物質の濃度を実際の実験室の風景に重ね合わせて見ることによって、有害物質の危険性に対する認識を深めるものである。ARスコープとしてはマイクロソフト製ホロレンズを用い、三次元化したシミュレーションデータを現実の風景に重ね合わせてみることを可能にするシステムを組み上げることができた。

現段階では、一つのスコープを通してのみであるが、複数のスコープを通して共通のデータを見ることができるよう拡張することで、リアリティのある危険認識教育に繋がれると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 11 件)

- ①Yukiko Nezu, Rumiko Hayashi, Hitoshi Yamamoto, Yoshito Oshima, Visualization of activity in university laboratory for experimental accidents/incidents prevention using non-empirical approach, Journal of Environment and Safety, 査読有、印刷中
DOI : 10.11162/daikankyo.E186PROCP46
- ②Rina Yamaguchi, Yukiko Nezu, Atsushi Nishida, Hitoshi Yamamoto, Yoshito Oshima, Risk analysis based on the relationship between characteristics of experimental work and indoor airflow in experimental laboratories, Journal of Environment and Safety, 査読有、印刷中
DOI : 10.11162/daikankyo.E186PROCP44
- ③大島義人, 実験研究の安全構造にかする科学的アプローチの重要性、環境と安全、査読有、8 巻、2017、83-89
DOI : 10.11162/daikankyo.17S0901
- ④Katsunori Uneme, Yuki Nabeshima, Yukiko Nezu, Hitoshi Yamamoto, Yoshito Oshima, Analysis on the relationship of laboratory layout and air environment in shared places, Journal of Environment and Safety, 査読有、8 巻、2017、53-56
DOI : 10.11162/daikankyo.E16PROCP29
- ⑤Kengo Tomita, Tadashi Nishikimi, Rumiko Hayashi, Taiji Mishina, Shizuaki Murata, New Approach for Safety Education in Nagoya University, Journal of Environment and Safety, 査読有、8 巻、2017、40-52
DOI : 10.11162/daikankyo.E16PROCP02
- ⑥富田賢吾, 林瑠美子, 錦見端, 三品太志, 村田静昭, 解体建物を活用した火災実験の実施と防災教育への展開、環境と安全、査読有、8 巻、2017、91-100
DOI : 10.11162/daikankyo.17G0801
- ⑦陳寧, 三品太志, 村田静昭, ルース バージン, 田中寿郎, 名古屋大学における留学生および外国人研究員に対する安全教育・講習の効果、環境と安全、査読有、7 巻、2016、11-16
DOI : 10.11162/daikankyo.15G1002
- ⑧ジンチェンコ アナトーリ, 竹田裕哉, 三品太志, 村田静昭, 陳寧, 大学の廃棄物のキャンパスメインとしての活用への提言(1) — 名古屋大学における廃試薬の調査に基づく考察、環境と安全、査読有、7 巻、2016、17-23
DOI : 10.11162/daikankyo.15G1101
- ⑨Yoshito Oshima, characteristics of chemical risks in academic research laboratory, Journal of Environment and Safety, 査読有、7 巻、2016、95-97
DOI : 10.11162/daikankyo.E15PROCK03
- ⑩三品太志, 松浪有高, 村田静昭, フォンリュブケ留奈子, 大学の廃棄物のキャンパスメインとしての活用への提言(2) — フライブルグ大学における廃棄物管理から学ぶもの、環境と安全、査読有、7 巻、2016、221-227
DOI : 10.11162/daikankyo.16H0701
- ⑪Ning Chen, Yoshiko Ishida, Taiji Mishina, Aritaka Matsunami, Shizuaki Murata, Fume Hood Management in Nagoya University, Journal of Environment and Safety, 査読有、7 巻、2016、125-128
DOI : 10.11162/daikankyo.E15PROCP16

〔学会発表〕(計 28 件)

- ①飯塚啓太郎, 根津友紀子, 大島義人, 合理的な実験室計画のための実験者動線の解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ②山口里奈, 根津友紀子, 山本仁, 大島義人, 1/10 スケール模型を用いた実験室の気流環境に対する人の影響の解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ③根津友紀子, 林瑠美子, 山本仁, 大島義人, RFID を用いた実験室における化学物質の動態解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ④百瀬英毅, 山本仁, 実験室における有害物質による暴露リスクに関する数値シミュレーション、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ⑤宮崎隆文, 研究実験における事故検証から見えてくるリスク、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ⑥伊藤和貴, 田中寿郎, 宮崎隆文, ルース バージン, 岡野聡, ミャンマーの工科大学等における労働安全衛生講義カリキュラムの開発と試行、研究実験施設・環境安全教育研究会第八回研究成果発表会、2019 年
- ⑦Yukiko Nezu, Rumiko Hayashi, Hitoshi Yamamoto, Yoshito Oshima, Visualization of activity in university laboratory for experimental accidents/incidents prevention using non-empirical approach, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018 年
- ⑧Rina Yamaguchi, Yukiko Nezu, Atsushi Nishida, Hitoshi Yamamoto, Yoshito Oshima, Risk

analysis based on the relationship between characteristics of experimental works and indoor airflow in experimental laboratories, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑨Hideki Momose、Hitoshi Yamamoto、Numerical simulation for exposure risk of hazardous substances by leak accident in laboratory, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑩Kengo Tomita、Tadashi Nishikimi、Rumiko Hayashi、Taiji Mishina、Shizuaki Murata、Fire safety education for fire response and emergency evacuation at Nagoya University, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑪Shizuaki Murata、Kengo Tomita、Taiji Mishina、Rumiko Hayashi、Characteristic features of fires and related accidents in an academic campus, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑫Shizuaki Murata、Kengo Tomita、Rumiko Hayashi、Tadashi Nishikimi、What is necessary in the primary report of an accident at a university, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑬Toshiro Tanaka、Kay Thi Lwin、Kazutaka Ito、Satoshi Okano、Ruth Vergin、Mai Kawakami、Takafumi Miyazaki、The development of occupational safety and health lectures for technological universities in Myanmar, The 5th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2018)、2018年

⑭大島義人、実験研究の安全構造に関する科学的アプローチ、第48回安全工学シンポジウム、2018年

⑮宮崎隆文、秋吉光崇、岡山大学における化学物質のリスクアセスメントの実状、第36回大学等環境安全協議会総会・研修発表会、2018年

⑯齊藤陵賢、根津友紀子、大島義人、実験行動のモデル化を目指した学生実験の行動解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第七回研究成果発表会、2018年

⑰采女勝紀、根津友紀子、大島義人、実験室内動線情報に基づく実験者行動の解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第七回研究成果発表会、2018年

⑱山本仁、百瀬英毅、オープン実験台作業での有害蒸気暴露リスク評価に基づいた暴露低減機構の開発、研究実験施設・環境安全教育研究会第七回研究成果発表会、2018年

⑲Ryoken Saito、Ai Shuhara、Yukiko Nezu、Yoshito Oshima、Mathematical Modeling Predicts Experimenter Performance in Instructional Chemistry Laboratory Classes, The 4th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2017)、2017年

⑳Rumiko Hayashi、Kengo Tomita、Tadashi Nishikimi、Satoshi Iwasa、Taiji Mishina、Hiroshi Matsuoka、Shizuaki Murata、Actual Fire Experiments Simulating Fire from the Laboratory Using a Building to be Demolished, The 4th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2017)、2017年

㉑Toshiro Tanaka、Ruth C. Vergin、Kazutaka Itoh、Takafumi Miyazaki、A study on variations in safety standards or regulations among countries, The 4th Asian Conference on Safety and Education in Laboratory (ACSEL2017)、2017年

㉒村田静昭、化学物質のリスクアセスメントとラボのリスク軽減、日本化学会第97春季年会、2017年

㉓大島義人、非定常作業の「場」の安全の難しさ、第47回安全工学シンポジウム、2017年

㉔采女勝紀、根津友紀子、山本仁、大島義人、大学実験室の空気環境評価のための室内気流の解析、研究実験施設・環境安全教育研究会第六回研究成果発表会、2017年

㉕齊藤陵賢、根津友紀子、主原愛、大島義人、学生実験の行動解析を通じた実験行動のモデル化、研究実験施設・環境安全教育研究会第六回研究成果発表会、2017年

㉖Shizuaki Murata、International and Domestic Cooperation on Safety Education in Nagoya University, The 3rd Asian Conference on Safety and Education in Laboratory, 2016年

㉗Katsunori Uneme、Yuki Nabeshima、Yukiko Nezu、Hitoshi Yamamoto、Yoshito Oshima、Analysis on the Relationship Between Laboratory Layout and Air Environment in Shared Places, The 3rd Asian Conference on Safety and Education in Laboratory, 2016年

㉘Toshiro Tanaka、Ruth C. Vergin、Kazutaka Itoh、Takafumi Miyazaki、The validity of pictograms for lab safety for academic staff and students in Japanese and American universities, The 3rd Asian Conference on Safety and Education in Laboratory, 2016年

〔図書〕(計1件)

①村田静昭、富田賢吾、培風館、消防の化学 化学物質の安全な取り扱いのために、2018年、

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：山本 仁
ローマ字氏名：YAMAMOTO, hitoshi
所属研究機関名：大阪大学
部局名：安全衛生管理部
職名：教授
研究者番号 (8 桁)：20222383

研究分担者氏名：村田 静昭
ローマ字氏名：MURATA, shizuaki
所属研究機関名：名古屋大学
部局名：大学院環境学研究科
職名：教授
研究者番号 (8 桁)：50157781

研究分担者氏名：宮崎 隆文
ローマ字氏名：MIYAZAKI, takafumi
所属研究機関名：岡山大学
部局名：安全衛生推進機構
職名：教授
研究者番号 (8 桁)：70260156

研究分担者氏名：百瀬 英毅
ローマ字氏名：MOMOSE, hideki
所属研究機関名：大阪大学
部局名：安全衛生管理部
職名：准教授
研究者番号 (8 桁)：80360636

研究分担者氏名：富田 賢吾
ローマ字氏名：TOMITA, kengo
所属研究機関名：名古屋大学
部局名：環境安全衛生推進本部
職名：教授
研究者番号 (8 桁)：70422459

(2) 研究協力者

なし