

労災疾病臨床研究事業費補助金

実際の使用条件下における化学防護手袋の  
透過性の調査  
(190601-01)

令和2年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 岩澤 聡子

2021年3月

# 研究要旨

研究代表者 岩澤聡子

防衛医科大学校 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師

化学物質を取扱っている多くの事業場では、化学防護手袋(以下、手袋と略す)の透過時間を考慮しないで選定、同一手袋の長期間の使用等により、作業者は手袋を装着していても化学物質による経皮吸収曝露が危惧される。実際の化学物質取扱い作業場における手袋の使用状況をふまえて、手袋の選定や交換時期等を決めることが重要である。本研究では、手袋の化学物質による透過を把握して選定するための基礎的な研究として、1.手袋内へ透過した試験物質量を測定する手法の検討 2.簡易的な手袋への試験物質の透過を確認する方法の検討 3.手袋素材に試験物質を滴下する透過部とガス検知器を用いて手袋素材から透過する物質を検知する方法の検討 4.実際の手袋使用条件下における化学防護手袋の透過性についての研修会参加者に対して実施したアンケートの結果の解析などを行った。以下、概略を示す。

1. 手袋内へ透過した試験物質量を測定する手法の検討：製造現場において実際に使用されている状況下において、作業員 12 名について防護手袋の内外にサンプラーを装着し、使用されている 5 物質の手袋内外濃度を測定した。手袋は塩化ビニール製で、サンプラーに捕集された量の内外割合でみると、特にアセトンと物質 c が高かった。耐透過性を有する材料の手袋の選択、交換頻度を考慮する必要があると思われた。

2. 簡易的な手袋内への試験物質の透過を確認する方法の検討：簡便に劣化状況を確認する方法として、重量変化による方法を検討した。オルトトルイジンを薄手手袋に付着させた場合の手袋の切片の重量変化を計測し、評価を行った。オルトトルイジンのように低揮発性の有機蒸気の耐透過性能に加えて、耐劣化性能も同時に評価することが有効と言えた。簡便な耐劣化性能試験方法として、手袋の切片の重量変化を測定することが有効であった。同時に劣化も判定できた。

3. 手袋素材に試験物質を滴下する透過部と、ガス検知器を用いて手袋素材から透過する試験物質を検知する方法の検討：①ゴム系の手袋であっても、液に手袋を浸さない使い方、少量付着の可能性のみがある場合には、付着する物質が全て揮発する成分であれば、確実に管理を行うことで、手袋を再利用できると思われた。アルミ蒸着PETフィルムの耐透過性能が優れていることが判り、手袋化の検討が期待される。②手袋を2重装着することにより、インナーのフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分へ溶剤が直接接触すること

を防ぐことができた。そのため耐透過性が向上した。アウターが薄手のゴム手袋を使用すると、化学防護手袋全体としては手にフィットし、ゴムで滑りにくくなるため、ある程度の作業性は確保できる結果を得た。③PID 検出器を使用した手袋の簡易透過試験では測定が困難であったアセトニトリルやメタノールにおいても、半導体検出器(XV389)と検知管により手袋の透過試験を簡易的に実施可能なことが確認された。

4. 研修会参加者に対してアンケート調査を実施した。化学防護手袋使用についての困りごとについては、作業性、コスト、教育展開方法、情報不足、試験評価方法、指針を望むなどの意見があった。実際の作業現場にて使用されている化学物質に対する簡易な透過試験方法の開発が望まれている。さらに、現場の作業者にわかりやすく啓発することが求められている結果であった。

以上、これらの研究により、実際の作業場にて使用している手袋の透過状態の把握が可能となり、手袋の適正使用に結びつく基礎資料を得ることができた。

# 目 次

## I 総括研究報告

実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査・・・・・・・・・・4

研究代表者：岩澤聡子(防衛医科大学校 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師)

研究分担者：宮内博幸(産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授)

## II 分担研究報告

### 1. 手袋内へ透過した試験物質量を測定する手法の検討

#### 1-1. 実際の作業場における化学防護手袋の透過状況の調査・・・・・・・・・・6

研究分担者：宮内博幸(産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授)

研究協力者：青木隆昌(国立大学法人 九州工業大学 健康支援・安全衛生推進機構 講師)

研究協力者：山本 忍 (産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 助教)

#### 2. 手袋材料についての簡易的な耐透過および耐劣試験方法についての検討

#### 2-1. オルトトルイジン等低揮発性有機溶媒を対象とした経皮吸収防止のための化学防護手袋の選定における耐劣化性能の検討・・・・・・・・・・9

研究協力者：牛澤浩一(国立研究開発法人理化学研究所 安全管理部) .

#### 3. 手袋材料における試験物質の透過検出・評価方法の開発

#### 3-1. 簡易透過試験方法を用いた化学防護手袋の評価・・・・・・・・・・12

研究協力者：峯 一弥・陸井正明((株)日本触媒姫路製造所 環境安全部 環境安全課)

#### 3-2. 透過試験装置と透過濃度のガス検知器(CUB)をドッキングした装置の開発・・・・・・・・・・17

研究協力者：福岡荘尚(オリンパス(株) R&D 機能 生体評価基盤技術)

#### 3-3. 半導体式検出器を活用した大学で使用している化学物質に対する化学防護手袋の透過時間の簡易測定について・・・・・・・・・・20

研究協力者：宮田昌浩 (東京理科大学 環境安全センター 野田分室)

#### 4. アンケート調査

#### 4-1. 2020 研修会参加者アンケート集計結果・・・・・・・・・・23

研究代表者：岩澤聡子(防衛医科大学校 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師)

## **I 総括研究報告 (実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査(1906601))**

研究代表者 岩澤聡子(防衛医科  
大学校 医学教育部医学科 衛生学  
公衆衛生学講座 講師)

研究分担者 宮内博幸(産業医科  
大学 産業保健学部 作業環境計測  
制御学講座 教授)

日本の化学物質を取り扱う作業場における手袋の使用状況は、以前として不十分と考えられる。日本の手袋メーカーによる手袋の化学物質に対する透過時間のデータが少なく、事業所にて透過時間を調べる方法も良く知られていない。また、市販されている化学防護手袋は厚手の手袋が多く、一般的に高価である。材料がフィルム状で薄手のものも市販されているが、十分には普及していない。また、JIS 規格による手袋の化学物質に対する透過時間の試験は、最大 8 時間までで、8 時間を超える場合は不明である。また、続けて使用する場合、手袋素材内に化学物質は残存し、その影響で翌日以降の手袋の透過時間が短くなることが危惧される。

特に研究機関の実験室などでは、比較的安価な使い捨て式の薄手手袋がよく利用されている。しかし、一般に手袋素材が薄いため使用化学物質に対する透過時間がごく短い傾向であり、適切な選択となっていない場合が見られる。実験者の手皮膚から

化学物質の曝露が危惧される。

(本研究の目的)

使用化学物質の手袋の透過による作業者の経皮吸収曝露を防護するために、作業現場で実施できる簡易的な透過を確認するための試験法の確立を目的とした。研究は大きく 4 つの内容について実施した。

(研究内容)

### **1. 手袋内へ透過した試験物質量を測定する手法の検討**

#### **1-1. 実際の作業場における化学防護手袋の透過状況の調査**

研究分担者：宮内博幸(産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授)

研究協力者：青木隆昌(国立大学法人 九州工業大学 健康支援・安全衛生推進機構 講師)

研究協力者：山本 忍(産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 助教)

本研究では開発されたシート状サンプラーを用いて、実際の作業者の使用している状況下における手袋内の透過状況を測定した。その結果、使用している手袋の内部からも対象物質が検出され、透過している状態であった。さらに耐透過性を有する材料の手袋、または交換頻度を考慮する必要があると思われた。(II 1-1 参照)

### **2. 手袋材料についての簡易的な耐透過および耐劣試験方法についての検討**

#### **2-1. オルトトルイジン等低揮発性有機溶媒を対象とした経皮吸収防止の**

## ための化学防護手袋の選定における耐劣化性能の検討

研究協力者：牛澤浩一(国立研究開発法人理化学研究所 安全管理部)  
(II 2-1 参照)

オルトトルイジン等の低揮発性の有機溶媒を使用する場合、経皮吸収を防止するための手袋を選定するにあたって、蒸気の耐透過性能を検討するだけでなく、液体がそのまま付着することによる耐劣化性能も同時に検討すべきことを示された。比較的簡便に手袋の透過を確認する方法として、切片の重量変化を測定し、変化率により劣化の判定を行うことができた。これにより低揮発性の有機溶媒を使用する場合の手袋選定の可否について透過と劣化の観点から判定することが可能となった。

## 3. 手袋材料の透過性能に関する評価方法に関する研究

### 3-1. 簡易透過試験方法を用いた化学防護手袋の評価：

研究協力者：峯 一弥 ((株)日本触媒姫路製造所 環境安全部 環境安全課)

ゴム系の手袋であっても、液に手袋を浸さない使い方、少量付着の可能性のみがある場合には、付着する物質が全て揮発する成分であれば、確実に管理を行うことで、手袋を再利用できることと思われる。また、今回行った別の試験結果からは、アルミ蒸着PETフィルムの耐透過性性能が優れている可能性があることが判った(II 3-1 参照)。

### 3-2. 透過試験装置と透過濃度のガス検知器(CUB)をドッキングした装置の開発

研究協力者：福岡荘尚(オリンパス(株)R&D 機能 生体評価基盤技術)

2重装着することにより、インナーのフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分へ、溶剤が直接接触することを防ぐことができた。アウターが薄手のゴムのため、化学防護手袋全体としては手にフィットし、ゴムで滑りにくくなるため、ある程度の作業性は確保できると考えられた。

本研究では、手袋素材の一部を切り出して評価したが、実際は、手袋全体としての評価が必要である。そこで、手袋全体としての耐透過性を評価、耐透過性が高いことが確認できれば、半日～1日程度で交換することにより安心して耐透過性の高い化学防護手袋を使用できるようになる。さらに、日をまたがった長期間の耐透過性の評価は必要がなくなると考えられる。(II 3-1 参照)

### 3-3. 半導体式検出器を活用した大学で使用している化学物質に対する化学防護手袋の透過時間の簡易測定について

研究協力者：宮田昌浩(東京理科大学 環境安全センター 野田分室)

PID 検出器を使用した手袋の簡易透過試験(2019 年実施報告)で測定が困難であったアセトニトリルやメタノールにおいても、半導体検出器(XV389)と検知管により手袋の透過試験を簡易的に実施することができ

た。(II 3-3 参照)。

#### 4. アンケート調査

##### 4-1. 2020 研修会参加者アンケート集計結果

研究代表者：岩澤聡子(防衛医科大学 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師)

58 名より回答を得た（回答率 48.3%）。参加者の職種は安全衛生担当者が 53%、管理職が 59%であった。化学防護手袋使用に関する困りごとについては、作業性、コスト、教育展開方法、情報不足、試験評価方法、指針を望む、その他に分けられた。今後の講演会で取り上げてほしいテーマとしては、実践の情報、混合使用でのデータ、透過性試験結果、現場の事例、教育展開方法、メーカー情報、行政動向、経皮吸収について挙げられた。(4-1 参照)

## II 分担研究報告

### 1. 手袋内へ透過した試験物質を測定する手法の検討

#### 1-1. 実際の作業場における化学防護手袋の透過状況の調査

研究分担者：宮内博幸(産業医科大学)産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授)

研究協力者：青木隆昌(国立大学法人 九州工業大学 健康支援・安全衛生推進機構 講師)

研究協力者：山本 忍（産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 助教)

## A. 研究目的

作業現場での防護手袋の使用において化学物質の透過に与える因子として、使用手袋(素材、厚さ等)、使用化学物質(種類、取扱量等)、作業方法、作業時間等があげられる。特に手袋の素材、厚さ等が大きな因子と考えられる。化学物質による健康障害を予防する防止するために、これらのことを踏まえて適切な化学防護手袋の選定や作業方法を考えることは重要と言える。

本研究では、製造現場において実際に使用されている状況下において、防護手袋の内外にサンプラーを装着し、使用されている物質の手袋内外濃度を測定した。その結果を踏まえて、適正な手袋の選定、使用、交換(廃棄)時期を考慮する基礎資料を作成することを目的とした。なお、本研究は令和 2 年度労災疾病臨床研究「実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査」の一環として行い、産業医科大学の倫理委員会にて承認を得て行った(第 R2 004 号)。

## B. 研究方法

### 1) 研究対象作業場

製造事業所内の有機溶剤取り扱い作業場

### 2) 測定日および測定時間

令和 2 年 11 月 11 日～12 月 10 日

測定は午前と午後に分けて行った。測定時間は表 2 に示す。

### 3) 測定期間、および対象作業場と対象者

A班：11月11日(水)～13日(金)

作業場1 (A、B氏)

作業場2 (C、D氏)

C班：11月17日(火)～19日(木)

作業場1 (E、F氏)

作業場2 (G、H氏)

B班：12月2日(水)～4日(金)

作業場1 (I氏)

作業場2 (J、K氏)

D班：12月8日(火)～10日(木)

作業場1 (L氏)

#### 4) 測定方法

##### (1) 作業内容の記録

記録用紙(別添参照)にサンプラーの貼り付け部位や測定年月日時・測定時間等を記載してもらい(表 1-1)、作業の記録用紙(表 1-2)とサンプラーと一緒に送付してもらった。

##### (2) 使用サンプラー

開発したサンプラーのであるサンプラーA<sup>1)</sup>はパッシブ型のサンプラーで、白色、大きさ3 cm×3 cm×0.5 mm、重さ約0.5g、市販されているサンプラーである。サンプラーBはSKC社製の肌色、大きさ3 cm×1 cm×1 mm、重さ約1gのサンプラーである。手袋の外側にはサンプラーA、内側にはサンプラーBを用いた。図 1-1 にサンプラーAの構造図、図 1-2 にサンプラーの外観と内部にあるACFの写真を示した。サンプラーAの大きさは、縦横3 cm、厚さ約1 mmであり、重量約0.5 gである。ポリエチレン系の多孔質フィルターで繊維状活性炭ACF(Activated Carbon Fiber)を覆っており、5層のシートから構成される。

測定時にサンプラーが剥がれることを防ぐために、裏面は接着層となっている。

サンプラーBは、大きさ30 mm×10 mmのシート状のサンプラーである。活性炭繊維が入っている(図 1-3)。

##### (3) 試験対象物質

測定物質は作業場で使用されていた有機溶剤であるアセトン(Acetone)、メチルイソブチルケトン(Methyl isobutyl ketone (MIBK))、物質a、物質b、物質cの5種類とした。なお、作業時に実際に使用されていた物質を分析の対象とした。

##### (4) 分析条件

本研究ではガイドブック5に準拠した方法、即ち活性炭を捕集材として用い、GC分析法に準じて検討を行った。GCの検出器としてflame ionization detector(FID)が採用し、GCで分離したピーク成分を同定した。

試料前処理として、対象物質が吸着した活性炭部を共栓小試験管に入れた。脱着用溶媒の二硫化炭素(99%和光純薬工業製 特級)1.0 mLを加え素早く密栓し、時々振とうした後、約1時間放置して上澄み液をGC-FID分析に使用した。

GCの恒温槽内にキャピラリーカラムを取り付け、十分にエージングを行い、GCを分析条件に合わせて運転させた。GCに装着されたオートサンプラーで最終試料液2.0 μLをGCに導入し、得られたクロマトグラム上の測定対象物質のピーク面積を測



定後、検量線を用いて最終試料液中の測定対象物質量を求めた。行った分析条件は表 1-3 に示した。

### C. 研究結果

各サンプラーのサンプリングの速度が求めたところ、サンプラーB はサンプラーA の約 6.83 倍であった。そのため内側捕集量にはファクターである 1/6.83 を掛けた値を捕集量とし、内側捕集量/外側の捕集量×100 により、手袋の透過率(%)とした。

測定時間の記録、測定値などを表 1-4 に示した。右側と左側、さらに午前と午後の全平均値を表の右側に示した。

その結果、アセトンでは、最小値が作業場 2 の G 氏 0.7%、最大値が作業場 1 の I 氏 7.8%(アセトンサンプリング作業 1 分×1 箇所等)、物質 a では最小値が作業場 2 の C 氏 0.1%以下、最大値が作業場 2 の H 氏 0.7%(a サンプリング作業 1-3 分×1-6 箇所等)であった。物質 b では最小値が作業場 2 の L 氏 0.2%、最大値が作業場 2 の C 氏 2.6%(b サンプリング作業 5 分×1 箇所、廃液作業 1 分、ドラム缶からの取り出し 3 分×2 箇所等)であった。物質 c では最小値が作業場 1 F 氏 0.1%、最大値が作業場 1 の I 氏 7.7%、MIBK では最小値が作業場 1 の F 氏 1.0%、最大値が作業場 1 の I 氏 4.1%であった。

### D. 考察

結果をまとめると、手袋の内外濃

度比(透過率)は

アセトン : 0.7%–7.8%

MIBK : 1.0%–4.1%

物質 a : 0.1%以下–0.7%

物質 b : 0.2%–2.6%

物質 c : 0.1%–7.7%であった。

つまり、本測定結果において、内外濃度の割合でみると非常に低割合であったが、手袋の内側にも測定対象物質が検出された。使用されていた防護手袋は塩化ビニール製(厚手)手袋であった。塩化ビニール材料は使用している有機溶剤に対して耐透過性は低いと言える。特にアセトンと物質 c については比較的透過性が高い結果であった。

手袋の性能として、耐浸透性、耐劣化以外に接合部からの液体の通過および、完成品による浸漬を繰り返し行い、膨張、収縮、硬化などの変化、引っ張り強度あるいは膨張率を調べる試験である。その他、手袋の性能として JIST8116 で定められている耐透過性試験がある<sup>2)</sup>。この試験は、材料の表面に化学物質が接触、吸収され、材料内部に分子レベルで拡散を起し、材料の裏面から離脱する現象を調べる試験である。この耐透過性は材料が厚い場合は高くなる。使用されていたのは塩化ビニール製(厚手)であった。作業による耐久性はあると思われるが、本研究結果より、作業方法や作業時間によっては耐透過性は高くないと言える。手袋内部にて検出されたことを考慮すると、さらに耐透過性を有する材料の手袋、ま

たは交換頻度を考慮する必要があると思われた。

## E. 引用文献

[1] Miyauchi H (2020): Japan Society for Safety Engineering Development of a Method for Sampling Personal Exposure to Organic Solvent Vapor Using Layered Activated Carbon Fiber Passive Sampler in Workers. JSSE. 59(1): 27-32

[2] Japanese Industrial Standards Committee (2005): Protective clothing-Protection against chemicals-Determination of resistance of protective clothing materials to permeation by liquids and gases. JIS T 8116. Tokyo, Japanese Standards Association

## F. 研究発表

1. 論文発表 なし
2. 学会発表

2020年(93回)日本産業衛生学会：シンポジウム 4(最近の化学部質による経皮吸収を防ぐための化学防護手袋の研究)演題：実際の作業現場における化学防護手袋の透過試験

## G. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得 なし
2. 実用新案登録 なし

## 2. 手袋材料についての簡易的な耐透過および耐劣試験方法についての検討

### 2-1 オルトトルイジン等低揮発性

## 有機溶媒を対象とした経皮吸収防止のための化学防護手袋の選定における耐劣化性能の検討

研究協力者：牛澤浩一(国立研究開発法人理化学研究所 安全管理部)

## A. 研究目的

オルトトルイジン、アニリン、フェノールなどのいわゆる低揮発性有機溶媒については揮発しにくく蒸気になりにくいことから、蒸気が経皮吸収に与える影響については小さいことが想定され、溶媒が直接液体として手に触れてしまう場合を重点的に考慮する必要がある。化学防護手袋を着用する場合には、手袋を透過する蒸気量が小さいこと、溶媒の液体が直接手袋素材を溶解等してしまう可能性があることを考慮すると、手袋の溶媒に対する耐劣化性能が重要となってくる。劣化の状況を確認するためには、JIS T8116 / ASTM F739による突刺強さの変化を計測する方法やショーワグローブやアンセルがメーカー基準で実施した重量変化による方法がある。突刺強さの変化を計測する方法は簡便には評価しにくいことから、本報告では簡便に劣化状況を確認する方法として、重量変化による方法を検討した。オルトトルイジンを薄手手袋に付着させた場合の手袋の切片の重量変化を計測し、評価を行ったので報告する。

## B. 研究方法

- 1) 手袋にオルトトルイジンを付着さ

### せた場合の手袋内側の蒸気濃度および透過速度の検出

ラテックスゴム、ニトリルゴム、ポリエチレンの3種類の素材の薄手手袋を準備し以下の通りの手順にて蒸気濃度を測定した。

- (1) グローブに手を入れて2分以上待ち、手を抜く(手汗等の影響を考慮)。
- (2) リアルタイムガスモニタ (ion science 社 CUB)を手袋内部に入れて封印する。
- (3) グローブの掌部分にピペットで試薬 200  $\mu$ L を付着させ、測定を開始(約 20 分)。
- (4) 3 回実施して平均値と標準偏差を計算する。
- (5) 付着したエリアを 25cm<sup>2</sup> として、透過速度を計算する。

#### 2) 見た目の変化による確認

付着部分の素材表面の変化等を目視により確認する。

#### 3) 手袋切片の重量変化による劣化の確認

- (1) ニトリル、ラテックス、ポリエチレン各薄手の手袋を 2cm 角(2 x 2 = 4 cm<sup>2</sup>)に切り、これを各 12 片ずつ準備する。
- (2) 各片の重量を電子天秤で計測する(室温も計測しておく)。
- (3) 試薬(オルトトルイジン)を 20 L 程度付着させる。
- (4) 20 分または 120 分待つ (それぞれ別々に設定)。
- (5) キムワイプで付着させた液をふき取る。
- (6) 乾燥のため 60 分待つ。

(7) 処理後の各片の重量を電子天秤で計測する。

(8) 各素材について 12 片の重量の平均値、標準偏差を求め、試薬付着前後の百分率変化を確認する。

(9) 等級表(表 2-1)を参考に耐劣化性を評価する。

### C. 研究結果

#### 1) 手袋にオルトトルイジンを付着させた場合の手袋内側の蒸気濃度および透過速度の検出

手袋にオルトトルイジンを付着させた場合の各手袋内側の蒸気濃度と、この濃度から推算される透過速度を図 2-1 に示す。ポリエチレン手袋において 6 分過ぎ、ニトリルで 10 分過ぎ、ラテックスで 17 分過ぎから若干濃度が上昇するが、一番高い濃度でポリエチレンのとき 0.04 ppm であった。透過速度に換算してみると、20 分経過後でも全ての手袋が 0.01g/cm<sup>2</sup>/min 未満であり、使用できるか判断の基準となる標準透過速度の 0.1 g/cm<sup>2</sup>/min と比較しても 1/10 未満であり、大きく下回る結果となった(図 2-2)。

#### 2) 見た目の変化による劣化状況の確認

ニトリル手袋にオルトトルイジンを付着したときの見た目の変化を図 2-3 に示す。ニトリルの手袋では、シワや変色、内側への僅かなにじみが生じており、素材に何らかの物性変化が起こっていることが想定された。

#### 3) 手袋切片の重量変化による劣化

## 状況の確認

オルトトルイジンを付着させた前後の手袋切片の重量と変化率を表 2-2 に示す。ニトリルに 20 分間付着させたときに 68.5%、120 分間付着させたときに 40.6%重量が増加していることが分かった。一方でラテックスとポリエチレンについては 20 分間、120 分間ともに 5%未満の変化率にとどまった。耐劣化性等級表に照らし合わせてみるとラテックスとポリエチレンは重量変化が 10%以下であったことから評価は E となり、「使用可能」であったが、ニトリルは 20 分付着時で 51%以上であったことから評価は NR となり「推奨しない」という評価となった。

## D. 考察

手袋内側の蒸気濃度については 20 分経過後では各手袋についてすべて低濃度であり、この濃度だけで判断してしまうと、3 種の素材とも使用可能である結果となる。これはオルトトルイジンの揮発性が相当に低いこと(沸点 200°C、25°Cにおける飽和蒸気圧 34.5Pa)が影響していると考えられる。しかしながら、ニトリル手袋の状態を確認すると、付着部分への変性が認められ、手袋内側に液体のにじみが見られたことから、揮発した蒸気の影響が小さくても溶媒の液体が手袋の素材を壊していると思われた。このことにより、ニトリル手袋を使用した場合はオルトトルイジン蒸気へのばく露は小さいものの、そのま

ま液体が手指に付着し、経皮吸収が起こることが示唆された。各素材の手袋切片の重量変化率の結果からはニトリルのみ大幅な増加を認めており、20 分付着時の評価が NR であったことからニトリル素材の手袋を持って作業することは適切でないことが分かってきた。一方で、ラテックス、ポリエチレン手袋については手袋内側の濃度も低く、手袋切片の重量変化率も小さかったことから、薄手であってもある程度使用できることが示された。

## まとめ

低揮発性の有機溶媒を使用する場合、経皮吸収を防止するための手袋を選定するにあたって、蒸気の耐透過性能を検討するだけでなく、液体がそのまま付着することによる耐劣化性能も同時に検討すべきことを示した。比較的簡便に耐劣化性能を検討する方法として、手袋の切片の重量変化を測定し、変化率により劣化の判定を行うことができた。これにより低揮発性の有機溶媒を使用する場合の手袋選定の可否について透過と劣化の観点から判定することが可能となった。

## E. 研究発表

【参考文献】なし

【論文発表】なし

【学会発表】

・牛澤浩一、小田あゆみ、丹内佳織、篠原茂己、田中茂:実験用途を考慮し

た経皮吸収防止のための薄手手袋 2枚重ねの有効性についての検討、第91回日本産業衛生学会、P2-76、2018年5月。

・牛澤浩一：公募企画7 化学物質による経皮吸収ばく露防護：化学防護手袋の適正な選定、使用および交換(廃棄)を提案する、演題名：経皮吸収防止のための薄手手袋 2枚重ねの有効性についての検討 ～化学物質を用いた実験用途を中心として～、第28回日本産業衛生学会全国協議会、2018年9月。

【書籍、雑誌発表】なし

#### F. 知的所有権の出願・登録状況

【特許取得】なし 【実用新案登録】なし

### 3. 手袋材料における試験物質の透過検出・評価方法の開発

#### 3-1 簡易透過試験方法を用いた化学防護手袋の評価

研究協力者：峯 一弥 ((株)日本触媒姫路製造所 環境安全部 環境安全課)

#### A. 研究目的

当製造所では、厚生労働省の通達「化学防護手袋の選択、使用等について」(基発0112第6号)を受けて、化学防護手袋の選択、使用、管理のために、簡易透過試験方法を用い、実際に現場で使用する手袋の事前評価を行っている。

今回、現場使用時の液の付着状況

を想定し、少量付着を想定した試験、長期間の浸漬後の試験を行い、手袋の再使用が可能なことを示すデータが得られたのでその結果を報告する。

一方で、手袋を購入・使用するユーザーの立場としては、薄くて耐透過性能に優れ、現在市販されている手袋より、さらに安価な手袋を求めている。このことから、いろいろな素材を手袋に使用出来ないか検討する中で、市販のフィルムの透過性能が優秀であることが確認出来たので、手袋の素材として提唱すべく、これらの結果を紹介する。

#### B. 研究方法

##### 簡易透過試験方法について

透過試験は、十文字学園女子大学田中茂考案の簡易テストセルを参考に、手袋の2重化テストなども可能な形状に改良した、簡易テストセルを使用し、JIS-T8030:2015を参考に構成した簡易透過試験装置により行った。試験は、手袋から切りだした試験サンプルを、簡易テストセルにセット後、セル内の液側の室に試験物質を注入し、測定回路に一定流量のガスを流して、テストセル内のガス側の室内に透過してきた気体状物質の濃度を連続的に測定することによって行った。透過したガス濃度の測定には、PID式のセンサを有する拡散式のVOC検知機を使用した。

#### 1) 使用機器

(1) 簡易テストセル【セルA】【セルB】

簡易透過セル【セルA】【セルB】は、田中茂が書籍等で紹介されているセルを参考に、セルの取扱上の安全性を高め、2重の手袋使用を想定した測定及び、少量付着時を想定した測定が出来るように、改良したものを使用した(図 3-1-1)。

## (2) 検出器

光イオン化検出器(PID)センサを備えたガス検知器を使用した(図 3-1-2)。

## (3) 送気ポンプ

一定流量で制御可能なサンプリングポンプを流用した(図 3-1-3)。

## (4) 試験装置及び測定回路

簡易試験用器具を組合せ、JIS-T8030:2015 を参考に、開放形の回路で構築した(図 3-1-4)。

## 2) 試験方法

簡易試験装置を用い、実際に自社の現場で使用している化学物質と、今後採用したいと考えている手袋を用いて、実際の使用状況を想定した以下の耐透過性テストを行った。測定条件等は表 3-1-1 から表 3-1-3 に示した。

### 試験 1 液に手袋を浸漬する作業を想定した試験

液の中に手袋を漬けて行う作業を想定した試験を行った。この試験には、簡易透過セル【セルA】を使用した【装置AO】を使用した。

#### (1) 測定対象物質

産現場で使用している代表的な物質である、アクリル酸(AA)、アクリ

ル酸メチル(AM)、及びメタクリル酸メチル(MMA)の 3 種を対象物質とした。

#### (2) 試験対象手袋の種類

アクリル酸に対して、耐透過性能が比較的良いことが期待される、クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋、厚手天然ゴムラテックス手袋など、表 3-1-4 の手袋をテストした。

#### (3) 簡易試験装置

使用した測定装置の構成は図 3-1-5 の通りである。

#### (4) 測定及びその条件

実施したテストの種類を表 3-1-5 に示す。

### 試験 2 手袋に液が少量付着する作業を想定した試験

現場では、手袋を液に浸すような使い方はまれであり、殆どのケースでは、液はねや液だれが起こったときに手に薬品が付着しないよう、念の為にゴム手袋を着用しており、このとき、手袋に付着する液量は、ごく少量である。そこで、このような、手袋に液が少量付着する作業を想定した試験を行った。

#### (1) 測定対象物質

アクリル酸メチル(AA)、及びメタクリル酸メチル(MMA)の 2 種を対象物質とした。

#### (2) 試験対象手袋の種類

テストした手袋の種類を表 3-1-6 に示した。

#### (3) 簡易試験装置

使用した測定装置の構成は図 3-1-

6の通りである

#### (4) 測定及びその条件

実施したテストの種類を表 3-1-7 に示す。

### 試験 3 一度使用した手袋を再利用するケースを想定した試験

現場では、手袋を、念のために着用している作業が多く、そのような場合には、一度使用したゴム手袋を毎回捨てるのは勿体ない。可能であれば、一度使用した手袋を洗浄し、よく乾燥させたあと、破れがなければ再利用したい。そこで、一度使用した手袋を再利用した場合の透過性能がどの程度変化するかを確認するため、測定後のサンプル片を十分に乾燥させた後、同じ試験片で耐透過性能の試験を行った。試験は、簡易透過セル【セルA】を使用した【装置AO】を用いた（図 3-1-7）。

#### (1) 測定対象物質

アクリル酸メチルを使用して試験を行った。

#### (2) 試験対象手袋の種類

クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋、厚手天然ゴムラテックス手袋をテストした。

#### (3) 簡易試験装置

使用した測定装置の構成は図 3-1-7の通りである。

#### (4) 測定及びその条件

実施したテストの種類を表 3-1-8 に示す。

### 試験 4 一度使用した手袋を再利用

### するケースを想定した試験

上記試験 3により、一度浸漬した手袋であっても、再利用出来る可能性があることは判ったが、若干の性能低下が見られたため、何度も繰り返し使用したケースを想定し、長期間化学物質に浸漬し、洗浄、乾燥させた場合の性能がどの程度変化するか確認する試験を行った。

サンプル片は1ヶ月、取り扱う化学物質に浸漬した状態とし、1ヶ月後に取りだし、十分に洗浄、乾燥したものを使用した。試験は、簡易透過セル【セルA】を使用した【装置AO】を用いて行った。

#### (1) 測定対象物質

試験 1と同じアクリル酸、アクリル酸メチル、及びメタクリル酸メチルの3種を対象物質とした。

#### (2) 試験対象手袋の種類

試験 1で使用した手袋のうち、以下の3種の手袋をテストした(表3-1-9)。手袋より試験片を切り出し、スクリーンに入れて、液を約 2 mL 投入し、室温で1ヶ月付置した。その後、試験片を取りだし、流水で十分に洗浄したあと数日間乾燥させ測定を行った。

#### (3) 簡易試験装置

試験 1と同じ装置で測定した。

#### (4) 測定及びその条件

実施したテストの種類と条件を表 3-1-10 に示した。

### 試験 5 耐透過性に優れたフィルムの探索

現在市販されている薄手の使い捨て手袋のうち、安価なものは、PE、PPフィルム製、天然ゴム製であるが、これらの材質の手袋は耐透過性能が低く、早いものでは1分以内に急激に透過が進むことが判っている。

各社より耐透過性能に優れる手袋として、多層フィルム構造の材質の手袋等が販売されているものの、これらは、以前に比べれば値段は下がってはいるが、それでもまだ数100円～数1000円/枚の価格帯であり、使い捨てするには高価であり、採用が難しい。また、多くのフィルム材質の手袋を試着した感じは、フィルムが厚く、インナーとして着用するにはゴワゴワして着用感が悪い。

手袋を使用する側の立場としては、耐透過性能に優れているだけでなく、安価で、インナーとしてできるだけ薄い手袋が望まれる。そこで、これらの条件を出来るだけ満たした素材を見つけないかと考えられる。

今回、酸素を透過しにくいことで知られ、樹脂成形材料のモノマー揮散防止に用いられている梱包材や、食品の包装などに使用されているアルミ蒸着フィルムが、厚みも薄く、インナーとして使用しやすいのではないかと考え、耐透過性はどの程度あるのか、簡易透過試験方法を用いて試験を行った。

試験は、簡易透過セル「セルA」を使用した「装置AO」を用いて行った。

#### (1) 測定対象物質

アクリル酸、アクリル酸メチル、及

びメタクリル酸メチルの3種を対象物質とした。

#### (2) 試験対象フィルムの材質

薄いアルミ蒸着フィルム素材として、他用途で市販されている商品の中から、触った時の感触等を考慮して防災用(防寒用)に販売されている薄手のフィルムシート(アルミ蒸着PET)をテストした(図3-1-8)。

#### 3) 簡易試験装置

試験1と同じ装置で測定した。

#### 4) 測定及びその条件

実施したテストの種類とその結果を表3-1-11に示す。

### C. 研究結果

#### 試験1

簡易測定方法を用いて、透過量が $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$ となる時間を求め、透過時間とした。得られた結果を表3-1-12および図3-1-9に示した。

#### 試験2

簡易測定方法を用いて、透過量が $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$ となる時間を求め、透過時間とした。得られた結果を表3-1-13および図3-1-10に示した。

#### 試験3

簡易測定方法を用いて、透過量が $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$ となる時間を求め、透過時間とした。得られた結果を表3-1-14および図3-1-11に示した。

#### 試験4



測定方法を用いて、透過量が  $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$  となる時間を求め、透過時間とした。得られた結果を表 3-1-15 に示した。

#### 試験 5

簡易測定方法を用いて、透過量が  $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$  となる時間を求め、透過時間とした。得られた結果を表 3-1-16 および図 3-1-12 に示した。

### D. 考察

#### 試験 1

液に手袋を浸す使い方をした場合は、予め想定される通り、透過に耐えられる時間はそれほど長くない。

ただし、手袋の種類と使用物質の組合せによっては、30分以上耐えられるものもあることが判った。ゴム系の手袋であっても、手袋と使用物質の組合せによる耐透過時間を把握し、一定の時間耐えられるならば、最大使用時間を定めて使用することが可能である。

#### 試験 2

テストに使用したクロロプレンゴムコート天然ゴム手袋、厚手天然ゴムラテックス手袋、ブチルゴム手袋は、少量の液が付着した場合には、短時間であれば透過に耐えられる結果が得られた。また透過が始まった後の濃度の絶対値が小さいことが示された。この結果から、多量の液が付着した場合に耐透過時間が短いゴム系の手袋であっても、付着

する液が少量の場合には、短時間であれば透過に耐えられ、また、透過が始まった後の透過量も少ないため、皮膚への影響、皮膚からの吸収量は低いレベルで押さえることが出来ると思われる。

ただし、量が少なくても透過しないわけではないため、物質毎に使用可能時間を定めるのが好ましい。

#### 試験 3

サンプル片を十分に乾燥させた場合、2回目の測定時においては耐透過性能は殆ど低下していないが3回目の想定時には、若干の耐透過性能の低下が見られた。この試験の結果から、一度使用した手袋を再利用した場合、若干の性能低下が見られるものの、完全に使用出来ないレベルには至っていないことから、再利用が出来る可能性もある。さらに詳細を調べることにした(以下の試験4参照)。

#### 試験 4

サンプル片を長期間浸漬させても、十分に乾燥させた場合、基準透過値に到達する時間は若干短くなるものの、性能が大きく低下することはないという結果が得られた。この試験の結果から、物質によっては、一度使用した手袋も、よく洗浄し乾燥させれば、再利用が出来る可能性がある。なお、今回のテストは長期間乾燥させてから再利用した。実際に現場で再利用する際には、臭気等が残って

いないか、破れがないかなどの確認を確実に行う必要がある。

## 試験 5

いずれの物質も、透過基準値に達するまでの時間が長く、その後も透過量が低く抑えられていることから、高い耐透過性能があることが示された。この試験の結果から、アルミ蒸着PETフィルムが、非常に薄いフィルムであるにもかかわらず、高い耐透過性能を持っており、期待できる材質であることが判った。

## まとめ

今回のテストの結果より、採用を検討している4種のゴム手袋について、使用方法に応じて、おおよそその耐透過時間を把握することが出来た。このことにより、作業毎に着用可能時間を定めることが可能となった。

1) 液に手袋を浸漬する使い方をした場合は、しばらく使用した後に透過が始まるため、それまでには手袋を脱着する必要がある。今回の測定結果を参考に、この時間を手袋毎に決定できる。

2) 液に手袋を浸さず、念のために着用している場合は、手袋に付着する液は少量であり、その時の透過基準値に達するまでの時間は長くなる。また、一端透過が始まった後もその透過量は少ないため、長時間着用することも可能である。ただし、この場合は手袋に液が付着したこと

が判った時点で手袋を交換するのが好ましい。

次に、再利用時の透過挙動を確認することで、一度使用した手袋を再利用しても問題ないことが証明できた。今回使用した手袋と薬品の組合せでは、いずれも再利用しても問題ないことが判った。

以上のことから、ゴム系の手袋であっても、液に手袋を浸さない使い方、少量付着の可能性のみがある場合には、付着する物質が全て揮発する成分であれば、確実に管理を行うことで、手袋を再利用できることと思われる。また、今回行った別の試験結果からは、アルミ蒸着PETフィルムの耐透過性能が優れている可能性があることが判った。これについては、今後、手袋メーカー等で手袋化を検討されることを期待したい。

## E. 研究発表

### 【学会発表】

峯 一弥：化学防護手袋の耐透過性能の簡易的なテスト手法について  
第78回全国産業安全衛生大会(京都) 化学物質管理活動分科会 研究発表集：604-606(2019)

### 【論文発表】なし

### 【書籍、雑誌発表】なし

## 3-2 透過試験装置と透過濃度のガス検知器(CUB)をドッキングした装置の開発

研究協力者 福岡庄尚(オリンパス)

## (株)R&D 機能 生体評価基盤技術)

### A. 研究目的

#### 背景

市販のフィルム素材の化学防護手袋の耐透過性が高いことは知られているが、メーカーの透過性情報は、フィルム素材そのものに関するものである。フィルム素材の特性上、必ず製造工程で溶着が必要となるが、溶着部分の耐透過性は明らかとなっていない。また、フィルム素材の手袋は硬く伸縮しないため手にフィットせず、単体で使用すると作業性が悪い。そこで、これら 2 つの課題の解決が必要となっている。

#### 目的

市販のフィルム素材[1], [2], [3], [4]の化学防護手袋の溶着部分に対して、簡易測定装置を用いて透過性を評価した。その結果から、フィルム素材の化学防護手袋の使用方法について提案する。

### B. 研究方法

検出器としてPID測定器(理研計器製 CUB)のセンサ部に手袋の切片をセットできる透過試験装置(ジグ)を考案し、手袋切片の上に有機溶剤を滴下し、透過性の評価を行った。ブランクの測定も同様に行った。(昨年度報告済み)さらに、測定モードを標準ガスのイソブレンとし、測定後にアセトンの係数(1.170)を掛けて測定値としブランクの影響を極力排除した。

1) フィルム素材の手袋素材の耐透

#### 過性の測定

(1) フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分が透過試験装置(ジグ)の中央部(直径)になるようにセットした。

(2) (1)のフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に、市販の薄手天然ゴム手袋(Micro Flex 63-754 Ansell 製 [5])を重ねてセットした。

有機溶剤としてアセトン 2mL を透過試験装置(ジグ)の上部容器に入れ測定を行った。

### C. 研究結果

1) フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分が透過試験装置(ジグ)の中央部(直径)になるようにセットした場合の時間と透過濃度の関係を図 3-2-1 に示す。

赤の破線は 2 重シールの手袋[4]で、耐透過性が高かった。これ以外のものは、ごく短時間で透過が見られた。2 重シールは耐透過性向上に有効であると考えられる。

ここで、薄手天然ゴム手袋[5]のみの耐透過性を図 3-2-2 の青の実線で示す。

一部のフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分は、アセトンに対しては、薄手天然ゴム手袋[4]と同等の透過性であることが示唆された。

一方、フィルム素材の化学防護手袋の作業性を向上させるために、フィルム素材の化学防護手袋をインナーとし、アウターに薄手のゴム手袋を被せて使用することを検討した。実際に、化学防護手袋をインナーと

し、アウターに薄手のゴム手袋を装着した場合の写真を図 3-2-3 に示す。操作性を何名かの技術者に確認したところ、ある程度の作業性は確保できると考えられた。そこで、フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に、市販の薄手天然ゴム手袋を重ねてセットし測定を行った。

2) 1)のフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に、市販の薄手天然ゴム手袋を重ねてセットした場合の時間と透過濃度の関係を図 3-2-4 に示す。フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分のみは、破線で示し、フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に市販の薄手天然ゴム手袋を重ねてセットした場合を実線で示す。黒、青、黄、赤の色は、同じ手袋を表している。

フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に市販の薄手天然ゴム手袋を重ねてセットすると明らかに耐透過性は高くなり、2重シールのもの[4]は、1時間経過しても全く透過せず、素材そのもの(溶着部分がない)の耐透過性と同等であった。

#### D. 考察

**手袋交換濃度目標値：フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に市販の薄手天然ゴム手袋を重ねて装着した場合の可能性**

2重装着することにより、インナーのフィルム素材の化学防護手袋の溶着部分へ、溶剤が直接接触することを防ぐことができるため、耐透過性

が向上したと考えられる。さらに、アウターが薄手のゴムのため、化学防護手袋全体としては手にフィットし、ゴムで滑りにくくなるため、ある程度の作業性は確保できると考えられた。

フィルム素材(インナー):耐透過性を確保

薄手ゴム手袋(アウター):作業性を向上+直接接触防止

本研究では、手袋素材の一部を切り出して評価したが、実際は、手袋全体としての評価が必要である。そこで、手袋全体としての耐透過性を評価、耐透過性が高いことが確認できれば、半日～1日程度で交換することにより安心して耐透過性の高い化学防護手袋を使用できるようになる。さらに、日をまたがった長期間の耐透過性の評価は必要がなくなると考えられる。

#### 今後の対応(案)

##### 1) 2重装着の可能性

フィルム素材(インナー)と薄手ゴム(アウター)の2重装着の可能性をさらに検討する。本報告では部分体な評価に留まっているため、2重装着手袋全体としての耐透過性を評価する。

##### 2) 簡易測定透過試験装置(ジグ)

簡易測定透過試験装置(ジグ)と JIS または ASTM の結果の相関をとる。メーカーでの測定結果が公表されて

いる代表的な手袋と代表的な溶剤の透過性を評価する。

### 3) 簡易測定透過試験装置(ジグ)を用いた場合の実務上の対応

(1) 濃度の時間変化より、急激に濃度が増加する前の時間を使用可能時間とする。

(2) 相対的な比較のみに使用する

使用実績のある手袋との相対的な比較を行い、より透過が低いと思われる手袋を選定する。

(3) 耐透過性の評価値

暫定的に JIS に示されている  $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ . を算出、状況を確認しながら使用可否を判断する。

## E. 研究発表

### 【参考文献】

[1] AlphaTec02-100 <https://www.ansell.com/ja/ja/products/alphatec-02-100>

[2] SilverShield - SSG29 <http://ahttp://azearth.net/shop/g/gA550800-0012/>

[3] ダイローブ T1-N <http://www.dailove.com/dailove-t1-n.html>

[4] ペバラ <http://nakapoly-tokyo.co.jp/wp-content/uploads/2020/11/7d178b1763d078f6b5597ea36897af65.pdf>

[5] Micro Flex 63-754 <https://www.ansell.com/ja/ja/products/microflex-diamond-grip-plus-63-754>

【学会発表】 なし

【論文発表】 なし

【書籍、雑誌発表】 なし

## 3-3 半導体式検出器を活用した大学

で使用している化学物質に対する化学防護手袋の透過時間の簡易測定について

研究協力者：宮田昌浩(東京理科大学 環境安全センター 野田分室)

### A. 研究目的

経皮吸収を防止するためには、使用する化学物質の耐透過性をふまえて適切な化学防護手袋(以下、手袋)を選択、使用することが必要である。大学の実験で使用する手袋として、多くは薄手ニトリルゴム製手袋を購入、使用しているのが現状である。

2019 年度の試験においては、PID 検出器を使用した手袋の簡易透過試験(田中茂(十文字学園女子大学)等が開発した VOC モニターを活用した透過試験装置)について報告した。

しかし、本学で使用の多いアセトニトリルについては、PID 検出器(CUB)では反応(検知)しないため、簡易透過試験を実施することはできない。今回、半導体検出器を活用し、PID 検出器で測定ができなかったアセトニトリル及びメタノールを対象として、ニトリル製手袋を含む数種類の素材の手袋に対する化学物質の透過時間を求めたので報告する。

### B. 研究方法

#### 【試験物質(有機溶剤)の選定】

2019 年度実施した「簡易透過試験装置と透過する有機溶剤の濃度測定にガス検知器(CUB)(理研計器製光イオン型検出器(PID))をドッキングした

試験装置を用いた」試験において、化学防護手袋のジメチルホルムアミド(DMF)、1, 4-ジオキサン、トルエンにおける透過試験を実施した。しかし、本学で購入量が多く、HPLC(高速液体クロマトグラフィー)で活用され皮膚付着リスクが高いアセトニトリル、メタノールについても透過試験を実施する必要があると考えられた。よって、今回の透過試験の対象物質をアセトニトリル、メタノールとした。なお、アセトニトリルは、ACGIH(米国産業衛生専門家会議)においてSkinの記載があり経皮吸収が示されている。また、試験対象の化学防護手袋は、本学の実験等で使用の多い薄手の使い捨てニトリルゴム製手袋、2019年度の試験で実施した田中茂開発品のフィルム系3種類及びメーカーによる透過試験結果が記載されているGL-11とした。

#### 【試験対象手袋】

- ・ゴム系2種類：ニトリル製(ニトリリスト No882)、天然ゴム(GL-11)
- ・フィルム系3種類：PE-PA-EVOH-PE(MB)、PE-PA-PET-PE(MH)、PE-PA-PE(MN)

※PA：ポリアミド(ナイロン)、EVOH：エチレンビニールモノマー共重合体、PET：ポリエチレンテレフタレート樹脂(田中茂開発品 (表 3-3-1 参照))

#### 【試験対象化学物質】

アセトニトリル 99%以上、メタノー

ル 99%以上

#### 【簡易透過試験装置】

**概要：**簡易透過試験装置、半導体式検知器(新コスモス電機製 XV389)、半導体式検知器(新コスモス電機製 XV389)を入れる捕集袋及び循環するポンプを組み合わせた試験装置を用いた(図1)。透過濃度から単位面積当たりの透過量( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )を算出し、手袋の使用可能時間を推定する。

#### 試験方法: (図 3-3-1 参照)

- ・化学防護手袋を装置の大きさに合わせてカットする。
- ・下部の装置、Oリング、化学防護手袋をセットする。
- ・上部の装置をセットしクリップ及び必要に応じてネジ締めをする

**簡易透過試験装置:** (ネジ締めの場合は化学防護手袋に穴をあける)

- ・捕集袋内に半導体検出器及び活性炭を通したクリーンエアを一定量(3L)入れる。
- ・簡易透過試験装置と半導体検出器を入れた捕集袋及び循環ポンプをタイゴンチューブ(有機溶剤等の吸着の少ないチューブ)にて接続する。
- ・循環ポンプを稼働させ、半導体検出器をゼロ設定する。
- ・15分間以上静置し、半導体検出器濃度が上昇しないことを確認する。
- ・有機溶剤を上部から1~2mL添加。
- ・有機溶剤が揮発しないようにゴム栓をする。

#### ※注意事項

- ・装置や付帯部品(Oリング、タイゴ

ンチューブ等)を試験前にオープン等で加熱(40~60°C)する⇒装置等に吸着した溶剤を取り除く。

### 【対象物質濃度と半導体式検知器との相関関係及び換算について(簡易的な換算方法)】

- ・半導体式検知器を入れた捕集袋内にクリーンエアと共に対象物質をマイクロシリンジで添加する。
- ・捕集袋内の対象物質濃度を検知管で測定する。
- ・対象物質添加量を調整又は希釈し、捕集袋内濃度を変化させ、検知管による濃度と半導体式検知器濃度(トルエン換算値)との相関関係を把握する(図 3-3-2、図 3-3-3 参照)。

#### 対象物質の濃度推定

上記で得られた検知管濃度と半導体検出器(トルエン換算)濃度との相関関係(検量線)からアセトニトリル及びメタノールの濃度に換算し推定する。

### C. 研究結果

1) 対象物質：アセトニトリル

評価基準値：手袋 1cm<sup>2</sup> 当りアセトニトリルが 1.0µg 透過する時間(分)とする。試験結果を表 3-3-2、図 3-3-4(グラフ)に示した。

2) 対象物質：メタノール

評価基準値：手袋 1cm<sup>2</sup> 当りメタノールが 1.0µg 透過する時間(分)とする。試験結果を表 3-3-3、図 3-3-5 に示した。

※評価基準値について、半導体検出

器(トルエン換算)の定量下限値及び捕集袋内容量から判断した測定機器上の基準値であり、経皮吸収等の影響による基準ではない。捕集袋内容量を少なくすることにより評価基準値を下げることも可能。

### D. 考察

PID 検出器を使用した手袋の簡易透過試験(2019 年実施報告)で測定が困難であったアセトニトリルやメタノールにおいても、半導体検出器(XV389)と検知管により手袋の透過試験を簡易的に実施することができた。手袋 1 cm<sup>2</sup> 当り対象物質が 1.0µg 透過した量を評価基準値とした場合、アセトニトリルが透過するまでの時間(透過時間)が最も長い防護手袋は、MB であり(700 分以上透過無)順に MN、GL-11(天然ゴム製)、MH、ニトリスト(ニトリルゴム)であった。また、メタノールにおける透過時間が最も長い防護手袋は、GL-11(天然ゴム製)であり(70 分まで透過無)順に MH、MN、MB、ニトリスト(ニトリルゴム)であった。

上記の結果より、大学で多く使用されている薄手のニトリル製手袋は、アセトニトリルやメタノールに対しても耐透過性を有していないことから、当該化学物質が付着した場合には、すぐに交換する必要がある、また付着するリスクが高い実験操作を実施する場合には、アセトニトリルでは、MB をインナー手袋として使用することが望まれる。また、メタノー

ルの場合には、透過時間が最も長い防護手袋は、GL-11(天然ゴム製)であったが70分で透過することから、改めて選定する必要があると考えられる。

なお、MB (アセトニトリル耐透過性あり、メタノール耐透過性なし)において、メタノールを含むアセトニトリル混合溶液の場合には、透過時間が大きく変化することも考えられたため、メタノール含有割合変化による追加の透過試験を実施した(下記)

#### E. 追加透過試験方法

メタノール10%、30%、50%を含む3種類のアセトニトリル混合溶液を対象に、MBにおける同様の透過試験を実施した。なお、対象物質の透過濃度検出方法として半導体検出器と一部検知管を活用して実施した。

#### F. 追加試験結果

メタノール10%、30%、50%を含む3種類のアセトニトリル混合溶液におけるMBの透過試験結果を表3-3-4、図3-3-6に示した。

#### G. 追加試験結果の考察

追加試験の結果より、メタノール耐透過性を有さないMBは、メタノールの含有率が変化することにより透過するまでの時間も大きく変化することが分かった。特にメタノール10%では、透過時間が925分であったが、メタノール30%では1

33分となり、メタノール濃度が3倍になると透過するまでの時間は7分の1程度短くなる。また、MBはアセトニトリルに対して1400分以上の耐透過性を有していたが、メタノール30%を含有することにより、試験終了時の205分でアセトニトリルも透過していた。以上より、混合溶液における化学防護手袋の選定及び交換間隔の判断には、実際に使用する混合溶液を対象とした簡易透過試験等を実施し、混合溶液の耐透過性を把握した上で、各作業に適した化学防護手袋の管理の徹底が求められる。

#### H. 研究発表

【参考文献】なし

【論文発表】なし

【学会発表】なし

【書籍、雑誌発表】なし

#### 4. アンケート調査

##### 4-1. 実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査研究概要報告研修会(2020年)参加者アンケート集計結果

研究代表者：岩澤聡子(防衛医科大学校 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師)

#### A. 研究目的

2019年度労災疾病臨床研究事業として「実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査」について調査研究を行い、その研究概要を



報告する場を設けた。報告会の参加者を対象にアンケートを行うことにより、参加者のおかれた現状の把握を目的とした。

## B. 研究方法

2020年8月4日14時から17時に、コロナオンライン会議システムによるリモート開催方式で「化学防護手袋に関する講演会」を日本化学工業協会、化成品工業協会、化学防護手袋研究会の協力で開催した。事前参加申し込み者120名に対して、開催後にメールで質問票への解答を依頼した。使用したアンケートを表4-1に示した。参加者の職位と職種、今回の講演会の評価、リモート開催の評価、講演会への参加理由、化学防護手袋使用に関しての悩み、化学防護手袋講演会で取り上げてほしいテーマについて聞いた。

## C. 研究結果

58名より回答を得た（回答率48.3%）。参加者の職種は安全衛生担当者が53%、管理職が59%であった。講演会に参加した理由については、社内事情、化学防護手袋メーカーや開発者も認められた。今回の講演会の内容についての満足度は、良かったおよび非常に良かったとした割合が81%であった。開催方法（リモート）についての満足度は、良かったおよび非常に良かったとした割合は72%であった。化学防護手袋使用に関しての困りごとについては、作業性、

コスト、教育展開方法、情報不足、試験評価方法、指針を望む、その他に分けられた。今後の化学防護手袋講演会で取り上げてほしいテーマとしては、実践の情報、混合使用でのデータ、透過性試験結果、現場の事例、教育展開方法、メーカー情報、行政動向、経皮吸収について挙げた。

## E. 考察

平成29年1月の通達「化学防護手袋の選択、使用等について」では、化学防護手袋の使用条件として透過性等に関するデータをもとに設定使用することを求めている。化学防護手袋の透過時間の求め方は現在、JIS T8116-2005、米国規格のASTM F739、ISO6529-2013等にて透過試験方法が定められているものの、複雑な測定装置を要する。さらに8時間を超える値の測定についての基準は特に定められていない。実際の作業現場にて使用されている化学物質に対する簡易な透過試験方法の開発が望まれている。

さらに、現場の作業者にわかりやすく啓発することが求められていることがわかった。

## D. 研究発表

『2020年度第1回化学防護手袋の透過性に関する最新情報』化学防護手袋研究会2020年11月11日・12日開催

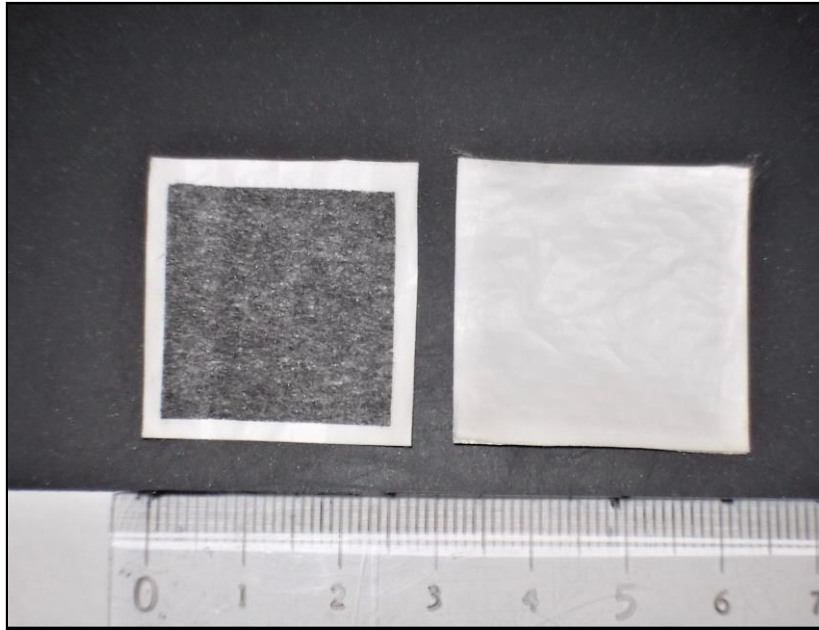


図 1-1 サンプラー A の外観

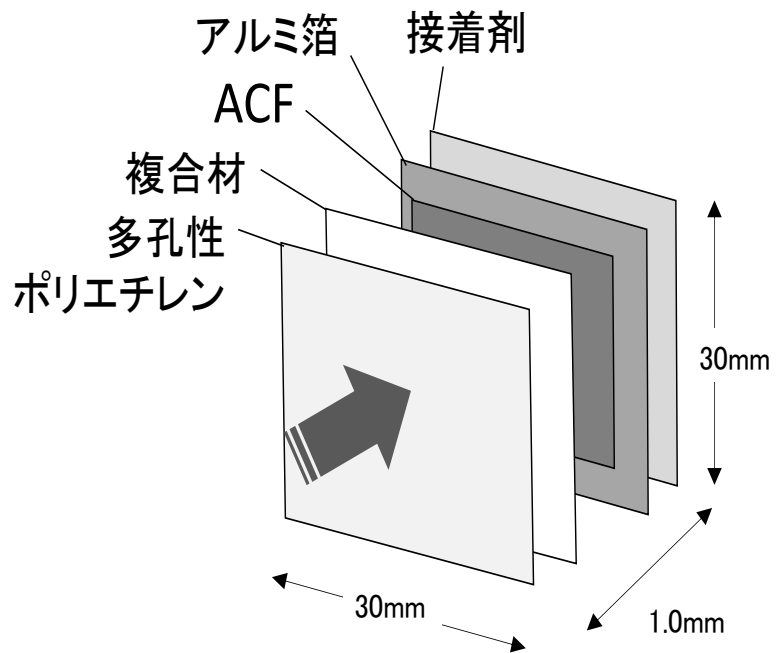


図 1-2 サンプラー A の構造



図 1-3 サンプラーBの外観

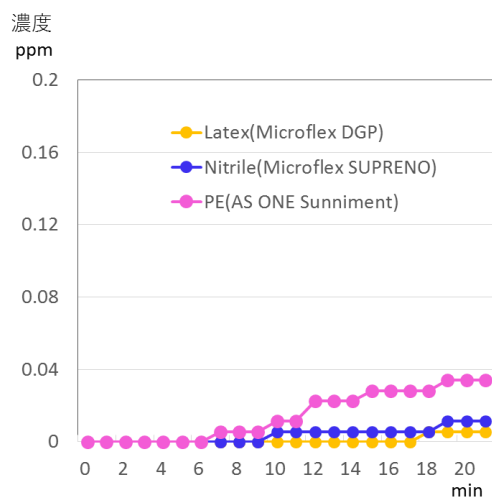


図 2-1 経時的な透過濃度の推移

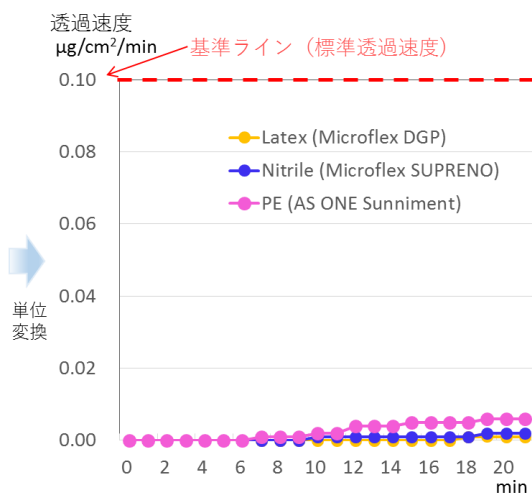


図 2-2 経時的な透過速度の推移



図 2-3 ニトリル手袋にオルトトリイジンを付着させたときの外観

種類	単層で使用する場合	2枚重ねで使用する場合	備考
【セルA】 (密閉型)	<p>(仕様) 捕集媒体通過部体積：5.675cm<sup>2</sup>、透過部面積：6.61cm<sup>2</sup></p>	<p>(仕様) 捕集媒体通過部体積：5.675cm<sup>2</sup>、透過部面積：6.61cm<sup>2</sup></p>	多量付着を想定した試験用
【セルB】 (開放型)	<p>(仕様) 捕集媒体通過部体積、透過部面積は密閉型と同じ</p>	<p>(仕様) 捕集媒体通過部体積、透過部面積は密閉型と同じ</p>	少量付着を想定した試験用

図 3-1-1 使用した簡易テストセル

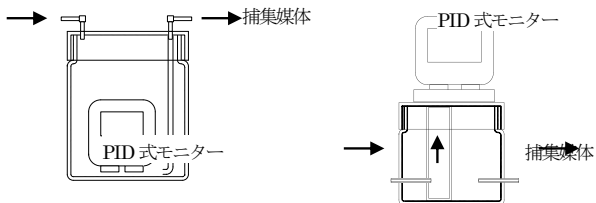

<p>検出器</p> <p>①理研計器製 光イオン化検出器 (PID) センサー式 ガス検知器</p> <p>(略号: 【Cub】)</p> <p>(製品名) Cub (仕様) 検知方式: 拡散式</p> 	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

図 3-1-2 使用したガス検知器


	<p>(仕様)</p> <p>形式 : DSP-550 メーカー : 光明理化学工業株式会社</p> <p>流量設定範囲 : 50~550mL/min</p> <p>流量制度 : 設定流量に対し<math>\pm 10</math>mL/min もしくは<math>\pm 5\%</math>以内の いずれか大きい方</p> <p>(特徴) ..メーカーHP より</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 気体試料をガスバッグへ直接捕集できるエアースAMPLINGポンプです。</li> <li>● サンプラ内での試料の VOC の吸着はほとんどありません。</li> <li>● 小型で静音性に優れ、振動がありません。</li> <li>● コンスタントフロー、スタートタイマー、オフタイマー、流量補正の機能付き。</li> <li>● 直接三脚に取り付けが可能です。</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

図 3-1-3 使用したサンプリングポンプ

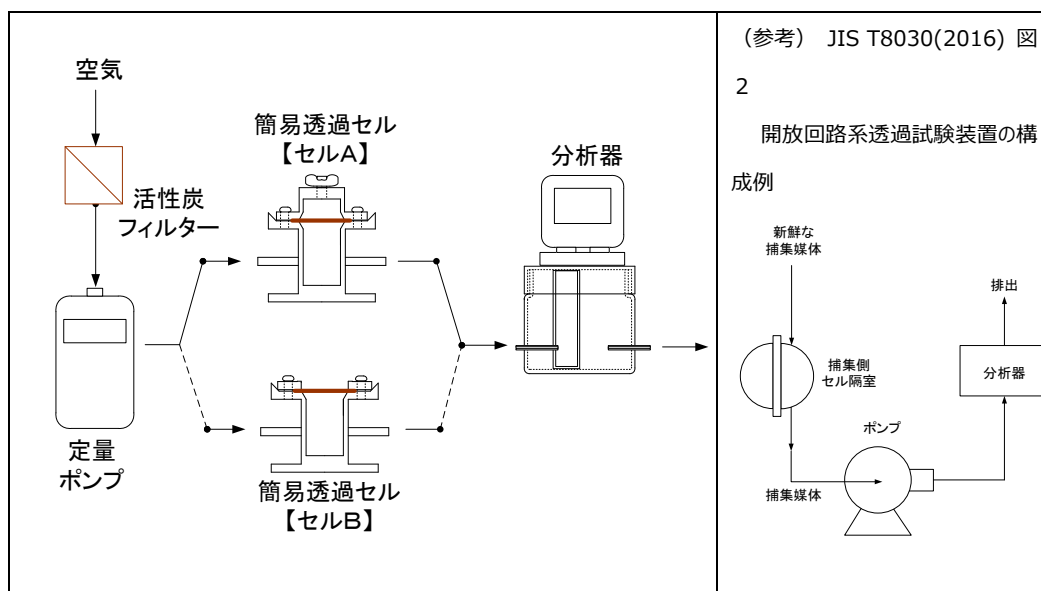


図 3-1-4 回路の構成 (概要)

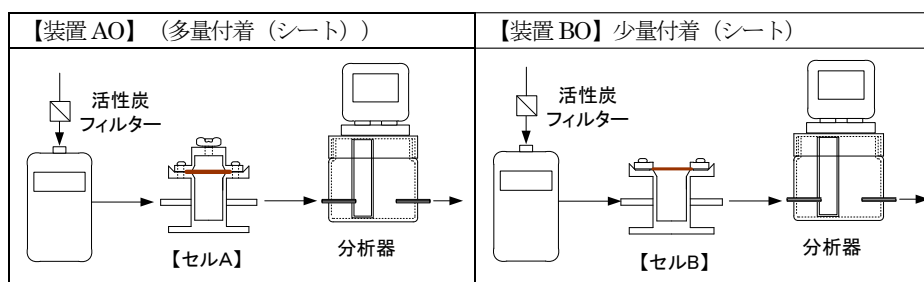


図 3-1-5 簡易試験装置の構成 (開放回路系)

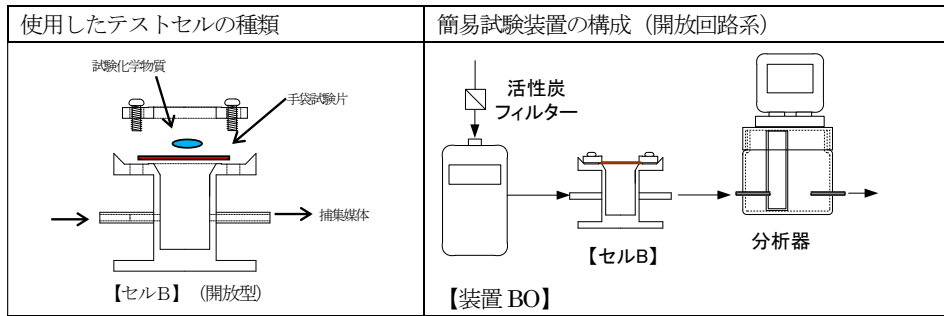


図 3-1-6 使用したテストセルの種類および簡易試験装置の構成

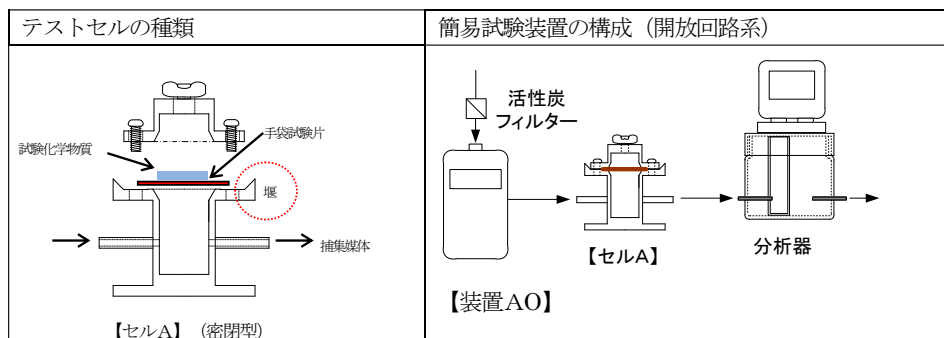
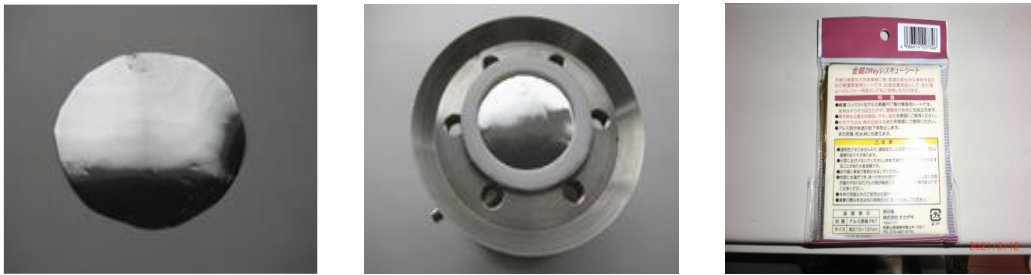
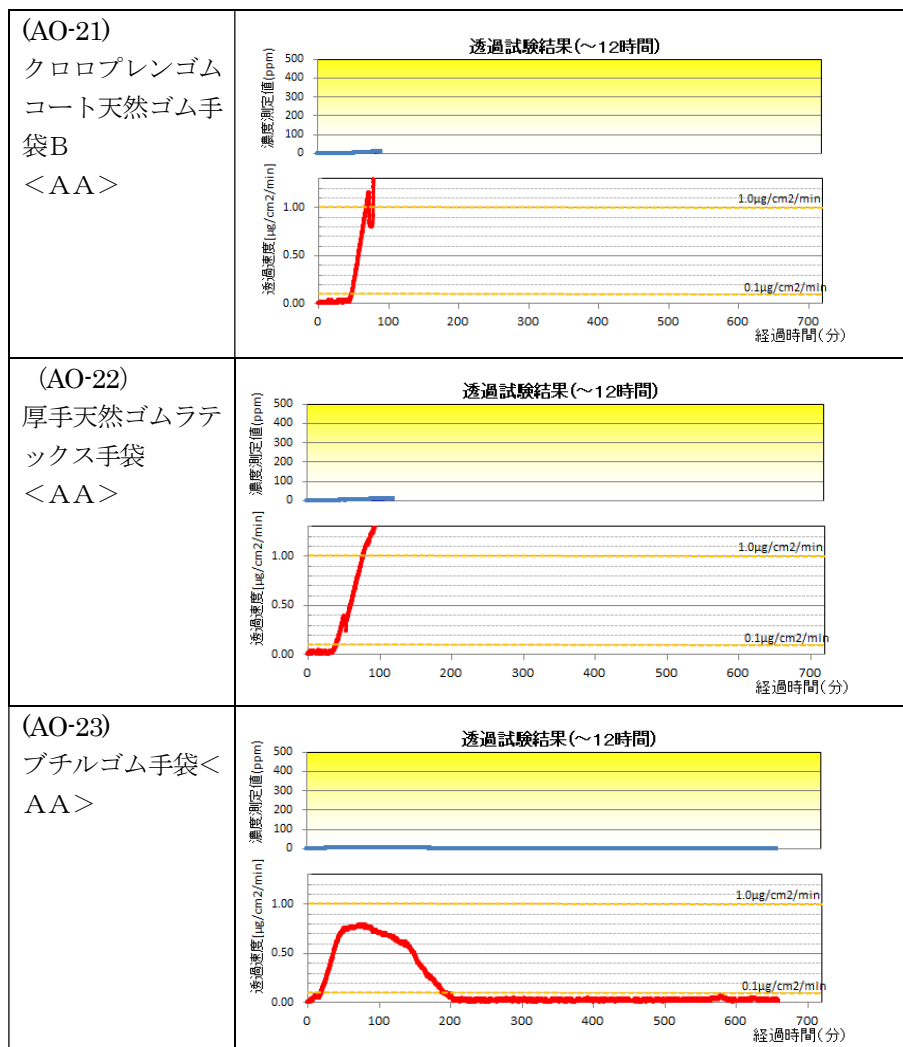


図 3-1-7 使用したテストセルの種類および簡易試験装置の構成



(フィルム厚み：約  $1.2 \times 10^{-3}$  mm (実測値))

図 3-1-8 試験対象フィルムの外観





<p>(AO-26)            ブチルゴム手袋&lt;            AA&gt;            (再測定)</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>
<p>(AO-38)            耐溶剤ニトリル手            袋            &lt;AA&gt;</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>
<p>(AO-3)            クロップレンゴム            コート天然ゴム手            袋B            &lt;AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~60分)</p>
<p>(AO-1)            厚手天然ゴムラテ            ックス手袋            &lt;AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~60分)</p>
<p>(AO-7)            ブチルゴム手袋&lt;            AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>

<p>(AO-26)            ブチルゴム手袋&lt;            AA&gt;            (再測定)</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>
<p>(AO-38)            耐溶剤ニトリル手            袋            &lt;AA&gt;</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>
<p>(AO-3)            クロロプレンゴム            コート天然ゴム手            袋B            &lt;AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~60分)</p>
<p>(AO-1)            厚手天然ゴムラテ            ックス手袋            &lt;AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~60分)</p>
<p>(AO-7)            ブチルゴム手袋&lt;            AM&gt;</p>	<p>透過試験結果(~12時間)</p>

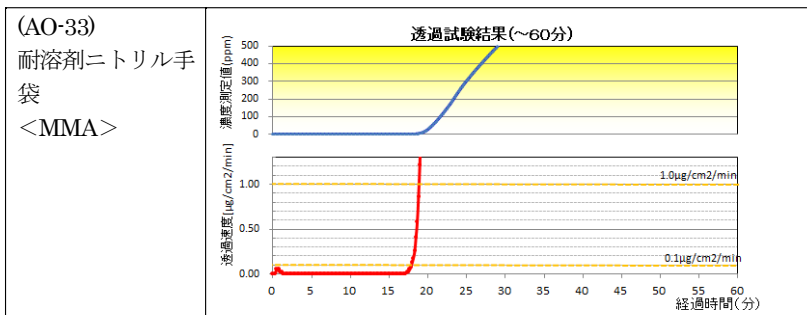


図 3-1-9 透過の挙動

<p>(BO-2) クロロプレンゴム コート天然ゴム手 袋B &lt;AM 1 滴&gt;</p>		
<p>(BO-3) 厚手天然ゴムラテ ックス手袋 &lt;AM 1 滴&gt;</p>		
<p>(BO-7) クロロプレンゴム コート天然ゴム手 袋B &lt;MMA 1 滴&gt;</p>		<p>最初の数分は 雰囲気中の物質 を検知したもの と推定</p>
<p>(BO-6) 厚手天然ゴムラテ ックス手袋 &lt;MMA 1 滴&gt;</p>		<p>最初の数分は 雰囲気中の物質 を検知したもの と推定</p>
<p>(BO-8) ブチルゴム手袋&lt; MMA 1 滴&gt;</p>		<p>最初の数分は 雰囲気中の物質 を検知したもの と推定</p>

図 3-1-10 透過の挙動

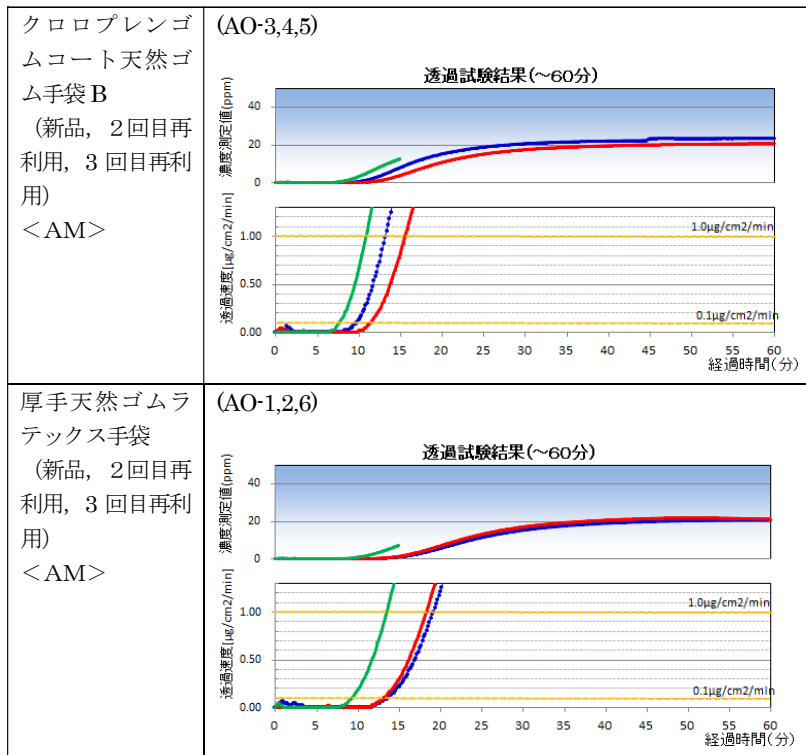


図 3-1-11 透過の挙動

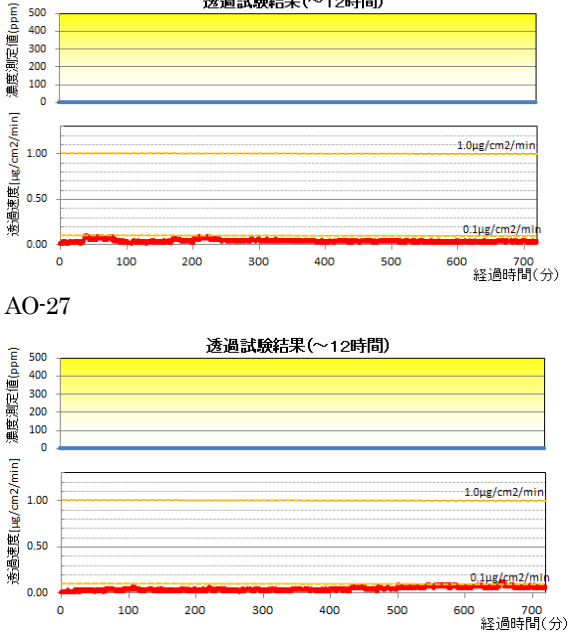
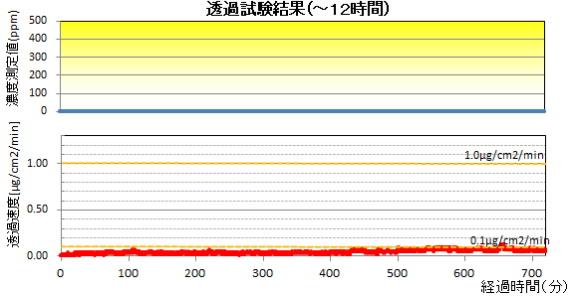
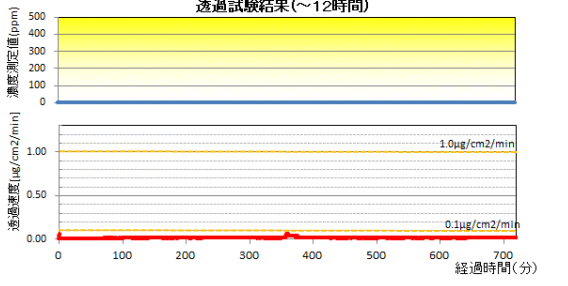

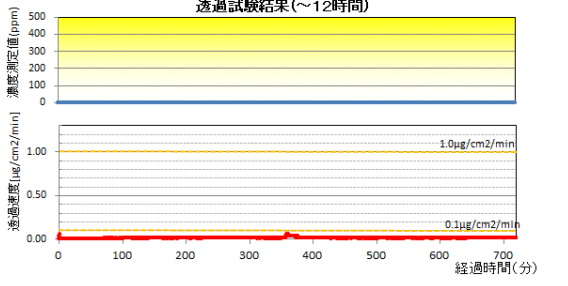
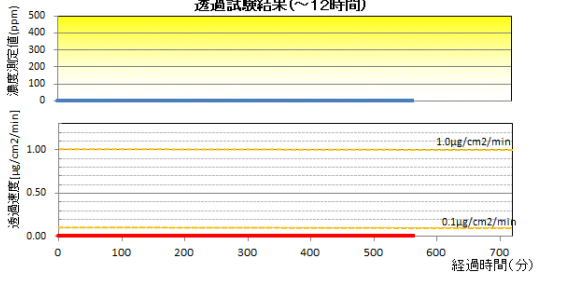

<p>AO-27, AO-29 アルミ蒸着PETシート×AA</p>	<p>透過試験結果(～12時間)</p>  <p>AO-27</p> <p>透過試験結果(～12時間)</p>  <p>AO-29</p> <p>透過試験結果(～12時間)</p> 	
<p>AO-30 アルミ蒸着PETシート×AM</p>	<p>透過試験結果(～12時間)</p> 	
<p>AO-35 アルミ蒸着PETシート×MMA</p>	<p>透過試験結果(～12時間)</p> 	

図 3-1-12 透過の挙動

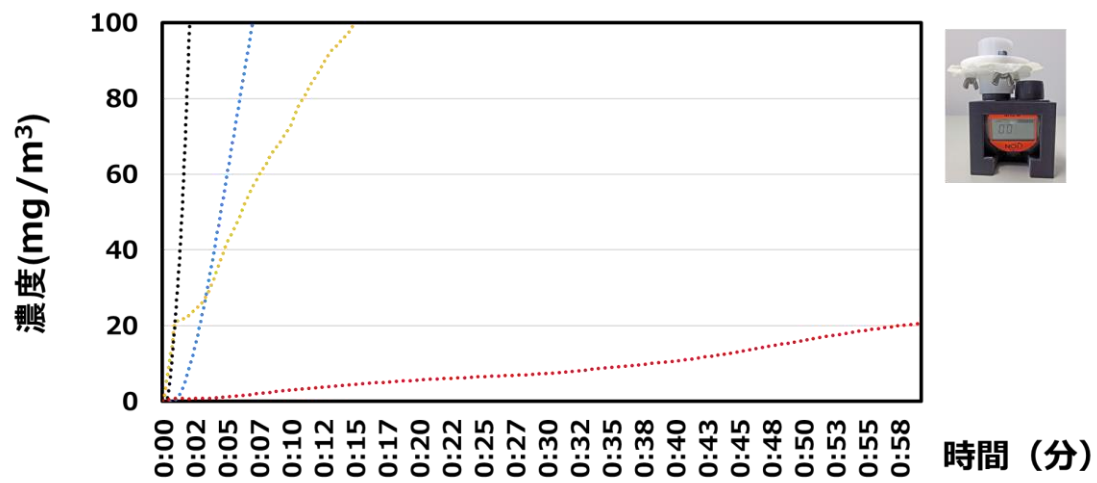


図 3-2-1 フィルム素材の溶着部分の耐透過性 (時間と透過濃度の関係)

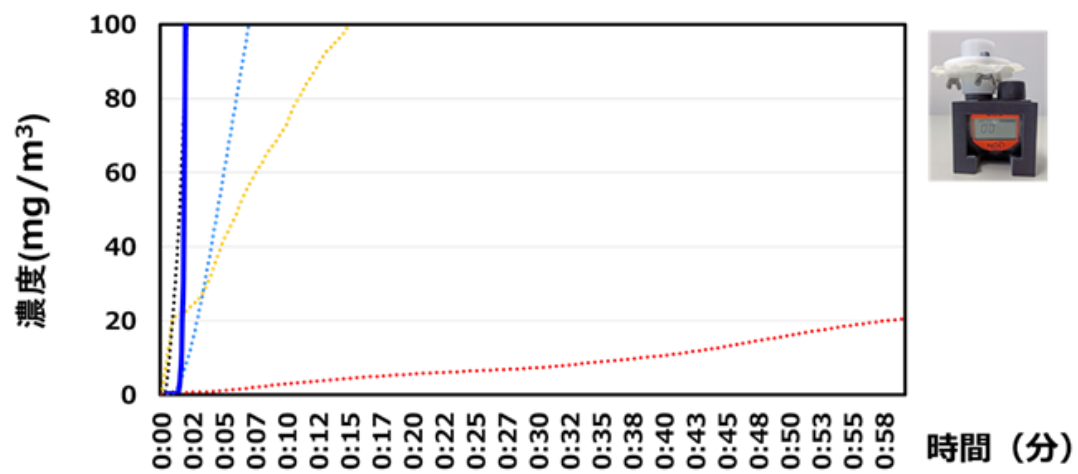


図 3-2-2 薄手天然ゴム手袋の耐透過性 (時間と透過濃度の関係)



図 3-2-3 化学防護手袋(インナー)+薄手ゴム手袋(アウター)の装着状況

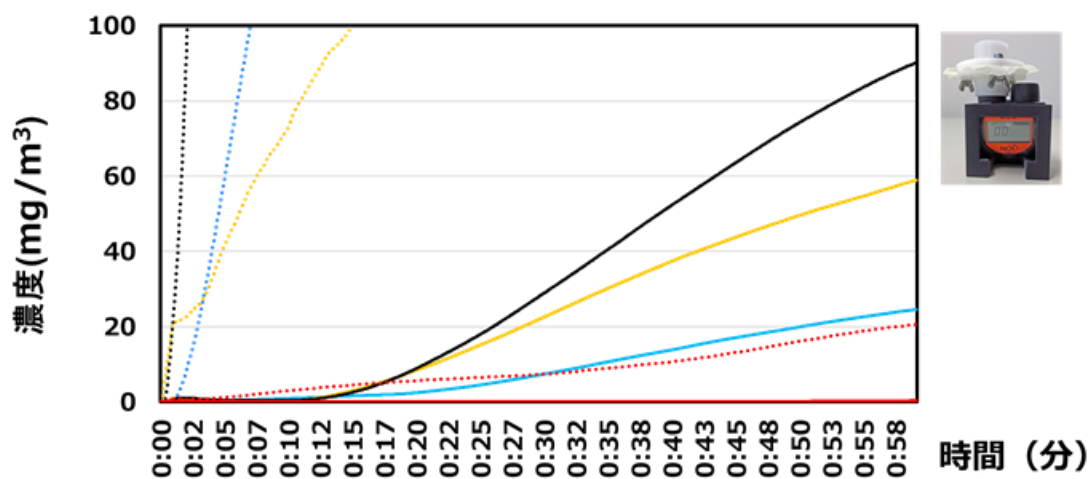


図 3-2-4 フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分、およびフィルム素材の溶着部分+天然ゴム手袋の耐透過性(時間と透過濃度の関係)

(破線: フィルム素材の溶着部分、実線: フィルム素材の化学防護手袋の溶着部分の上に市販の薄手天然ゴム手袋を重ねてセットした場合の検出濃度)



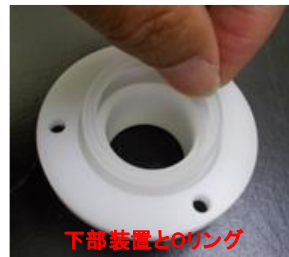
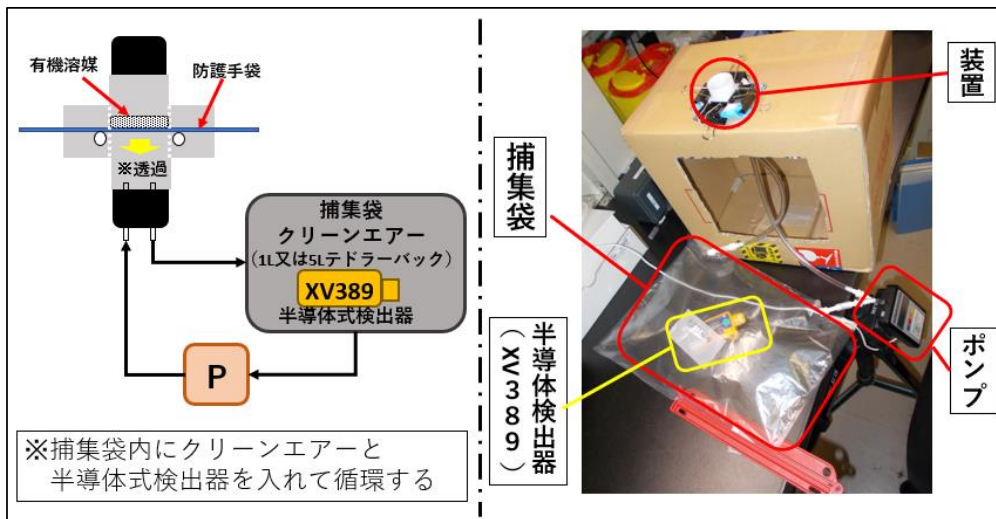


図 3-3-1 使用した簡易透過試験装置および組立て方法

- アセトニトリルにおける半導体検出器の濃度（XV389-トルエン換算値）について、ガステック検知管（パイロチューブNo52）を活用してアセトニトリル濃度への簡易的な換算を行った。

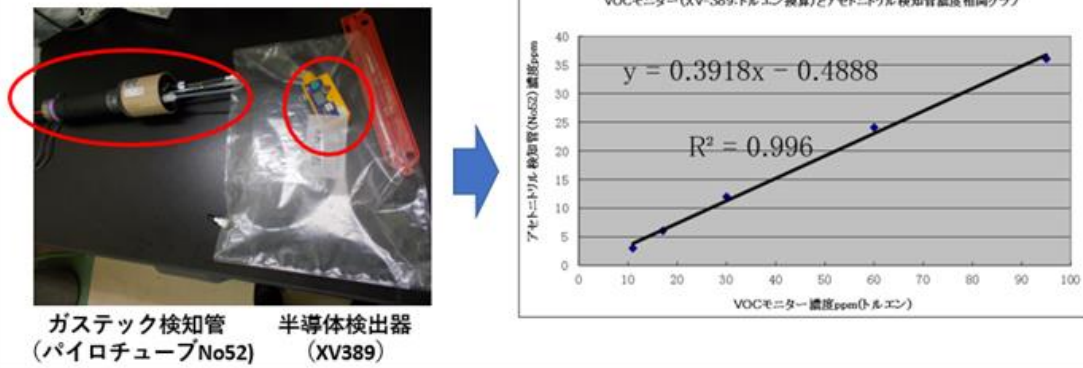


図 3-3-2 半導体式検出器濃度とアセトニトリル検知管濃度の関係

- メタノールにおける半導体検出器の濃度（XV389-トルエン換算値）について、北川式検知管（119U）を活用してメタノール濃度への簡易的な換算を行った。

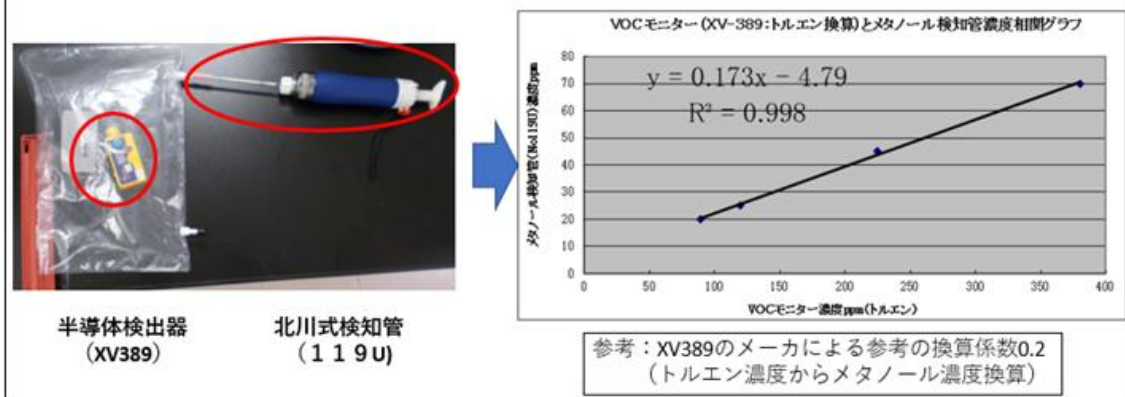


図 3-3-3 半導体式検出器濃度とメタノール検知管濃度の関係

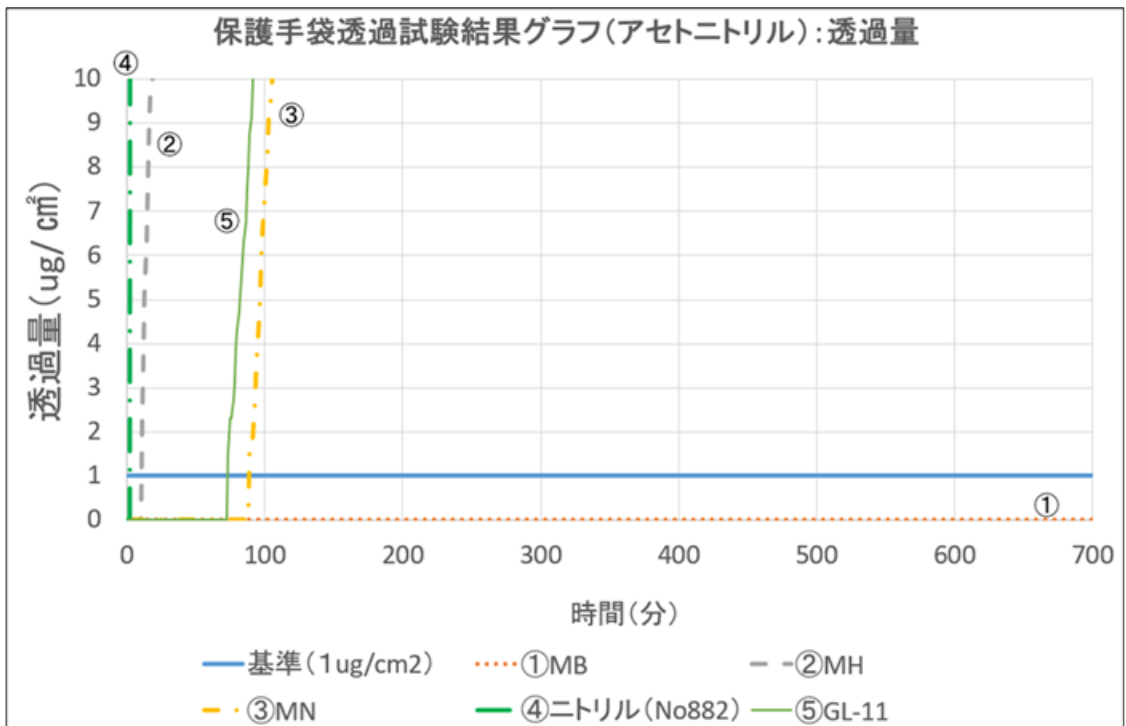


図 3-3-4 アセトニトリルの経時的な透過量変化

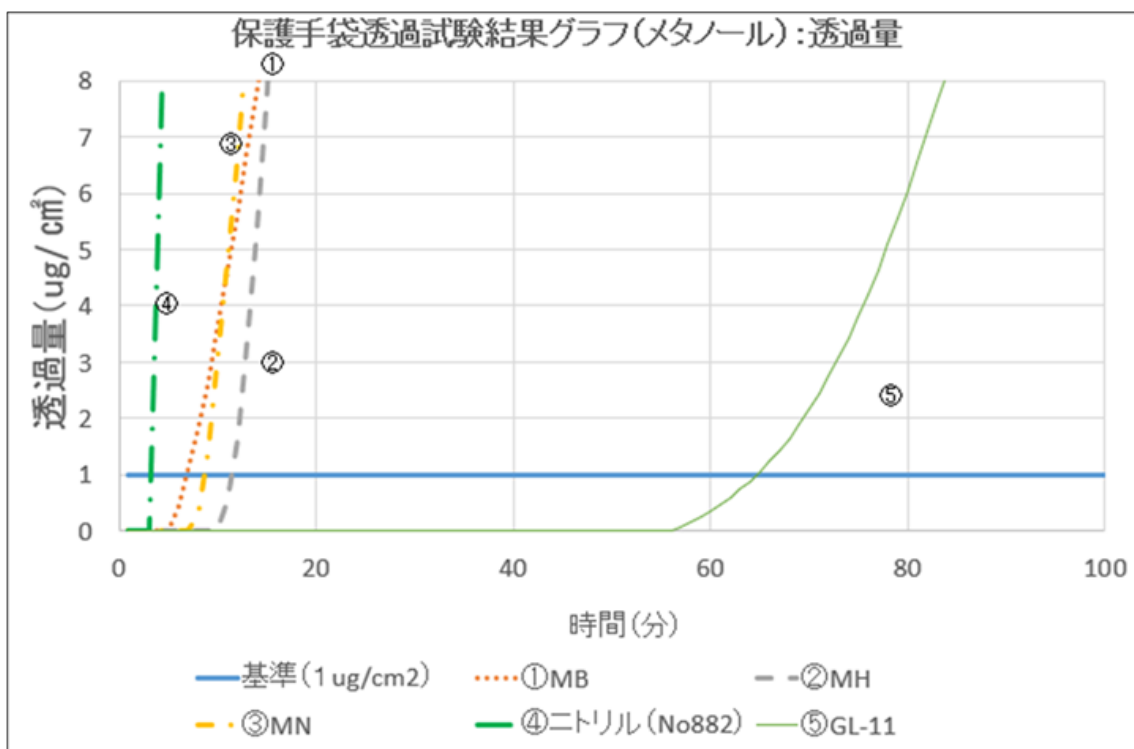


図 3-3-5 メタノールの経時的な透過量変化

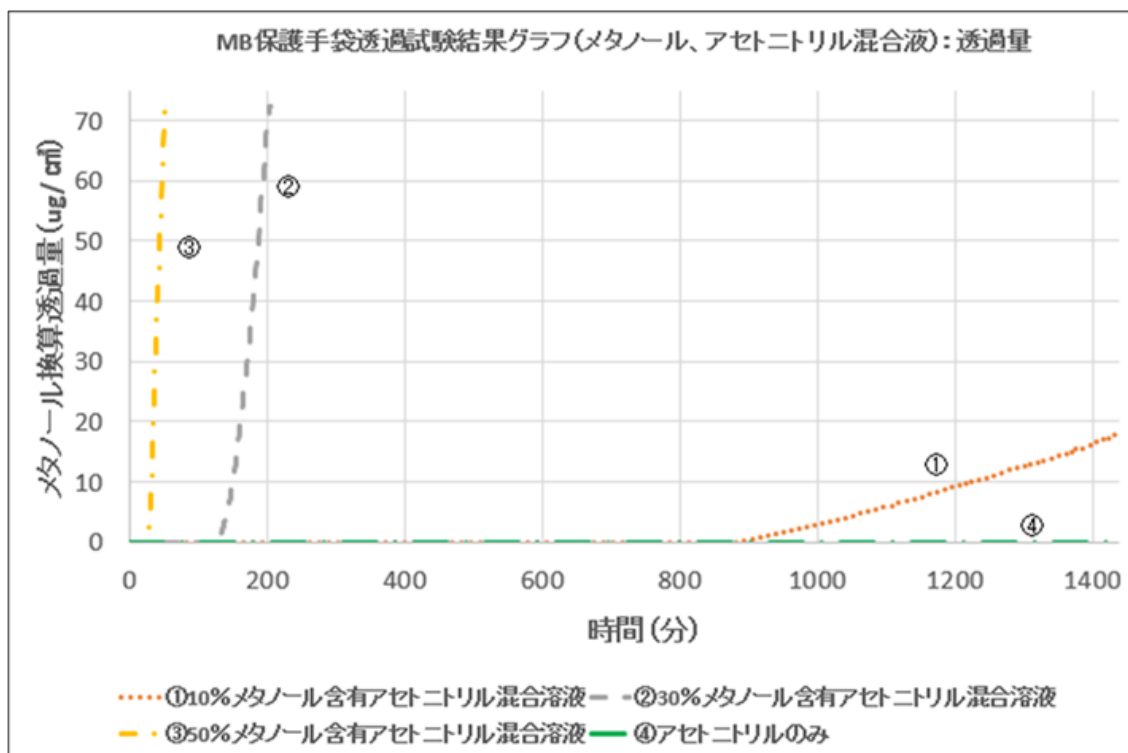


図 3-3-6 メタノールとアセトニトリル混合液の経時的な透過量変化

表 1-1 サンプリング記録用紙

## 定 担 当 者 記 録 票

測定年月日：（            ）年 （    ）月 （    ）日

サンプル番号 （            ）

使用手袋名 （            ）      製造元 （            ）

手の甲へのサンプラー貼り付け位置を記載してください。

サンプラー-A（白色）の貼り付け位置は → ①

サンプラー-B（肌色）の貼り付け位置は → ②

として記号で書いて下さい。

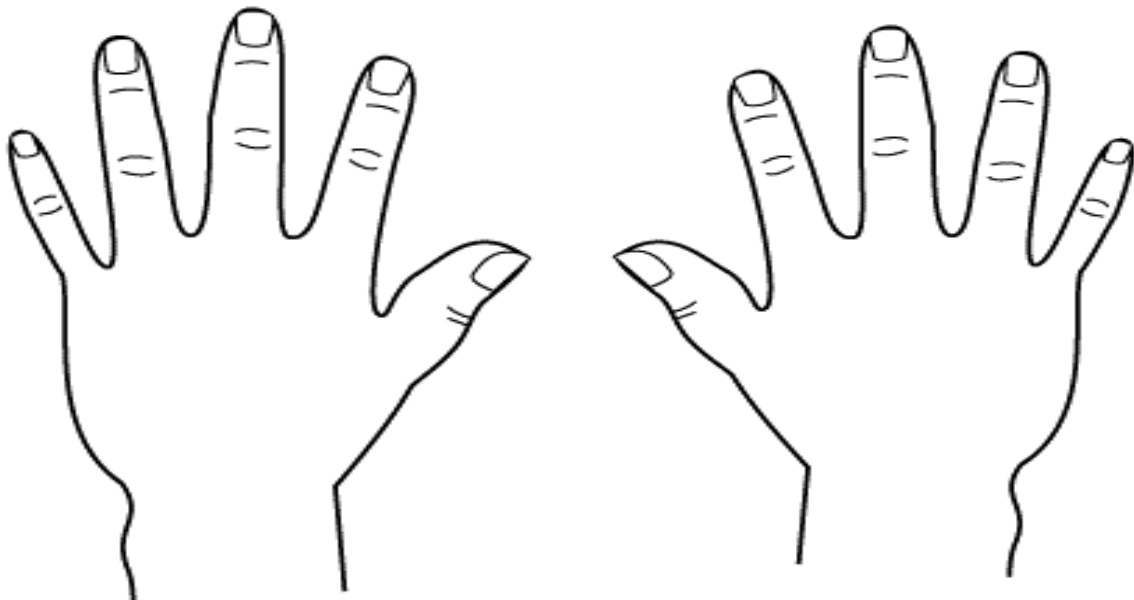


表 1-2 作業記録票

## 作 業 記 録 票

本日行った作業について記載してください。

実施年月日(            )年(    )月(    )日

サンプル番号 (                    )						
氏名 (                                    )                    所属 (                                    )						
開始			終了		手袋	作業内容
時	分		時	分	○か×	
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				
		～				

表 1-3 GC の分析条件

項目	測定条件
分析機器名	GC-6890 (Agilent Technologies)
カラム名	DB-WAX 30 m×0.32 mm, 0.5 μm
カラム温度条件	40 °C (3 min) – 10 °C/min – 200 °C
検出器	FID
検出器温度	200 °C
注入口温度	180 °C
注入方法	スプリットレス
試料液導入量	1 μL
キャリアーガス	He 40.0 mL/min
脱着溶媒	二硫化炭素 2 mL

表 1-4 使用機器一覧表

氏名	月	日	使用时间	AM PM	手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%			手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%			手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%														
					アセトン	a	b	c	アセトン	a	b	c	アセトン	a	b	c	アセトン	a	b	c	アセトン	a	b	c										
A	11	11	180	AM	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.											
																								180	PM	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	240	AM	右	0.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.												
																							180	PM	.	6.9	.	.	.	.	.	.	.	.
平均値				0.6					3.2			1.5					1.6			1.0			2.4											
B	11	11	240	AM	.	.	.	8.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	0.1	0.1	.	.	.	.	.
	240	AM	右	8.2	1.1	5.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	3.8	8.8	.	.	.	.	.
平均値				4.6					3.2			3.2					4.3			3.9			2.4			3.3								
C	11	11	180	AM	.	.	.	5.8	.	.	2.4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	4.5	0.1	1.4	.	.	.	.
	300	AM	右	4.5	0.1	4.6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	9.1	0.1	4.2	.	.	.	.
平均値				6.0					0.1			3.2			3.7					0.1			2.0			4.9			0.1			2.6		
D	11	11	180	AM	.	.	.	1.9	.	.	0.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	9.7	0.1	0.3	.	.	.	.
	300	AM	右	1.0	0.6	0.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	0.5	0.1	0.4	.	.	.	.
平均値				3.3					0.3			0.3			2.1					0.2			1.0			2.7			0.2			0.6		
E	11	17	180	AM	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	0.1	0.1	.	.	.	.	.
	300	AM	右	5.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									180	PM	.	0.1	.	.	.	.	.	.
平均値				1.4					4.4			1.1					0.6			2.4			0.4			5.0								
F	11	17	230	AM	.	.	.	1.5	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									110	PM	.	2.8	.	.	.	.	.	.
	150	AM	右	8.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
																									150	AM	.	1.3	.	.	.	.	.	.
平均値				2.9					0.1			1.0			4.6					0.1			1.1			3.8			0.1			1.0		



氏名	月	日	測定時間	手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%			手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%			手袋			各物質の透過率(内側/外側×100)%				
				AM	PM		アセトン	a	b	c	MIBK	アセトン	a	b	c	MIBK	アセトン	a	b	c	MIBK		
				平均値			0.4	0.1	0.8	1.0	0.1	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	0.2	
G	11	17	240	AM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
			180	PM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
			300	AM	1.4	0.1	2.7	3.7	0.1	0.6	3.7	0.1	0.6	3.7	0.1	0.6	3.7	0.1	0.6	3.7	0.1	0.6	
			180	PM	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
			平均値			0.4	0.1	0.8	1.0	0.1	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	0.2	0.7	0.1	0.2	0.1	0.2	0.7	0.1
H	11	17	240	AM	5.1	0.1	3.0	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2		
			180	PM	2.9	0.2	0.2	1.5	2.2	0.1	0.1	1.5	2.2	0.1	0.1	1.5	2.2	0.1	0.1	1.5	2.2	0.1	
			300	AM	0.3	0.3	0.2	0.8	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	0.1	0.8	0.1	0.1	
			180	PM	3.7	2.1		5.3	0.4		5.3	0.4		5.3	0.4		5.3	0.4		5.3	0.4		
			平均値			3.0	0.7	1.6	2.0	0.7	0.1	2.0	0.7	0.1	2.0	0.7	0.1	2.0	0.7	0.1	2.0	0.7	0.1
I	12	2	180	AM				0.3	1.7					0.5	0.6				0.5	0.6			
			180	PM				0.1	0.1					0.1	0.1				0.1	0.1			
			270	AM	9.4			6.4	9.6						8.7	4.9				8.7	4.9		
			180	PM	6.4			16.0	8.0						29.5	8.6				29.5	8.6		
			平均値			7.9			5.7	4.2					7.7	4.0				7.7	4.0		
J	12	2	240	AM	0.1	0.1					0.1	0.1							0.1	0.1			
			180	PM	1.3	0.6									1.2	0.2				1.2	0.2		
			300	AM	0.6	0.6	4.2								0.9	0.8	1.7			0.9	0.8		
			180	PM	9.8	1.9									18.2	0.5				18.2	0.5		
			平均値			2.4	0.7	2.3							4.1	0.4	0.9			4.1	0.4	0.9	
K	12	2	240	AM			1.7																
			180	PM	4.1	0.2	0.3								4.6	0.4	0.3			4.6	0.4		
			300	AM	8.8	0.1	0.5								6.9	0.3	0.4			6.9	0.3		
			180	PM			0.6									0.5							
			平均値			6.5	0.2	0.8							5.7	0.3	0.4			5.7	0.3	0.4	
L	12	8	240	AM	4.4	0.4	0.3				10.0	1.7	0.2						10.0	1.7			
			180	PM	4.6	0.7									3.3	0.2				3.3	0.2		
			300	AM	2.0	0.5	0.3								0.2	1.1	0.1			0.2	1.1		
			180	PM	4.9	0.8									2.0	0.3				2.0	0.3		
			平均値			3.2	0.5	0.3							3.3	0.6	0.1			3.3	0.6	0.1	

表 2-1 等級表

表1 耐劣化性等級

耐劣化性等級	内容	重量の百分率変化
E	使用可能	0～10%
G	十分使用可能	11～20%
F	条件により使用可能	21～30%
P	薬品の飛沫がかかる程度であれば使用可	31～50%
NR	推奨しない	51%以上

ショーワグローブChemRest webサイトから引用  
[https://www.chemrest.com/ja\\_region/ja/](https://www.chemrest.com/ja_region/ja/)

表 2-2 各手袋素材へオルトトルイジンを付着させた前後の重量と変化率

表2 各手袋切片にオルトトルイジンを付着させる前後の重量とその変化率

a) 20分間試薬を付着させたときの結果

素材	付着前重量* (mg)	付着後重量 (mg)	重量の変化率 (%)	評価#
ニトリル Ansell Microflex Supreno	40.3 ± 4.0	67.9 ± 9.4	+68.5	NR
ラテックス Ansell Microflex Diamond Grip Plus	42.0 ± 2.6	43.7 ± 2.7	+4.0	E
ポリエチレン As one サニメント手袋 エンボスタイプ	9.5 ± 0.3	9.6 ± 0.3	+1.1	E

b) 120分間試薬を付着させたときの結果

素材	付着前 (mg)	付着後 (mg)	重量の変化率 (%)	評価
ニトリル Ansell Microflex Supreno	42.1 ± 3.5	59.2 ± 5.0	+40.6	P
ラテックス Ansell Microflex Diamond Grip Plus	37.1 ± 1.6	37.9 ± 1.8	+2.2	E
ポリエチレン As one サニメント手袋 エンボスタイプ	10.0 ± 0.4	10.1 ± 0.4	+1.0	E

\*重量は平均値 ± 標準偏差  
 #ショーワグローブの等級表による

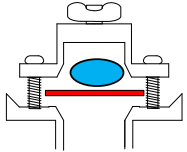
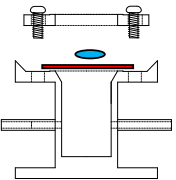
表 3-1-1 現場テストの測定条件 (試験条件)

	試験条件	(参考) J I S
温度	実測のみ (好ましくは 23°C±10°C)	23°C±3°C
湿度	実測のみ	特定条件無し
捕集媒体速度	400ml/min	特定条件無し
捕集媒体	空気	乾燥空気、乾燥した不燃性不活性ガス、又は試験化学物質の検出を妨げない気体
検出器	【Cub】 光イオン化検出器 (PID) センサー式ガス検知器 (製品名) C u b	
目視検査	変色、剥離、膨潤、脆化、破れ等の変化が見られた場合は記録する	同左

表 3-1-2 現場テストの測定条件 (破過時間の判定)

	判定条件	(参考) J I S
破過時間	毎分 0.1 μg/cm <sup>2</sup>	毎分 0.1 μg/cm <sup>2</sup> 又は 毎分 1.0 μg/cm <sup>2</sup>

表 3-1-3 現場テストの測定条件 (化学物質の注入方法)

試験の種類	概要図	化学物質投入量
AO (開放形)		2.5ml を投入する (説明) 液への浸漬又は多量付着時を想定したテスト
BO (開放形)		1 滴 (約 0.05mL) を滴下する。 (説明) 跳ねた液が手袋に付着した状態を想定したテスト

シート状の試験片は、手袋を円形状 (φ35mm) にカットしたものを用いる

表 3-1-4 試験対象手袋

No	手袋 <メーカー>	材質	メーカー
手袋 j	天然ゴム・クロロプレンゴム手袋B 「ChemiPro®87-224」 Ansell	天然ゴム・クロロ プレンゴム	
手袋 l	厚手天然ゴムラテックス手袋 「Extra87-950」 Ansell	天然ゴムラテッ クス	
手袋 f	ブチルゴム手袋 「BUTYL」 <クレイトン株式会社>	ブチルゴム	
手袋 n	耐溶剤ニトリルゴム手袋 「ダイロップ YN-5011」 <ダイヤゴム株式会社>	ニトリルゴム	

表 3-1-5 実施した試験の種類

試験No	試験物質	手袋の種類
AO-21	アクリル酸 (1.5 mL~2.5 mL)	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B
AO-22	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋
AO-23	↑	(f)ブチルゴム手袋
AO-24	↑	↑(同上)
AO-38	↑	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋
AO-3	アクリル酸メチル 2.5 mL	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B
AO-1	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋
AO-7	↑	(f)ブチルゴム手袋
AO-36	↑	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋
AO-37	↑	↑(同上)
AO-8	メタクリル酸メチル 2.5 mL	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B
AO-9	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋
AO-10	↑	(f)ブチルゴム手袋
AO-33	↑	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋
【共通の条件】		
装置の種類:【装置AO】(開放系) 透過セルタイプ:【セルA】 想定 付着量:多量(浸漬)		

表 3-1-6 試験対象手袋

No	手袋 <メーカー>	材質	メーカー
手袋 j	天然ゴム・クロロプレンゴム手袋B 「ChemiPro®87-224」 Ansell	天然ゴム・クロロ プレンゴム	
手袋 l	厚手天然ゴムラテックス手袋 「Extra87-950」 Ansell	天然ゴムラテッ クス	
手袋 f	ブチルゴム手袋 「BUTYL」 <クレイトン株式会社>	ブチルゴム	

表 3-1-7 実施した試験の種類

試験No	試験物質	手袋の種類
B0-2	アクリル酸メチル 1滴 (約0.05mL)	(j) クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B
B0-3	↑	(l) 厚手天然ゴムラテックス手袋
B0-4	↑	↑ (同上)
B0-7	メタクリル酸メチル 1滴 (約0.05mL)	(j) クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B
B0-6	↑	(l) 厚手天然ゴムラテックス手袋
B0-8	↑	(f) ブチルゴム手袋
【共通の条件】		
装置の種類：【装置B0】（開放系） 透過セルタイプ：【セルB】 液量：少量（1滴（約0.05mL））		

表 3-1-8 実施した試験の種類

試験No	試験物質	手袋の種類	測定日
AO-3 (比較用)	アクリル酸メチル 2.0~2.3ml	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	'19/4/3
AO-4	↑	同上(2回目再利用品)	'19/4/12
AO-5	↑	同上(3回目再利用品)	'19/8/1
AO-1 (比較用)	↑	(i)厚手天然ゴムラテックス手袋	'19/3/29
AO-2	↑	同上(2回目再利用品)	'19/4/11
AO-6	↑	同上(3回目再利用品)	'19/8/1
【共通の条件】			
装置の種類:【装置AO】(開放系) 透過セルタイプ:【セルA】 想定付着量:多量(浸漬)			

表 3-1-9 試験対象手袋

No	手袋 <メーカー>	材質	メーカー
手袋 j	天然ゴム・クロロプレンゴム手袋B 「ChemiPro®87-224」 Ansell	天然ゴム・クロロ プレンゴム	
手袋 l	厚手天然ゴムラテックス手袋 「Extra87-950」 Ansell	天然ゴムラテッ クス	
手袋 f	ブチルゴム手袋 「BUTYL」 <クレイトン株式会社>	ブチルゴム	

表 3-1-10 実施した試験の種類

試験No	試験物質	手袋の種類
AO-21 (比較用)	アクリル酸 2.5ml	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋② (新品)
AO-17	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-22 (比較用)	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)
AO-19	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-23 (比較用)	↑	(f)ブチルゴム手袋 (新品)
AO-26 (比較用)	↑	(f)ブチルゴム手袋 (新品 再測定)
AO-20	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-3 (比較用)	アクリル酸メチル 2.5mL	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋② (新品)
AO-24	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-1 (比較用)	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)
AO-25	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-7 (比較用)	↑	(f)ブチルゴム手袋 (新品)
AO-14	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-8 (比較用)	メタクリル酸メチル 2.5mL	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋② (新品)
AO-15	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-9 (比較用)	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)
AO-16	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
AO-10 (比較用)	↑	(f)ブチルゴム手袋 (新品)
AO-18	↑	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)
【共通の条件】 装置の種類:[装置AO](開放系) 透過セルタイプ:[セルA] 想定 付着量:多量(浸漬)		

表 3-1-11 実施した試験の種

試験No	装置種類	透過セルタイプ	想定 付着量	試験物質	素材
AO-27	【装置AO】(開放系)	【セルA】	多量	アクリル酸 2.5ml	アルミ蒸着PETシート
AO-29	↑	↑	↑	↑	↑
AO-30	↑	↑	↑	アクリル酸メチル 2.5mL	↑
AO-35	↑	↑	↑	メタクリル酸メチル 2.5mL	↑

表 3-1-12 基準透過値到達時間

試験No	手袋の種類	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価 (○:30分以上) (□:10分以上) (△:5分以上) (×:5分未満)
			0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	
AO-21	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	AA	47' 00"	68' 20"	○
AO-22	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	AA	38' 30"	76' 20"	○
AO-23	(f)ブチルゴム手袋	AA	18' 30"	到達せず	□~○
AO-26	↑(同上)	AA	90' 00"	91' 50"	
AO-38	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋	AA	12' 30"	55' 50"	□
AO-3	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	AM	9' 40"	13' 10"	△
AO-1	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	AM	13' 30"	19' 10"	□
AO-7	(f)ブチルゴム手袋	AM	75' 50"	到達せず	○
AO-36	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋	AM	11' 30"	12' 20"	□
AO-37	↑(同上)	AM	10'50"	11' 30"	
AO-8	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	MMA	6' 10"	7' 10"	△
AO-9	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	MMA	8' 40"	9' 30"	△
AO-10	(f)ブチルゴム手袋	MMA	42' 30"	45' 10"	○
AO-33	(n)耐溶剤ニトリルゴム手袋	MMA	17'50"	18' 50"	□



表 3-1-13 基準透過値到達時間

試験No	手袋の種類	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価
			0.1 μg/cm <sup>2</sup> /分	1.0 μg/cm <sup>2</sup> /分	
BO-2	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	AM	到達せず	到達せず	◎
BO-3	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	AM	到達せず	到達せず	◎
BO-7	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	MMA	10'40"	18'30"	□
BO-6	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	MMA	13'20"	20'20"	□
BO-8	(f)ブチルゴム手袋	MMA	到達せず	到達せず	◎

表 3-1-14 基準透過値到達時間

試験No	試験物質	手袋の種類	測定日
AO-3 (比較用)	アクリル酸メチル 2.0~2.3ml	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B	'19/4/3
AO-4	↑	同上(2回目再利用品)	'19/4/12
AO-5	↑	同上(3回目再利用品)	'19/8/1
AO-1 (比較用)	↑	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋	'19/3/29
AO-2	↑	同上(2回目再利用品)	'19/4/11
AO-6	↑	同上(3回目再利用品)	'19/8/1
【共通の条件】			
装置の種類:【装置AO】(開放系) 透過セルタイプ:【セルA】 想定付着量:多量(浸漬)			

表 3-1-15 基準透過値到達時間

試験No	手袋の種類	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価 (○:30分以上) (□:10分以上) (△:5分以上) (×:5分未満)
			0.1 μg/cm <sup>2</sup> /分	1.0 μg/cm <sup>2</sup> /分	
AO-21 (比較用)	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B (新品)	AA	47' 00"	68' 20"	○
AO-17	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	54' 0"	75' 00"	○
AO-22 (比較用)	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)	↑	38' 30"	76' 20"	○
AO-19	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	65' 50"	95' 00"	○
AO-26 (比較用)	(f)ブチルゴム手袋 (新品)	↑	90' 00"	91' 50"	○
AO-20	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	(13' 00")	到達せず	(□)測定値異常
AO-3 (比較用)	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B (新品)	AM	9' 40"	13' 10"	△
AO-24	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	8' 30"	11' 50"	△
AO-1 (比較用)	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)	↑	13' 30"	19' 10"	□
AO-25	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	9' 00"	12' 40"	△
AO-7 (比較用)	(f)ブチルゴム手袋 (新品)	↑	75' 50"	到達せず	○
AO-14	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	344' 10"	到達せず	○
AO-8 (比較用)	(j)クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋B (新品)	MMA	6' 10"	7' 10"	△
AO-15	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	12' 10"	13' 30"	□
AO-9 (比較用)	(l)厚手天然ゴムラテックス手袋 (新品)	↑	8' 40"	9' 30"	△
AO-28	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	9' 50"	11' 10"	△
AO-10 (比較用)	(f)ブチルゴム手袋 (新品)	↑	42' 30"	45' 10"	○
AO-18	同上 (1ヶ月浸漬後乾燥したもの)	↑	12' 50"	117' 50"	□

表 3-1-16 基準透過値到達時間

試験No	手袋の種類	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価 (○:30分以上) (□:10分以上) (△:5分以上) (×:5分未満)
			0.1 μg/cm <sup>2</sup> /分	1.0 μg/cm <sup>2</sup> /分	
AO-27	アルミ蒸着シート	AA	38' 00"	到達せず	○
AO-29	↑	↑	652' 10"	到達せず	○
AO-30	↑	AM	到達せず	到達せず	○
AO-35	↑	MMA	到達せず	到達せず	○

表 3-3-1 試験対象手袋

化学防護手袋名称	写真	材質
MB (使い捨て)		PE-ナイロン-EVOH-PE
MH (使い捨て)		PE-ナイロン-PET-PE : 50um
MN (使い捨て)		PE-ナイロン-PE : 60um
ニトリストNo882 (大学で利用が多い使い捨て手袋)		ニトリルゴム
GL-11		天然ゴム

※MB、MH、MN はフィルム系 (田中茂開発品)

表 3-3-2 アセトニトリルについての測定結果

今回の試験方法及びXV389・検知管の定量下限値より、基準値の設定を透過量 0.1ug/cm<sup>2</sup>にすることは困難であったことから、基準値を透過量1.0ug/cm<sup>2</sup>とした。

防護手袋名称	材質	透過量1.0ug/cm <sup>2</sup> 超過時の時間 (分)
MB	PE-ナイロン-EVOH-PE	700以上
MH	PE-ナイロン-PET-PE(50um)	11
MN	PE-ナイロン-PE(60um)	89
<b>ニトリストNo882</b>	ニトリルゴム	<b>3</b>
GL-11	天然ゴム	73

※GL-11のメーカー透過試験結果（試験方法は異なる）は、30分以上との記載

表 3-3-3 メタノールについての測定結果

今回の試験方法及びXV389・検知管の定量下限値より、基準値の設定を透過量 0.1ug/cm<sup>2</sup>にすることは困難であったことから、基準値を透過量1.0ug/cm<sup>2</sup>とした。

防護手袋名称	材質	透過量1.0ug/cm <sup>2</sup> 超過時の時間 (分)
MB	PE-ナイロン-EVOH-PE	9
MH	PE-ナイロン-PET-PE(50um)	13
MN	PE-ナイロン-PE(60um)	10
<b>ニトリストNo882</b>	ニトリルゴム	<b>4</b>
GL-11	天然ゴム	70

※GL-11のメーカー透過試験結果（試験方法は異なる）は、60分以上との記載

表 3-3-4 MB におけるメタノール含有アセトニトリル透過試験測定結果

メタノール含有量	半導体検出器 メタノール透過量 1.0ug/cm <sup>3</sup> 超過時間 (分)	試験終了時の テドラーバック内濃度 (検知管：ppm)		
		試験 終了時間 (分)	メタノール	アセト ニトリル
① 10%	925	1400	30	5未満
② 30%	133	205	60	7
③ 50%	28	60	80	24
④ 0%	1400以上	1420	—	5未満

※1 メタノール透過量1.0ug/cm<sup>3</sup>超過時間(分)は、半導体検出器(XV389)濃度から算出

※2 メタノール検知管：北川式検知管119U、アセトニトリル検知管：ガステックパイロチューブNo52

表 4-1 使用したアンケート

2020年8月6日

## 化学防護手袋リモート講演会に関するアンケート

先日は、講演会にご参加いただきありがとうございます。ご多忙の折恐縮ですが、以下のアンケートへのご協力をお願いいたします。

1. 【お名前★】( )
2. 【メールアドレス★】( )
3. 【職種】(安全衛生担当者・それ以外)
4. 【職位】(管理職・それ以外)
5. 【講演会に参加した理由をお聞かせください】
  
6. 【今回の講演会の内容について、あてはまるものを選択し○を付けてください】  
・非常に良かった ・良かった ・普通 ・あまり良くなかった ・良くなかった
7. 【今回の講演会開催方法(リモート)について、あてはまるものを選択し○を付けてください】  
・非常に良かった ・良かった ・普通 ・あまり良くなかった ・良くなかった
8. 【現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごとがあればお書きください】
  
9. 【化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマがあればお書きください】
  
10. 【今後講演会を開催する場合、参加しやすい日程や時間帯があればお書きください】
  
11. 【その他、今回の講演会のご感想などがあればご自由にお書きください】

★ 無記入でも構いません。

アンケートへのご回答は、今後の講演会開催の参考とさせていただきます。  
ご協力いただき、ありがとうございました。

# 化学防護手袋リモート講演会 アンケートから見える 現状の報告

2020年11月11日

防衛医科大学校 岩澤聡子

化学防護手袋に関する講演会

# 実際の使用条件下における 化学防護手袋の透過性の調査

2020年8月4日

防衛医科大学校	講師	岩	澤	聡	子
産業医科大学	教授	宮	内	博	幸
十文字学園女子大学	名誉教授		田	中	茂



## 研究の背景及び目標

平成 29 年 1 月の通達「化学防護手袋の選択、使用等について」では、化学防護手袋の使用条件として透過性等に関するデータをもとに設定使用することを求めている。

化学防護手袋については、これまで**単体**の化学物質のデータや使用時間 **480 分までのデータ**は存在しているが、実際の使用条件に近い**複数日にわたって使用**した場合のデータや**溶液状態**でのデータ、**少量飛沫が接触**した場合のデータは示されていない。

このため、例えば、480 分まで透過性が保たれる素材の手袋を複数日にわたって使用した場合やオルトトルイジンや N,N-ジメチルホルムアミドといった経皮吸収により健康障害のおそれのある物質を有機溶剤等に溶かした場合などについて、手袋への透過性を調査する。

基発 0112 第 6 号  
平成 29 年 1 月 12 日

都道府県労働局長 殿

厚生労働省労働基準局長  
(公印省略)

#### 化学防護手袋の選択、使用等について

有害な化学物質が直接皮膚に接触することによって生じる、皮膚の損傷等の皮膚障害や、体内への経皮による吸収によって生じる健康障害を防止するためには、化学物質を製造し、又は取り扱う設備の自動化や密閉化、適切な治具の使用等により、有害な化学物質への接触の機会をできるだけ少なくすることが必要であるが、作業の性質上本質的なばく露防止対策を取れない場合には、化学防護手袋を使用することが重要である。化学防護手袋は、使用されている材料によって、防護性能、作業性、機械的強度等が変わるため、対象とする有害な化学物質を考慮して作業に適した手袋を選択する必要がある。

### 3 化学防護手袋の使用に当たっての留意事項

化学防護手袋の使用に当たっては、次の事項に留意すること。

- (1) 化学防護手袋を着用する前には、その都度、着用者に傷、孔あき、亀裂等の外観上の問題がないことを確認させるとともに、化学防護手袋の内側に空気を吹き込むなどにより、孔あきがないことを確認させること。
- (2) 化学防護手袋は、当該化学防護手袋の取扱説明書等に掲載されている

耐透過性クラス、その他の科学的根拠を参考として、作業に対して余裕のある使用可能時間をあらかじめ設定し、その設定時間を限度に化学防護手袋を使用させること。なお、化学防護手袋に付着した化学物質は透過が進行し続けるので、作業を中断しても使用可能時間は延長しないことに留意すること。また、乾燥、洗浄等を行っても化学防護手袋の内部に侵入している化学物質は除去できないため、使用可能時間を超えた化学防護手袋は再使用させないこと。

耐透過性！

## 求められる成果

化学物質の経皮吸収による健康障害防止のため、中小規模事業場においても化学防護手袋の使用促進が図られるよう、化学物質の種類や対応する化学防護手袋の素材、使用条件等に応じて、当該化学防護手袋の使用時間の限度をデータで示すことが求められる。

こうして得られた成果は、実際の使用条件に応じて事業場における化学防護手袋の選定と管理を行う上での有用な情報となる。

# 化学防護手袋に関する講演会

- 協力機関：日本化学工業協会、化成品工業協会、化学防護手袋研究会
- 開催日時：2020年8月4日 14時から17時  
ZOOMによるリモート開催方式
- 今般、2019年度労災疾病臨床研究事業として「実際の使用条件下における化学防護手袋の透過性の調査」について調査研究を行いました。今回、その研究概要を発表し、2020年度の研究に生かしたいと考えます。

# プログラム：

- 1 研究代表者挨拶 岩澤聡子（防衛医科大学校 医学教育部医学科衛生学公衆衛生学講座 講師）
- 2 化学防護手袋における化学物質の透過の検出法について
  - （1）化学物質の透過の検出法について 牛澤浩一（国立研究開発法人理化学研究所 安全管理部）
  - （2）電子天秤を用いた手袋からの試験物質の透過に伴う質量変化に関する研究 ―（日化協会株式会社）  
代理：桑田大介（一般財団法人産業保健協会 研究開発部）
  - （3）簡易透過装置とガス検知器（CUB）の組み合わせによる簡易的な透過試験方法の検討  
峯一弥（（株）日本触媒姫路製造所 環境安全部 環境安全課）
  - （4）PID測定器を用いた化学防護手袋の簡易測定を試み 福岡荘尚（オリンパス(株) R&D機能 生体評価基盤技術）
  - （5）化学防護手袋における有害物質の簡易透過試験方法について ―大学におけるVOCモニター（CUB）の活用事例―  
宮田昌浩（東京理科大学 環境安全センター 野田分室）
  - （6）手袋内部にパッチを取り付けて作業を実施し、化学物質の透過量を測定する方法  
宮内博幸（産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授）
  - （7）研究室等で使用されている薄手手袋の有機溶剤透過試験 吉澤章（(有)環境検査センター 所長）  
代理：宮田昌浩（東京理科大学 環境安全センター 野田分室）
  - （8）2019年度 保護具選定のためのケミカルインデックスの作成  
浅沼雄二（浅沼コンサルタント事務所 所長）
- 3 労働衛生における経皮吸収の取り組みと今後の調査研究の協力  
田中茂（十文字学園女子大学 名誉教授、化学防護手袋研究会会長）

## 化学防護手袋リモート講演会に関するアンケート

- 事前参加申し込み者 120名  
(手袋研究会 39名、化成協 7名、日化協 74名)
- 講師 8名、 運営 5名

集計 20200826時点

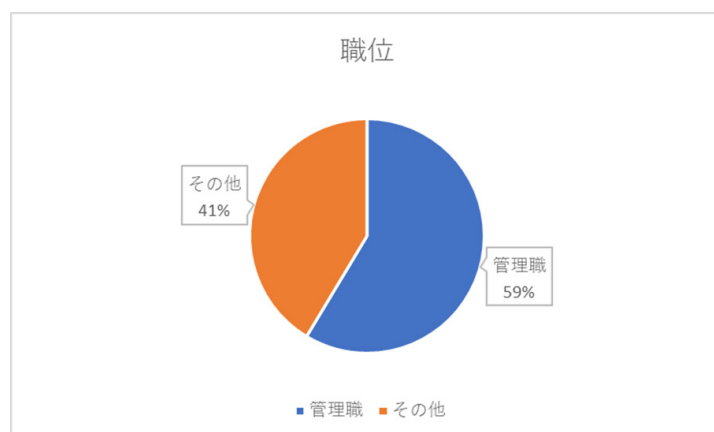
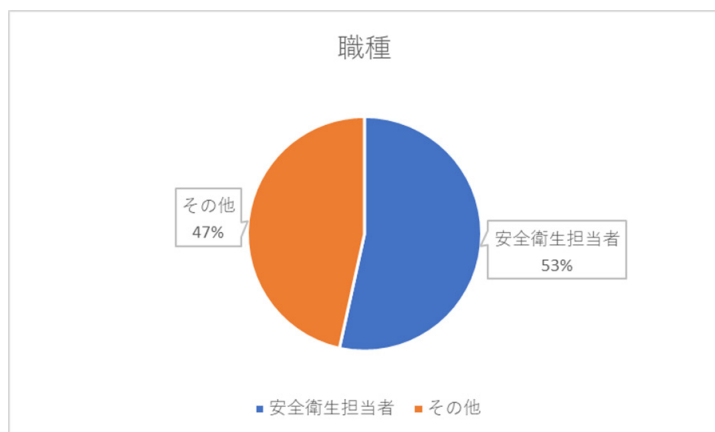
- アンケート提出者 58名  
(手袋研究会 30名、化成協 3名、日化協 25名)

# アンケート内容

1. 参加者の職位と職種
2. 今回の講演会の評価
3. リモート開催の評価
4. 講演会への参加理由
5. 化学防護手袋使用に関するの悩み
6. 化学防護手袋講演会で取り上げてほしいテーマ

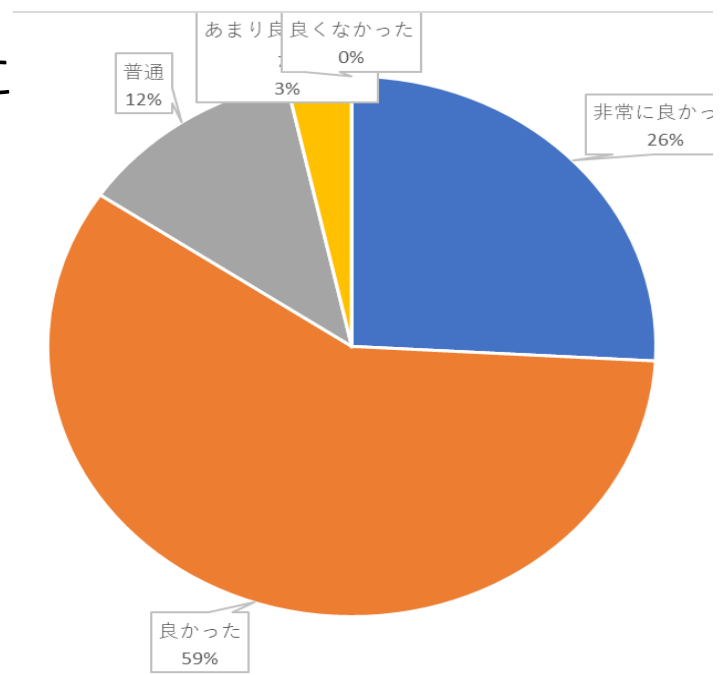


# 1. 職種と職位



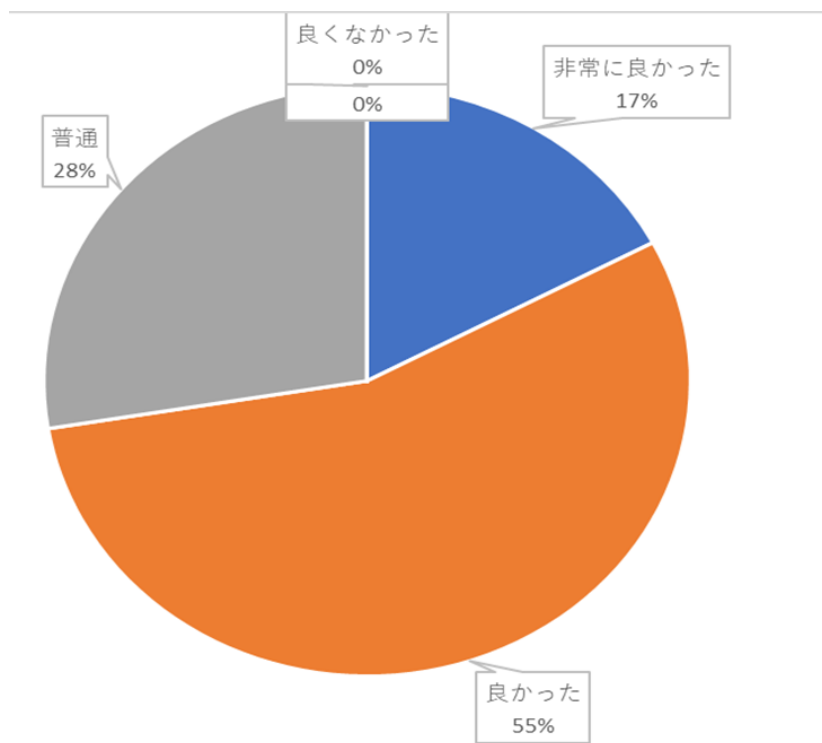
## 2. 今回の講演会の内容について、あてはまるもの

- 非常に良かった 15名 (26%)
- 良かった 34名 (59%)
- 普通 7名 (12%)
- あまり良くなかった 2名 (3%)
- 良くなかった 0名



### 3. 今回の講演会 開催方法（リモート） について、 あてはまるもの

- 非常に良かった 10名 (17%)
- 良かった 32名 (55%)
- 普通 16名 (28%)
- あまり良くなかった 0名
- 良くなかった 0名



## 4. 講演会に参加した理由

### 社内事情

- 大学でラテックス手袋を使って作業しているので、安全衛生上の問題点を確認したいことと田中先生からのお誘い
- 厚労省H29年1月通達への対応を考えるための参考とするため。
- 弊社の作業での製造現場での化学防護手袋選定及び使用期間決定の参考とさせて頂くため
- 取り扱う化学品の透過性評価が必要と考えている。評価に際しどのような試験が必要であるか、且つ実施が可能であるかを検討するため参加させていただきました。
- 研究室で学生に安全に実験指導をさせるために防護手袋の安全性を勉強したかったので
- 薬傷による災害が根絶できておらず、過去には化学防護手袋の溶媒浸透による災害事例も発生しています。本研究成果を参考に、社内の化学防護手袋の使用基準の見直しを行いたいため。
- 工業会の会員会社が製造・販売するTDI、MDI、PPGの化学防護手袋に対する透過性に興味があります。
- 以前から化学物質の取り扱いの際に、手袋選定に苦慮していた。理由は、体感ではあるが、防護の目的で使用していたはずの手袋から有機溶剤が透過しているようで、そのために非常に神経質に素材を選定し、試行錯誤していた。この学会で、有効な情報を得て、私のように困っている人と情報共有するために参加した。
- 多くの化学物質を取り扱う職場であり、薬傷災害を予防する参考としたい

## 4. 講演会に参加した理由

- 適切な手袋の選定について学びたかったため
- 各化学薬品取り扱いにおいて、保護具の選定および評価方法に関する知見習得の為
- 化学薬品の製造(包装まで)を実施しています。手袋をはじめ保護具の利用は定常的にあり、作業者へのばく露は気にしているテーマです。そこで今回の講演会に参加させていただいた次第です。
- 化学防護手袋における技術情報等の知識が乏しい。今回の知見獲得により、今後の安全教育または保護具選定に役立てたい。
- 弊社でも手袋を使用。業界の情報を確認しておきたい。
- 会社として、手袋の管理方法を模索しており、その参考とするため。
- 自社にて取り扱う化学物質には皮膚吸収毒性があり、経皮ばく露対策の1つとして化学防護手袋の選定を検討しているため。
- 作業毎に最適な手袋を選定する為に必要な知識を得るため
- 薬傷防止に関して、手袋評価に興味があったため

## 4. 講演会に参加した理由

### メーカー

- ユーザー様の現場で簡易測定ニーズが多いと感じていたため
- 当社でも化学防護手袋を開発しており、発売予定のため
- 弊社もフィルム製の化学防護手袋の販売を予定しているのですが、外部試験機関でJIS規格の耐透過試験ができる化学物資に限られており、試験ができない多くの化学物質に対応するためにJIS規格でない簡易的な試験方法を研究されている研究会で情報収集したいと思い参加しました。
- 『化学防護手袋の規格や標準化への関心が非常に大きい』ので、参加をさせて戴きました。小職所属の『日本ビニル工業会の会員会社』では、化学防護手袋を製造しているメーカーさんも比較的多く、又、部会や委員会メンバー等の関心も大きいので、聴講させて戴きました。

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

1. 作業性
2. コスト
3. 教育展開
4. 情報がない
5. 試験評価方法
6. 指針が欲しい
7. その他

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 作業性

- 耐透過性手袋をつけると、手袋の中の汗がひどく、ベタベタになり作業しにくい点
- 適合範囲の広い薄手の手袋がない。物質によってはニトリル手袋+ポリエチ等の二重装着で対策しているが、作業性が悪い
- ニトリルゴム手袋が使いやすく、利用しているが有機溶剤にはあまり耐性がなく困っています
- クロロホルムとDMFの取り扱い：どちらも耐透過性の実証データ付きの防護（繰り返し使用）手袋と（消耗品）オーバー/アンダー手袋を併用中で、作業性、維持管理が課題。
- 耐切創性と化学的防護、化学防護手袋を着用している際の汗、肌荒れ等のトラブル。
- 耐透過性のある手袋が切創しやすい、物を扱うときに滑りやすい



## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### コスト

- リスクを知っていても被害が目に見えにくいことから、コストを優先する企業が多いこと
- 主に値段の観点から適切な有機溶剤耐性グローブの使用を進めることが困難であり、ニトリルグローブを使わざるを得ない状況
- コロナの影響での在庫確保（ニトリルの使い捨て手袋）
- 作業性の防護力、コストの面で最適な手袋の選定に苦労している。
- 耐酸手袋としてゴム手袋（炊事手袋）を使用しているが、適時交換頻度（同期）の設定に苦慮している。コストも考慮しながら。
- 耐透過性のある手袋の価格が高値である
- 高価な化学防護手袋でしか対応できない化学物質を取り扱い、手袋以外の経皮ばく露対策が困難な場合、最大8時間までしか使用できないことが現実的・経済的に厳しいことです。

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 教育展開

- 現場では手袋（ニトリル製ゴム手袋等）を着用していれば、安心との感覚がある。安全衛生教育の重要性を感じている。
- 今回の情報から、事業所内への教育を含めた展開をどのようにするか
- 防護手袋を含め、一般課員の保護具に関する意識レベルアップの働きかけの仕方。
- 大学では、ラテックスやニトリルの薄手袋の使用が一般的であるため、適切な使用条件を如何に使用者に理解してもらえるかで苦労しています。透過の動画教材など充実させてもらえればありがたいです

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 情報がない

- 手袋の材質ごとの化学物質に対する許容時間などの実測データがほしいと思っています。
- 化学防護手袋を通しての暴露（実際に作業員がどのくらい暴露しているか）を知りたい。溶剤に手袋をつけることはほとんどないが、ドラム缶からの溶剤仕込み、遠心ろ過機の掻き落とし作業では手袋は汚染されている。実際の作業でどの程度汚染しているか調査をしたい。
- 開発にあたりJIS規格に対応した耐透過試験ができる外部試験機関がほとんど無いことに驚きました。・既成のフィルムに関してもメーカーは化学物質に対する耐透過試験結果は無く、独自に試験するしか方法が無いのですが、外部試験機関では9つの化学物質しか試験できませんでした。・結果、どのように多くの化学物質に対する耐透過性を検証すれば良いのか困っています。
- 化学物質の透過と交換時期、そしてその根拠となるデータがないこと
- ジクロロメタン（塩化メチレン）を使用する作業に使用する手袋の選定について

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 情報がない

- 化学防護手袋メーカーの化学物質に対する評価は、主要な化学物質のデータしかなく、自社で使用可否の判断を行わざるを得ないが、適切な評価が行えていないというのが現状です。
- 混合薬品の耐薬品性データの集め方があれば知りたい。
- 基発0112第6号化学防護手袋の選択と使用等についての通達が出たものの、透過性・浸透性のデータが少ない。また、実際使える時間や繰り返し使用がどこまで出来るかがわからない。
- 発表資料8に掲載の「化学防護手の素材別化学物質の袋透過時間（分）と劣化」で、1,2-ジクロロエタンの記載はありましたが、データがありませんでした。塩化ビニルモノマー関連であれば有益な情報となりますので、情報があれば提示頂きますと幸甚です。
- 混合溶液を取り扱う場合の透過時間が不明

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 試験評価方法

- 中小の企業でも実施可能な簡易試験方法の確立
- 今後自社で透過試験・評価を実施してゆくとなると、それなりの労力・時間がかかり、また、試験・評価方法等の違いによって企業間や事業所間で評価結果に差が生じる懸念があります。そこで、まず業界として試験・評価方法を統一して頂くことが必要と考えます。また、その上で業界内で取り扱われている主要な物質に対する市販の防護手袋の評価に関しては、業界を代表して日化協殿に試験・評価を実施して頂き（実際には相応の研究機関に外部委託）、その結果を整理して会員会社に情報提供して頂けると、業界内で統一された評価結果に基づいた防護手袋の選定が可能となり、また業界全体として非常に効率的に進めることができるものと考えます。

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### 指針が欲しい

- 選定方法や交換時期に悩むことが多い
- 化学薬品を使用する際に、酸性やアルカリ性に強い手袋はどのようなものがあるのか。また、実際に化学工場によく使用されているのはどんなものがあるのか。使用する際の使い方として最善な方法はどのようなものか。という部分を詳しく聞きたいです。
- 化学防護手袋に関して、もう少し製品を規格・分類してほしい。理由は選定する際に参考となる情報が少なすぎるため。
- 現場の管理者は透過時間を物質ごとに測定し使用時間の設定まですることは難しいと感じている方もいて、現場の希望としては「この材質の手袋を使用する」というような手袋の指定欲しいとの声がある。EVOH系の使い捨て手袋はかなり高い性能を示すデータが示されており、化学物質ごとのデータを蓄積して頂きたい。

## 5. 現在、化学防護手袋使用に関してお悩みの点や、困りごと

### その他

- 厚労省H29年1月通達への対応
- 化学防護手袋の対応（手袋の選択と使用、再使用）や性能（「不透過性」、「不浸透性」、作業で使用する化学物質の種類及び当該化学物質の使用時間（8hr、複数日）に応じた耐透過性クラス）に関する、最近の動向の把握
- 大学の場合、非常に多種類の化学物質を扱います。合理的な運用方法があれば知りたいです。
- 大学でラテックス手袋を使って作業している。安くて入手しやすいが、安全衛生上問題がありそう
- 特にありませんが、手袋の種類についてよく考えるべきだと再認識致しました。
- 講演を拝聴して、私どもの知識が足りないと感じています。今回の講演で知り得た事項を役立てていきたいと考えています。

## 6. 化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマ

1. 実践
2. 混合使用でのデータ
3. 透過性試験結果
4. 現場の事例
5. 教育展開
6. メーカー
7. 指針 行政動向
8. 経皮吸収
9. その他



## 6. 化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマ

### 実践

- 静電対策手袋を使用する事が会社より指示されており、耐透過性の両方を兼ね備えた手袋がない点。静電気対策手袋で耐透過性を備えた手袋の開発検討は可能でしょうか？
- 有規則で測定、分析する際に頻繁に使用する、二硫化炭素について最も適した防護手袋の情報がほしい
- 耐溶剤、導電などに関すること
- 化学ではないのですが、医療系大学なので針刺しを少しでも低減できる化学防護手袋があると良いのですが・・・
- 各種化学物質に対する透過時間の測定結果の報告
- 化学物質の構造と安全な手袋の種類
- 酸関係（フッ酸、硫酸、硝酸など）における知見データについても取り上げて頂きたい。

## 6. 化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマ

### 混合

- 混合溶媒や複数の薬品使用時の防護について
- 混合物のデータ
- 混合物質を取り扱う際の透過時間がどのように変化するか
- 高温多湿の環境下で使用すると透過時間がどのように変化するか
- 混合薬品の耐薬品性について評価方法、選定基準等

## 6. 化学防護手袋講演会で他に取り上げてほしいテーマ

### 透過試験結果

- 製造業での透過試験結果の事例をより増やして頂きますようお願いできればと思います。化学防護手袋の選定の参考にさせて頂ければと思います。
- 今回、幅広いテーマの講演がありましたので、続編を期待したいです。
- 引き続き簡易試験方法の検討など取り上げて頂きたいです
- 化学物質の種類が多いので使用している会社様がサンプル1枚あれば簡易的に耐透過性を検証できる試験方法をこれまで通り研究して頂きたいです。
- 簡易試験に関しては専門の知識がない小規模の会社様でも実施できる試験が確立できれば普及が進むと思いますのでそのような試験も検討して頂きたいです。
- まだ、継続評価中と思いますので、評価が進んだ段階で報告会をお願いいたします。
- 最新情報があれば定期的にアップして頂くようになれば良いと思います。

## 6. 化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマ

### 現場の事例

- 手袋や化学物質の扱いは各現場で異なると思いますので、現場での日々作業されている中での扱い方をテーマに提起してほしいです。
- 各使用者での手袋選定方法の事例。行政動向。
- 業種別に、推奨される化学防護手袋の素材・厚み・工夫（2枚重ね・交換の目安）などを紹介してほしい。業種が同じであれば取り扱う化学物質の種類や作業内容に共通点があるため参考にしやすい。
- 手袋それぞれの長所と短所を詳しく説明しているものは聞きたいです。
- 実際の事故事例や改善例などを学べたらありがたいです

### 教育展開

- 化学物質使用者に対する化学防護手袋の指導・教育・管理運用事例
- 手袋に関する社内教育内容。

## 6. 化学防護手袋講演会で他に取り上げてほしいテーマ

### メーカー

- 化学防護手袋メーカーから観る作業場の課題について
- **価格**も含めた比較
- 各社の**新商品**紹介やそのユーザー評価

### その他

- 化学工場の現場では、手袋の袖から結晶や薬液が入る可能性もあります。現場では腕カバーを手袋の上に付けて対応する、といったことも聞きますが、**腕カバーの材質**についても知りたいです。
- 海外における化学防護手袋の使用状況、**新規材料**の開発動向
- 基発0112第6号における下記の文章の見直しを要求して頂きたい。「作業を中断しても使用可能な時間は延長しないことに留意すること。また、乾燥、洗浄等を行っても化学防護手袋の内部に侵入している化学物質は除去できないため、使用可能時間を超えた化学防護手袋は再使用させないが、使用状況によっては十分に再使用が可能と考えられる。この回の講演会でも再使用が可能なデータも得られているので、一定条件を満たせば再使用が可能という方向へ修正して頂きたい」
- 化学防護手袋を使用する分野の方々が、**手袋の透過についてご存じかどうかを、アンケート取得した結果**等を教えていただけると興味深いです。（医療従事者でも透過の知識がある方は必ずかであると推測しています）

## 6. 化学防護手袋講演会で他に提起してほしいテーマ

### 指針

- 工場など使用実態に沿う評価方法や、将来 評価方法の標準化に伴う情報などをご講演頂ければ幸いです
- 大学の研究室のように、少量多品目の化学物質を扱う際に、どのくらいの種類の手袋を用意して、どのような使い分けを行うべきか。実験内容によって異なると思いますが、基準のようなものを教えていただきたいです。
- 大学研究室における使用を前提とした防護手袋使用のガイドライン。実際は透過してしまっても、少量の場合は健康被害への影響は無視できる？

### 経皮吸収

- 化学防護手袋からの人体への暴露の調査方法
- 経皮吸収における許容濃度
- 人体に影響を与えるハードのテーマであれば何でも興味があります。