

# 化学防護手袋に関する講演会プログラム

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

参加費用：今回は初めてのリモート開催を行うため、無料とします。

(接続等でご迷惑をおかけすることがあるかもしれませんが、お許しください)

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。今年度の研究にご協力を賜れば幸いです。

**プログラム：** (概ね一人10分程度で発表を行う予定です)

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 **資料1**

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 **資料2**

— (日化協会会員会社) 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 **資料3**

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の試み **資料4**

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 **資料5**

—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 **資料6**

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 **資料7**

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 **資料8**

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 **資料9**

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)

**発表概要** （田中茂作成）皆さまに興味持って聴講して頂きたいと思い、作成した。

- (1) 薄手手袋に使用量の多い化学物質を添加し 10 分間放置後、手袋内の濃度をガス検知管で測定する手法について検討した。素材の異なる 2 枚の手袋を重ねることによる手袋内濃度への影響も検討した。更に、薄手手袋の内と外にガス検知器（CUB）をセットし、手袋表面に化学物質を付着させてのリアルタイム濃度測定する方法を行った。
- (2) 和製のウエスに化学物質を染み込ませ、裏返しにした薄手手袋内に挿入し、袖部を密閉し、電子天秤に乗せ、経過時間に対する手袋の質量変化を調べた。更に、デシケーターに化学物質の入ったピーカーを入れガス濃度を発生させ、プラスチックのカップの中にガス検知器（CUB）を入れ、入口部を手袋素材で覆って密閉にして測定開始し、手袋からの透過濃度を求め、両者を比較した。
- (3) 手袋の指部（形状：指サック）を用いた透過試験装置とガス検知器（CUB）を用いて透過時間を測定した。
- (4) 手袋素材の透過を行う試験装置と透過した化学物質の濃度を測定するガス検知部（CUB）を連結した試験装置を開発した。
- (5) (4) で開発された試験装置を用いて大学の研究室で使用する化学物質を対象に透過試験を行った。透過しにくい素材、ポリアミド（PA）、エチレンビニールモノマー共重合体（EVOH）、ポリ塩化ビニリデン（PVDC）についても透過試験を行い、長い透過時間が得られた。
- (6) 開発したシート状サンプラーを手モデル表面と手袋の外側表面に貼りつけて手袋内外のトルエン濃度の測定を行い、その割合を求めることにより、化学物質に対する手袋の透過性能について検討した。
- (7) 大学のクロロホルムを用いた化学実験において、SKC 社製 PERMEA-TEC（活性炭入り）を手の平（ひら）と中指に装着した上に、薄手ニトリル製手袋で覆い、1 時間実験を行った。延べ 16 回の測定で全てクロロホルムが検出された。
- (8) 7 年前より、手袋メーカーがホームページなどで公表している手袋の透過時間を整理して、検索するシステムを作成してきた。2019 年版ケミカルインデックスを作成し、化学防護手袋研究会のホームページに記載した。

今回の講演会、手袋の透過について、ご意見、ご質問等ありましたら、下記へご連絡頂ければ幸いです。

岩澤 聡子 [iwasawa@keio.jp](mailto:iwasawa@keio.jp)

田中 茂 [stanaka@jumonji-u.ac.jp](mailto:stanaka@jumonji-u.ac.jp)

# 円滑な運営のため、下記についてご協力のほど宜しく お願いいたします。

- 接続不良等に備え開催 10 分前にはご接続をお願いいたします。
- 著作権の関係で、講演会の録音・撮影・録画等をご遠慮ください。
- 進行の都合上、オンライン講演中のご質問にお応えできない可能性があります。  
終了後に、申し込みいただいた協会を通してご質問いただけましたら、可能な範囲で対応いたします。
- 事前にお送りした資料をお手元にご用意ください。
- ノイズ及び回線ひっ迫防止のため、ご自身の発言の際以外ではマイク及びカメラをオフにしてください。
- ご発言の際は、ご自身の所属、お名前を言ってからご発言をお願いいたします。  
発言終了の明確化（・・・以上です。等）もご協力お願いいたします。
- チャットボックスは音声不調の際などの緊急時のみに、ご利用ください。
- 同一の会議室から複数の方が聴講される場合は、基本は 1 台の PC からプロジェクターでお願い致します。
- どうしても複数台使用される場合は、ハウリング防止のため、マイクをミュートにするだけでなく、オーディオ（音声）をアクティブにするのは 1 台のみとし、残りはオフにしてください。

## 化学物質の透過の検出法について

2020.8.4  
化学防護手袋に関する講演会

- 薄手手袋表面に化学物質を付着させて手袋内に透過してくる化学物質濃度の検知管による測定
- 薄手手袋の内と外にガス検知器をセットし、手袋表面に化学物質を付着させてのリアルタイム濃度測定



理化学研究所安全管理部

CIH労働衛生コンサルタント・日測協認定オキュペイショナルハイジニスト(IOHA認証)

牛澤 浩一

1

## 実験でよく使われる有機溶剤等



- 化学系実験室でよく使われる有機系溶媒  
クロロホルム、ジクロロメタン、n-ヘキサン、アセトニトリル、テトラヒドロフラン、ベンゼン、メタノール、エタノール、酢酸エチル、アセトンなど  
作業例：化学反応、抽出、濃縮、各種クロマトグラフィ、その他機器分析の溶媒用途
- 生物系実験室でよく使われる有機系溶媒  
クロロホルム、フェノール、ホルムアルデヒド、キシレン、アセトン、アクリルアミドなど  
作業例：DNAやRNAの抽出、組織の固定・脱水、電気泳動ゲル作成用途



- ・これらのほとんどに許容濃度勧告・ACGIH TLVsで「皮/Skin」マークがついている。
- ・特にクロロホルム、ジクロロメタンは特別有機溶剤として指定

2

## 実験でよく使われる手袋（ゴム系）



主として化学系・生物系の各実験作業において**薄手の手袋**が使われている

- ・細かい作業などでグローブのフィット感を求めるケースが多い
- ・短時間作業が多く、頻繁に手袋を取り替える

ゴム系：ラテックス（天然ゴム）、ニトリル、クロロプレン

現在フィット感を得られる薄手の手袋は上記の3種類くらい



ラテックス(LT)

耐久性のある薬品\*

エタノール

ホルムアルデヒド

\*後ページ(P15)の耐薬品性より



ニトリル(NT)

耐久性のある薬品\*

n-ヘキサン

四塩化炭素



クロロプレン(CP)

耐久性のある薬品\*

濃硫酸

濃硝酸

3

## 実験でよく使われる手袋（プラスチック系）



ちょっとした作業ではサニメント手袋が主流

プラスチック系：ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)、塩ビ  
薄手で安く気軽に使える。



製品の耐薬品性リストは無かった。  
PE, PPとして大雑把な情報はある。

4

## 皮膚からの吸収・ばく露を防ぐ！

— 化学防護手袋の適正使用を学ぶ —

### ④ 作業現場で手袋から透過を簡便に検知する方法(経験)

著者は現場で使用した手袋から透過しているかを簡便に確認するため、検知管を用いて測定したことがある。作業で手袋を使用した後、手袋の中に検知管を差し込み、手袋と採取器の間を強く締め、外部の空気が出来るだけ入り込まないようにして測定した(図2.6)。使用化学物質が透過する、手袋の素材の破過が、検知管の変色により目視でも確認できる。



図2.6 検知管を用いた簡易的な透過確認

中央労働災害防止協会

5

## 濃度を検討

### 手順

1. グローブに手を入れて2分以上待つ
2. 手を抜いた後にグローブの掌部分にピペットで200  $\mu$ Lを付着させ、10分待つ
3. ガス検知管を入れて手袋内側の濃度を測定する
4. 3回実施して平均値と標準偏差を計算する



上) CPとPE、下) NTとCP の2枚重ね

ラボ用途として短時間利用かつ溶剤を付着させた場合でもすぐに取り外すことを想定した検討



シルバーシールド

6

# 1枚および2枚重ねにしたときの手袋内側の濃度



手袋の組合せ# (最初の5種のみ組合せなし)	クロホルム (ppm)	ジクロロメタン (ppm)	手袋の組合せ	クロホルム (ppm)	ジクロロメタン (ppm)
LT	400<	500<	CP(u)-LT(o)	128 ± 115	500<
NT	400<	500<	CP(u)-NT(o)	28 ± 13	500<
CP	400<	500<	CP(u)-CP(o)	126 ± 25	500<
PE	400<	190 ± 36	CP(u)-PE(o)	51 ± 43	94 ± 15
PP	400<	363 ± 118	CP(u)-PP(o)	300<	500<
LT(u)-LT(o)	400<	500<	PE(u)-LT(o)	400<	500<
LT(u)-NT(o)	400<	500<	PE(u)-NT(o)	400<	500<
LT(u)-CP(o)	400<	500<	PE(u)-CP(o)	400<	500<
LT(u)-PE(o)	300<	400<	PE(u)-PE(o)	336 ± 97	500<
LT(u)-PP(o)	400<	500<	PE(u)-PP(o)	400<	500<
NT(u)-LT(o)	17 ± 12	500<	PP(u)-LT(o)	400<	500<
NT(u)-NT(o)	17 ± 10	41 ± 12	PP(u)-NT(o)	400<	500<
NT(u)-CP(o)	45 ± 31	150 ± 87	PP(u)-CP(o)	400<	500<
NT(u)-PE(o)	2.3 ± 1.6	17 ± 6.4	PP(u)-PE(o)	400<	500<
NT(u)-PP(o)	400<	150 ± 121	PP(u)-PP(o)	400<	500<
SS				≤0.5	<0.4

#テストした手袋の種類

- LT: ラテックス
- NT: ニトリル
- CP: クロロレン
- PE: ポリエチレン
- PP: ポリプロピレン
- SS: シルバーシールド

#2枚重ねの際

- (u) under: 1枚目 直接手に触れる側
- (o) over: 2枚目 手に触れない側

手袋内側の濃度

< 1ppm
1~10ppm
10~29ppm
30~99ppm
100ppm ≤

- ・2枚重ね手袋ではニトリルを手に触れる側、ポリエチレンを外側にしたときに一番低濃度を示した。
- ・シルバーシールド手袋は1枚手袋で最も優れた結果を示した。

7

# 手袋内側と気中(外側)の濃度をモニタリング比較



- ・手袋中にCUBを入れる  
・溶剤付着なし  
・口の密封なし
- ・手袋中にCUBを入れる  
・溶剤付着あり  
・口の密封なし
- ・手袋中にCUBを入れる  
・溶剤付着あり  
・口の密封あり
- 左の手袋に溶剤を付着させた際の気中濃度(手袋外側)

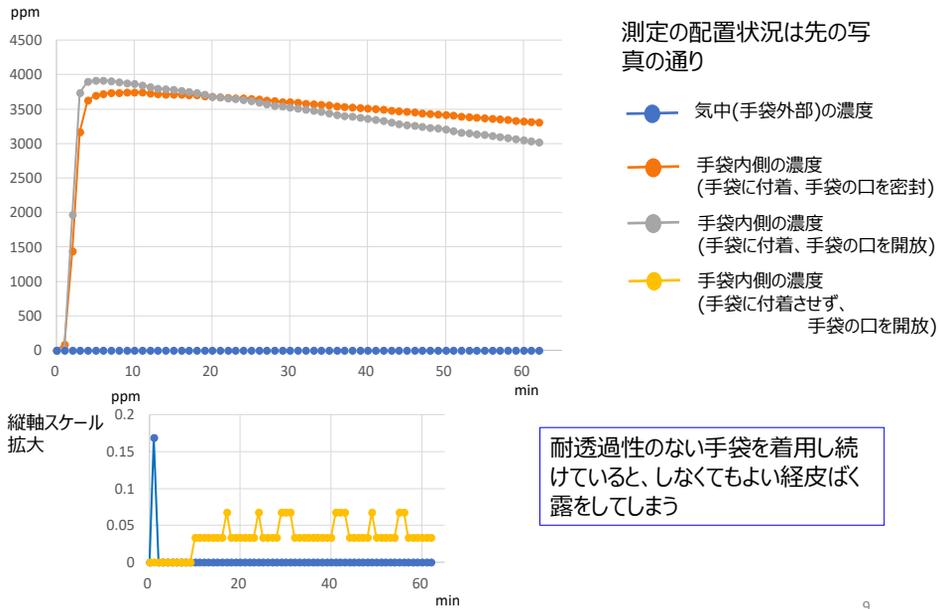


濃度測定器:  
理研計器販売  
(ion science  
社製造)のCUB



8

## テトラヒドロフランを薄手ニトリル手袋に0.2mL付着させた後の手袋内側と気中(外側)の濃度



## まとめ



- ・ 検知管により手袋内部のガス濃度測定を行うことで、自らが行う作業の中で、使用できる手袋の有無と、使用できる場合のおおよその時間を推定することができる
- ・ 簡易ガス検知器によりモニタリングすることで経時変化で手袋内部のガス濃度を知らることができ、用いている手袋のおおよその使用可能時間を推定することができる

化学防護手袋に関する講演会 2020年8月4日

## 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

—(日化協会会員会社)

発表代理: 桑田大介(産業保健協会 研究開発部)

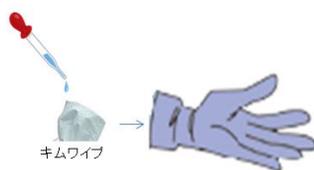
ウエスに化学物質を染み込ませ、裏返しにした薄手手袋内に挿入し、袖部を密閉し、電子天秤に乗せ、経過時間に対する手袋の質量変化を調べた。

更に、デシケーターに化学物質の入ったビーカーを入れガス濃度を発生させ、手袋膜で覆い、プラスチックカップの中にガス検知器(CUB)を入れ、入口部を手袋素材で覆って密閉にして測定開始し、手袋からの透過濃度を求め、両者を比較した。

1

### 重量法の検討【測定手順】

キムワイブに約3gの溶媒である化学物質を染み込ませ、これを手袋内に挿入。物質の透過は外側から中へ移動するので**手袋は裏返して使用**。電子天秤に乗せて、経時的の秤量を測定する。



重量変化を観察  
(0分、5分、10分、30分)



ポイント

輪ゴム、または接着テープでしっかり縛る。もれないように。

\* 手袋は裏返しにして実施。

図1. 重量法の測定イメージ

図1の右図のように手袋の口をしっかりシールする。シールの方法は輪ゴム、または接着テープを用いて漏れの無いようにする。また使用する手袋は事前に漏れがないことを確認しておく。

2

溶媒:アセトン、手袋:ニトリル(クリーンノールニトリル手袋/アズワン社製)

時間/素材	重量(g)	ニトリル			透過率
時間(分)	17.9210	溶媒重量	残存率	透過量(g)	μg/cm <sup>2</sup> /min
0	21.5140	3.593	100.00%	0.0000	
5	21.3030	3.382	94.13%	0.2110	191.8
10	21.0265	3.106	86.43%	0.4875	221.6
20	20.4480	2.527	70.33%	1.0660	242.3
30	19.6861	1.765	49.13%	1.8279	277.0

透過率を求めることができる。

最初の溶媒量                      30分で手袋を透過した溶媒量

$$\text{透過率}(\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}) = \frac{\text{透過重量}(\mu\text{g})}{\text{表面積}(\text{cm}^2) \times \text{時間}(\text{min})}$$

1.8279 x 1,000,000 (μg)  
220 x 30  
手袋の表面積: 220 cm<sup>2</sup>

溶媒重量の列: 仕込んだ溶媒の重量は3.589gで30分後には1.765gとなっていた。残存率から30分で49.13%消失したことがわかる。手袋を透過した時間は、30分では1.8979gで、これより上記の式より透過率が求めることができる。手袋の面積は概算で220cm<sup>2</sup>とした。30分の場合は、277.0 μg/cm<sup>2</sup>/minであった。この検証から、本方法で透過率を求めることができることがわかった。

3

## PID法【測定手順】

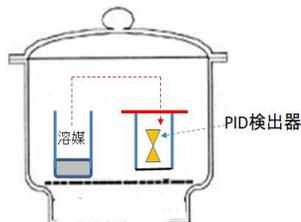
測定はPID検出をカップに入れてカップの上面を手袋で被い、外から入ってくる溶媒濃度を測定した。測定時間は30分として、測定後に0分、5分、10分、20分、30分の透過量(mg/m<sup>3</sup>)を記録。

手順としては次の通り。

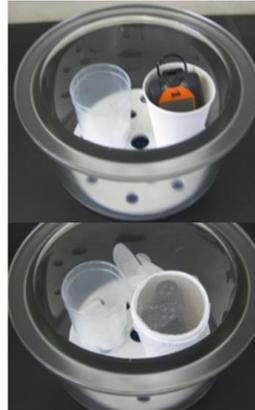
- ① 溶媒の入ったビーカーをデシケータの中に入れる。
- ② ふたをして3分放置。
- ③ 手袋膜で被った入れたカップに入れたPID検出器を入れ、測定開始。

個人用PID式モニター Cub

検出範囲: 1ppb~5,000ppm  
対象物質: 300物質以上  
理研計器株式会社



- ① 溶媒の入ったビーカーをデシケータの中に入れる。
- ② ふたをして3分放置。
- ③ 手袋膜で被った入れたカップに入れたPID検出器を入れ、測定開始



4

## \* 本実験で使用したカップ

手袋を被せたときに漏れが無いようにするにはどうするか。  
しっかりシールできることが肝要。

コンビニコーヒー用のカップを使用(3個100円)。ふたの内部をハサミでくりぬき、  
 押さえとして使用。手袋をハサミで切り、フィルムとし、これに検出器が入って  
 カップに被せる。周囲を輪ゴムで押さえ、手袋表面をカップの口にしっかり密着  
 させる。これに内部をくりぬいたふたを被せて押さえる。これでシール完成。  
 注意:カップと手袋の接触面から漏れないようにする。



5

時間/素材	天然ゴム			透過率
(分)	PID検出量 (mg/m <sup>3</sup> )	透過重量 (μg)	μg/cm <sup>2</sup>	μg/cm <sup>2</sup> /min
0	10			
5	155.1	27.9	0.7	0.15
10	371.1	66.8	1.7	0.17
20	924.3	166.4	4.3	0.22
30	1355	243.9	6.3	0.21

透過率を求める  
 ことができる。

\*カップ内の容積:180ml

30分で手袋を透過した溶媒量

$$\text{透過率}(\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}) = \frac{\text{透過重量}(\mu\text{g})}{\text{表面積}(\text{cm}^2) \times \text{時間}(\text{min})}$$

$$\frac{243.9}{38 \times 30}$$

PIDの表示単位はmg/m<sup>3</sup>、カップ内容積は180mlで、カップ内に透過した溶媒重量  
 (μg)が求まる。

溶媒:アセトン、手袋:ニトリル(クリーンロールニトリル手袋/アズワン社製)

30分では243.9 μgであった。上記の式より透過率が求まる。

PID法でも透過率を求めることが可能。

透過時間は5分ですでに0.7 μg/cm<sup>2</sup>で、透過時間は5分以下と推測される。

6

表3. 透過率の指標(透過率クラス)  
Ansell 耐薬品ガイドより

クラス		透過率	1時間当たりの透過する化学物質の量*
E	非常に良い	0.9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 未満	1-1/2滴
VG	とても良い	9 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 未満	1-5滴
G	良い	90 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 未満	6-50滴
F	普通	900 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 未満	51-500滴
P	悪い	9,000 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 未満	501-5,000滴
NR	勧められない	9,000 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ 以上	5,000滴以上

7



重量法とPID法で得られた測定結果を上記に示した。  
手袋の材質はニトリル、天然ゴム、ポリエチレンの3種、溶媒はアセトン、ヘキサン、エタノール、DMACの4種を使用。  
表の左側ピンクは重量法、右側ミドリはPID法の透過率である。透過率のセルの色は表3の透過率の指標(透過率クラス)を表す。  
全体としては、重量法よりPID法の方が高い透過率クラスであった。PID法の透過率は、「非常に良い」または「とても良い」であった。



## 事業場における 化学防護手袋の簡易透過試験

# 2-4 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

2020年8月4日  
(株)日本触媒 姫路製造所  
環境安全部環境安全課 峯 一弥

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 1

日本触媒

## 目次

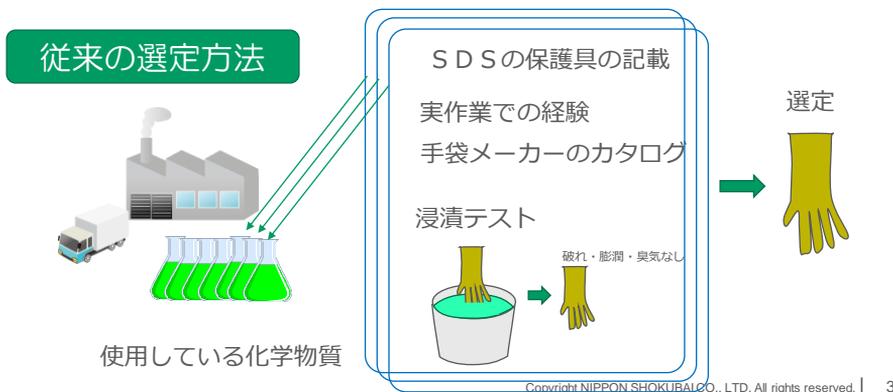
1. はじめに
2. 問題点
3. 簡易測定方法の検討
4. 簡易測定手法を用いたテスト
5. 最後に

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 2

# 1. はじめに

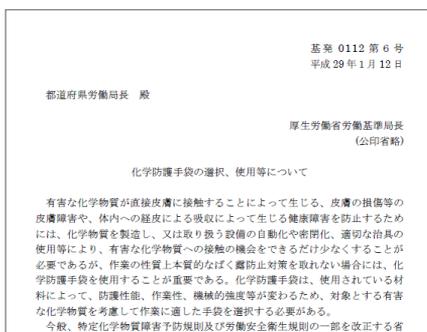
## (1) 背景

化学工場では、様々な化学物質を使用しており、薬傷や健康障害を防止するために、それぞれの物質に対して適正な化学防護手袋を選定し着用する必要がある。



## (2) 化学防護手袋に関わる法改正・指針とポイント

○ オートライジンによる膀胱ガン発症事例発生 (H27)  
○ オートライジンを含む有機溶剤で天然ゴム手袋を洗浄し繰り返し再利用したことによる経皮吸収ばく露が問題視され、法改正が行われた。  
厚生労働省通達【化学防護手袋の選択、使用等について】  
(平成29年1月12日基発0112第6号)



選択・管理・使用において遵守すべき事項が示された

- 選択：耐透過性クラス（参考）  
使用可能時間を設定
- 使用：再使用しない
- 管理：保護具用管理責任者  
教育や訓練

## 2. 問題点

日本触媒 

### 通達

#### 使用可能時間の確認

**原則** 化学防護手袋は、「耐透過性クラスや科学的根拠」を参考にして「使用可能時間」を予め設定する

#### 手袋の選択

**原則** 「耐透過性クラスや科学的根拠」に基づいて選択すること

#### 再利用禁止ルールの運用

**原則** 使用可能時間を超えた化学防護手袋は、洗浄しても再利用しない。

### 現実

#### 耐透過性データの入手の問題

- 透過試験データ不足
  - ・JIS法試験はハードルが高い
  - ・外注は費用がかかる
- 使用実態にあったデータが無い
  - ・少量かつ短時間付着する作業形態
  - ・長時間（8時間超）
  - ・手袋の再利用、2重着用

#### 手袋の選択と廃棄に関する問題

- 価格と耐透過性能を両立するものが、市販されていない。
  - ・ゴム系で適切な性能な手袋がない
  - ・フィルム素材の手袋は高額で使い捨てできず、作業性も悪い
- どんな使用方法でも毎回使い捨て？
  - ・ごく微量、念のための着用等

表11 参考：田中茂、浅沼雄二が作成したケミカルインデックス(2019年版)に記載されているアセトン、アクリル酸メチルに対する各メーカーが公表されている透過時間の一覧

#### <アセトン>

CAS番号	67-64-1	化学物質名	アセトン
化学防護手袋の透過時間 (分)			
<Ansell製 2019年度>			
バリアー (PE-PA-PE)	>480	ニトリル	<10
ポリビニルアルコール	143	ポリ塩化ビニル	<5
ネオプレン/天然ゴム	<10	ブチルゴム	240~480
		バイトン/ブチル	93
<North製 2013年度>			
シルバースールド (PE-EVAL+PE)	>480	バイトン	0
ニトリルラテックス	5	天然ゴム	5
<重松製作所 2018年度>			
フッ素ゴム	<10	天然ゴム	31~60
		ウレタン	<10
<ダイヤゴム 2018年度>			
EVOH(PA-EVOH-PA)	>480	ブチルゴム	>480
		フッ素ゴム	<1
<ショウワグループ 2019年度>			
クロロブレン	>10	塩化ビニル	1~5
<Micro Flex製 (薄手) 2019年度>			
ニトリル/ネオプレン	3	ニトリル	<10

#### <アクリル酸メチル>

CAS番号	96-33-3	化学物質名	アクリル酸メチル
化学防護手袋の透過時間 (分)			
<Ansell製 2019年度>			
バリアー (PE-PA-PE)		ニトリル	ネオプレン
ポリビニルアルコール		ポリ塩化ビニル	天然ゴム
ネオプレン/天然ゴム		ブチルゴム	バイトン/ブチル
<North製 2013年度>			
シルバースールド (PE-EVAL-PE)		バイトン	ブチルゴム
ニトリルラテックス		天然ゴム	>480
<重松製作所 2018年度>			
フッ素ゴム		天然ゴム	ウレタン
<ダイヤゴム 2018年度>			
EVOH(PA-EVOH-PA)	>480	ブチルゴム	フッ素ゴム
<ショウワグループ 2019年度>			
クロロブレン		塩化ビニル	
<Micro Flex製 (薄手) 2019年度>			
ニトリル/ネオプレン		ニトリル	



## 課題を解決するために・・・



この様な背景により、以下の事を検討した

### 透過時間の簡易評価方法の確立

#### 試験器具、試験方法に求める要件

- 試験時の化学物質の取り扱いが安全に行えること
- 現場で簡単に測定が可能であること（評価器具、測定は持ち運びが可能であること）。
- 安価であること。
- J I S法の判定基準に近い判定が出来ること

厳密なデータは必要なし

⇒ 十文字学園女子大学 名誉教授 田中先生のご指導のもとテスト開始

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 7

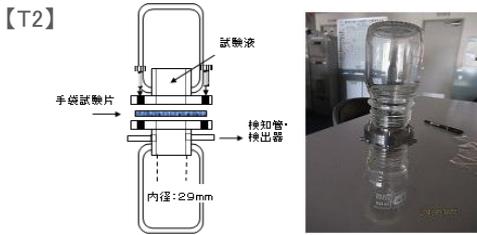
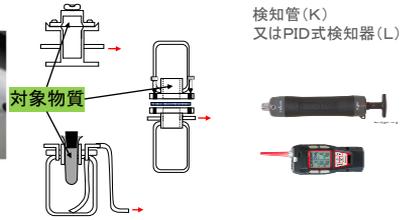
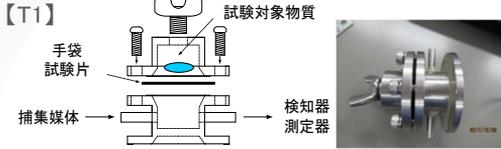
## 3. 簡易測定手法の検討

# (1) 事前テストの実施

## 事前テスト

①, ②簡易テストセル【T1】【T2】(田中教授製)

十文字学園女子大学の田中教授が書籍等で紹介されている方法を参考にテストを実施



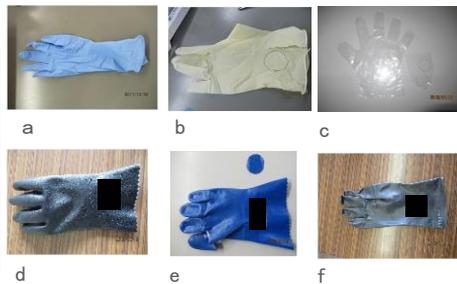
出典「皮膚からの吸収・ばく露を防ぐ」  
田中 茂著 中央労働災害防止協会 発行

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 9

# 事前テストの条件と結果

- (1) 試験装置  
簡易透過セル(T1)、簡易透過セル(T2)を用いた試験装置(α)(β)
- (2) 試験化学物質 : アセトン(有機溶剤)
- (3) 手袋の種類

No	名称	素材
a	使い捨てニトリル手袋	ニトリルゴム
b	使い捨て天然ゴム手袋	天然ゴム
c	使い捨てPE手袋 透明	ポリエチレン
d	ポリウレタンゴム手袋(厚手)	ポリウレタンゴム
e	ニトリルゴム手袋(厚手)	ニトリルゴム
f	ブチルゴム手袋(厚手)	ブチルゴム



テストの様子

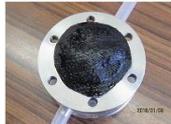


Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 事前テストの条件と結果

- (1) 試験装置  
簡易透過セル(T1)、簡易透過セル(T2)を用いた試験装置(α)(β)
- (2) 試験化学物質：アセトン(有機溶剤)
- (3) 手袋の種類

No	名称	素材
a	使い捨てニトリル手袋	ニトリルゴム
b		
c		
d		
e		
f		
テスト		


Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 事前テスト結果より

簡易テストセルを用いて大まかな透過挙動を把握することが可能  
ただし、検知管法では**透過基準 (0.1μg/cm<sup>2</sup>/min)**への到達時間は特定できない

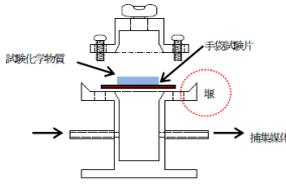
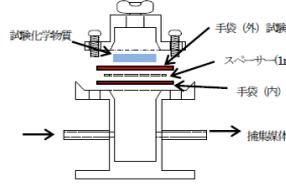
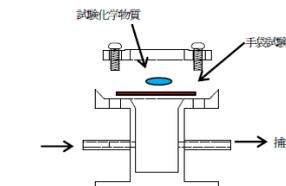
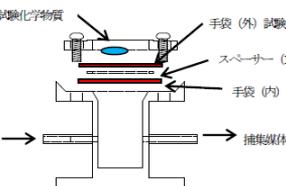
No	手袋の種類	テストセル	検知法	膨潤性	透過度 合い	備考
1	(a) 使い捨てニトリル	【T1】	検知管	× (大)	×	すぐに透過
2	(b) 使い捨て天然ゴム	【T1】	検知管	○ (少)	×	すぐに透過
3	(c1) 使い捨てPE 透明	【T1】【T2】	検知管	○ (少)	×	膨潤はしないが すぐに透過
4	(d) ポリウレタンゴム	【T1】	検知管/PID	△ (あり)	×	すぐに透過
5	(f) フチルゴム	【T1】	検知管/PID	○	○	わずかな透過のみ
6	(f) フチルゴム	【T1】	検知管/PID	○	○	わずかな透過のみ
7	(外) (e) ニトリルゴム (内) (a) 使い捨てニトリル	【T1】	検知管/PID	外: × 内: ○	×	×2重にしても透過
8	(外) (f) フチルゴム (内) (a) 使い捨てニトリル	【T1】	検知管/PID	外: ○ 内: ○	○	○外側手袋の効果



透過セル・検出方法・測定回路を改良

## (2) 透過部の製作

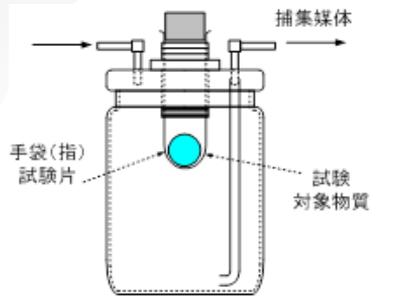
### ①簡易テストセル【セルA】 【セルB】 (田中教授製【セルT1】)の改良版)

種類	単層で使用する場合	2枚重ねで使用する場合
<b>【セルA】</b> (密閉型) (多量付着を想定した試験用)	 <p>(仕様) 捕集媒体透過部体積: 5.675cm<sup>3</sup>、透過部面積: 6.61cm<sup>2</sup></p>	 <p>(仕様) 捕集媒体透過部体積: 5.675cm<sup>3</sup>、透過部面積: 6.61cm<sup>2</sup></p>
<b>【セルB】</b> (開放型) (少量付着を想定した試験用)	 <p>(仕様) 捕集媒体透過部体積、透過部面積は密閉型と同じ</p>	 <p>(仕様) 捕集媒体透過部体積、透過部面積は密閉型と同じ</p>

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## (2) 透過部の製作

### ②指サック装着瓶【セルF】 (オリジナル)



(補足)

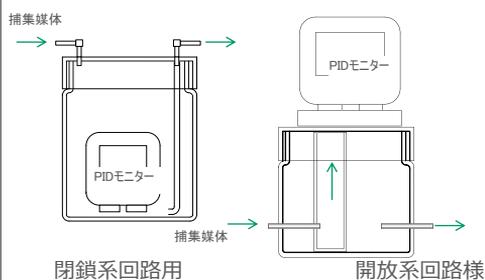
- ・手袋に空気を軽く吹き込んだ状態で、指の部分の直径をL cmとする。
- ・手袋は、先端が半球状の円柱であると仮定。
- ・液と接触する部分の面積が簡易テストセル(A)の透過面積Scm<sup>2</sup>と同じになるように、液の投入量(M)を調整




Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

### (3) 検出方法

理研計器製 光イオン化検出器 (PID) センサー式  
ガス検知器 (略号: 【Cub】)  
(製品名) C u b  
(仕様) 検知方式: 拡散式



※閉鎖系回路では既知容量の瓶に入れて測定に使用した。

### (参考)送気用ポンプ

(仕様)

形式 : DSP-550      メーカー: 光明理化学工業株式会社  
流量設定範囲 : 50~550mL/min  
流量制度: 設定流量に対し $\pm 10$ mL/min もしくは $\pm 5\%$ 以内の

いずれか大きい方

(特徴) ・ ・ メーカーHPより

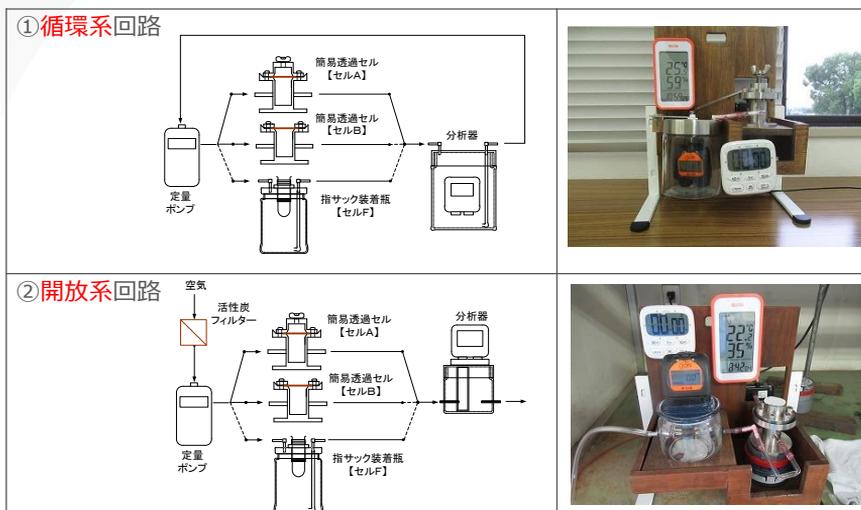
- 気体試料をガスバッグへ直接捕集できるエアサンプリングポンプです。
- サンプラ内での試料のVOCの吸着はほとんどありません。
- 小型で静音性に優れ、振動がありません。
- コンスタントフロー、スタートタイマー、オフタイマー、流量補正の機能付き。
- 直接三脚に取り付けが可能です。



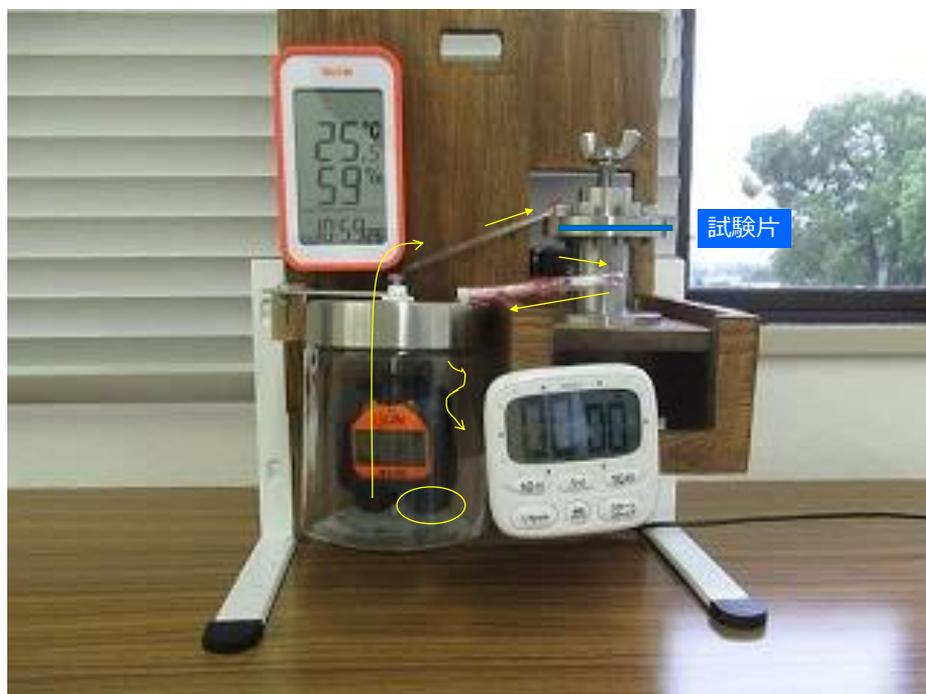
## (4) 試験装置及び測定回路

日本触媒

簡易試験用器具を組合せ、JIS T8030(2015)を参考に、循環系(閉鎖系)回路及び開放系回路の2種を構築した。



Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |





## 4. 簡易測定手法の検討

# 簡易測定手法を用いたテスト

## テストに使用した手袋の種類

種別【材質】	外観	種別【材質】	外観	種別【材質】	外観
a ニトリルゴム薄手 (使い捨て) 【NBR】		f ブチルゴム(厚手) 【IIR】		k ネオプレン・ニトリル3層構造ゴム(薄手) 【NBR/CR】	
c1 ポリエチレン透明 (使い捨て) 【PE】		g 塩化ビニルゴム(厚手) 【PVC】		l 天然ゴムラテックス厚手(厚手) 【NR】	
c2 ポリエチレンピンク (使い捨て) 【PE】		h 特殊多層フィルム 【EvOH+特殊PE】		m ネオプレン手袋(厚手) 【CR】	
d ポリウレタンゴム(厚手) 【PUR】		i 天然ゴム・クロロプレンゴム(厚手)① 【NR/CR】			
e ニトリルゴム(厚手) 【NBR】		j 天然ゴム・クロロプレンゴム(厚手)② 【NR/CR】			

略号 NR:天然ゴム NBR:ニトリルゴム CR:クロロプレンゴム(ネオプレン) PUR:ポリウレタン IIR:ブチルゴム PVC:塩化ビニルゴム PE:ポリエチレン EvOH:エチレン-ビニルアルコール共重合体

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 指サック装着瓶を用いたテスト (アセトン)

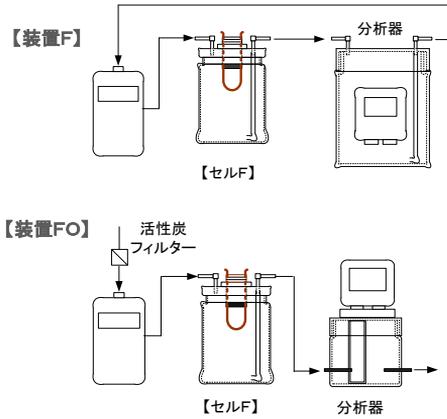
試験手袋の種類 No	テストセル	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価	
	(回路)		0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$		
F-1	(f) ブチルゴム手袋	指サック装着瓶 (循環系)	アセトン	7時間2分	到達せず	◎
F-2	(d) ポリウレタンゴム手袋	↑	↑	2.5分	3.5分	×
F-3	(e) ニトリルゴム手袋	↑	↑	0.7分	1.8分	×
F-4	(f) 塩化ビニルゴム手袋	↑	↑	0分	8.3分	×
F-5	(i) 使い捨てニトリル手袋	↑	↑	2.2分	3.0分	×
F-6	(c) 使い捨てPE手袋	↑	↑	0分	2.7分	×
FO-1	(e) ニトリルゴム手袋	指サック装着瓶 (開放系)	アセトン	0.5分	1.2分	×
A2-1	【内】使い捨てPE手袋 【外】ニトリルゴム手袋	テストセル【A】 (循環系)	アセトン	到達せず	到達せず	◎
A2-2	【内】使い捨てPE手袋 【外】使い捨てPE手袋	↑	↑	2.3分	到達せず	× 透過量少
AO-1	(l) 厚手天然ゴムラテックス手袋	テストセル【B】 (開放系)	アクリル酸メチル	13.5分	19.2分	○
AO-2	同上(再利用品)	↑	↑	13.0分	18.2分	再利用○
AO-3	(j) クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋	↑	↑	9.7分	13.2分	○
AO-4	同上(再利用品)	↑	↑	11.3分	15.5分	再利用○

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 指サック装着瓶を用いたテスト

日本触媒 

(テストセル) 【セルF】 (指サック状) (試験物質) アセトン2.0~2.3ml  
 (測定回路) 循環系/開放系

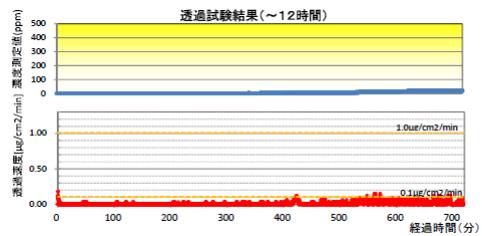


Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

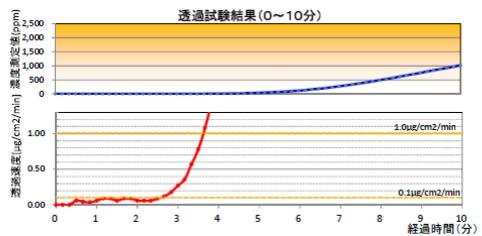
## 測定結果の具体例

日本触媒 

### ブチルゴム手袋



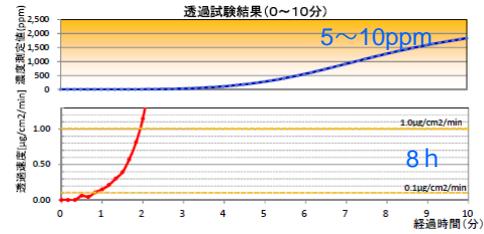
### PUゴム手袋



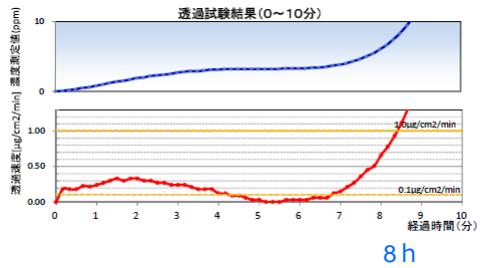
Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 24

## 測定結果の具体例

### ニトリルゴム手袋



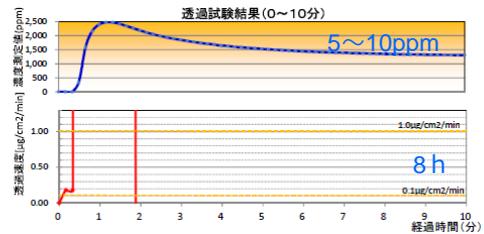
### 塩化ビニルゴム手袋



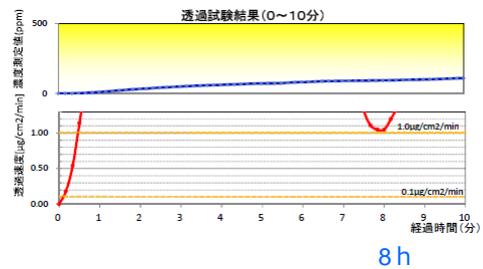
Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 25

## 測定結果の具体例

### 使い捨てニトリルゴム手袋



### 使い捨てポリエチレン手袋



Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 26

## 測定結果の具体例

### ニトリルゴム手袋 (開放系)



## 2枚重ねのテスト

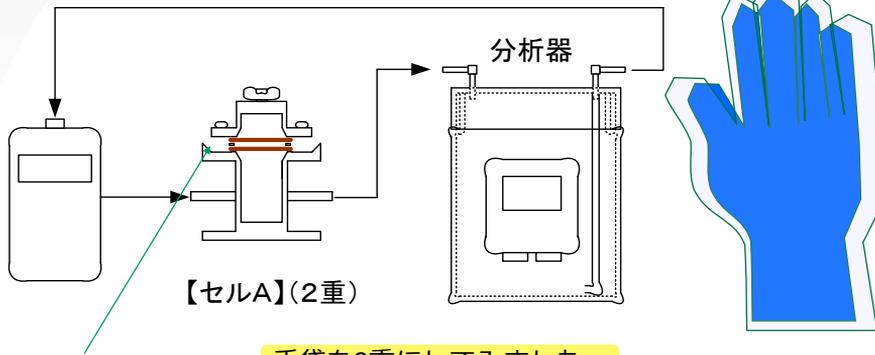
試験手袋の種類 No	テストセル	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価	
			0.1 μg/cm <sup>2</sup> /分	1.0 μg/cm <sup>2</sup> /分		
	(回路)		0.1 μg/cm <sup>2</sup> /分	1.0 μg/cm <sup>2</sup> /分		
F-1	(f) ブチルゴム手袋 指サック装着瓶 (循環系)	アセトン	7時間2分	到達せず	◎	
F-2	(d) ポリウレタンゴム手袋	↑	2.5分	3.5分	×	
F-3	(e) ニトリルゴム手袋	↑	0.7分	1.8分	×	
F-4	(f) 塩化ビニルゴム手袋	↑	0分	8.3分	×	
F-5	(a) 使い捨てニトリル手袋	↑	2.2分	3.0分	×	
F-6	(c) 使い捨てPE手袋	↑	0分	2.7分	×	
FO-1	(e) ニトリルゴム手袋 指サック装着瓶 (開放系)	アセトン	0.5分	1.2分	×	
A2-1	【内】使い捨てPE手袋 【外】ニトリルゴム手袋	テストセル【A】 (循環系)	アセトン	到達せず	◎	
A2-2	【内】使い捨てPE手袋 【外】使い捨てPE手袋	↑	↑	到達せず	×	
AO-1	(i) 厚手天然ゴムラテックス手袋	テストセル【B】 (開放系)	アクリル酸 メチル	13.5分	19.2分	○
AO-2	同上(再利用品)	↑	↑	13.0分	18.2分	再利用○
AO-3	(j) クロロプレンゴムコート天然ゴム 手袋	↑	↑	9.7分	13.2分	○
AO-4	同上(再利用品)	↑	↑	11.3分	15.5分	再利用○

## 2枚重ねのテスト

日本触媒 

(テストセル) 【セルA】(2重) (試験物質) アセトン1.0ml  
(測定回路) 循環系

【装置A2】



手袋を2重にしてみました

——— ポリエチ (外)  
■ ニトリルゴム (内)

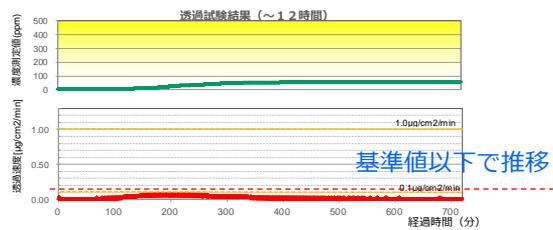
——— ポリエチ (外)  
——— ポリエチ (内)

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

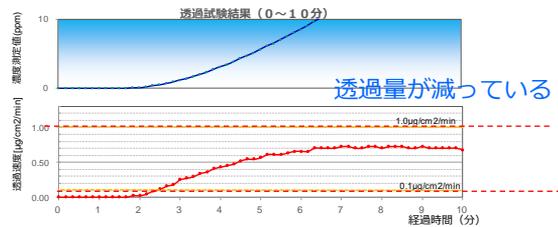
## 測定結果の具体例

日本触媒 

PE(外) / ニトリル(内)



PE / PE

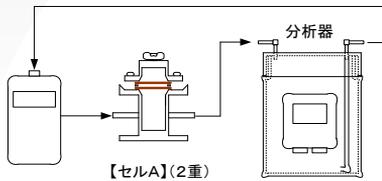


Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 30

## 2枚重ねのテスト

(テストセル) 【セルA】(2重) (試験物質) アセトン1.0ml  
(測定回路) 循環系

【装置A2】



テスト結果

試験No	手袋の種類		装置種類	基準透過値到達時間		総合評価
				0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	
A2-1	外側	(c2) 使い捨てPE②	【装置A2】	到達せず	到達せず	◎
	内側	(e) ニトリルゴム				
A2-2	外側	(c2) 使い捨てPE②	↑	2.3分	到達せず	* ~ Δ
	内側	(c2) 使い捨てPE②				

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 製品を使用したテスト (再利用テスト)

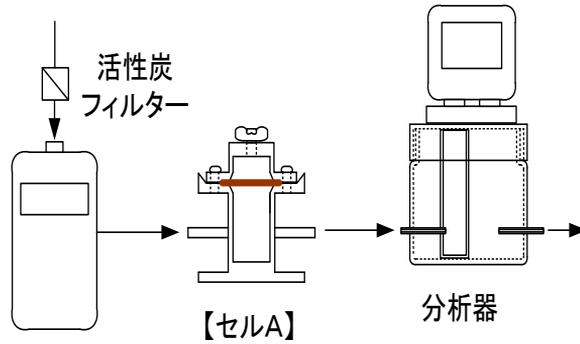
試験No	試験手袋の種類	テストセル	対象物質	基準透過値到達時間		総合評価
				0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	
		(回路)		0.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	1.0 $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{分}$	
F-1	(f) ブチルゴム手袋	指サック装着瓶 (循環系)	アセトン	7時間2分	到達せず	◎
F-2	(d) ポリウレタンゴム手袋	↑	↑	2.5分	3.5分	×
F-3	(e) ニトリルゴム手袋	↑	↑	0.7分	1.8分	×
F-4	(f) 塩化ビニルゴム手袋	↑	↑	0分	8.3分	×
F-5	(a) 使い捨てニトリル手袋	↑	↑	2.2分	3.0分	×
F-6	(c) 使い捨てPE手袋	↑	↑	0分	2.7分	×
FO-1	(e) ニトリルゴム手袋	指サック装着瓶 (開放系)	アセトン	0.5分	1.2分	×
A2-1	【内】使い捨てPE手袋 【外】ニトリルゴム手袋	テストセル【A】 (循環系)	アセトン	到達せず	到達せず	◎
A2-2	【内】使い捨てPE手袋 【外】使い捨てPE手袋	↑	↑	2.3分	到達せず	× 透過量少
AO-1	(i) 厚手天然ゴムラテックス手袋	テストセル【B】 (開放系)	アクリル酸メチル	13.5分	19.2分	○
AO-2	同上(再利用品)	↑	↑	13.0分	18.2分	再利用○
AO-3	(j) クロロプレンゴムコート天然ゴム手袋	↑	↑	9.7分	13.2分	○
AO-4	同上(再利用品)	↑	↑	11.3分	15.5分	再利用○

Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 製品を使用したテスト (再利用テスト)

日本触媒

(試験物質) アクリル酸メチル  
(試験物質) アクリル酸メチル 2.0~2.3ml  
(テストセル) 【セルA】  
(測定回路) 開放系の測定回路を採用



一度使ったものを洗浄・乾燥させ  
再度テストしてみました

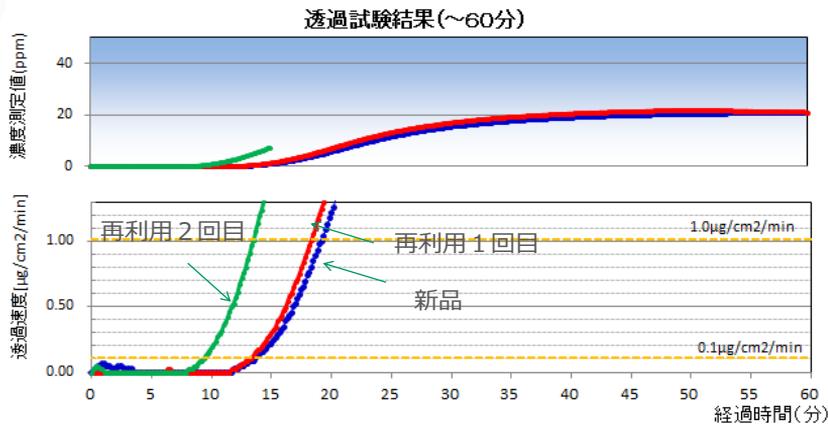
Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. |

## 測定結果の具体例

日本触媒

厚手天然ゴム  
ラテックス手袋  
(再利用)

1~2回の再利用なら大丈夫かも？



Copyright NIPPON SHOKUBAI CO., LTD. All rights reserved. | 34

## 5. 最後に

今回使用したような装置により、JIS法に近い方法で、手袋の耐透過性能を評価することが可能

### 簡易測定結果の活用例

- 手袋の再利用の可能性を探る
- 使用可能時間設定
- 廃棄に関するルール、ガイドライン作成

(補足) ・試験結果を従業員の教育に使うことが有効です  
・自社で取り扱う物質の種類、作業内容に応じ、透過試験データ等を参考に  
して、作業に適したルールとすることが必要です。

## 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～

東京理科大学 環境安全センター  
労働衛生コンサルタント  
日測協認定IOHA  
栃木産業保健総合支援センター相談員  
宮田 昌浩

### 大学で使用している化学物質等について

- ▶ 大学で用量が多く、日本産業衛生学会にて経皮吸収（皮）が疑われている物質

アセトニトリル、アセトン、エタノール、ジエチルエーテル、キシレン、  
クロロホルム（皮）、1,4-ジオキサン（皮）、シクロヘキサン、ジク  
ロロメタン（皮）、N,N-ジメチルホルムアミド（皮）、スチレン（皮）、  
トルエン（皮）、ピリジン、イソプロピルアルコール、ベンゼン（皮）、  
メタノール

- ▶ 上記の物質の中で経皮吸収が疑われ、化学防護手袋GL-3000F、GL-11、GL-6  
において耐透過性試験結果が記載されていない物質（有機溶剤）

クロロホルム、1,4-ジオキサン、N,N-ジメチルホルムアミド、スチレン、  
ベンゼン

- ◆ 化学防護手袋における透過試験対象物質  
主にN,N-ジメチルホルムアミド、参考として1,4-ジオキサン、トルエン
- ◆ 試験対象化学防護手袋  
大学で使用の多いニトリル製手袋とその他（GL-3000F、田中先生開発品等）

## 防護手袋使用時の課題における試験について

- ▶ 防護手袋選定のための簡易試験
  - ・ 連続使用可能時間における試験  
⇒ 劣化状況（目視）、透過時間の測定
  - ・ 使用後の防護手袋内部における有害物質残留濃度試験  
⇒ 残留濃度の測定（再装着時におけるばく露状況の把握）
  - ・ 再使用試験  
⇒ 劣化していない手袋（目視）における再測定（防護手袋の経時変化及び交換時期の把握）

## VOCモニターによる簡易透過試験方法について①

- ▶ 試験装置、試験方法については、田中茂先生（十文字学園女子大学名誉教授）、オリンパス(株)の福岡氏の試験方法を参考に実施

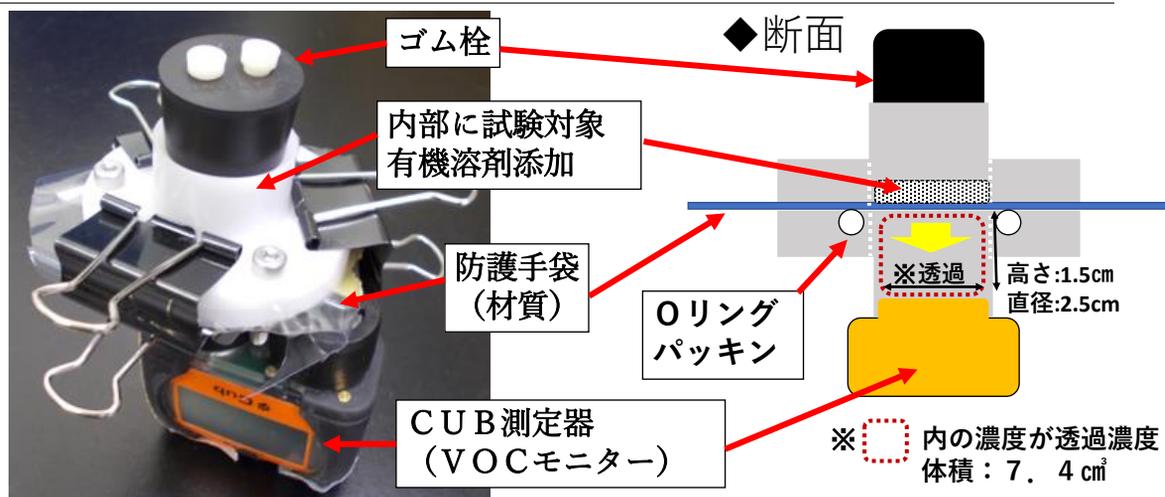
### ◆ 部品



### ◆ 組立



## VOCモニターによる簡易透過試験方法について②



※有機溶剤が防護手袋を透過すれば、VOCモニターの濃度が上昇

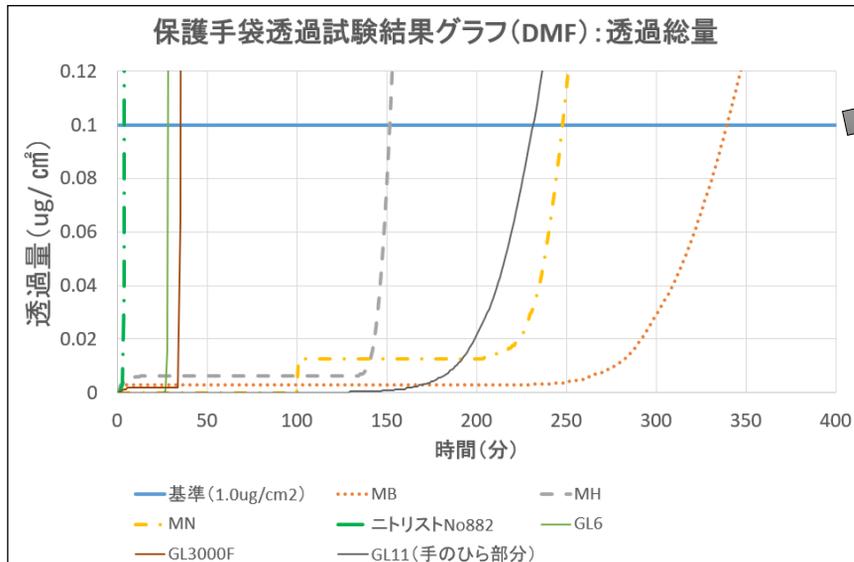
透過までの時間により、適切な防護手袋の選択と使用可能時間の把握ができる

### ▶試験対象防護手袋一覧

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-6		ウレタン
GL-11		天然ゴム
GL-3000F		フッ素ゴム

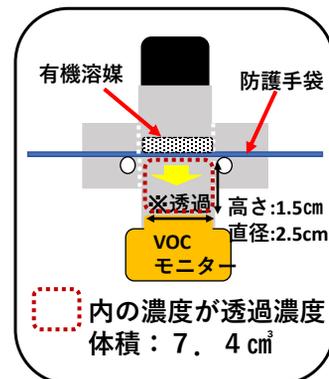
## 実験例 (DMF) 結果①

➤ 対象物質：N, N-ジメチルホルムアミド (DMF)



透過量0.1ug/cm<sup>2</sup>を  
超過した時間 (分)

↓  
次項



## 実験例 (DMF) 結果②

➤ 透過時間について：透過量0.1ug/cm<sup>2</sup>超過時の時間 (分) を自主基準  
⇒ 自主基準未満の場合は使用可能と考える

防護手袋名称	材質	透過量0.1ug/cm <sup>2</sup> 超過時の時間 (分)
MB	PE-ナイロン-EVOH-PE	340
MH	PE-ナイロン-PET-PE	152
MN	PE-ナイロン-PE	248
ニトリストNo882	ニトリルゴム	5
GL-6	ウレタン	29
GL-11	天然ゴム	232
GL-3000F	フッ素ゴム	36

## 実験例 (DMF) 結果③ (劣化状況)

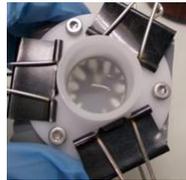
### ➤ 防護手袋の劣化状況 (目視)

- ニトリストNo882 (5分)



➡劣化有

- GL-6 (30分)



➡劣化有

- GL-3000F (36分)

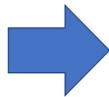


➡劣化有

## 実験例 (DMF) 結果④

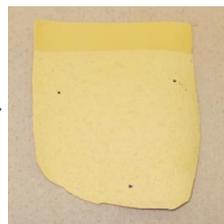
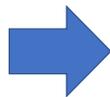
### ➤ 目視レベルで劣化なしと判断した手袋

- MB (340分)、MH (152分)、MN (248分) : 使い捨て



目視確認：劣化なし

- GL-11 (232分)



目視確認：劣化なし

## GL-11の再使用試験について

- GL-11は、DMF透過試験において目視上劣化がなく、再使用を検討する防護手袋の中で透過時間（1 ug/cm<sup>2</sup>超過時間）が最も長かった。



### ◆GL-11の試験内容

#### ①残留濃度確認試験

使用後（透過試験後）の防護手袋素材内部における有害物質残留濃度確認  
⇒再装着時における経皮ばく露リスク確認

#### ②再使用試験

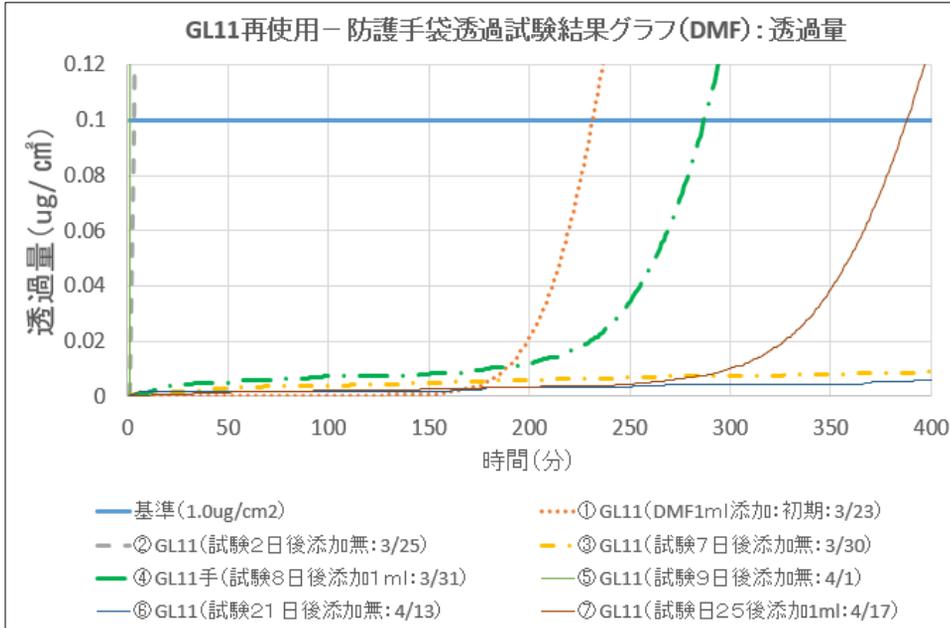
①の試験結果において、防護手袋素材内の有害物質残留量が許容できることを確認した後に、再度透過試験を実施  
⇒初期使用と再使用の透過試験結果から再使用の可能性を検討

## GL-11の再使用試験結果について

試験日	試験項目	DMF添加 (1ml)	透過量0.1ug/cm <sup>2</sup> 超過時の時間 (分)
① 初期 (3/23)	透過試験	有	232
② 試験2日後 (3/25)	残留濃度確認試験	無	4 (DMF残留有)
③ 試験7日後 (3/30)	残留濃度確認試験	無	> 700
④ 試験8日後 (3/31)	再使用透過試験	有	288
⑤ 試験9日後 (4/1)	残留濃度確認試験	無	2 (DMF残留有)
⑥ 試験21日後 (4/13)	残留濃度確認試験	無	> 700
⑦ 試験25日後 (4/17)	再使用透過試験	有	388

※各試験終了後のG-11試料は、付着しているDMFをキムワイプで拭き取り、室温（約25℃）で保管  
防護手袋の劣化状況：①～⑦の試験結果後、DMFによる劣化（目視上）はなかった

## GL-11の再使用試験結果について（グラフ）



## まとめ

### ➤ DMFによるGL-3000F、GL-6、ニトリスト手袋透過試験

目視上劣化が生じており、DMFが防護手袋の材質を劣化させ短時間で透過に至ったと考えられる。大学の実験で良く使用されているニトリルゴム製の手袋は、透過時間5分間と著しく短く経皮吸収リスクの高い手袋であった。

### ➤ DMFによるMB, MH, MN手袋透過試験

耐透過性順にMB (340分) > MN (248分) > MH (152分)

### ● 今回の試験結果より

DMFによる経皮吸収リスク低減のための防護手袋について、**インナー手袋として使い捨てのMB (PE-ナイロン-EVOH-PE)**、**外側にGL-11 (天然ゴム製) を再使用手袋として活用することが考えられた。**ただし、GL-11の再使用の試験結果から、使用後数日間はDMFが残るため、再使用に最適な手袋であると判断できなかった。よって、更に使用方法について検討を要すると思われた。

## 化学防護手袋に関する講演会 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

令和2年8月4日（火）

産業医科大学 作業環境計測制御学

宮内博幸

### 目的

- ・正しい化学防護手袋の使用による化学物質管理の促進
- ・適切な化学防護手袋の選択、使用方法の把握



- 実際の使用状態における防護手袋内側皮膚表面における蒸気状化学物質濃度と手袋外側の濃度を測定
- 防護手袋の有効性について評価

### 本発表における利益相反の開示

本発表に関連して、共同演者を含め開示すべき利益相反に該当する項目はありません。

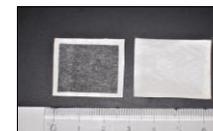
### 方法

#### サンプラー

シート状のパッシブサンプラー

ポリエチレン系の多孔質フィルターで繊維状活性炭 (ACF) を覆う構造

大きさ : 3 cm×3 cm  
厚さ : 約 1 mm  
重量 : 約 0.5 g



#### 試験対象物質

トルエン

## 方法

使用可能条件	トルエン
測定時間	4・8・(24)時間
濃度範囲	50ppm
温度範囲	20°C
相対湿度範囲	40%

5

## 方法

### 試験方法

- ① サンプラーを試験手袋7種類の外側表面と手袋内の手表面に貼る。(手の模型を使用)
- ② トルエンの取り扱い状況を想定して、試験手袋をトルエン蒸気が発生しているチャンバー内に設置して曝露させる。
- ③ 4・8・(24)時間経過後に各サンプラーを回収し、トルエン曝露濃度を測定。
- ④ 手袋下端側を閉鎖した条件で測定(n=3)

6

## 方法



サンプラー貼り付け位置

7

## 方法

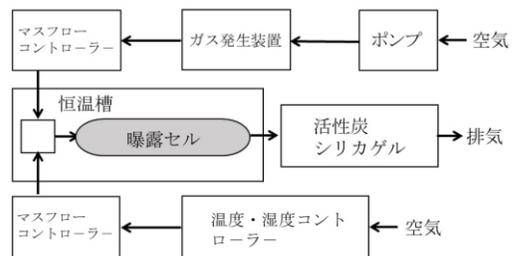
### 試験対象防護手袋

No	製品の素材	トルエン透過時間	平均厚み(mm)	平均重量(g/m <sup>2</sup> )	サイズ	長さ(cm)
1	ニトリルゴム(厚手)	不明	0.10 (0.10-0.12)	81.7	L	27
2	PE(ポリエチレン)(薄手)	不明	0.02 (0.02-0.02)	8.8	フリー	23
3	ポリウレタン(厚手)	不明	0.90 (0.78-1.10)	136.7	L	41
4	ポリウレタン(薄手)	不明	0.20 (0.15-0.30)	19.9	L	26
5	EVOH(エチレン-ビニルアルコール共重合体)+PE	480分以上	0.09 (0.09-0.09)	9.3	—	30
6	EVOH+ナイロン	480分以上	0.06 (0.06-0.06)	16.3	L	30
7	EVOH+PE(5層)	480分以上	0.10 (0.09-0.10)	10.9	L	24

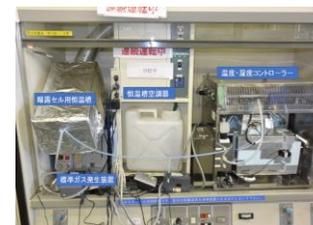
8

## 方法

### 曝露装置



9



実験装置の写真



曝露セルの写真

10

## 方法

### 分析機器

種類	使用機器名
ガス発生装置	校正用ガス調製装置 パーミエーター PD-1B (ガステック製)
温湿度・流量制御装置	微小流量用温湿度制御装置 KTC-Z02A-S (コトヒラ工業製)
空調機	校精密空調・局所空調 PAU-800S (アビステ製)

11

## 方法

### 分析条件

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

12

## 結果

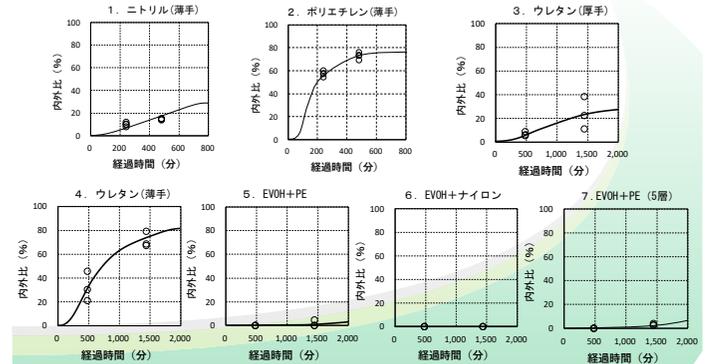
### 防護手袋のトルエン内外濃度比

No	素材	素材	内外比(%) <sup>1)</sup>			SD(%) <sup>2)</sup>	AM(%) <sup>3)</sup>	RSD(%) <sup>4)</sup>
			1回目	2回目	3回目			
1	ニトリルゴム (薄手)	240	10.3	8.1	12.0	1.6	10.2	15.7
		480	14.0	14.6	15.3	0.5	14.6	3.7
2	ポリエチレン (薄手)	240	57.6	54.0	60.2	2.5	57.3	4.4
		480	69.2	73.5	75.6	2.7	72.8	3.7
3	ポリウレタン (厚手)	240	6.0	5.6	8.9	1.5	6.8	21.2
		480	38.6	22.6	11.1	11.3	24.1	46.8
4	ポリウレタン (薄手)	480	21.3	45.7	30.5	10.1	32.5	30.9
		1440	67.3	79.3	68.8	5.4	71.8	7.5
5	EVOH+PE	480	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.0	0.1未満	0.0
		1440	0.1	4.9	0.1未満	2.3	1.7	137.9
6	EVOH+ナイロン	480	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.0	0.1未満	0.0
		1440	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.0	0.1未満	0.0
7	EVOH+PE (5層)	480	0.1未満	0.1未満	0.1未満	0.0	0.1未満	0.0
		1440	2.6	2.8	4.0	0.6	3.1	19.4

1)内外比：内側量/外側量 2)SD：標準偏差 3)AM：算術平均 4)RSD：相対標準偏差

## 結果

### 測定結果のまとめ



## 考察

① 6. EVOH+ナイロン、7. EVOH+PE(5層)は手袋の外側が50 ppmに480分間曝露しても、内側は定量下限値未満であり、内外比は0.1未満となった。EVOH+ナイロンでは1440分間曝露しても、内側は定量下限値未満であった。

② 3. ウレタン(厚手)は480分経過時に6.8%、1440分経過時に24.1%に対し、4. ウレタン(薄手)は480分経過時32.5%、1440分経過時71.8%と高い割合であった。

15

## 考察

③ ウレタン(厚手)と(薄手)の3回実施時の相対標準偏差は、480分経過時21.2%と30.9%、1440分経過時46.8%と7.5%と、ばらつきが大きかった。

④ 同種類の手袋でも、製品により指先部や手の平部、甲部の厚みに違いがあることが原因の一つと推定された。

16

## 謝辞

本研究は令和元年度 労災疾病臨床研究事業費補助金(190601-01) を受けたものです。

# 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

(有)環境検査センター 所長  
日測協認定IOHA  
労働衛生コンサルタント  
吉澤 章

## 研究目的について

### ➤ 目的

某大学工学系研究室の作業環境測定結果が第2, 第3管理区分となった研究室における有害物質の経皮吸収状況と簡易透過試験により、適切な防護手袋の選定を検討する。

✓ 第2、第3管理区分となった研究室における実験  
合成反応、カラムクロマト・分画、ロータリーエバポレーターによる濃縮等

✓ 使用していた主な有機溶剤

- ・クロロホルム
- ・酢酸エチル
- ・n-ヘキサン

✓ 使用していた手袋

- ・薄手手袋（ニトリル製）



# 実験方法について

- ▶ PERMEA-TECパッドを用いた薄手ニトリル手袋のクロロホルム透過量の試験



SKCカタログ引用

※手袋を透過した溶剤がPERMEA-TECパッドに吸着⇒パッドに吸着した溶剤を分析

- ▶ 簡易透過試験装置を用いた防護手袋の透過濃度測定



# 研究結果について①

- ▶ PERMEA-TECパッドを用いた薄手ニトリル手袋のクロロホルム透過量の試験結果

手のひらと中指にパッドを装着して実験をおこなったが、**手のひらに装着したパッドは汗が付着してしまい、測定することができなかった。**よって、中指に装着したパッドの測定結果を記載

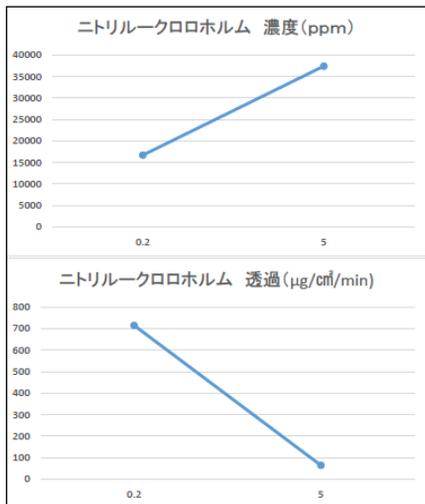
測定日-実験者	作業内容、使用状況等	クロロホルム	
		透過量 (mg/パッド)	( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ )
1-1	分液、洗浄、カラムクロマト (10分)	1.4	6.30
1-2	洗浄、反応準備、カラム (10分)	0.01	0.05
2-1	器具洗浄30分、再結晶30分	0.09	0.41
2-2	カラム	0.09	0.41

測定日-実験者	作業内容、使用状況等	クロロホルム	
		透過量 (mg/パット)	( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ )
3-1	分液操作	0.19	0.86
3-2	カラム、洗い物	0.08	0.36
4-1	分液操作中手袋外側から溶媒がかかった	5.6	25.90
4-2	シリカルゲルカラム、分液	2.1	9.48
5-1	分液	0.06	0.27
5-2	カラム	0.20	0.90
6-1	分液	3.5	15.80
6-2	カラム（展開液クロロホルム使用）	0.31	1.40
7-1	分液	0.23	1.04
7-2	使用容器の洗浄	1.6	7.23
8-1	分液	0.03	0.27
8-2	反応の仕込みと、使用した器具洗浄	0.02	0.11

## 研究結果について②

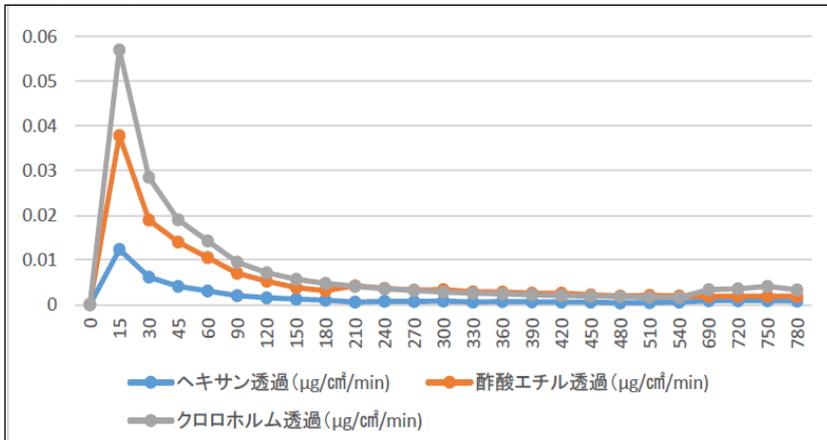
### ▶簡易透過試験装置を用いた防護手袋の透過濃度測定結果

#### A. ニトリル手袋の経過時間に対するクロロホルム濃度と透過濃度の関係



試験開始から0.2分後で15000ppmの透過濃度が得られ、そく透過することを確認した。酢酸エチルも同様に、最初から高い透過濃度が得られた。

### C. 3種類の有機溶剤混合におけるガードMB (EVOH手袋) の透過時間に対する透過濃度の関係



耐透過性手袋 (EVOH) は、クロロホルム、酢酸エチル、n-ヘキサンに対して、780分以上の透過しない結果が得られた。その他、ナイロン (PA) 手袋は酢酸エチル、ヘキサンに対しては480分の透過性能を示したが、クロロホルムに対しては90分であった。PET手袋は酢酸エチル、ヘキサンに対しては480分以上の透過性能を示したが、クロロホルムに対しては10分経過で $0.1 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ を超える結果であった。

## まとめ

#### ▶ PERMEA-TECのクロロホルム透過量の試験

ディスポタイプ薄手ニトリル手袋はクロロホルムを透過し、基準値 ( $0.1 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ ) と仮定すると8名の実験者が破過したとの結果が得られた。なお、パッドの装着、貼る位置として、作業者の汗の影響を考慮する必要がある。

#### ▶ 簡易透過試験装置における薄手ニトリル手袋 (約 $70\mu\text{m}$ ) について透過試験

- クロロホルム、酢酸エチルに対してそく破過を示しており、手袋の使用の検討が必要。
- 田中が耐透過性手袋として開発したEVOH手袋は、3種類 (クロロホルム、酢酸エチル、ヘキサン) の有機溶剤ともに破過基準 $0.1 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ と設定すると、780分以上の耐透過性能を有していた。

◆ 大学等での経皮ばく露対策として、手袋の中敷きにEVOH手袋をした上に、薄手ニトリル手袋の使用が望ましいと考えられた。

## 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

- ・ 浅沼労働衛生コンサルタント事務所 浅沼 雄二  
asa1955@nifty.com

## 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

※情報の普及を目的として2013年に作成したケミカルインデックスの可能な限りの新しいデータへの変更を行い、さらにより多くの方々が参考にしていただくよう修正を行った。

<方法>

1. 化学物質情報の見直し（化学物質の基本情報）：
    - ・ 許容濃度、経皮吸収の有無、発がん性分類は産業衛生学会 許容濃度等の勧告(2018年度)を参照
    - ・ 管理濃度：日本作業環境測定協会掲載の管理濃度を参照
    - ・ ACGIH-TLV、BEI ACGIH 2019年度版 TLVs and BEIs を参照
  2. GHS 有害性データの見直し：  
厚生労働省「職場のあんぜんサイト GHS モデルラベル・SDS 情報」を参照とした。
  3. 化学防護手袋の透過試験データの見直し：  
手袋メーカーのホームページを参考に、化学防護手袋透過時間データの記載してあるものを調査、ホームページにないもので入所可能データは、十文字学園女子大学名誉教授の田中 茂先生に依頼し、資料を取り寄せた。
- ・ 現在ケミカルインデックスは以前のアプリケーションソフトを使用しての閲覧ではなく、インターネットを通じての閲覧として、化学防護手袋研究会の会員登録をした後、化学防護手袋研究会の会員サイトページへアクセスすることで、インターネット上で見ることができる。（<http://chemicalglove.net/>）
  - ・ 使用方法は、メニュー画面にて、カタカナ名(全角、半角)CAS番号のどれでも検索欄に記載することにより、順次あてはまる物質名が絞られる。表示された化学物質名から対象物質をクリックするとデータが表示される。

## ケミカルインデックスの表示及び使用方法

### ケミカルインデックスのメニュー表示画面

ex.php

保護具選定のためのケミカルインデックス

検索欄

絞られた物質名

カーソルで画面を下へ移動

### ケミカルインデックスの化学防護手袋表示画面

保護具選定のためのケミカルインデックス

絞られた物質名

## ケミカルインデックスの表示及び使用方法

### ケミカルインデックスの表示画面

保護具選定のためのケミカルインデックス

詳細情報

CAS番号	化学物質名	物質濃度	許容濃度	特性・危険
67-56-1	Methanol	200ppm	200ppm	可燃性・有毒
75-08-1	Ethanol	200ppm	200ppm	可燃性・危険

カーソルで画面を下へ移動

### ケミカルインデックスの化学防護手袋の透過時間の表示画面

透過時間の表示画面

手袋タイプ	透過時間 (分)	化学物質名
バリアー(PE-PA-PE)	>480	ニトリル
ポリビニルアルコール	<10	ポリ塩化ビニル
ネオプレン/天然ゴム	120~240	ブチルゴム
ネオプレン	>480	バイトン/ブチル

カーソルで画面を下へ移動

## <考察>

今回、化学防護手袋の透過時間を調べて、多くの事業所のホームページを回覧したが、なかなかデータにたどり着けなく苦労した。今後、多くの方々に、個々の化学物質に対する保護具選定の参考にしていただくために、より多くのデータ、より新しいデータを取り入れられるよう、ケミカルインデックスの定期的見直しが必要と考えられた。

このような資料一覧におけるデータ収集は多くの方々の協力なくしては、決してできるものではないことが、つくづく思い知らされた。

現在ケミカルインデックスは化学防護手袋研究会のホームページの会員サイトに搭載されており、インターネットを通じてパソコンだけでなく、タブレット端末機や携帯電話（スマートフォン）でも閲覧可能となっている。誰でもが化学物質情報（マスクや手袋情報等）が見れるようになっているので、多くの方が入会していただき、閲覧していただければと思った。

化学防護研究会ホームページ：<http://chemicalglove.net/>

## 化学防護手袋の素材に対する化学物質の透過時間と劣化について

### <目的>

- ・化学防護手袋の素材に対して、化学物質の性質（類・官能基）で透過時間に傾向がみられるかどうか。また、透過時間と耐劣化性での傾向が見られれば、作業員への化学防護手袋の選択の際に役に立つのではないかと考える。

### <方法>

- ・有機溶剤及び特定有機溶剤を性質（類・官能基）で分類し、対応する化学防護手袋データ及びホームページ等に記載の劣化情報を整理した。

# 検索対象物質

検索対象物質(有機溶剤 35物質)

類別	物質名	類別	物質名	
炭化水素類 炭素(C)と水素(H)の結合のみ)	トルエン	アルコール類 (-OH-)	メチルアルコール	
	キシレン		イソプロピルアルコール	
	ベンゼン		1-ブタノール	
	ステレン		イソブチルアルコール	
	ノルマルヘキサン		シクロヘキサノール	
ハロゲン化炭化水素類 (炭化水素中の水素原子がハロゲン(フッ素、塩素、臭素、ヨウ素)で置換生成)	クロロベンゼン	エステル類 (-COOH-)	酢酸エチル	
	1,2-ジクロロエタン		酢酸n-ブチル	
	トリクロロエチレン		酢酸n-ペンチル	
	テトラクロロエチレン		酢酸n-プロピル	
	クロロホルム	エーテル類 (R-O-R')	エチルエーテル	
	ジクロロメタン		1,4-ジオキサン	
	o-ジクロロベンゼン		テトラヒドロフラン	
	四塩化炭素		セロソルブ類 エチレングリコールのエーテル類)	セロソルブ
	1,1,2,2-テトラクロロエタン			セロソルブアセテート
	1,1,1-トリクロロエタン			ブチルセロソルブ
アセトン	メチルセロソルブ			
ケトン類 R-C(=O)-R') Rはアルキル基	シクロヘキサノン			
	メチルイソブチルケトン			
	メチルエチルケトン			

化学防護手の素材別化学物質の袋透時間(分)と劣化

透過時間: 0~60(分) 60~240(分) 240~480(分)  
 劣化: ○: 良い~非常に良い △: 普通 ×: 劣化が認められる

類(官能基)別	プラスチック類											ゴム製										薄手							
	バリアー		EVOH		ポリビニルアルコール		ポリ塩化ビニル		天然ゴム		ニトリル		ネオプレン		アクリル/天然ゴム		ブチルゴム		バイロン(フッ素ゴム)		ポリイソプレン		シリコン/フッ素		ニトリル		シリコン/ニトリル		
	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	透過時間	劣化	
炭化水素類(5)	トルエン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	キシレン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ベンゼン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ステレン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ノルマルヘキサン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハロゲン化炭化水素類(10)	クロロベンゼン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1,2-ジクロロエタン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	トリクロロエチレン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	テトラクロロエチレン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	クロロホルム	○	○	0~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ジクロロメタン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	o-ジクロロベンゼン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	四塩化炭素	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1,1,2,2-テトラクロロエタン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1,1,1-トリクロロエタン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ケトン類(4)	アセトン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	シクロヘキサノン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メチルイソブチルケトン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メチルエチルケトン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
アルコール類(5)	メチルアルコール	○	○	0~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	イソプロピルアルコール	○	○	0~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1-ブタノール	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	イソブチルアルコール	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	シクロヘキサノール	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エステル類(4)	酢酸エチル	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	酢酸n-ブチル	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	酢酸n-ペンチル	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	酢酸n-プロピル	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
エーテル類(3)	エチルエーテル	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	1,4-ジオキサン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	テトラヒドロフラン	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
セロソルブ類(4)	セロソルブ	○	○	0~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	セロソルブアセテート	○	○	240~480	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	ブチルセロソルブ	○	○	120~240	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	メチルセロソルブ	○	○	0~60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

## 化学防護手袋の素材に対する化学物質の透過時間と劣化について

### <考察>

#### 1 プラスチック製の手袋について

- ・ポリ塩化ビニールはアルコール系の有機溶剤以外では透過時間が0～60(分)と短く、耐劣化性情報でも劣化が認められる表示されていた。
- ・EVOH及びポリビニールアルコールはカタログ等によると、「プラスチックの中で最大のガスバリア性を示す」との明記されており、多くの有機溶剤に使用可能と思われるが、分子中に水酸基を含むため透湿性がある。そのため水分を含んだ溶剤（アルコール系）では、透過時間が0～60（分）と短く、耐劣化も認められると表示されていた。

#### 2. ゴム製手袋について

- ・本来、ゴムは酸・アルカリ・細菌などの水系物質に対して有効で、ゴムと親和性のある有機溶剤には適さないことが、透過時間及び劣化性情報で示されていた。ただし、水分含有のアルコール系有機溶剤に対しては、ある程度の透過時間も確認された。

また、フッ素樹脂で加工されたゴム製品では、フッ素樹脂の影響と思われるが、多くの有機溶剤で劣化が見られず透過時間も確認された。

#### 3. 透過時間と耐劣化性について

- ・今回、透過時間と劣化の関係を調べたが、化学物質に対して劣化が認めらる素材は透過時間も短く表示されており、60分以上の使用に適さないとされた。

化学防護手袋に関する講演会 2020年8月4日

## 労働衛生における経皮吸収の取り組みについて 今後の調査研究の協力をお願いする

### 田中 茂

化学防護手袋研究会会長、十文字学園女子大学名誉教授

・2019年度厚労科研の本研究を進めるための事務処理等が大変遅れた。今日、発表して頂いたメンバーに大変ご迷惑をおかけした。彼らに**大変感謝**している。

・日本の労働衛生における化学物質に対する**経皮吸収に関する調査研究が遅れている。**

- ・作業者の経皮吸収曝露を防ぐための化学防護手袋の簡易透過試験を、**現場に出向いて指導**したい。
- ・事業場のご**支援、ご協力**をお願いしたい。
- ・田中茂の**メールアドレス**にご連絡ください。

[stanaka@jumonji-u.ac.jp](mailto:stanaka@jumonji-u.ac.jp)



自己紹介：大学化学終了⇒中央労働災害防止協会⇒北里大学衛生学部(作業環境測定士教育担当)⇒十文字学園女子大学(衛生管理者教育担当)

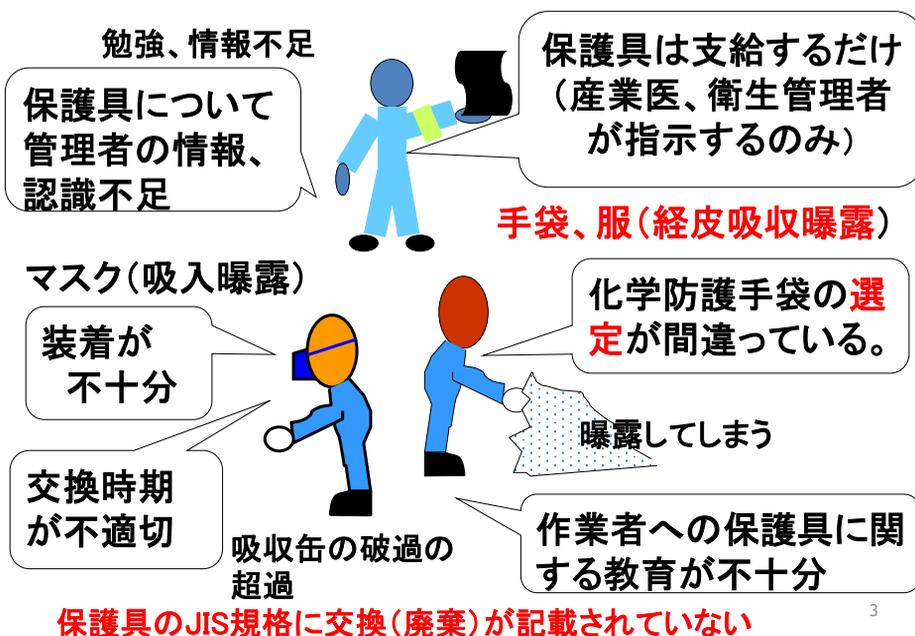
主な研究テーマ：**化学物質曝露と生物学的モニタリング、保護具**

(**農林水産省、厚労省、慶応大学医学部衛生等のご支援、ご指導による**)

- ・化学繊維：二硫化炭素(昭和初期から職業病発生：沸点46℃、尿中TTCA)、アセトンジメチルホルムアミド(吸入+経皮、急性肝炎)、アセトニトリル
- ・接着、洗浄、塗装、フィルム製造：トルエン(ハップサンダル製造)、ジクロロメタン(経皮吸収)、HCFC123 (沸点28℃、急性肝炎)
- ・ダイナマイト(月曜病)：ニトログリコール(頭痛、経皮吸収)
- ・金属：鉛、青銅鋳物、フェロアロイ(マンガン) 製鉄所(発がん性物質)
- ・ウレタン製品：ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド(吸入+経皮、急性肝炎)
- ・自動車整備：石綿(ブレーキライニング石綿含有)
- ・製鉄所：コールタール、粉じん、金属、マンガン(脱酸剤、塩基性Mn除)
- ・農薬：臭化メチル(沸点4℃-x有機ガス用)、ヨウ化メチル、シアン化水素、リン化水素、フッ化スルフリル、クロロピクリン、MITC、スミチオン、DDVP
- ・病院等：ホルムアルデヒド(沸点-20℃、解剖実習、エンバミング)、エチレンオキシド(沸点10℃、専用吸収缶) グルタルアルデヒド
- ・三宅島(SO<sub>2</sub>ガス)：子供用(小中高校生)マスク面体
- ・バッテリー製造、鉛解体：鉛(高い血中鉛、PAPR、防護服)
- ・ITO(酸化インジウム・酸化錫ターゲット)：インジウム(PAPR、防護服)
- ・ナノマテリアル：カーボンブラック、シリカ、酸化亜鉛、酸化チタン(PAPR)

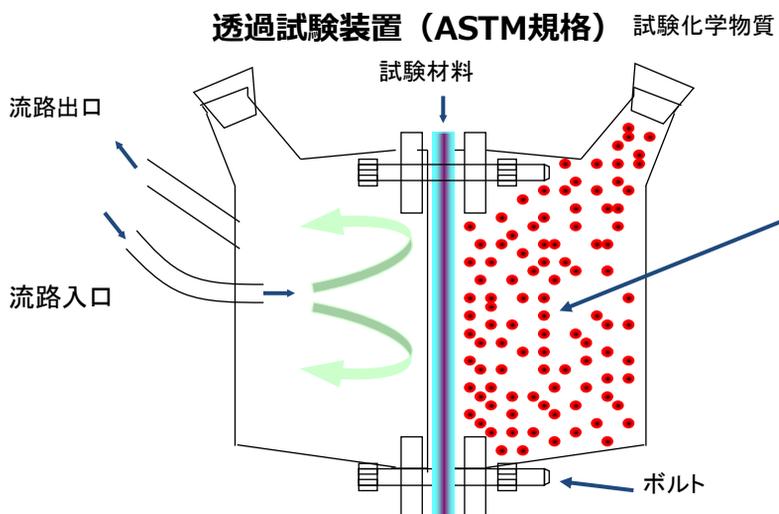
\* PAPR:電動ファン付き呼吸用保護具

## 労働衛生保護具における使用の現状



### 1997年頃

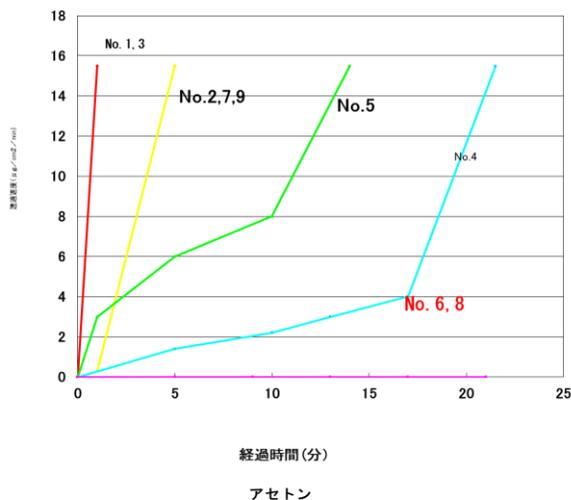
JIS化学防護手袋の透過試験を記載するための検討  
ISO規格(国際規格)とASTM規格(アメリカ規格)の比較



# 経過時間と透過速度の関係

No.は材質の異なる手袋の種類を示す。

多くの手袋は即有機溶剤蒸気を透過する結果であった。



5

## 日本産業衛生学会に発表： 有機溶剤に対する耐劣化と透過試験結果の比較(一例)

手袋の素材	トルエン		ジクロロメタン		メタノール		ジメチルホルムアミド	
	耐劣化	透過時間(分)	耐劣化	透過時間(分)	耐劣化	透過時間(分)	耐劣化	透過時間(分)
塩化ビニル	×	1	×	1	○	1	×	1
ニトリル	×	10	×	1	◎	40	—	3
ウレタン製	○	1	×	1	◎	1	×	1
クロロスルホン化 ポリエチレン (CSM)	×	5	×	5	◎	>480	—	156
ポリビニルアルコール樹脂製	◎	10	○	1	△	>480	×	11
EVOH(シルバースールド)	◎	>480	○	>480	◎	短い	◎	>480
フッ素ゴム	◎	>480	×	120	×	>480	×	11
ブチル製	△	5	×	5	◎	>480	◎	>480
シリコン樹脂製	×	1	×	1	◎	1	◎	—

浸漬試験結果(メーカーが記載) ◎ほとんど異常なし ○影響あるが使用可

△条件により使用可 ×使用不可 —データなし

透過時間 0.1μg/cm<sup>2</sup>・minの透過速度が得られた時間(田中の試験データより)

・**ジメチルホルムアミド (DMF)**：自動車の椅子を製造。作業終了時、1日20分程度、ウレタン製手袋を使用して、噴射するノズルの洗浄を行っていた。産業医が特殊健康診断としてこれらの作業就業後、10名程度に高い尿中NMF (DMFの代謝産物) が検出され疑問を持った。(マスクを装着させて作業しているのに、どこで曝露)



7

### ジメチルホルムアミド (DMF)、ジメチルアセトアミド (DMAC)による中毒事例 (労働衛生のしおりより)

発生年月	被災者数	発生状況	発生原因等
H15.05 (2003)	中毒8名	ブタジエン抽出塔内部において残さ物を取り除く清掃作業を行っていたところ、残さ物に含まれていたDMF (抽出補助溶剤) が塔内部に充満し、これを吸入したため、11名中8名が有機溶剤中毒となった。	関係事業者間の連絡不足 <b>呼吸用保護具未着用</b> 有機溶剤作業主任者未選任
H17.01 (2005)	中毒1名	被災者が鋳造金型の洗浄作業のため、DMACを洗浄剤とし5ヶ月間使用していたところ、急性肝炎となった。被災者は <b>呼吸用保護具を着用</b> し、換気設備も設置されていたが、換気能力不足のため、室内に滞留した当該物質に曝露し続けたものと考えられた。	換気不十分

8

## ジメチルホルムアミド (DMF)、ジメチルアセトアミド (DMAC)による中毒事例 (労働衛生のしおりより)

発生年月	被災者数	発生状況	発生原因等
H18.12 (2006)	中毒1名	コンテナ洗浄作業においてDMACを使用しタンク内面の洗浄作業を行っていた被災者がタンク内の強制換気を行わず作業を行っていたもの	換気不十分 保護具不適切 (有機ガス用防毒マスク→送気マスク、 <b>化学保護服</b> )
H19.10 (2007)	中毒3名	プラスチック製品工場において電子機器用フレキシブルプリント基板の製造のため、DMFで洗浄作業を行ったところ、 <b>有機溶剤が皮膚から体内に侵入し</b> 、中毒となった。	<b>不適切な保護具の使用</b> 安全衛生教育不十分

9

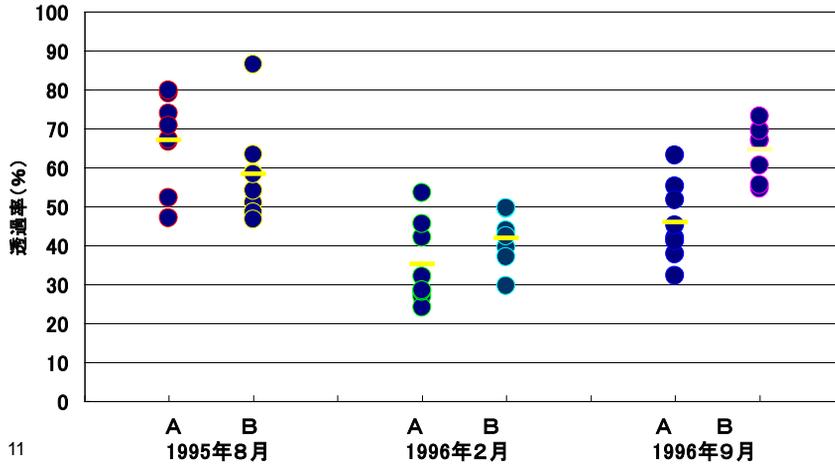
**化学物質 (DMF)を取扱うのに  
一般の作業服でいいのですか？**  
作業服からの有機溶剤蒸気の透過  
(作業服の外側と内側に活性炭フェルトを装着)



10

## 一般作業服（綿、混紡）において DMFがどれだけ透過して 皮膚表面に到達しているか透過率の測定

夏は50%、冬は40%(まるで裸で作業しているようです)



11

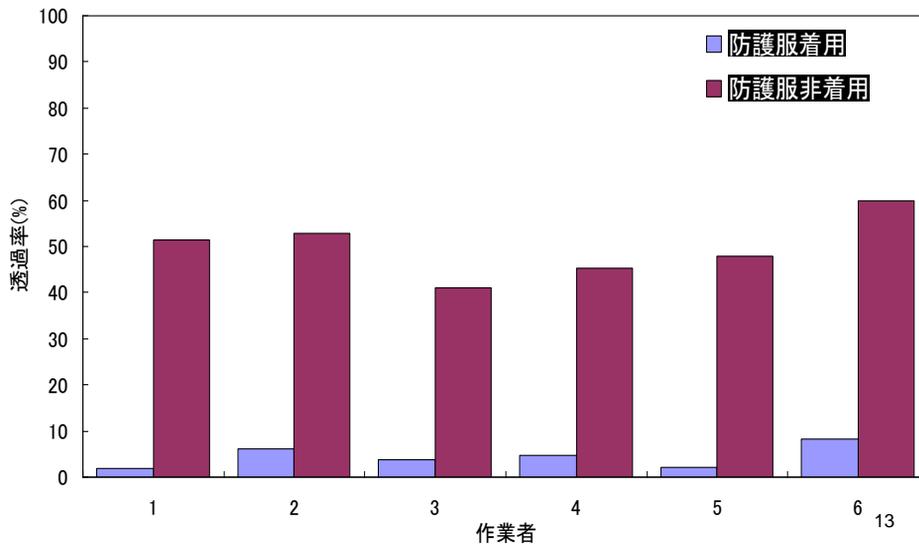
## 化学防護服での透過率測定

活性炭のフィルターを外側と下着に各8か所装着、  
捕集した有機溶剤を分析し、両者の比率を求めた。

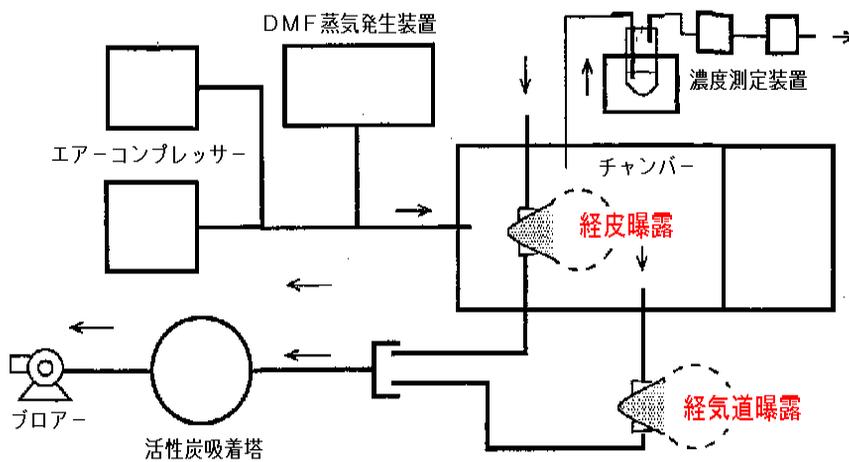


12

## 透過率は化学防護服を装着すると 一般作業服の1/10に減少

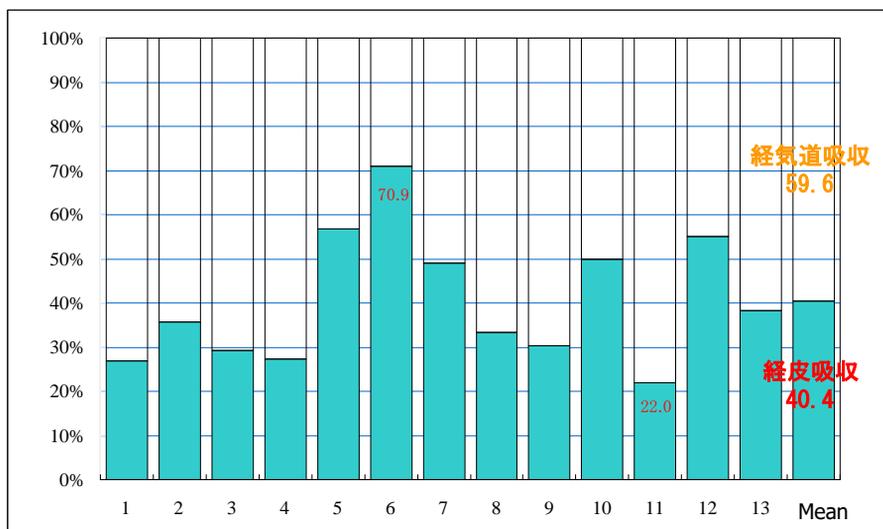


## DMFの曝露試験装置



## DMFの経皮吸収と経気道吸収の割合

経皮吸収寄与率 = 経皮吸収NMF ÷ (経皮吸収 + 経気道吸収) NMF × 100



15

## 作業現場で化学防護手袋が適正に使用されていない事例(2000年前後)

- **ジクロロメタン** : 衛生管理者から塩化ビニールの手袋を支給され、作業者は手がひりひりするのはいやがらないと思っていた。
- **メチルエチルケトン (MEK)** : 使い捨て手袋を装着しているが、手指の刺激、傷があると痛い、皮膚が白っぽくなると訴えていた。
- **N-メチルピロリドン** : ビデオカメラのレンズの洗浄剤としてトリクロロエチレンの代替物質として使用し始めたら、カブレを生じた。

16

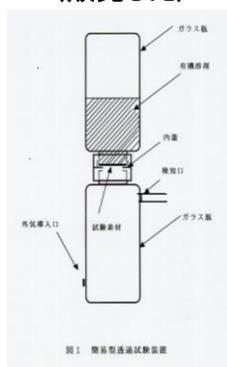
接合部からの透過が大丈夫？



接合部なしの手袋は厚さが違う？（ディッピングの製法だと、上下で厚さが異なる。薄い部分が透過時間に影響する？）



③ユーザーが調べられる簡易透過試験装置  
(販売した)



・化学物質と素材によって、素材が伸びてしまうことがあり、耐透過性の試験に影響がでてしまう。

#### ④ 改良版小型簡易透過試験装置



透過側のセルが小さい。  
透過していることを確認するにはいい試験装置。  
透過基準値 $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{min}$ と比較したい。

### 耐透過性に優れた手袋の開発 プラスチック素材の酸素透過性能の比較 (一例)

素材	酸素透過性能 ( $\text{ml}/\text{m}^2\cdot 24\text{h}\cdot\text{atm}$ )
ポリエチレン	2900
EVOH	0.2から0.7
ナイロン(ポリアミド)	4
ポリ塩化ビニリデン (サランラップ、クレラップの原料)	0.2

参考文献 新井 健司, 中村 文雄  
関税中央分析所報 第44号 2004 63 プラスチックフィルム等からなる  
気密容器の酸素透過度

## 透過しにくい素材の手袋の開発

- 使い捨て式手袋の使用が多いことをふまえ、透過性のある手袋だけ、あるいは中敷き(内側)に透過しにくい素材の手袋を使用、外側に天然ゴム、ニトリル、塩化ビニル製等を装着を提案する。
- **EVOH(エチレンビニルアルコール共重合体)**の素材：厚手の手袋(Honeywell(North)のシルバーシールド (EVOH)や、ダイヤゴム(株)のタイロフT1-N (EVOHをナイロンで挟み込んだ素材)の化学物質に対する透過時間を参照して選定の参考とする。
- **ポリアミド製手袋**(ムード商事製トリプルナイロン PA/変性PE/L-LDEP 60ミクロン)使い捨て式手袋が開発された：アンセル(株)製バリアー(同様の素材)の化学物質に対する透過性能を参照
- **ポリアミド+EVOHの2種類の多層フィルムがついた使い捨て式手袋が開発**(ムード商事製ハイバリアー PA/EVOH/NYLON/変性PE/L-LDEP)：シルバーシールドとバリアーの両者の耐透過性能を有する素材として期待される
- **ポリ塩化ビニリデン製手袋** 耐酸素透過率が低い。

### まとめ 1： 化学防護手袋の透過時間に与える因子

(化学物質の素材内の分子の拡散に影響与える因子)

- 手袋の**素材**に大きく影響する
- 手袋の製法、素材への混合物により影響する
- 手袋の素材の**厚さ**は比例する
- 使用**温度**に影響する
- 手袋と化学物質との**接触時間**に影響する

(接触時間、付着量等により交換時期を推定するのが難しい)

## まとめ2

- ・ 化学物質取扱い作業場における化学防護手袋の使用状況：同じ手袋を長時間、使用していませんか
- ・ 作業場ごとに化学防護手袋について勉強した保護具着用管理責任者を置く(提案)
- ・ 化学物質に対する手袋の透過時間および劣化についての情報を収集して、作業状況をふまえて手袋を選定する。
- ・ 手袋の使用状況をふまえて、手袋内への化学物質の透過をふまえて交換時期を決定する

参考図書（中央労働災害防止協会から出版）

- ・ 皮膚からの吸収・ばく露を防ぐーオルトトルイジンばく露による膀胱がん発生から学ぶー
- ・ 皮膚からの吸収・ばく露を防ぐー化学防護手袋の適正使用を学ぶー

23

新規会員募集のご案内

### 化学防護手袋研究会

CPGR

化学物質の経皮ばく露の防護対策が緊急課題となっています。  
当研究会は、手袋使用事業者の立場から、事業者が実施可能な経皮ばく露の防護対策の検討や提言を目的に活動します。

化学防護手袋の  
国際的技術動向

化学物質の  
計測や検出

最新の材質・加工技術の  
情報収集・整理・共有

#### 会員の特典

- ・ 当研究会主催の研究会、セミナー等に会員価格で参加可能
- ・ 当研究会主催の研究会、セミナー等の資料を、後日会員向けウェブサイト内で入手可能(一部ご提供できない資料もあります)
- ・ 会員向けの情報提供(会員向けウェブサイト内にて)

💡年会費 団体会員20,000円/個人会員5,000円

#### ご入会は

入会申し込みは 当会ウェブサイト  
URL: <https://chemicalglove.net/> より  
入会申込書をダウンロードして必要事項をご記入の上、  
事務局へメール  
✉: [info@chemicalglove.net](mailto:info@chemicalglove.net) してください。



・簡易的な検知方法(検知管の使用、天秤を用いてる方法、透過部と検知部をドッキングした透過試験装置)の説明に事業場に出向いて指導をしたいと考えています。田中にご連絡を頂ければ幸いです。

・化学物質の経皮曝露を防護するために化学防護手袋の適正な選定と使用を

・多くの方に化学防護手袋研究会にご入会頂けることをお願いしたい。

田中 茂

[stanaka@jumomji-u.ac.jp](mailto:stanaka@jumomji-u.ac.jp)

