

埼玉産業保健総合支援センター 第40回衛生管理者交流研究会 センサー法（リアルタイムモニター）による手袋の簡易透過試験

オリンパスメディカルシステムズ株式会社

生物学評価解析技術 安全衛生・環境法規制担当 | 福岡 荘尚 | 2024/6/27

本日の内容

1. はじめに
2. 薄手手袋の透過実験
3. ジグを使った手袋の簡易透過実験
4. まとめ

皮膚等障害化学物質

皮膚等への障害防止のため、保護具の適切な着用が求められます

皮膚等への障害を引き起こしうる化学物質を製造・取扱う業務に労働者を従事させる場合、物質の有害性に応じて、労働者に障害等防止用保護具を使用させなければなりません。



皮膚・眼刺激性
皮膚腐食性



皮膚から吸収され健康障害を
引き起こしうる化学物質

※健康障害を起こすおそれのあることが明らかな物質：**義務**

※上記を除き、健康障害を起こすおそれがないことが明らかなもの以外の物質：**努力義務**

ポイント！

化学物質の種類や取扱い内容により適切な保護具は異なります。必ず確認しましょう。

皮膚障害等防止用保護具の 選定マニュアル

皮膚障害等防止用保護具の選定マニュアル（第1版 令和6年2月）

<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216985.pdf>

リーフレット

<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216818.pdf>

皮膚等障害化学物質及び特別規則に基づく不浸透性の保護具等の使用義務物質
リスト

<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216989.xlsx>

耐透過性能一覧表

<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216987.xlsx>

皮膚障害等防止用保護具の 選定マニュアル



第3章 化学防護手袋の選定

コラム ～自社で耐透過性能を確認する方法～

基本的には保護具メーカーへの問合せ等で入手した透過試験のデータに基づいて保護具の判断をすることが望ましいが、JIS T 8116 に基づいた試験法で耐透過性能が確認できない場合は、自社で簡易試験を行う方法も考えられる。簡易試験については現在開発されているところであり、具体的には以下の図のように化学防護手袋の片側に化学物質を配置し、もう一方の側に測定機器を設置し、検出されるまでの時間を計測するものがある。

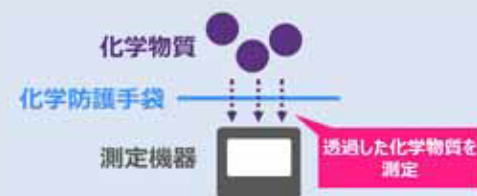


図 3-15 簡易試験のイメージ

なお、簡易試験については現在開発中であるため、利用の際には科学的知見に基づく等、十分な留意が必要である点に注意する。具体的には、以下のような点に留意する必要がある。

- ・簡易試験については、揮発により材料を透過した気体を対象としているため、蒸気圧が低い（沸点が高い）物質は、検知できない。
- ・検知管法、リアルタイムモニターについては、測定できる物質に限りがあるほか、妨害物質等が存在する場合正しく測定できない可能性がある。
- ・簡易試験法の測定結果と JIS T 8116 による測定結果との比較については、今後、精度を確認した上で、使用する必要がある

現時点では上記の懸念点があるものの、今後更なる研究・検証が進み、将来的に活用できるようになることが望まれる。

皮膚障害等防止用保護具の選定マニュアル（第1版 令和6年2月）
<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216985.pdf>

本日の内容

1. はじめに
- 2. 薄手手袋の透過実験**
3. ジグを使った手袋の簡易透過実験
4. まとめ

デモ：手袋の透過実験
アルコールティッシュ＋薄手天然ゴム手袋

リアルタイムモニター：個人用PID式モニター-CUB 理研計器
<https://product.rikenkeiki.co.jp/products/104-CUB.html>

本日の内容

1. はじめに
2. 薄手手袋の透過実験
- 3. ジグを使った手袋の簡易透過実験**
4. まとめ

テスト測定

測定方法①

手袋を切り出し**センサ部に被せ**、上からポリアセタールチューブをはめた。



測定方法②

手袋を切り出し**ポリアセタールチューブの上に輪ゴムで止め**、**センサ部に上からをはめた**。

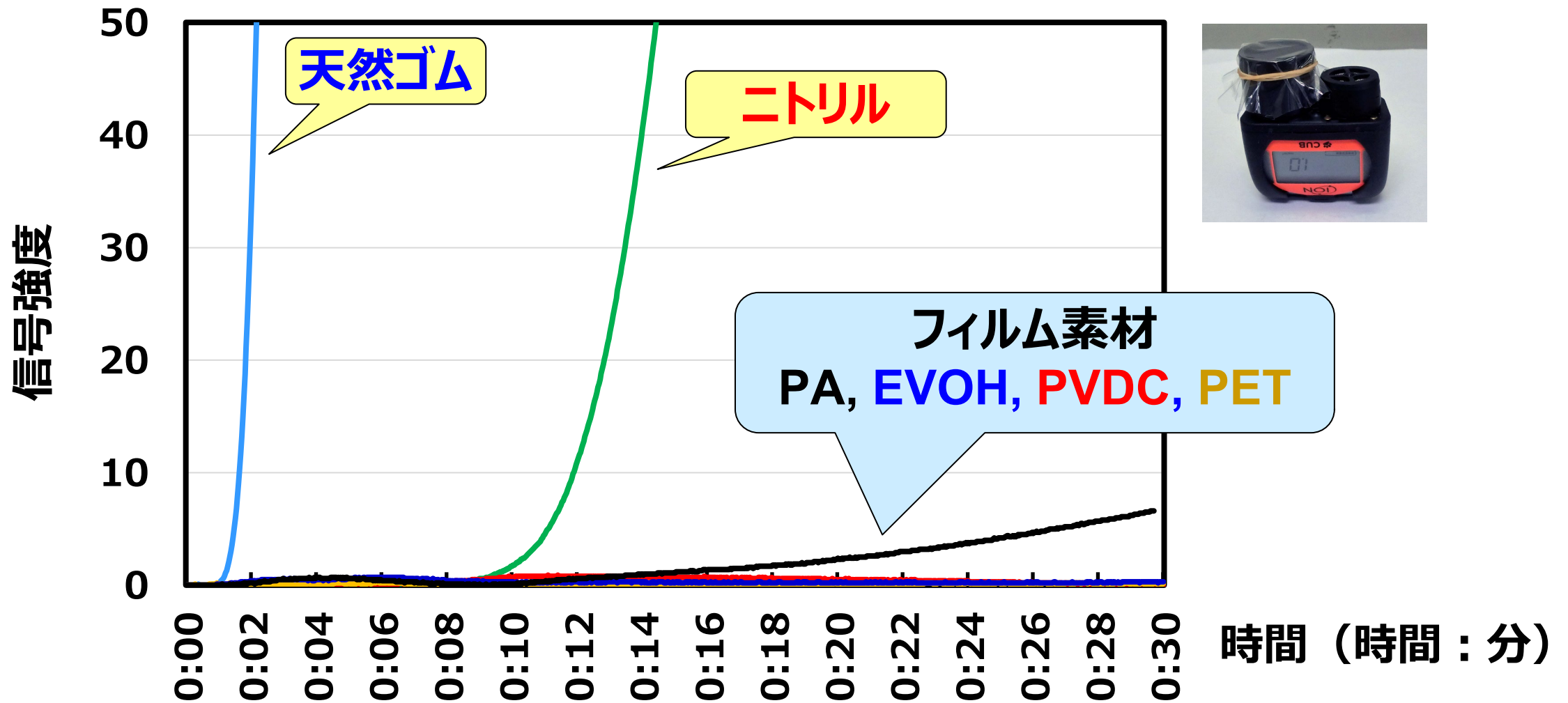


ピペットでエタノールを30 μ L を手袋の上に滴下した。

⇒ **飛沫1滴の付着を想定**

手袋の材質：**ゴム素材**の市販品（天然ゴム、ニトリル、ニトリル/ネオプレン）など
フィルム素材の市販品/田中先生開発品（PA, EVOH, PETなど）

テスト測定 (測定方法② エタノール 飛沫1滴の付着を想定)



テスト測定

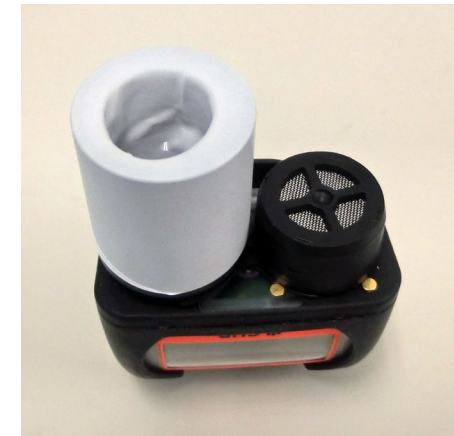
測定方法③

手袋の指の部分を切り出し裏表反転し、ポリアセタールチューブにはめ、センサ部に被せた。

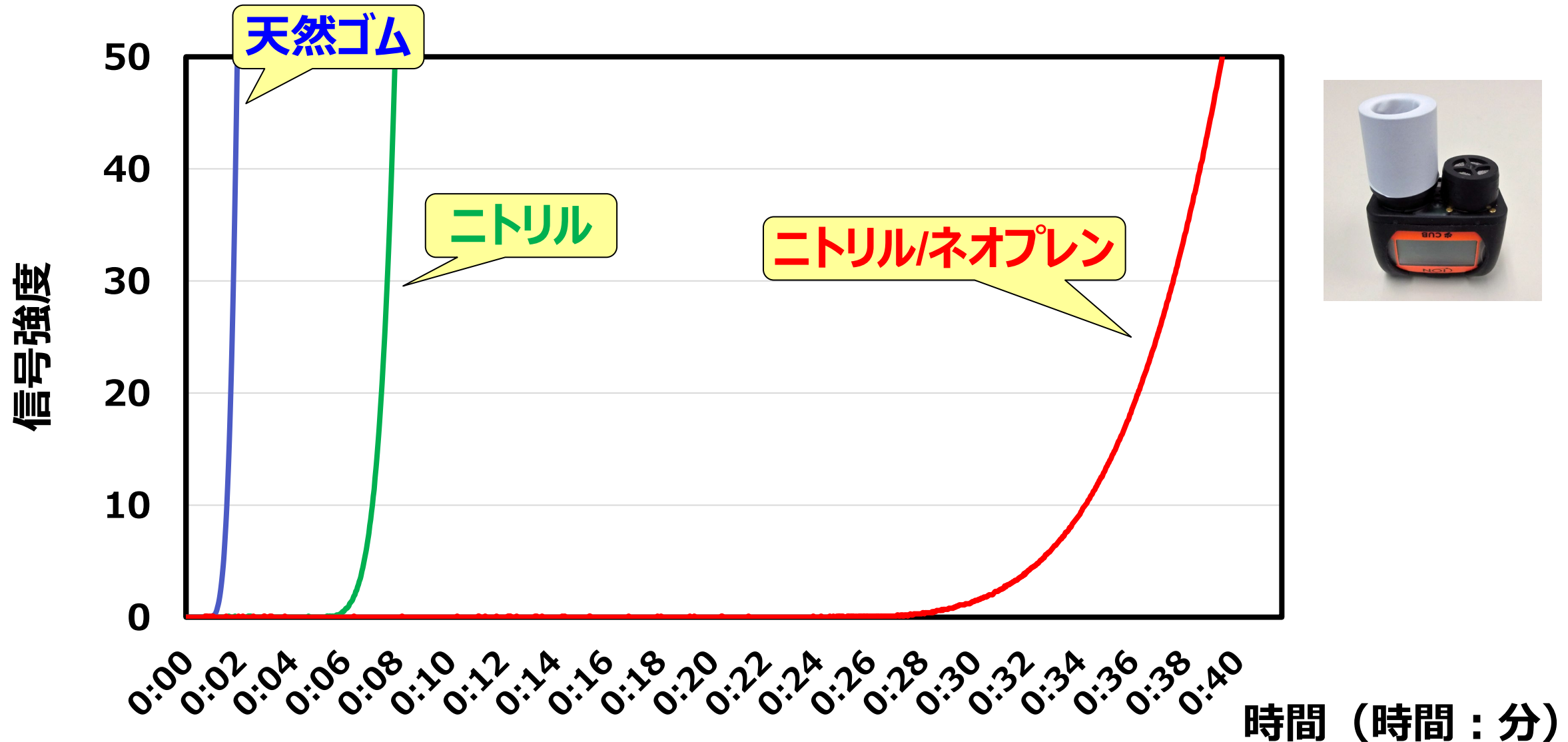
エッペンドルフピペットを用い、エタノール1mLを手袋の指の部分に入れた。

⇒ 手袋が濡れる状態を想定

手袋の材質：天然ゴム、ニトリルなど市販品の**ゴム手袋**

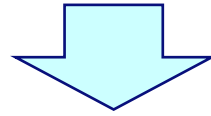


テスト測定 (測定方法③) エタノール 手袋が濡れる状態を想定)



注意事項

① センサーが被験物質に対して十分な感度があること



② 手袋の材質が溶剤に溶解しないこと

⇒ センサが上向き：溶剤が付着して破損の恐れあり。**事前に要確認**

③ 手袋自体からの揮発成分あり

⇒ **ブランク測定**が必要

④ 手袋の均一性（厚さ、しわ など）

⑤ 静的な評価（実際の手袋使用時には動きあり）

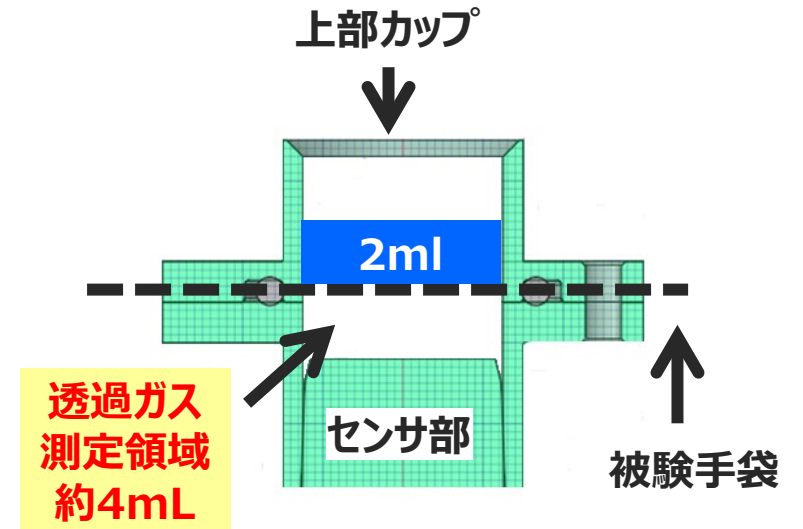
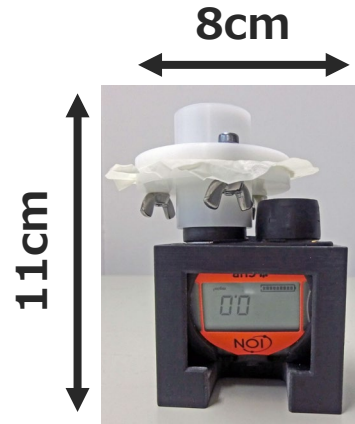
⑥ フィルム手袋の評価が難しい。

方法・装置



上部カップ

下部カップ



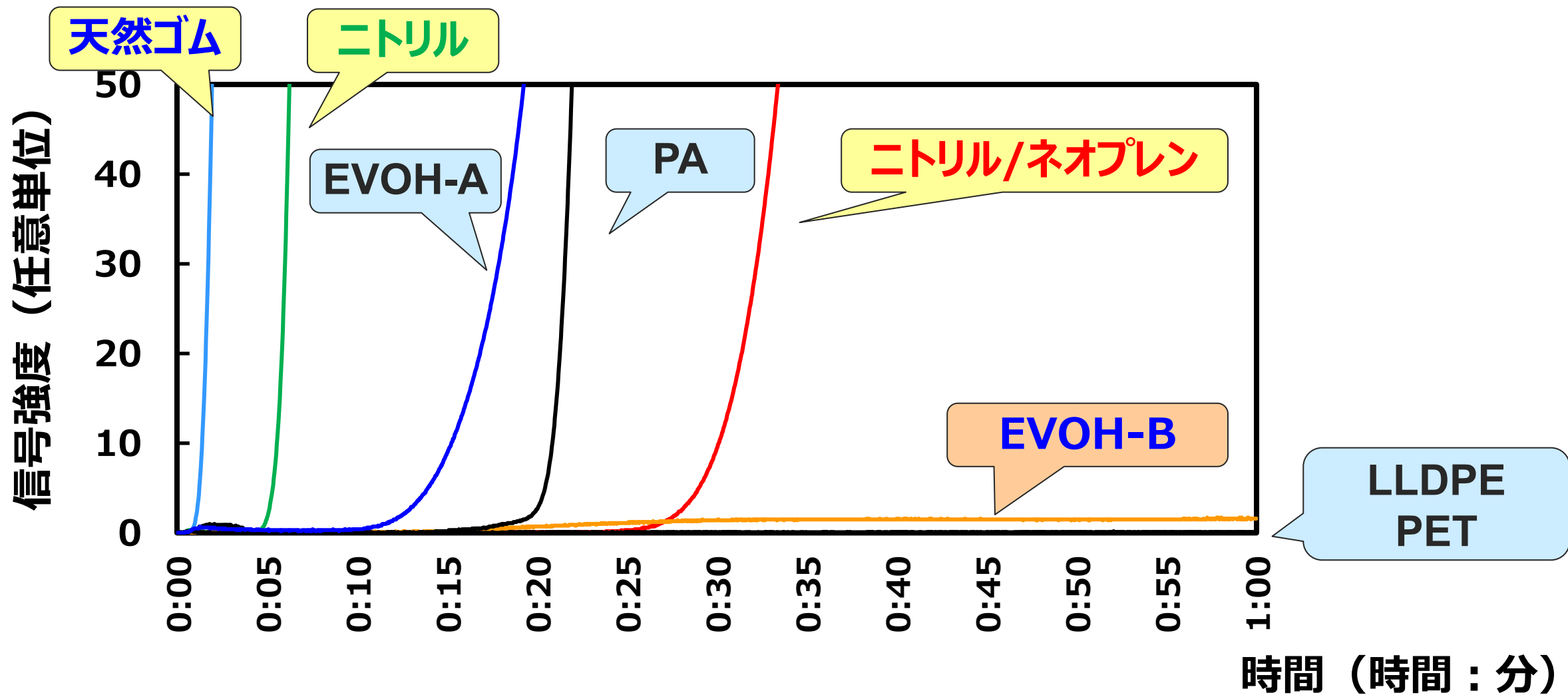
測定方法

切り出した手袋をジグにセットし、センサ部に被せた。
ブランク測定の後、ピペットで溶剤を**2mL**手袋の上に滴下した。

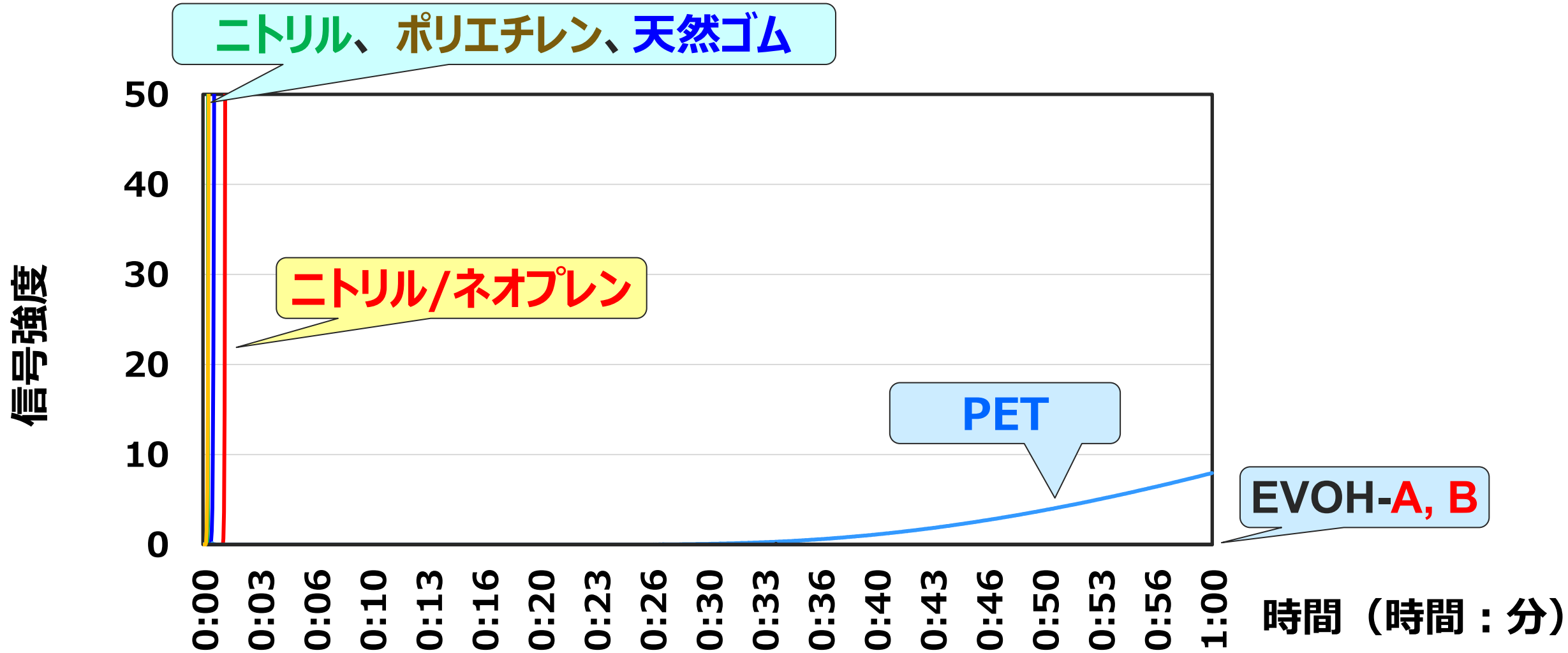
手袋の材質：天然ゴム、ニトリルゴム、ポリエチレン、ニトリル/ネオプレン、ブチルゴム
EVOH, PETなどのフィルム

福岡荘尚, リアルタイムモニタによる化学防護手袋の耐透過性評価, 安全工学 ; 63(3), pp.162-168 (2024).

手袋素材による耐透過性 (エタノール)

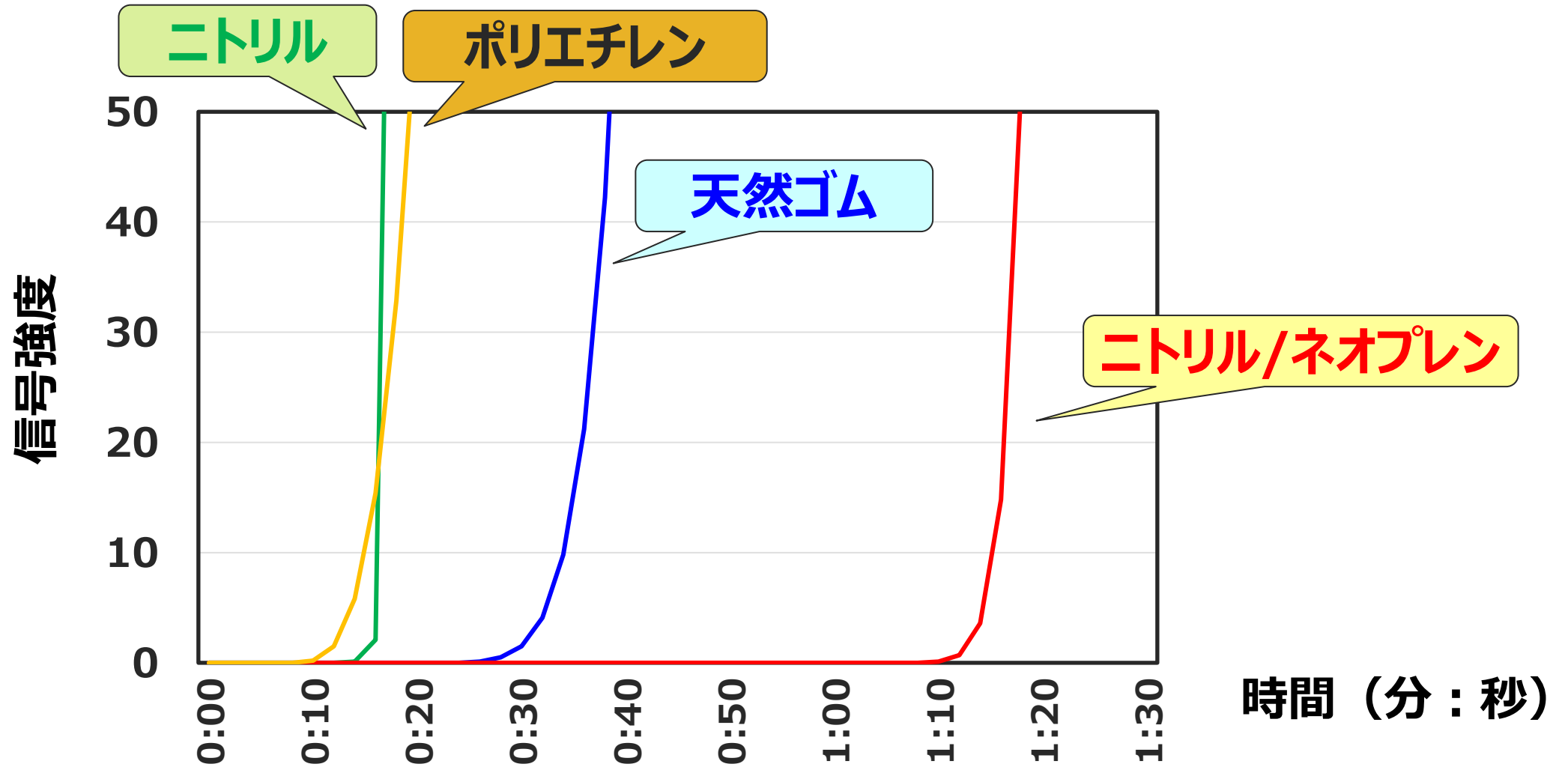


手袋素材による耐透過性（アセトン）

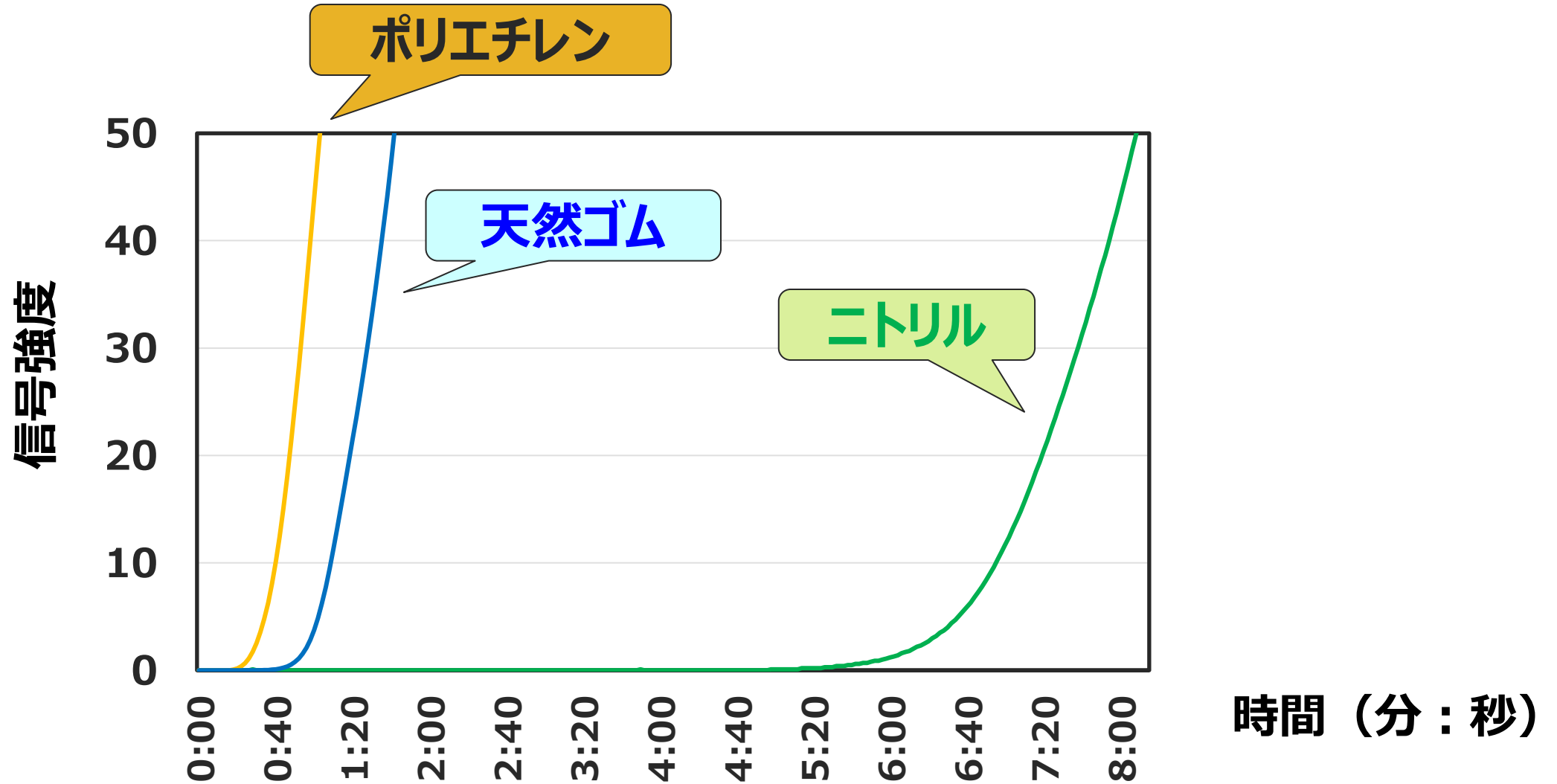


福岡荘尚, リアルタイムモニタによる化学防護手袋の耐透過性評価, 安全工学 ; 63(3), pp.162-168 (2024).

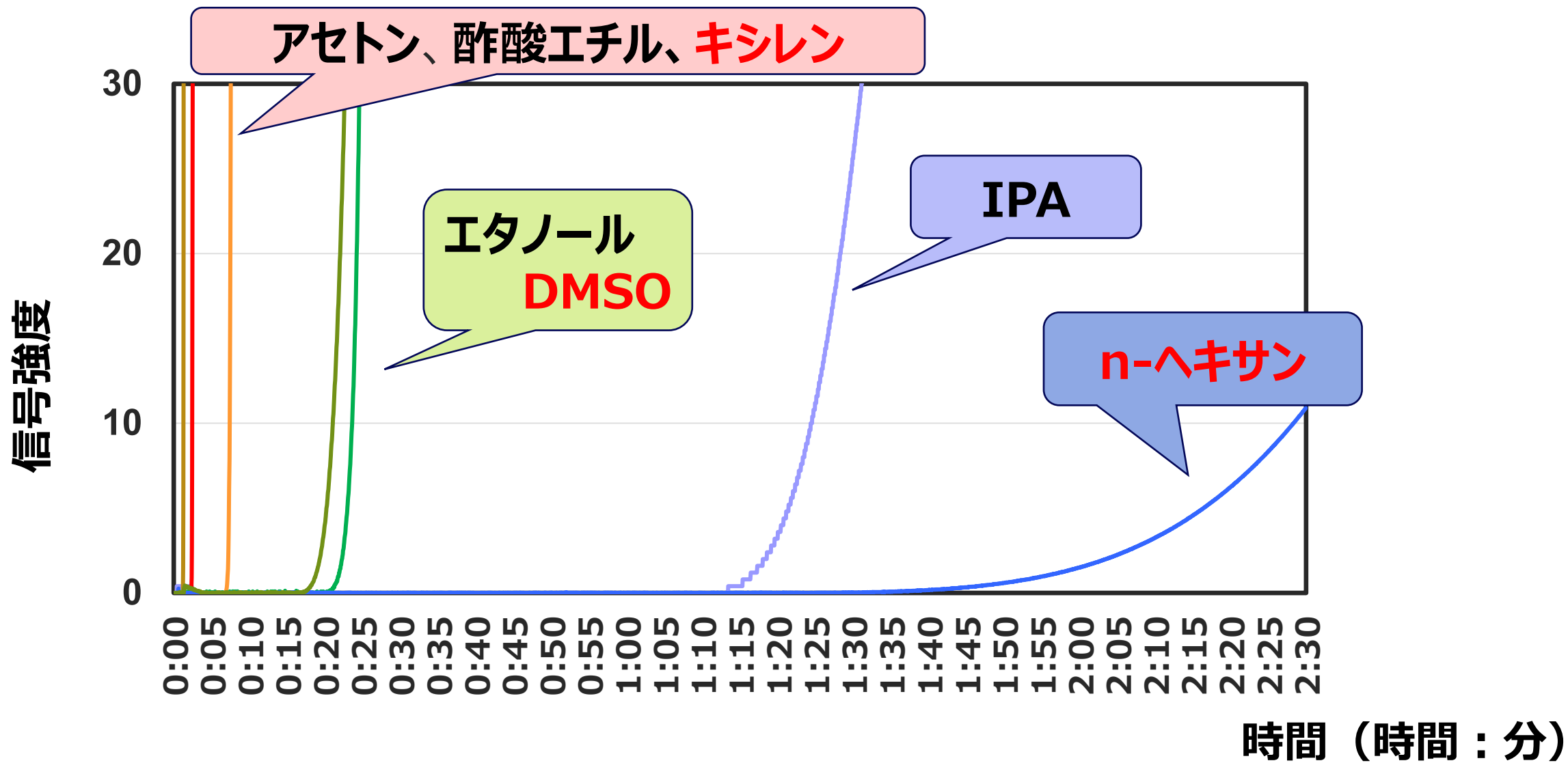
手袋素材による耐透過性 (アセトン)



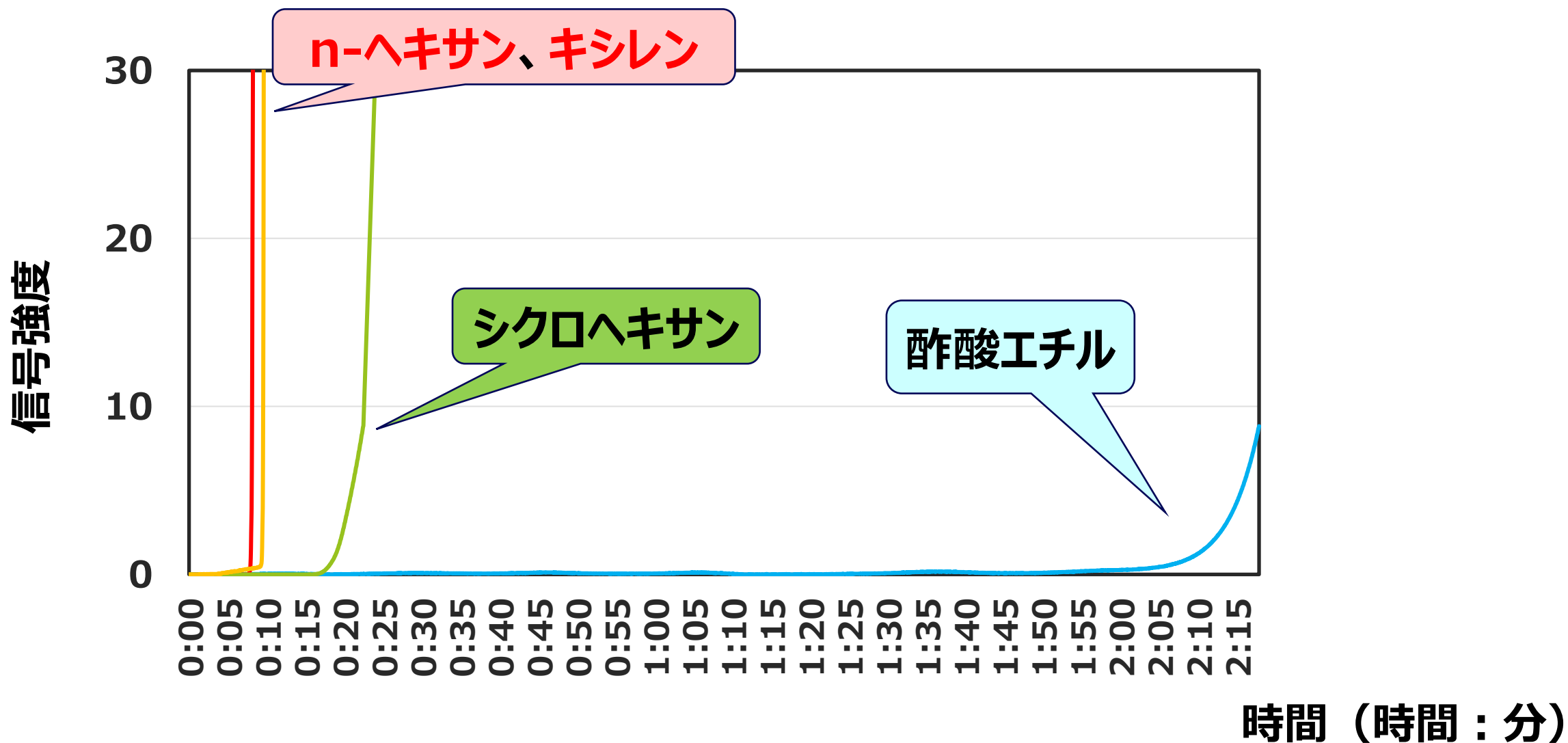
手袋素材による耐透過性 (IPA)



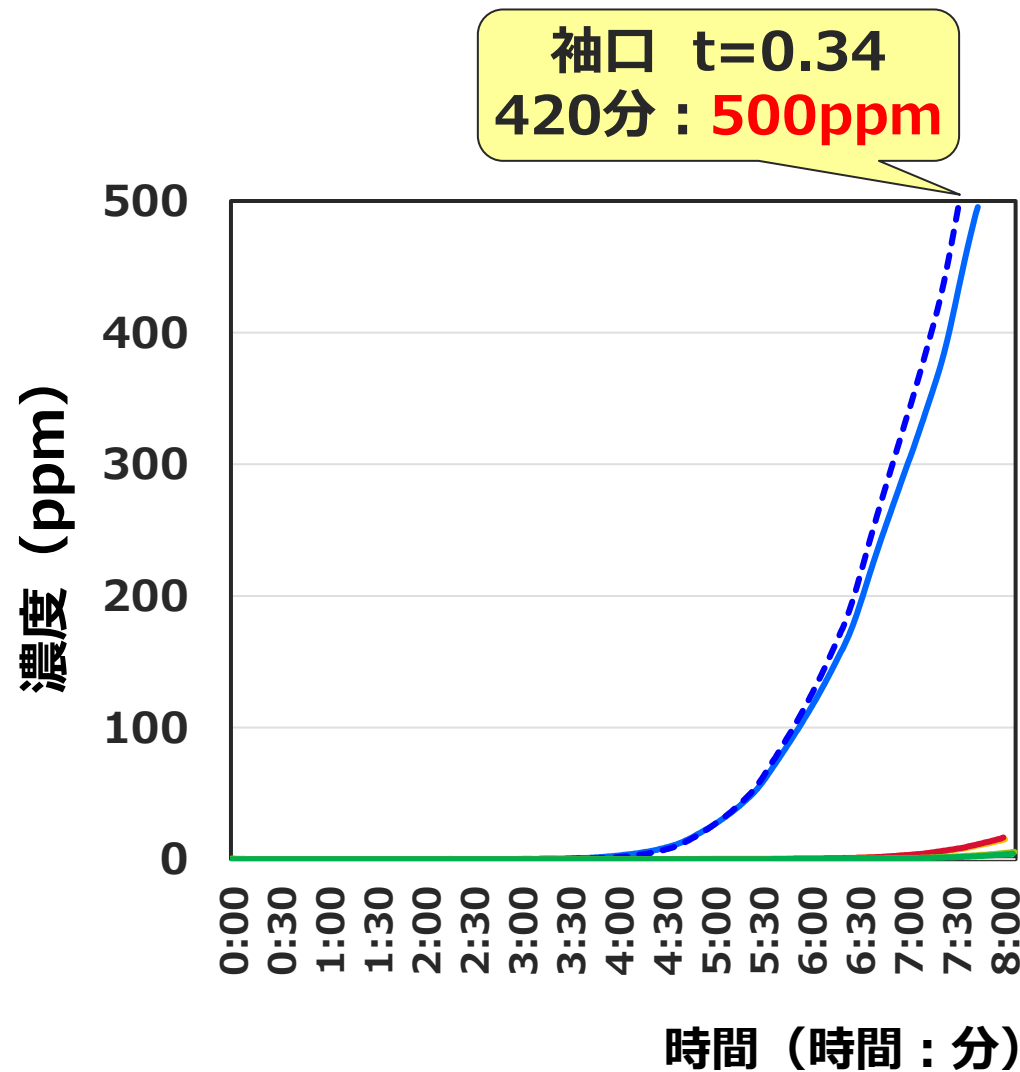
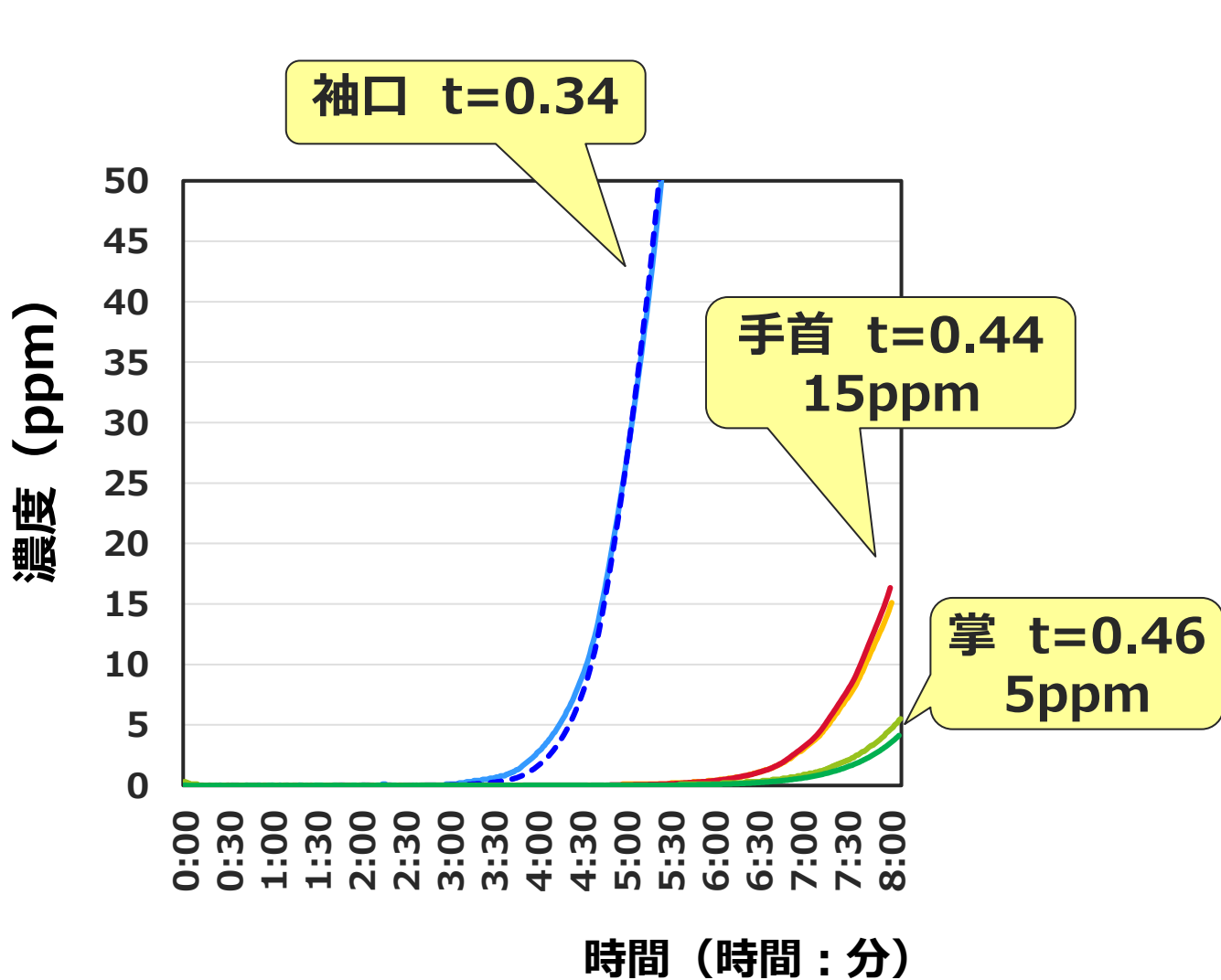
溶剤による耐透過性 (ニトリル/ネオプレンゴム)



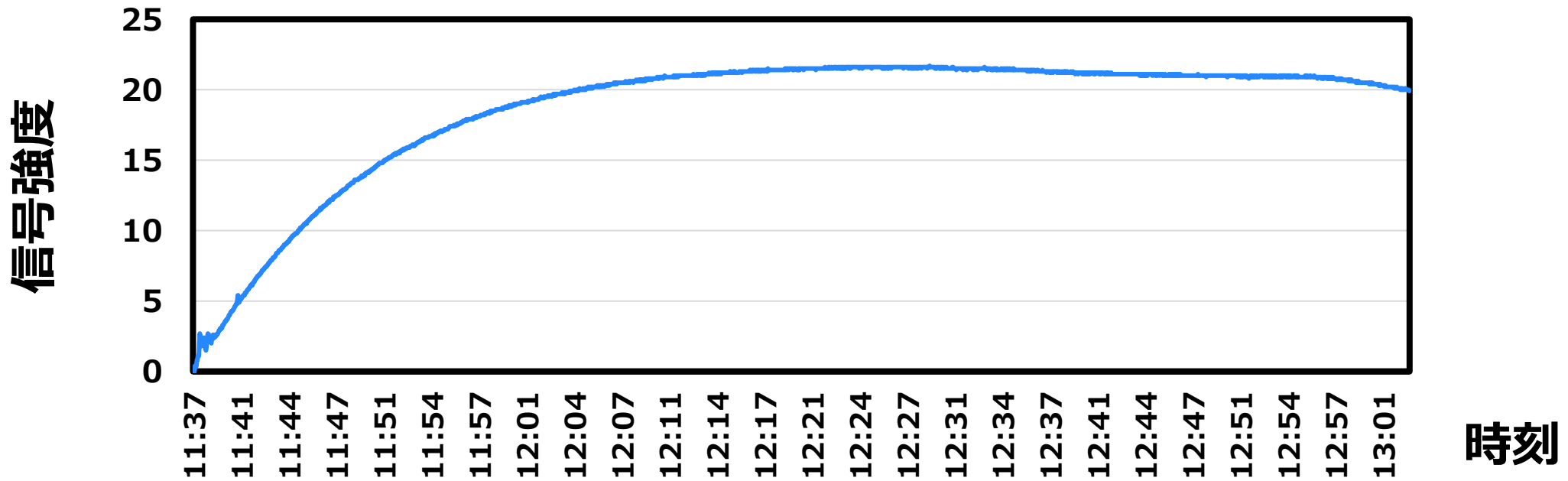
溶剤による耐透過性 (ブチルゴム t=0.45)



溶剤による耐透過性 (ブチルゴム 切出し部位の違い アセトン)



ブランク測定（例）（手袋からの揮発成分）



手袋の素材のみ（ブランク）で数値が測定される。

（においなど手袋の揮発成分が、イオン化されれば数値が上がる）

測定値がサチる ⇒ 電源をOFF/ON ⇒ 溶剤を分注して測定を開始

ONした時の測定値が0にリセットされる

手袋をジグにセット ⇒ 数日から1週間程度おく

**デモ：ジグを使った手袋の簡易透過実験
薄手天然ゴム、ニトリルゴム、ポリエチレン**

透過実験 ⇒ データ転送 ⇒ グラフ化

JIS T8116 化学防護手袋

**JIS T8030 化学防護服 – 防護服材料の耐透過性試験
との比較**

標準破過点検出時間（メーカー公表値）と透過開始時間（センサー法）

皮膚障害等防止用保護具の選定マニュアル（第1版 令和6年2月） p.26

<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001216985.pdf>

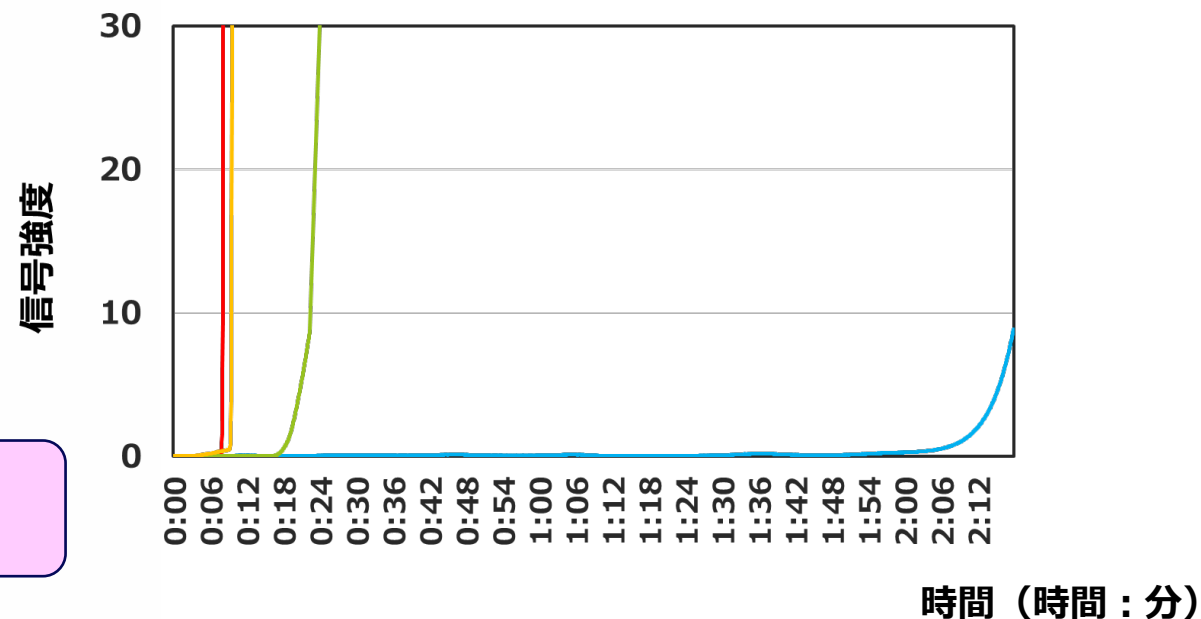
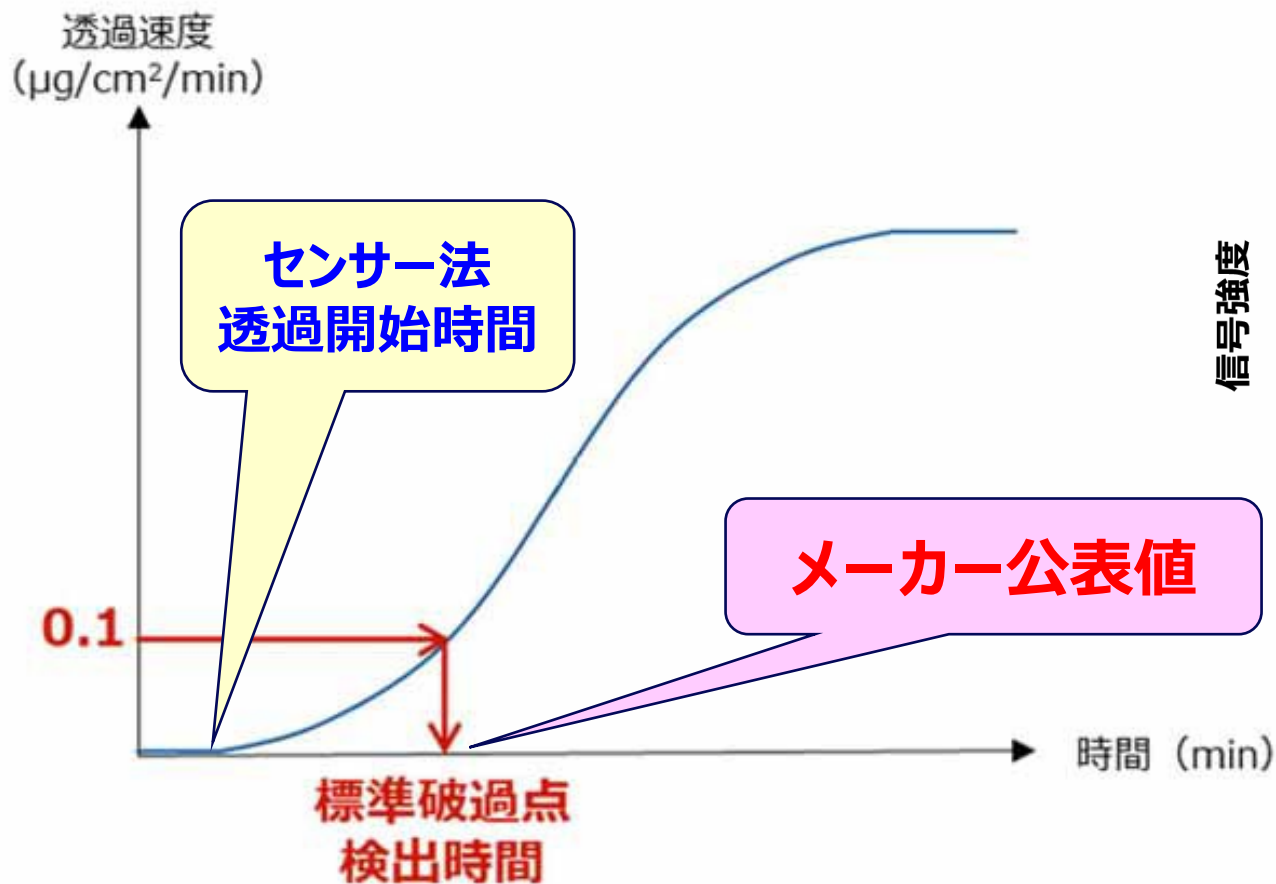
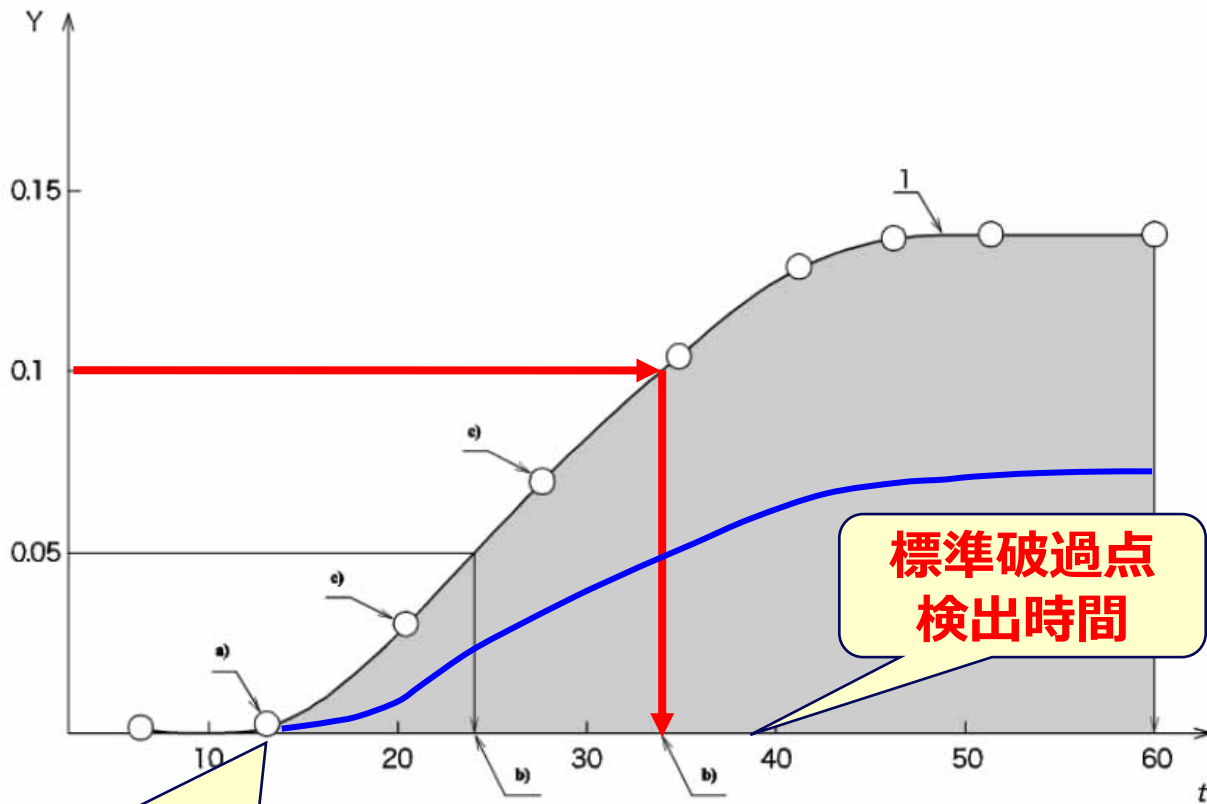


図 2-6 化学防護手袋の破過曲線

JIS T8030:2015 化学防護服 – 防護服材料の耐透過性試験

センサーの感度が十分な場合
透過開始時間
< 標準破過点検出時間



標準破過点検出時間
: $0.1 \mu\text{g} / \text{cm}^2 / \text{min}$.は透過速度を規定
別の指標（経皮吸収の暴露限界値、濃度、時間など）も必要では？

<https://kikakurui.com/t8/T8030-2015-01.html>

JIS T8030とセンサー法の測定条件（例）

	JIS T8030		センサー法
セルのタイプ	1インチ	2インチ	—
セル体積(ml)	約20	約100	約4
フロー (ml/min)	セル体積の5倍		0 : 拡散
	100	500	
分析方法	主にGC、LC、IC JISとしての制限はない		十分な感度を有しているセンサ (PID、半導体など)
サンプリング時間	JISとしての規定はない 例:短時間破過 : 10分間隔 :長時間破過 : 2時間間隔		連続 (例:2秒~1分間隔など任意)
使用可能時間	標準破過点検出時間 0.1 μ g/cm ² /min		透過開始時間 (破過点検出時間)

本日の内容

1. はじめに
2. 薄手手袋の透過実験
3. ジグを使った手袋の簡易透過実験
4. まとめ

まとめ

センサーの感度が十分な場合

① 透過開始時間 < 標準破過点検出時間

透過が速い：センサー法 ≧ JIS T8116 T8030

透過が遅い：センサー法 < JIS T8116 T8030

② 標準破過点検出時間： $0.1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$.は透過速度を規定

この速度に達しない場合に長時間使用すると、透過した化学物質が高濃度となり、長時間、高濃度の化学物質に暴露される可能性がある。

所定の速度に達するまでの時間 ≠ 暴露量

③ 標準破過点検出時間，耐透過性クラスを直ちに手袋の使用可能時間とするのではなく，化学物質の性質（毒性の大小，発がん性，皮膚感作性，変異原性などの有無）も考慮した上で適切な手袋を選定し，適切な使用時間を設定する必要があるのではないか？

まとめ

④ センサーの感度の確認

i) 測定対象物質リストへの掲載

リストにない場合でも、センサーメーカーに確認すると測定可能の場合あり

ii) 測定対象物質でも、感度が十分であること

標準物質に対する係数が感度の目安となる

iii) 混合物の場合、測定対象物質の濃度も関係する

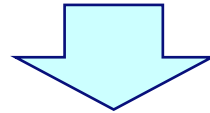
⇒ 簡易的には、測定対象物質をティッシュ等に染み込ませセンサー部にあてる
信号が出るかどうかを確認すれば良いのでは？

⑤ 静的な評価（実際の手袋使用時には動きあり）

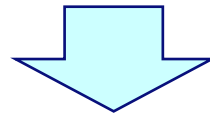
まとめ

皮膚等障害化学物質への対応の進め方（案）

① 接触リスクを下げる（作業方法・ジグ等の改善）



② ハイリスクを抽出（危険有害性・接触リスク等）

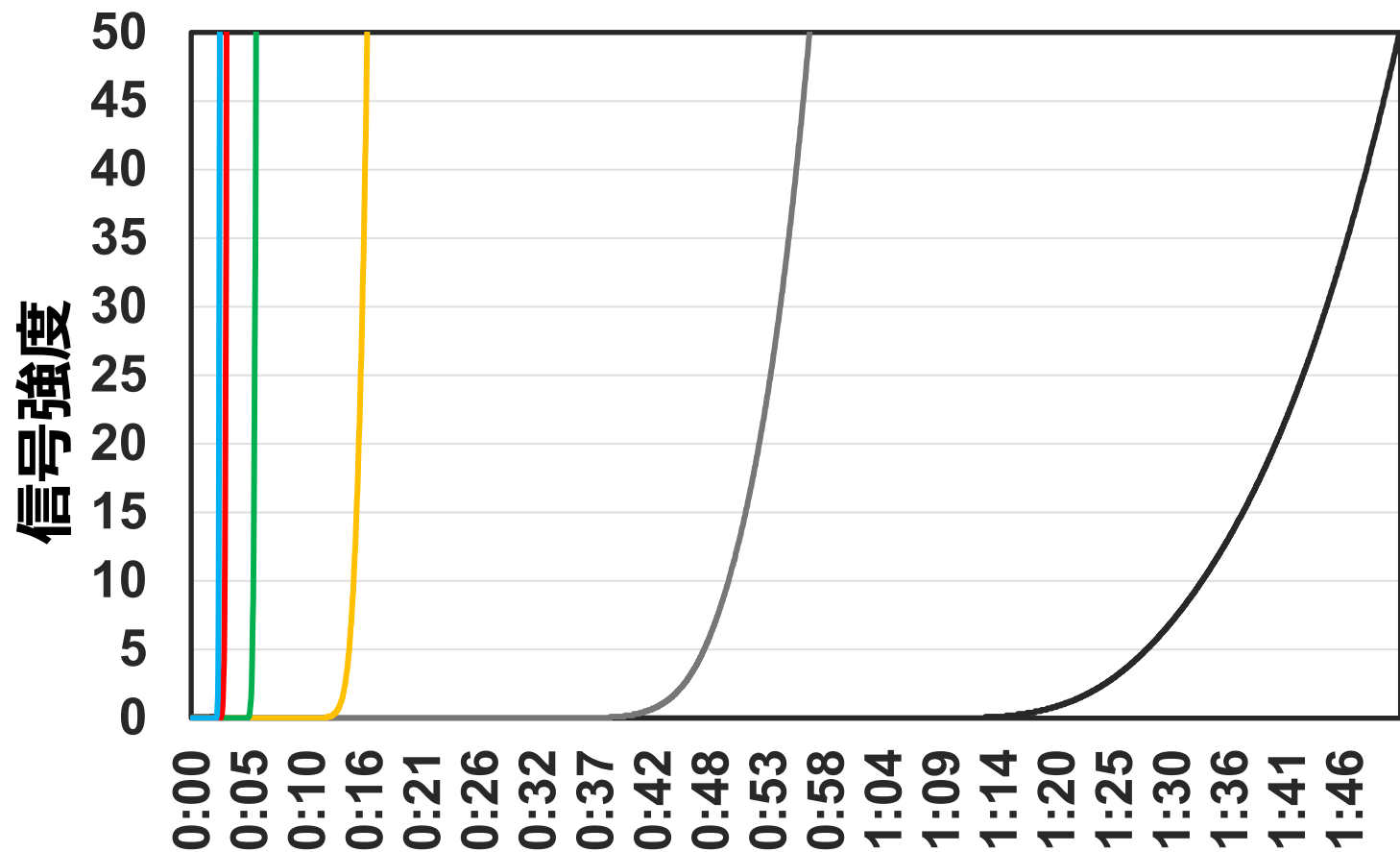


③ 適切な保護具の選定

装着ミスの無い運用（手袋の種類、使用時間など）

Appendix

混合溶媒の測定の試み（ニトリル/ネオプレン 酢酸エチル/IPA混合溶剤）



混合溶剤 (wt%)	透過開始時間 (分)
酢酸エチル100	2~2.5
酢酸エチル75 / IPA25	3
酢酸エチル50 / IPA50	5~5.5
酢酸エチル25 / IPA75	13~15
酢酸エチル5 / IPA95	40~45
IPA100	60~75

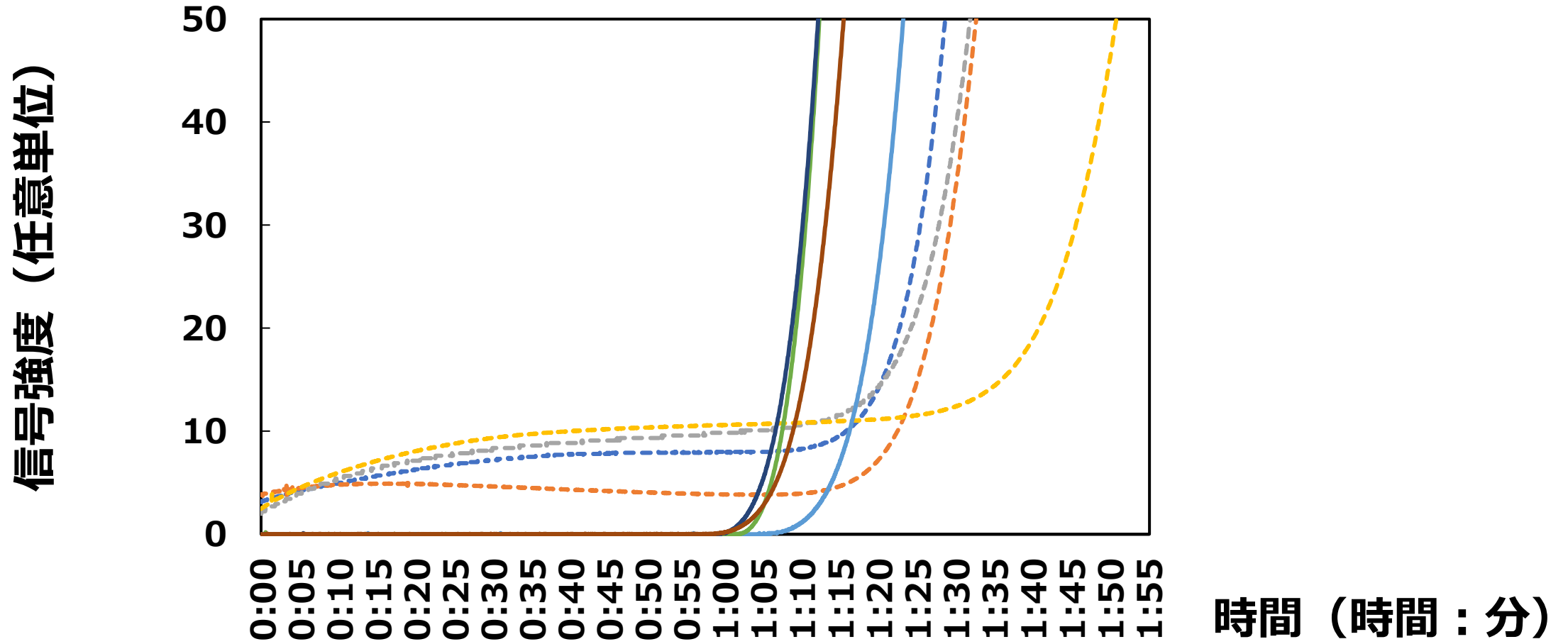
時間 (時間 : 分)

混合比と検出開始時間に相関あり

センサ法は混合溶媒を分離して測定はNG（濃度測定は困難）

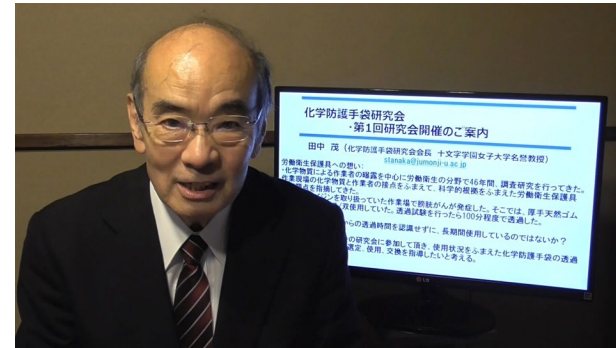
⇒ **混合物は、検出開始時間を使用可能時間に設定すれば良いのではないか？**

ブランク測定の有（実線） 無（破線）



薄手ニトリル・ネオプレンゴム（厚さ0.198mm, 3層）、溶剤：IPA

化学防護手袋研究会



サイトマップ | お問い合わせ | ログイン

- トップ
- 当研究会について
- 関連記事・書籍
- 活動内容
- 活動実績
- 入会案内
- 会員サイト
- お問い合わせ

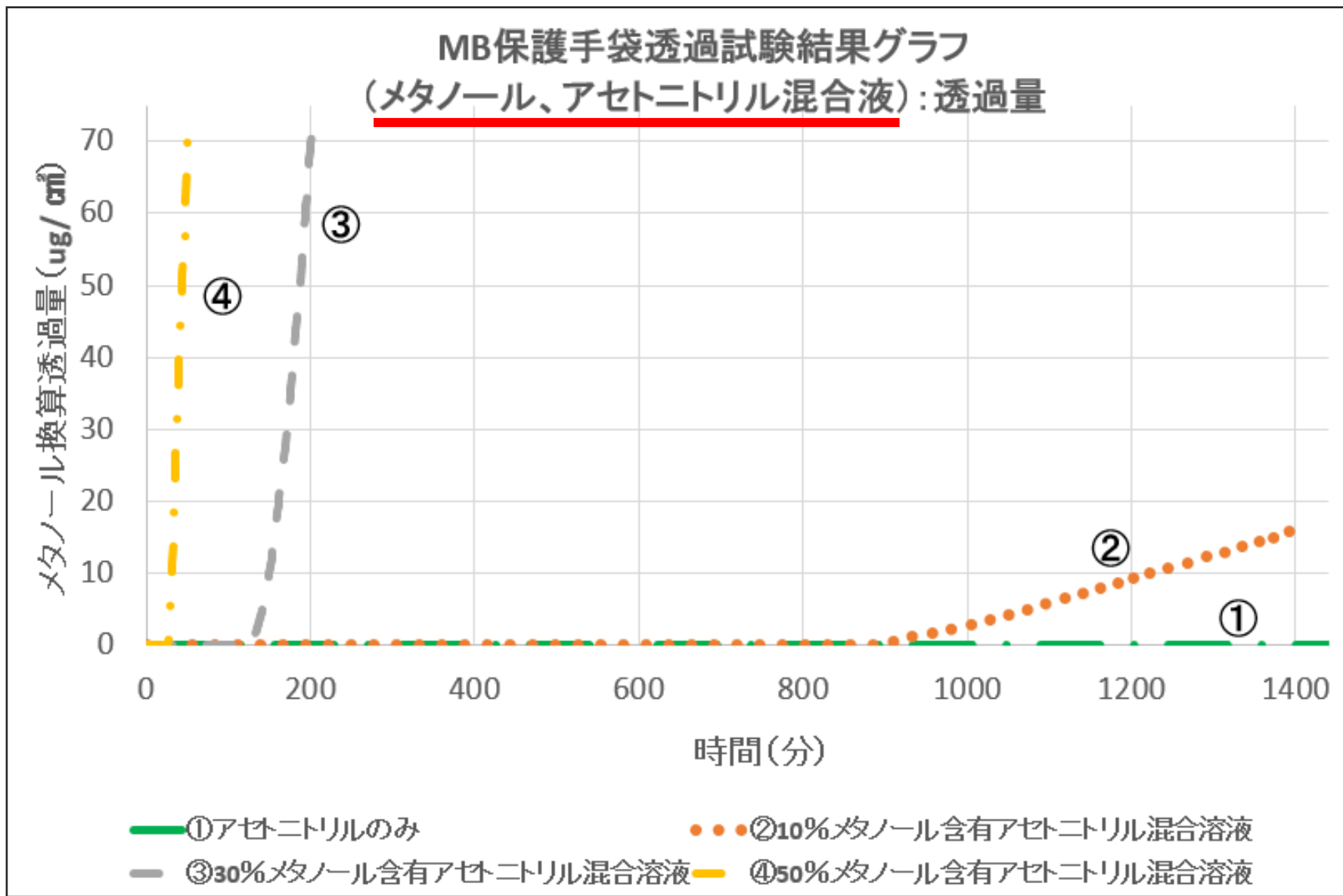


<https://chemicalglove.net/>

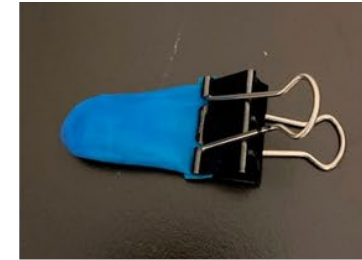
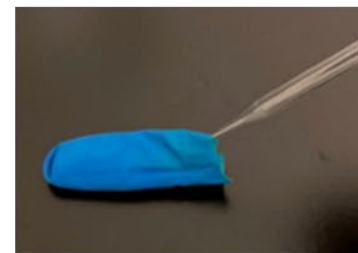
➤ 化学防護手袋研究会が提案している簡易透過試験

分析方法	検知管	センサ（F法 / M法）	FT-IR(ATR)
概要	<p>手袋内に化学物質を添加、手袋内から透過した化学物質を経時的に検知管で濃度測定し、手袋の使用時間を推定する。</p>	<p>VOCモニター（PIDセンサ、半導体センサなど）とジグを組合せ、手袋を透過した化学物質濃度の経時変化を測定し、手袋の使用時間を推定する。</p>	<p>FT-IR(ATR)を用いて、化学物質固有の特性ピーク強度の経時変化を測定し、手袋の使用時間を推定する。</p>





化学防護手袋研究会 FT-IR (ATR)



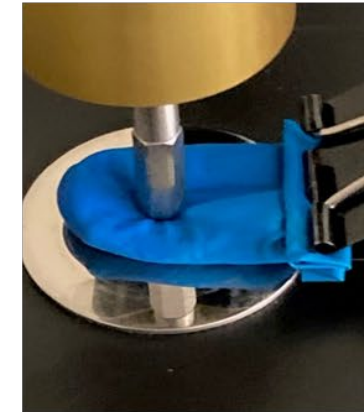
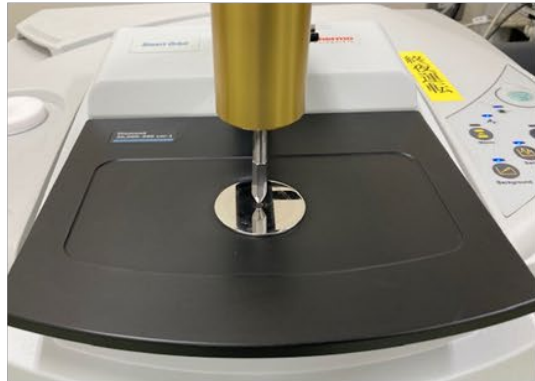
手袋をひっくり返し
指先部を切り取る

内側にプロワイプを
折りたたんで入れる

試料を2mL注入し
クリップでとめる

手袋のスペクトル測定

透過性測定



1回反射ATRユニット
クランプ部は凹型金属を使用

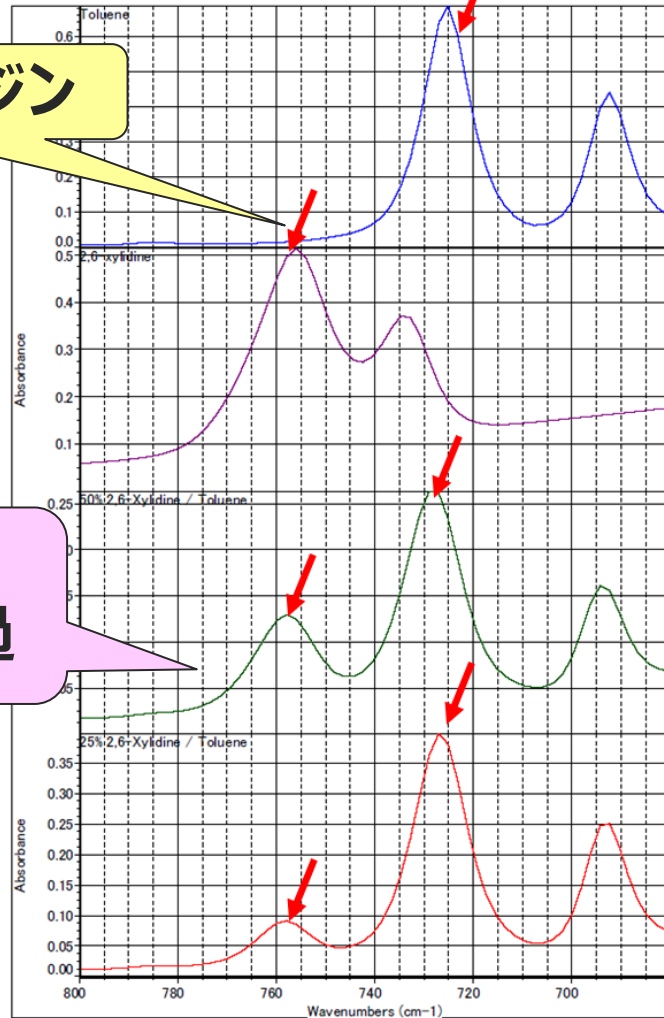
化学防護手袋研究会 FT-IR (ATR)

混合溶剤の測定

トルエン

2,6-キシリジン

両方が
短時間で透過



トルエン 8~12分

2,6-キシリジン 50 ~ 55分

50% 2,6-キシリジン 50%トルエン 12~14分

25% 2,6-キシリジン 75%トルエン溶液 8~10分

簡易測定法に関する田中先生のご講演・動画

埼玉産業保健総合支援センター > 動画で学ぶ
> 化学防護手袋 透過実験動画

<https://www.youtube.com/watch?v=KAXjZjewm7E>

埼玉産業保健総合支援センター > 動画で学ぶ
> 産業保健セミナー「化学物質の経皮吸収による透過試験を学ぶ（その2）」

<https://www.youtube.com/watch?v=JGMM9DaJJrI>

市販のフィルム素材の化学防護手袋（例）

各社インナーとしての使用を推奨

名称	メーカー	材質	URL
AlphaTec® 02-100 (Barrier)	Ansell	LLDPE 5層 60μm	https://www.ansell.com/ja/ja/products/alphatec-02-100
SilverShield - SSG29	Honeywell	PE/EVOH 5層 60μm	https://www.ampro.co.jp/products/ssg-10/
ダイローブT1-N	ダイヤゴム	EVOH/ナイロン 3~4層? 60μm	http://www.dailove.com/dailove-t1-n.html
CZ900	ショーワグローブ	EVOH 3~4層? 60μm	https://www.showaglove.co.jp/product/detail/industrial/725
ペバラブ	あしかメディ	PET 5層 50μm 2重シール	https://asicamedi.co.jp/gloves/
MB	ムード商事	EVOH5層 60μm	https://mood-shoji.co.jp/
MB-7		EVOH7層 50μm	
MH		PET5層 50μm	

OLYMPUS

A thick, yellow, brushstroke-style underline that tapers at both ends, positioned directly beneath the word "OLYMPUS".