

フジシール財団 研究助成事業
成果報告書

公益財団法人フジシール財団
理事長 岡 崎 裕 夫 殿

報告日 2026年5月31日

研究課題	新規パッケージ構造によるホルマリン曝露低減対策の有効性検証	助成金額
		300 万円
助成名	研究助成	
ふりがな	たむら たくや	研究助成申請年度
研究者氏名	田村 拓也	2025 年度
所属機関	国立大学法人九州工業大学 管理本部	研究期間
		2025 年度
役 職	准教授 産業医・学校医	

下記の通り、研究成果を報告いたします。

記

1. 研究成果の概要

本研究は、大型機械の導入や有害化学物質の代替が難しい病理検査領域において、ホルマリン取扱作業時の曝露を、新規パッケージ構造による密閉化・局所化により低減できるかを検証することを目的として実施した。特に、ホルマリントankまたはボトルから容器へ注入する場面、臓器検体を容器内で浸漬する場面、従来容器で開放状態のまま移し替えを行う場面を比較対象とし、容器構造と使用手順の両面から曝露制御の要件を整理した。

助成期間中には、PP製の柔軟容器を基本に、蓋部の開口形状、注入口・接続部、開閉時の操作性を中心に検討し、複数パターンの試作・改良を行った。試作では、ホルマリン注入時に液体および揮散成分が外部へ漏れにくいこと、検体浸漬に必要な開口を確保しながら開放面を小さくできること、既存のホルマリントank、コック、バッグインボックス型液体貯蔵容器等と組み合わせて運用可能であることを重視した。これにより、単なる保存容器ではなく、作業手順と一体で用いる曝露低減用パッケージとして必要な構造要件を明確化した。

使用手順策定では、病院の手術室隣接検体処理室および病理検査で想定される実作業を参考に、実験室で再現可能なプロトコルを作成した。具体的には、容器の配置、ホルマリン注入量、開閉および浸漬の順序、作業者の立ち位置、測定点、測定時間、作業回数を標準化し、新規容器使用時と従来法の差異が測定結果に反映されるよう条件を整えた。作業慣れによる影響を評価するため、医療職経験者と非医療職作業者を想定した反復測定が可能な手順とし、結果を比較しやすい実験モデルとした。

測定系整備では、パーミエーターおよびディフュージョンチューブを用いた背景濃度調整、ホルムアルデヒドモニターによる経時的濃度確認、ホルムアルデヒド検出試験紙による設備外漏洩の有無の確認を組み合わせた。

以上により、本研究では、(1)ホルマリン作業を対象とした新規パッケージ構造の試作・改良、(2)医療現場の作業に近い使用手順の標準化、(3)個人曝露量および作業環境測定に必要な実験環境の整備、(4)従来法との定量比較に用いる評価プロトコルの確立を達成した。最終的な測定値、低減の程度、試験紙漏洩有無の結果は、解析確定後に学術論文を予定している。

本研究の意義は、包装・容器の機能を「運搬・保管」に限定せず、化学物質曝露を発生源近傍で制御する労働衛生上の手段として実証する点にある。ホルマリン作業は、医療現場で必要性が高い一方、代替や大規模設備化が難しい場合があるため、現場で実装しやすい密閉化容器の有効性を示すことは、自律的な化学物質管理におけるリスク低減策の選択肢を広げる成果となる。

This study examined whether formalin exposure during pathology specimen handling can be reduced through a novel package structure that enables more sealed and localized operations, especially in settings where large-scale equipment installation or substitution of hazardous chemicals is difficult. The study compared formalin transfer from tanks or bottles, specimen immersion inside containers, and conventional open-container handling, and clarified exposure-control requirements from both container-design and operational-procedure perspectives.

During the grant period, several prototypes were developed and improved based on flexible polypropylene containers. Key design considerations included the lid opening, filling port and connection structure, ease of opening and closing, prevention of liquid and vapor leakage during formalin filling, reduction of the open surface during specimen immersion, and compatibility with existing formalin tanks, cocks, and bag-in-box liquid storage systems. These efforts defined the structural requirements for an exposure-reduction package used together with standardized work procedures, rather than merely as a storage container.

The study also established reproducible laboratory protocols based on actual workflows in hospital specimen-processing rooms and pathology laboratories. The protocols standardized container placement, formalin volume, opening and immersion sequence, worker position, measurement points, measurement time, and number of trials, enabling comparison between the new container system and conventional methods. Repeated measurements were designed to assess differences related to operator experience.

For the measurement system, background formaldehyde concentrations were adjusted using a permeator and diffusion tube, time-course concentrations were monitored with a formaldehyde monitor, and possible leakage outside the equipment was checked using formaldehyde detection test papers. As a result, the study achieved: prototype development and improvement of a new package structure for formalin work; standardization of procedures approximating clinical practice; preparation of an experimental environment for personal exposure and workplace environmental measurements; and establishment of an evaluation protocol for quantitative comparison with conventional methods. Final measured values, reduction rates, and test-paper results will be reported in a future academic publication after data analysis is finalized.

The significance of this study lies in demonstrating that packaging and containers can function not only for transport and storage, but also as occupational health tools that control chemical exposure near the source. Because formalin handling remains essential in medical settings and is often difficult to replace or fully mechanize, a practical sealed-container approach may expand the options for risk reduction under autonomous chemical substance management.

2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性

本研究成果は、パッケージ産業に対し、包装・容器を「内容物を入れる器具」から「作業者を守る制御技術」へ拡張する方向性を示すものである。従来、ホルマリン等の有害化学物質対策は、局所排気装置、グローブボックス、大型自動化装置、代替物質、保護具の選定に依存しやすかった。しかし医療現場や小規模事業場では、空間、費用、既存手順との適合性の制約から、設備的対策を直ちに導入しにくい。容器構造と使用手順を一体化した本研究の考え方は、既存作業の流れを大きく変えずに曝露源を作業点で囲い込む方法であり、実装可能性の高いパッケージ技術として展開し得る。

また、化学物質の自律的管理が求められる中、事業場はリスクアセスメント結果に基づき、実効性のあるべく露低減措置を選択する必要がある。測定に基づく低減効果を示すことで、容器設計、蓋構造、注入口、コック、周辺部材を含む標準化・製品化の検討が可能となる。将来的には、ホルマリンに限らず、揮発性・刺激性を有する薬液、固定液、洗浄液、研究試薬等の取扱いにも応用でき、パッケージ産業が労働衛生、化学物質管理、医療安全に直接貢献する新たな市場価値の形成に寄与する。

This study suggests a new direction for the packaging industry by expanding the role of packaging and containers from simple vessels for holding contents to control technologies that protect workers. Conventional measures against hazardous chemicals such as formalin often rely on local exhaust ventilation, glove boxes, large automated systems, chemical substitutes, or personal protective equipment. However, in medical settings and small workplaces, such engineering controls are not always easy to introduce because of limitations in space, cost, and compatibility with existing workflows. The concept developed in this study—integrating container structure with work procedures—offers a practical packaging-based method for enclosing the exposure source at the point of use without substantially changing current operations.

As workplaces are increasingly required to manage chemical substances autonomously, they must select effective exposure-reduction measures based on risk assessment results. By demonstrating exposure reduction through measurement, this study may support future standardization and product development involving container design, lid structures, filling ports, cocks, and related components. In the future, this approach could be applied not only to formalin but also to other volatile or irritant liquids, including chemical solutions, fixatives, cleaning agents, and research reagents. Therefore, the study has the potential to create new market value by enabling the packaging industry to contribute directly to occupational health, chemical substance management, and medical safety.

3. 学会発表、学会誌等への論文掲載、産業財産権出願などの実績（現時点で未発表・未掲載・未出願のため、上記「1. 研究成果の概要」、「2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性」の当財団ホームページ上の公開の延期を希望される場合、その旨 記載してください。）

現時点では、本助成研究に基づく学会発表、学会誌等への論文掲載、新規の産業財産権出願は未発表・未掲載・未出願である。結果の整理後、日本包装学会、日本産業衛生学会等での発表および学術誌投稿を検討する。

At present, there have been no conference presentations, journal publications, or new industrial property applications based on this grant-supported research. After the quantitative measurement results are organized, the researcher will consider presenting the findings at academic meetings such as the Japanese Society of Packaging Science & Technology and the Japan Society for Occupational Health, as well as submitting them to academic journals.