

化学物質や聴覚保護用「保護具選定アシストアプリケーション」の開発 Development of "Protective equipment selection assist application" for chemical substances and hearing protection

製造技術開発部 デジタル技術グループ・DX 推進室 古屋敷啓一郎, 池川義紀, 久保田紗彩
人事部 健康推進センター 大岡朗, 塩田直樹(統括産業医)
情報システム部 システム企画・管理グループ 小郷正勝

Abstract

労働安全衛生規則の改正により, 化学物質を取り扱う事業者は, より安全な化学物質への代替や除害設備の強化を優先する義務がある。しかし, それが不可能な場合には適切な保護具を使用して従業員の有害化学物質へのばく露を低減させる義務がある。前報の「化学物質や聴覚保護用「保護具選定アシストアプリケーション」の基本コンセプト検討」で具体的に検討したシステムの具現化を進めた。本報では, 「保護具選定アシストアプリケーション」の詳細設計について述べる。

key word: 労働安全衛生法施行令, 保護具, 選定アシスト, Power Platform

1. 緒言

一般的に化学防護用の保護衣や保護手袋などは不透過性のコーティングがされた化学繊維製やエラストマーで一体成形された手袋などが使用される。これら保護具の素材である化学繊維やエラストマーなどの高分子材料は, 密度が極めて軽く軽量で柔軟性に富むが, 素材特性そのものに起因する化学物質の浸透透過現象を避けて通れない。したがって, 保護具としての使用可能時間は, 扱う化学物質が保護具素材内部を拡散移動速度によって大きく変化する。

しかしながら化学物質の安全データシート(Safety Data Sheet (SDS))には使用を推奨する保護具の具体的な記載は少ない。それでこれまでは化学物質を取り扱う側が適宜安全であろうと考えられるあるいは推定される保護具を選定していたが保護具の実際の破過時間を明確に把握できないままに使用している実態がある。また保護具を選ぶ際に対象とする化学物質の破過時間あるいは使用可能時間を実測で検証されたデータも多くはなく, 根拠のある選定は非常に難しい状況にある。

騒音も同様に管理区分ⅡまたはⅢに該当する作業場で作業する従事者らに適切な聴覚保護

具の装着が必須だが聴覚保護具も騒音に適した特性のものを選ぶ必要がある。

遮音性能が足りなければ, 将来, 騒音性難聴のおそれ残り, 遮音性能が高すぎると周囲とのコミュニケーションに支障をきたしたり, 異常や危険を知らせる各種警報などが聴こえなくなったりしてしまう弊害を生じる。したがって聴覚保護具も各騒音下作業場の騒音に応じて適切なものを多くの市販品の中から探して選定する必要がある。

ここでは, UBE グループ従業員の安全な保護具選定を支援する「保護具選定アシストアプリケーション」の詳細設計について述べる。

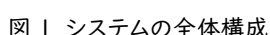
2. 要求仕様提示

保護具選定アシストアプリケーション(以下, 本アプリ)の構築にあたっては添付資料-2 に示す要求仕様書で発注先の(株)宇部情報システムにシステム詳細要件他を指示している。(株)宇部情報システムは, 要求仕様書に準じて本アプリの詳細設計を実施した。

3. システム構成

3.1. システム全体構成

本アプリのシステム全体構成図を図1に示す。本アプリは, 業務起因の健康障害発生を予防す



なお本アプリに適用する各種マスタは、先行して使用している「作業記録管理システム」や「作業記録アプリ」とも共用するものがあり、それらのマスタと一部共用させている。他のアプリやシステムとのマスタ連携に Microsoft 社の Power Automate を使用して自動でマスタデータなどを授受できるようにした。

本アプリの使用ユーザは、化学物質などを扱う現場で作業する従業員や騒音の大きな作業場で作業する従業員らの直接利用を想定している。化学防護であれば、自分らの扱う化学物質に対

ソフトウェアのインストールや多くのソフトウェアにありがちな難解な操作法を覚えることなく、ウェブブラウザから気軽に使えるアプリツールとして使用者の敷居を下げている。

2025 年 3 月

4. 詳細設計

4.1. 保護具選定アシストアプリケーションのワークフロー想定

本アプリは、作業着手前のリスクアセスメント実施時やリスクアセスメント定期見直し時の利用が主になると考えている。化学防護であれば、従事者らが全く化学物質にばく露されない状態での作業なら保護具を選定し、着用させる必要はないが、多少なりとも化学物質にばく露する状態であるなら適切な保護具を選定する。この時のワー

クフローを図 2 に示す。同様に騒音作業場での聴覚保護具選定のワークフローを図 3 に示す。

4.2. 本アプリの機能

現時点で本アプリに付与する機能は以下の通りである。

- ①ケミカルインデックスからの保護具探索
- ②候補保護具の破過時間推測
- ③必要とする保護時間から候補保護具に必要な厚みのシミュレーション
- ④作業場騒音値に対する聴覚保護具で減衰

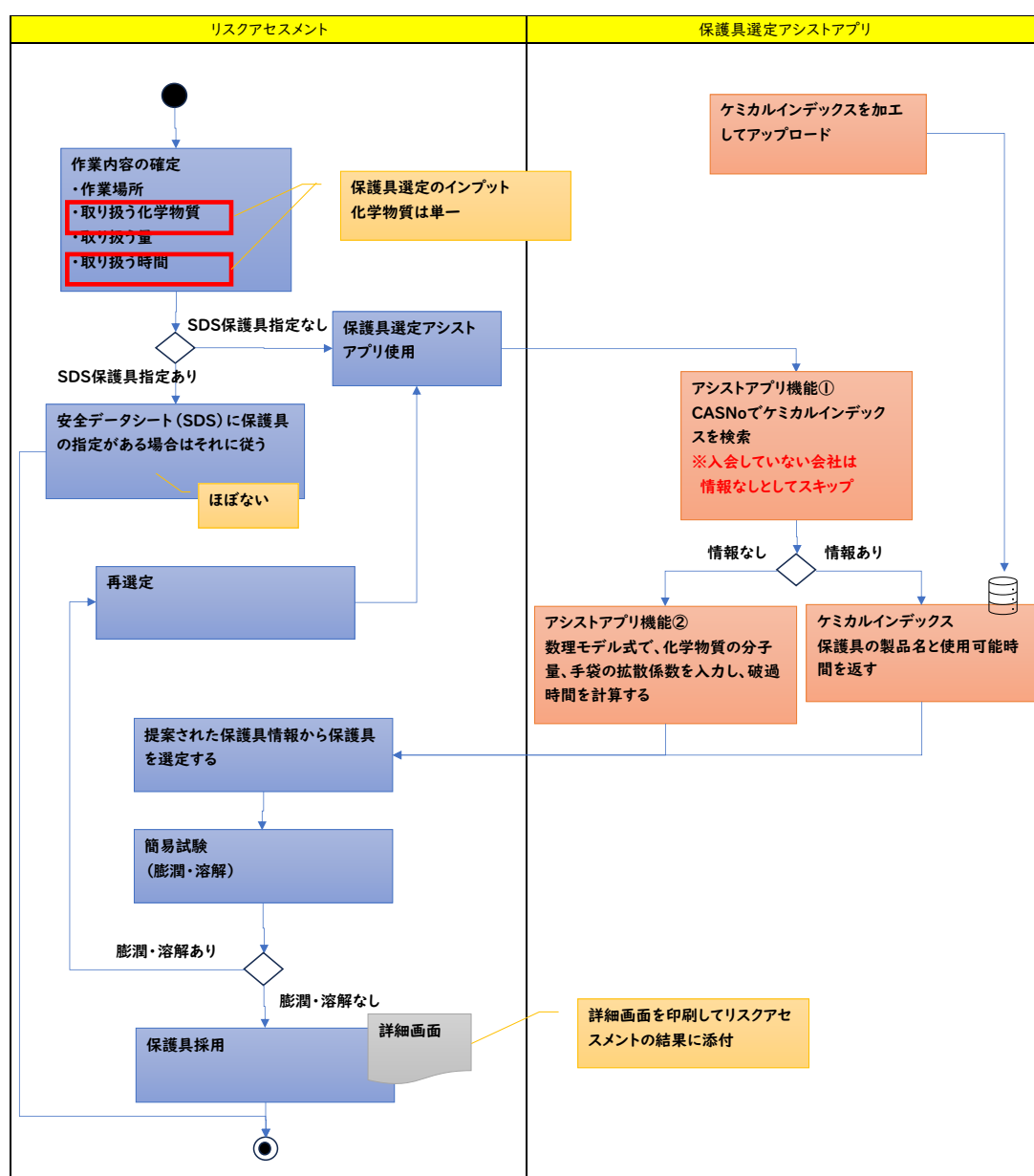


図 2 化学防護保護具選定のワークフロー

できる騒音値のシミュレーション

4.3. サイト画面遷移設計

本アプリの利用者は、ポータルウェブサイトから本アプリの各機能サイトにアクセスして使用

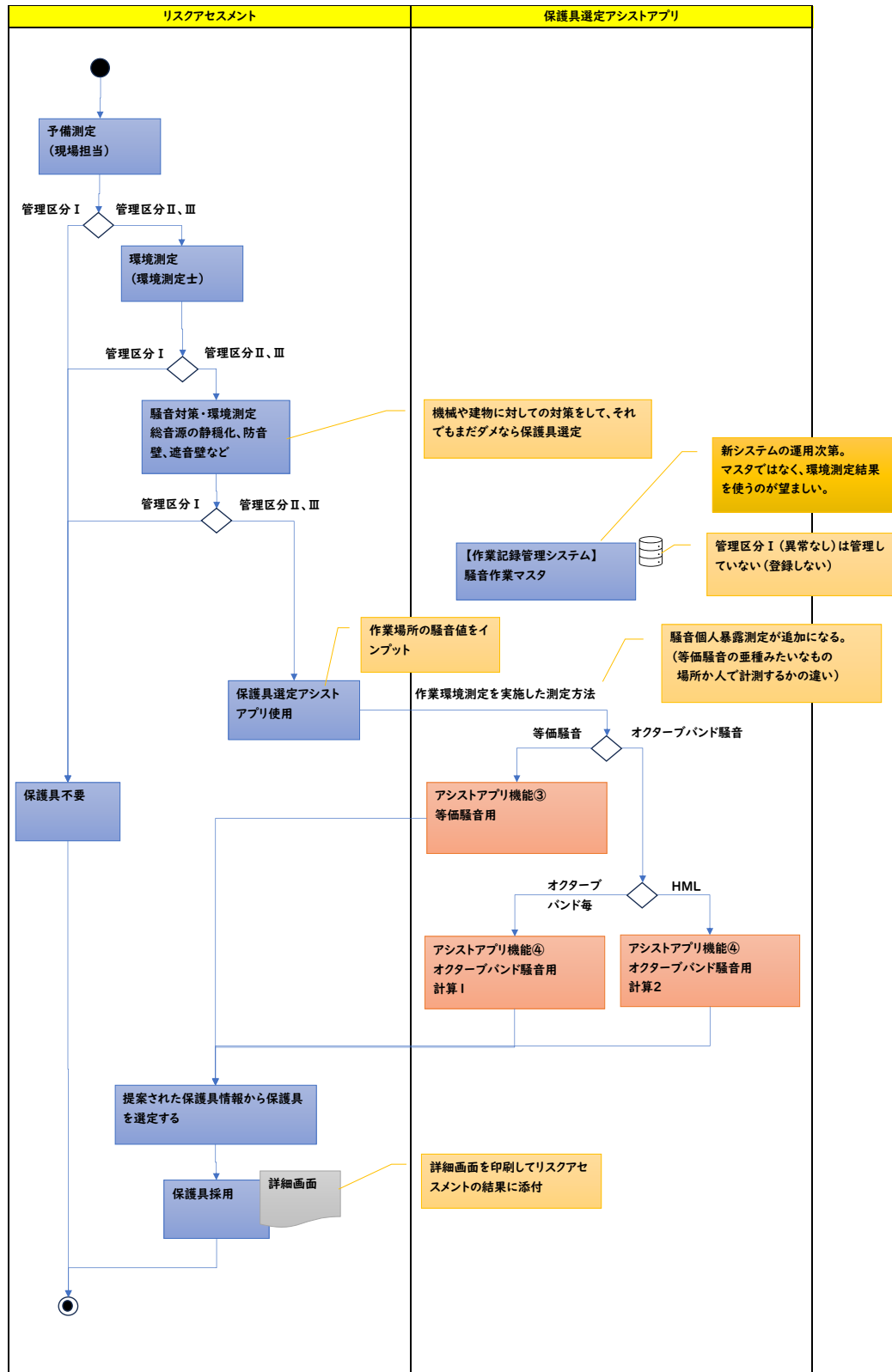


図 3 聴覚保護具選定のワークフロー

する。そのサイト画面遷移を図 4 に示す。

4.4. サイト画面・機能設計

サイトの画面設計を図 4 に示す。UBE グループ共有のイントラサイトに機能選択メニューのポータルサイトを設け、ポータルサイトのセレクトで各機能に移行するように設計した。なおケミカルインデックスならびにモデル式による破過時間推計の利用にあたっては多くの制約などの条件を満たした場合のみ安全に使えるものであり、システムが返した使用可能時間や提示された保護具をなにも考えずに無条件で安全を示唆するものではないことを理解させる必要がある。

そこで、各機能サイトに遷移させる前に注意事項のサイトを挟み、これを一読して了承しないと機能サイトに移行させないようにした。

4.5. マスタ設計

本アプリで使用するマスタは、既に運用している作業記録管理システムなどで使っているものと一部共用している。そうすることでシステムの管理者はマスタ管理の手間を削減できる利点がある。

5. システム構築スケジュール

本アプリの企画立案着手以降のスケジュールを表 1 に示す。このアプリは、非常に多くの保護具の中から自らが扱う化学物質や作業内容に適した保護具の適切な選定支援を手助けできたらのコンセプトで開始した。その着想以降は、表 1 に示す工程を経てシステムの設計を進めている。今回のシステム構築の進め方は、要求仕様と基本設計を複数回ループさせて実現可能な仕様に落とし込んでいることもあり、システム開発スタイルとしてはアジャイル方式に相当する。

6. 結言

労働安全衛生法で指定される非常に多くのリスクアセスメント対象化学物質の事業者による自主的な管理が 2024 年 4 月から本格的に始まり、社内でもリスクアセスメント対象化学物質の第 3 項健康診断が 12 月から始まった。

効果的な除害設備の強化や適切な管理下で安全を十分に確認できた保護具を使用させていれば、第 3 項健康診断も受けさせずに済む。

本アプリは、従業員の健康障害予防に貢献で

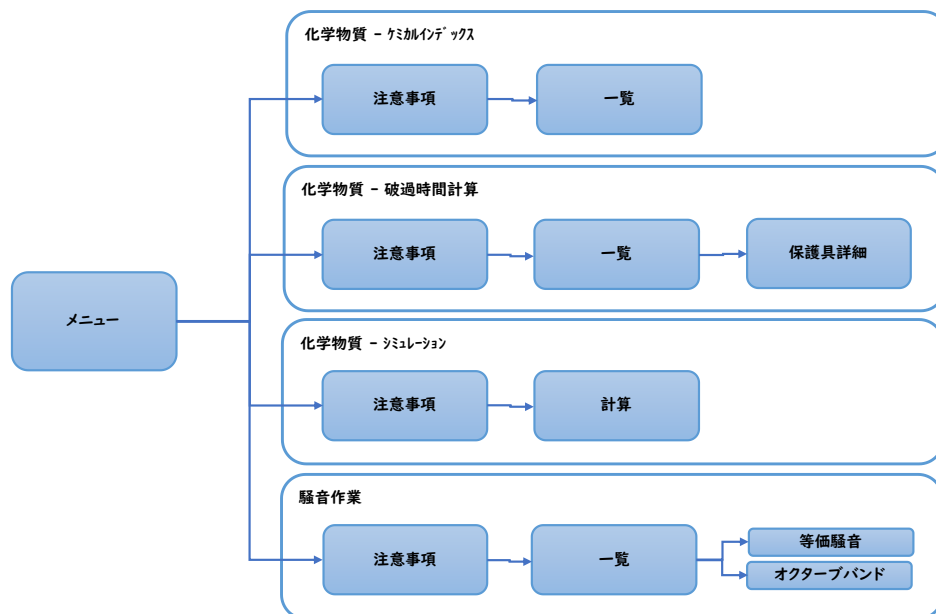


図 4 サイトの画面遷移設計

2025 年 3 月

きる非常に効果的なツールであり, 今後は出来上がったシステムのUBEグループ従業員への周知普及と自律的な活用を引続き進めていく。

添付資料

添付資料-1:保護具選定アシストアプリケーション

ンのポータルサイト画面集

添付資料-2:Software Requirements

Specification (SRS), 「保護具選定アシストアプリケーション」 ソフトウェア要求仕様書

表 1 本アプリの構築スケジュール

実施事項	2023年度				2024年度				2025年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
コンセプト立案・PoC検証												
コンセプトまとめ・関係者評価												
破過時間モデル式, パラメータ値決定												
システム具現化, 要求仕様書作成												
システム基本設計												
システム詳細設計												
システム作成 (プログラミング)												
UBEグループシステムリリース・運用												

保護具選定アプリ — メニュー

化学保護用

化学物質(ケミカルインデックス)

化学物質(推定破過時間計算)

化学物質(シミュレーション)

騒音用

騒音対策

図 5 保護具選定アシストアプリケーションのポータルサイト画面

保護具選定アプリ — 化学注意事項

アプリ使用上の注意事項

化学防護用

- 1.市販品の化学物質ごとの使用可能時間は製造者による公表値です。このソースデータは化学防護手袋研究会の法人会員のみ利用可能です。
- 2.保護具使用時間推定はU B E が導出した数理モデル式に基づき、保護具の材質、厚み、使用する化学物質の分子量から推定します。ご利用にあたっては、化学物質により保護が膨潤したり溶解したりしない場合にのみ使用できます。また強い極性溶媒などには不適です。
- 3.主に化学防護手袋向けを想定していますが、原理的に材質と厚みの情報がある防護衣、腕カバー他の保護具に流用しても問題ありません。
- 4.化学防護用保護具の使用可能時間とは、使い始めてからの経過時間を指します。累積の使用時間ではありません。

☐ 上記の注意点を理解しました。

アプリに進む

図 6 本アプリ使用上の注意事項画面

作業記録 — 化学物質 (ケミカルインデックス)

*CasNo 7664-93-9 化学物質名orカナ 希硫酸(47%) メーカー 仕様 検索

CASNO	化学物質	製品	仕様	透過時間(分)
7664-93-9	希硫酸(47%)			
Ansell	SOL-VEX	ニトリ製	A(0.54)	>360
7664-93-9	硫酸(16%)			
Ansell	SOL-VEX	ニトリ製	A(0.54)	>120

終了

図 7 化学防護用ケミカルインデックスの検索の設定画面

保護具選定アプリ — 化学注意事項

アプリ使用上の注意事項

化学防護用

- 1.市販品の化学物質ごとの使用可能時間は製造者による公表値です。このソースデータは化学防護手袋研究会の法人会員のみ利用可能です。
- 2.保護具使用時間推定はU B E が導出した数理モデル式に基づき、保護具の材質、厚み、使用する化学物質の分子量から推定します。ご利用にあたっては、化学物質により保護が膨潤したり溶解したりしない場合のみ使用できます。また強い極性溶媒などには不適です。
- 3.主に化学防護手袋向けを想定していますが、原理的に材質と厚みの情報がある防護衣、腕カバー他の保護具に流用しても問題ありません。
- 4.化学防護用保護具の使用可能時間とは、使い始めてからの経過時間を指します。累積の使用時間ではありません。

☒ 上記の注意点を理解しました。

アプリに進む

図 8 ケミカルインデックスの使用上の注意事項画面

作業記録 — 化学物質保護具選定

物質種類 アイテムの検索 物質 アイテムの検索 CasNo 分子量 58.08 g/mol

*保護具材質 アイテムの検索 表示順 アイテムの検索 計算検索

保護具名称 部分一致	メーカー 部分一致	品番 部分一致	厚み(μm)	推定破過時間(分)	参考価格
ネオプレンゴム使い捨て手袋 NeoTouch 25-101_アンスセル品番:25-101-7	3M	25-101-7	23.0	143	35

上限 下限 備考 部分一致

参考価格 参考サイト 備考

35 リンク 膨潤・溶解の恐れあり

終了

図 9 ケミカルインデックスの検索結果回答画面

作業記録 — 化学物質計算推定結果

メーカー Ansell
CASNo 67-64-1
化学物質 アセトン
化学物質の分子量 58.08 g/mol
保護具材質 PVA
保護具厚み 0.4mm
推定破過時間 70 分

参考サイト

膨潤・溶解の恐れあり

※化学物質により保護具が膨潤したり溶解したりしない場合のみ適用できます。また強い極性溶媒等の推定には不適です。
※初めて使用する保護具材質については保護具の簡易浸漬試験実施による現物確認を推奨します。

戻る 終了

図 10 化学防護用使用可能時間推定の使用上の注意事項画面

保護具選定アプリ — 化学注意事項

アプリ使用上の注意事項

化学防護用

- 市販品の化学物質ごとの使用可能時間は製造者による公表値です。このソースデータは化学防護手袋研究会の法人会員のみ利用可能です。
- 保護具使用時間推定はUBEが導出した数値モデル式に基づき、保護具の材質、厚み、使用する化学物質の分子量から推定します。ご利用にあたっては、化学物質により保護が膨潤したり溶解したりしない場合にのみ使用できます。また強い極性溶媒などには不適です。
- 主に化学防護手袋向けを想定していますが、原理的に材質と厚みの情報がある防護衣、腕カバー他の保護具に流用しても問題ありません。
- 化学防護用保護具の使用可能時間とは、使い始めてからの経過時間を指します。累積の使用時間ではありません。

☒ 上記の注意点を理解しました。

アプリに進む

図 11 化学防護用使用可能時間・保護具厚み推定の設定と結果回答画面

作業記録 — 化学物質計算シミュレーション

物質種類

物質

CasNo

*分子量 g/mol

保護具

*保護具材質

想定利用時間

厚み計算⇒

←時間計算

厚み

利用時間範囲

終了

図 12 ケミカルインデックスの検索結果回答画面

保護具選定アプリ — 騒音注意事項

アプリ使用上の注意事項

騒音用

- 遮音性能が公表されている市販品データを利用しています。
- 作業環境測定で等価騒音測定値がある場合は等価騒音用を、オクターブバンド騒音測定値がある場合は等価騒音用をご利用ください。個人ばく露測定結果の場合は等価騒音用をご利用ください。
- 聴覚保護具用の耳栓は、説明書記載通りの正しい使い方をしている場合にのみ本アプリの計算結果と合致します。
- 聴覚保護具を使用しても許容基準音圧を超過するものは不適です。使ってはいけません。遮音性能が高すぎてもアラートが聴こえにくくなったり、コミュニケーションが難しかったりと望ましくはありません。騒音レベルに適した適度な遮音性能の聴覚保護具を選んでください。

☐ 上記の注意点を理解しました。

アプリに進む

図 13 騒音用の注意事項画面

作業記録 — 騒音対策

騒音管理区分 アイテムの検索

等価騒音

オクターブバンド

125Hz 250Hz 500Hz 1000Hz 2000Hz 4000Hz 8000Hz

検索

保護具名称	メーカー	品番	透過率	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
イヤーマフ_3M_1435(等価騒音)	3M	3M_1435	23.0	23.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
イヤーマフ_3M_1435(オクターブバンド)	3M	3M_1435	23.0	23.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4
イヤーマフ_3M_1435(HML)	3M	3M_1435	23.0	23.0	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4

終了

図 14 騒音用保護具選定の設定画面

作業記録 — 等価騒音用聴覚保護具評価結果

等価騒音

作業場所 作業室

メーカー 3M

保護具名 イヤーマフ_3M_1435

素材 ポリウレタンフォーム

参考サイト



保護備考

戻る 終了

【アラート判定】
 作業者外耳騒音ばく露値 < 70dB
 「注意, オーバープロテクション」 (表示色: 黄色)
 作業者外耳騒音ばく露値 > 85dB
 「警告, 遮音性能不足使用禁止」 (表示色: 赤色)

図 15 等価騒音用保護具選定の回答画面

作業記録 — オクターブバンド騒音用聴覚保護具評価結果

オクターブバンド

作業場所 作業室

メーカー 3M

保護具名 イヤーマフ_3M_1435

素材 ポリウレタンフォーム

参考サイト



保護備考

戻る 終了

周波数	透過率	透過率	透過率
125Hz	80	90	100
250Hz	90	100	120
500Hz	100	120	150
1000Hz	120	150	180
2000Hz	150	180	210
4000Hz	180	210	240
8000Hz	210	240	270

図 15 オクターブバンド騒音用保護具選定の回答画面

製造技術開発部 デジタル技術 Gr.
古屋敦啓一郎

Software Requirements Specification (SRS)
「保護具選定アシストアプリケーション」 ソフトウェア要求仕様書

1. 背景・現状の課題

労働安全衛生法は事業者の責務として、化学物質の取扱う従事者に健康障害の発生を予防する除害設備を設置したり、除害設備を設置しても化学物質へのばく露を完全に防止できない場合は適切な保護具を着用させたりして、作業者を安全に作業させなければならない。また騒音対策では等価騒音レベルが 85dB 以上の騒音下に従事させる作業者には騒音性難聴を予防する聴覚保護具を着用させなければならない。

ここで保護具は、多くの製品が各製造者から上市されているが、各保護具の素材や厚みによって、化学物質ごとに取扱う際の使用可能時間が異なり、想定する作業時間内で化学物質を安全に扱える保護具を他の作業環境や作業内容なども総合的に勘案して選択する必要がある。聴覚保護具では騒音値に対して適切な遮音性能を有したものを選ぶ必要がある。実は遮音性能は高すぎても低すぎてもいけない。

しかしながら、例えば化学物質用の手袋であれば、化学物質との直接的な接触を避ける目的で、これまでは使用しており、保護具自体に取り扱っている化学物質が徐々に溶解、拡散透過して使用時間の経過と共に気付かぬうちに保護具を透過してきた微量の化学物質に被ばくするリスクまでは十分に考慮できていない。特に皮膚等障害化学物質に指定される皮膚感作性の高い化学物質は、極微量であっても強い皮膚炎等を引き起こし^(*)、当社でも実際に健康障害発症例がある。

また騒音では聴覚保護具の遮音性能が低いと騒音性難聴予防にならず、一方、遮音性能が高過ぎると作業場のアラートなど重要な情報伝達を聞き漏らしたり、作業者間のコミュニケーションに多大な支障を来したりする。

当社の多くの従業員は、業務遂行上、必須の各種システムは OJT で習熟して利用できるが、高齢者や IT システムを苦手とする若い従業員は決して少なくなく、多くの従業員を対象にするシステムほど入力操作が簡便で最低限の操作指導だけで極力直感的に使えるものが常時望まれている。特に高齢者雇用安定法により、実質的な退職年齢の引き上げが進み、今後は社内の従業員人数割合的に増加していく 50~60 歳代の高齢者らに配慮した見やすく扱いやすいユニバーサルデザインなシステム設計が求められている。具体的には、直感的なインターフェースやシンプルなナビゲーション、大きな文字とアイコンの利用を織り込んで設計する。ユニバーサルデザイン化は、高齢者だけでなく壮年、若年層にも喜ばれるだろう。

2. 目的

2.1. 本アプリケーションの利用目的

保護具選定アシストアプリケーションは、職場ごとに異なる作業環境や作業内容を考慮しながら多くの市販されている保護具の中から自らの作業場や作業内容、購入コストなどを勘案して作業者の安全性を満足する好適な保護具選定を助けるものである。

2.2. 利用者の想定

本アプリケーションの主たるユーザは、実際に作業計画を立案し、作業前にリスクアセスメントを実施する管理者や作業者とする。これら多くのユーザは、必ずしもコンピュータシステムに長じているとは限らず、操作手順書を読みこんでから実地の操作訓練を受けないと使えないようなものは間違いなく歓迎されない。

3. 保護具選定アシストアプリケーションの機能

3.1. 保護具選定アシスト機能全体概要

保護具選定アシストアプリケーションは、Microsoft 社の Power Apps プラットフォーム上に構築し、その利用方法は UBE グループイントラのブラウザ Edge 上で動作させる。基本的には UBE イントラにアクセス可能なグループ従業員であれば誰でも利用可能とする。ここで保護具選定アシストアプリケーションに付与する機能概要を Table I に示す。大別して化学物質防護用の保護具自体の化学物質透過時間の実測値検索や実測値がないものは数理モデル式から透過時間推算値の導出を行なう。また騒音作業場用の聴覚保護具選定サポートも機能として与える。聴覚保護具用は、等価騒音用とオクターブバンド騒音用を準備する。

Table I 保護具選定アシストアプリケーションの機能概要

機能 No.	機能名称	機能の概要
1	化学防護用保護具選定アシスト	化学防護手袋研究会が編纂する Chemical Index ^(*) に掲載されている各保護具製造者が実測した保護具製品の化学物質ごとの使用可能時間データを検索して、検索者に使用可能時間情報を与える機能。ただし全ての化学物質の実測データがあるわけではない。また製造者によってデータの充足度は大きく異なる。(注 1)
2	化学防護用保護具使用時間推定	化学防護手袋に使用される主要な材質について、数理モデルで使用可能時間を計算して返す機能。使用可能時間の計算は、保護具の材質、厚み、取扱う化学物質の分子量から求める。 計算可能な材質は、クロロスルホン化ポリエチレン(CSM)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリウレタン(UR)、ブチルゴム(IIR)、天然ゴム(NR)、ニトリルゴム(NBR)、クロロプレンゴム(CR)、フッ素ゴム(FKM)、ポリビニルアルコール(PVA)、エチレンビニルアルコール(EVOH)、 ポリエチレン(PE) 、ANSELL 社 Microflex [®] ニトリルゴムのネオプレンゴムコーティング、ANSELL 社 AlphaTec [®] 天然ゴムのネオプレンゴムコーティング、ANSELL 社 AlphaTec [®] リニアポリエチレン(LLDPE)ラミネートフィルム手袋、あしかメディ 5 層ラミネートインナー手袋、Honeywell SILVERSHIELD (ポリエチレン、EVOH の 5 層ラミネートフィルム手袋)を予定している。(注 2)
3	聴覚保護具選定アシスト① (等価騒音用)	聴覚保護具の選定で作業環境測定の結果が「等価騒音レベル」の場合に適した聴覚保護具の選定をアシストする機能。作業環境測定結果の等価騒音値を入力しておき、セットアップされた聴覚保護具群から候補の保護具を選ぶと遮音効果を計算して、聴覚保護具を経由して作業者の外耳部が曝される騒音音圧を返す。遮音効果は高過ぎても低過ぎても問題があり、好適な騒音音圧範囲に収まる聴覚保護具の選定をアシストする。
4	聴覚保護具選定アシスト② (オクターブバンド騒音用)	聴覚保護具の選定で作業環境測定の結果が「オクターブバンド騒音レベル」の場合に適した聴覚保護具の選定をアシストする機能。作業環境測定結果の各オクターブバンド騒音値(注 3)を入力しておき、セットアップされた聴覚保護具群から候補の保護具を選ぶと各オクターブバンドの遮音効果を計算して、聴覚保護具を経由して作業者の外耳部が曝される各オクターブバンドの騒音音圧を返す。遮音効果は高過ぎても低過ぎても問題があり、好適な騒音音圧範囲に収まる聴覚保護具の選定をアシストする。
特記事項 注 1: Chemical Index は、法人会員向けサービス。化学防護手袋研究会に参加している法人内のみデータを利用可能。 本機能を利用したいグループ会社は化学防護手袋研究会に法人として加入する必要がある。 注 2: 本機能の利用にあたり、保護具の材質と取扱う化学物質で簡易浸漬調査などを行ない、著しい膨潤や溶解などを起こさないことが前提。著しい膨潤や溶解などを起こすものには適用不可。 注 3: 騒音のオクターブバンド周波数は 250Hz, 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz, 4,000Hz, 8,000Hz である。		

3.2. 化学防護用個別機能詳細

3.2.1. 保護具選定アシストアプリケーションの利用シーンと期待効果

保護具選定アシストアプリケーションは、具体的には作業計画を立案したり、作業方法を見直したりする際に必ず実施するリスクアセスメントでの利用を想定している。ワークフローで見た保護具選定アシストアプリケーションの位置付けを Fig.1 に示す。

具体的な取扱い化学物質の有害性調査や取扱量想定、作業場所、作業方法、作業場所の除害設備有無や設備増強など健康障害予防に関する対策を講じ、除害設備だけでは作業者の化学物質ばく露が避けられない場合に作業者に装着させる各種保護具を具体的な保護性能を考慮しながら検討しなければならない。保護具選定アシストアプリケーションは、この保護具を選定する際に保護具を化学物質が透過する定量的な破過時間を定量的に示唆したり、保護具製造者が破過時間を実測しておらず定量的な破過時間が不明だったりする場合に数理モデルで定量的な破過推定時間を示唆する。

保護具の破過時間を定量的に把握できると以下に示すような効果が期待できる。

- イ) 安全に使用できる安全率を考慮した具体的な使用可能時間で保護具管理を指示できるようになるので保護具交換のタイミングを誤って保護具を破過した化学物質にばく露するリスクを減らせる。
- ロ) 保護具交換のタイミングを定量的に指示できるようになり、これまでは防護性能の低さで避けていた安価な保護具でも適切な時間管理で使いこなすことができるようになる。
- ハ) 作業時間に応じた保護具の材質や厚みの選択を定量的な根拠で可能になる。
- ニ) 安価な保護具の探索時に破過時間を確認しながら積極的に選択できる。
- ホ) 経験的に化学防護の安全性重視で作業性を悪化させていた厚手の保護具を作業時間内の化学防護に耐える作業性に優れた薄手の保護具に定量的な破過時間の裏付けを取って切り替えることができる。
- ヘ) 同一材料の保護具だが厚みが若干異なる他の安価な製造者の保護具にコストダウンする際に定量的な破過時間の裏付けをもって積極的に切り替えられる。
- ト) 皮膚等障害化学物質のようなごく微量でも皮膚炎などの憎悪反応を引き起こすおそれがある際の保護具選定時に、より防護性能が高い保護具を定量的な破過時間の裏付けをもって改善できる。
- チ) 超厚手の耐熱手袋など容易に使い捨てにできない場合に化学防護用の安価なインナー手袋を取扱い化学物質や作業時間に合わせて選択できる。

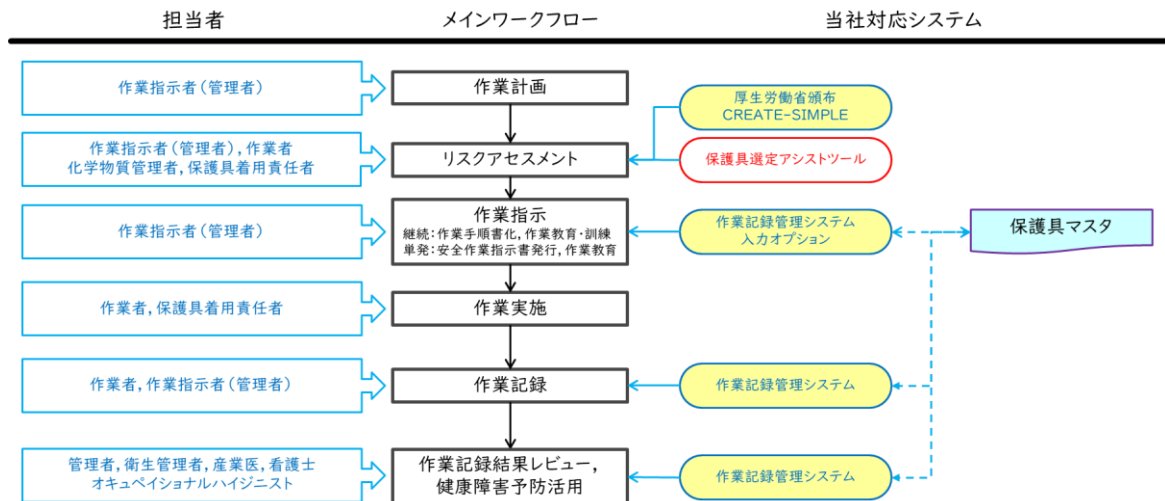


Fig.1 保護具選定アシストアプリケーションの利用シーン

3.2.2. 化学物質を扱う作業のリスクアセスメント

3.2.2.1. 取扱い化学物質の安全データシートに保護具の詳細指示がある場合

取扱う化学物質に付随してくる安全データシート(Safety Data Sheet;略 SDS)に着用すべき保護具の具体的な製品名や型番を含む指示が明記されている場合はその指示に従う。この場合は、保護具選定アシストアプリケーションは使用されない。

3.2.2.2. 取扱い化学物質の安全データシートに保護具着用の指示のみがある場合

取扱う化学物質に付随してくる安全データシートに保護具着用のみの指示があり、使用すべき保護具の具体的な明記がない場合は自ら保護具を調査して選定する必要がある。ここで保護具材質に対する化学物質の透過拡散現象を理解している管理者や作業員は、化学物質を取扱う作業時間で保護具の材質や厚みを経験的に考慮しているが、化学物質の透過時間を具体的に実測したり、計算で求めたりしていることは稀である。例えば、数秒程度のごく短時間、化学物質に直接手や皮膚に接触させないだけなら取扱い対象の化学物質で溶解したり、膨潤したりしない不透過性の保護手袋であれば、材質や厚みを特に気にせず選択しても概ね安全性に問題はないが、取扱い作業時間が長くなるほど材質や厚みの考慮が不可欠になる。

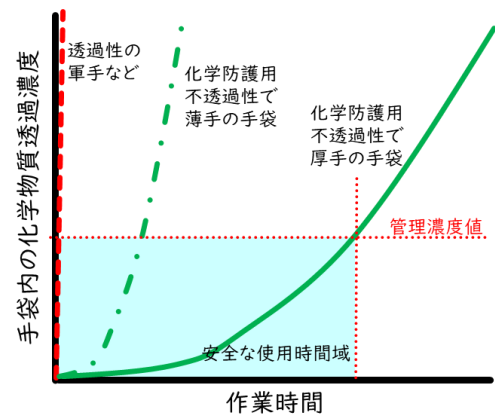


Fig.2 化学防護用手袋の選定方法

保護選定アシストアプリケーションは、Fig.2 に示すように上市されている多くの化学防護用保護手袋などから作業員の安全確保上、取扱う化学物質や取扱い作業時間に適するように最低限確保しなければならない必要な厚みなどの情報を管理者や作業員に提供する。

保護選定アシストアプリケーションは、以下の機能を有し、管理者や作業員に化学物質取扱い時の選定時に安全な示唆を与えるものである。

【機能 1】化学防護用保護具選定アシスト

保護具製造者らが、自社製品の化学物質ごとの安全な使用時間を実測し、提供している場合がある。その使用時間データを国内の保護具製造者らが参画する化学防護手袋研究会で、それらデータを集積、化学物質ごとに整理して同会の会員向けに提供しているデータシートがある。このデータシートを調べると保護具製造者らが化学物質の透過拡散を考慮して実測した安全な使用時間を知ることができる。保護選定アシストアプリケーションの機能 1 は、取扱う化学物質の CAS No. を入力すると実測値があれば、その製品名と時間を返し、該当の製品やデータがなければ、「なし」を返すようにする。

【機能 2】取扱い化学物質に対する保護具の使用可能時間の推定

不透過性の化学防護用手袋などに使われる材質は単層以外に複数の材質を組み合わせ多層化したものなど多種多様だが、その中でも多くの保護具製造者らが主に使用している材質は概ね限られている。また一作業ごとに使い捨てにすることが圧倒的に多い化学防護用手袋は、一般に入手のしやすさやコストから単層の製品が多用されている現状がある。

この化学防護用保護具の取扱う化学物質の保護具材質に対する常温付近の拡散係数と厚みが知れていれば、その化学物質で実測された使用時間が不明でも化学物質の分子量から透過時間の推算が可能になる。数理モデル式の導出詳細は、ここでは省くがグラハムの法則ならびにガス透過試験におけるタイムラグ法から導いている^(*)2)。この数理モデル式を(1)式に示す。(2)式は破過時間(限界の保護時間)から必要な手袋(保護具)の厚みを求めるときに使用する。単層材質の保護具では、保護具材質の参照物質に対する拡散係数である。一方、複層の保護具は複層全体を同一材と見做した合成の拡散係数となる。

(破過時間 T_p の計算式)

$$T_p = \left(\frac{L^2}{6 * k_{ref}} * M_{ref}^{-0.5} \right) * M_{Ta}^{0.5} \quad \cdots(1)$$

(手袋(保護具)の厚み L の計算式)

$\cdots(2)$

記号:↵

r_{Ta} : 取扱い物質の透過速度↵

r_{ref} : 参照物質の透過速度↵

k_{Ta} : 取扱い物質/保護手袋の拡散係数↵

k_{ref} : 参照物質/保護手袋の拡散係数↵

M_{Ta} : 取扱い物質の分子量↵

M_{ref} : 参照物質の分子量↵

T_p : 手袋の破過時間↵

L : 手袋の厚み↵

$$L = \left(\frac{T_p}{M_{Ta}^{0.5}} * 6k_{ref} * M_{ref}^{0.5} \right)^{0.5}$$

ここで、廣木、石井が導出した参照物質/保護手袋の拡散係数 k_{ref} 他を Table 1, 2 に示す。取扱う予定の化学物質の使用候補の保護具探索時にその保護具の透過時間を求めたいときは(1)式に Table 1, Table

2025 年 2 月

添付資料-2

2 の分子量や参照物質/保護手袋の拡散係数 k_{ref} を入力し, 取扱う予定の化学物質の分子量 M_{Tg} を入力すれば破過時間が計算可能になる。

したがって, 機能 2 は, (1)式ならびに(2)式に Table 1, 2 の数値を埋め込んだ計算サイトとし, 利用者は「保護具の材質」を選択してから「使用予定の保護具の厚み」と「取扱う化学物質の分子量」を入力すると選択された各パラメータで計算されて破過時間を返す。なお, 廣木, 石井は, 保護具の破過時間が数十時間あったとしても, それは累積の使用時間ではなく, 使い始めてからの経過時間管理が基本になることから計算結果の表示上は, 安全管理の視点で一日, 8 時間 (480 分) を上限とする提案をしている。ただし, 保護具選定時の防護性能比較の意味では 8 時間を超える結果を一律に 8 時間にするのは問題があると考えられる。利用者の使い方を考慮しながら安全管理上の誤解を招かないような結果表示を工夫する必要がある。

Table 1 数理モデル式の参照化学物質

適用範囲	項目	物性等	備考
ポリエチレン以外	参照化学物質の名称	アセトン	別名: ジメチルホルムアルデヒド, ジメチルケトン, 2-プロパノン
	化学式	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$
	分子量 g/mol	58.08	
	CAS No.	67-64-1	
ポリエチレン	参照化学物質の名称	プロパン	
	化学式	C_3H_8	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	分子量 g/mol	44.1	
	CAS No.	74-98-6	

Table 2 保護具材質別の拡散係数 (対アセトン (PE 以外), 常温・常圧)

保護具材質 (略称)		拡散係数 k_{ref} , cm^2/s	備考
単層	クロロスルホン化ポリエチレン (CSM)	2.8E-6	ポリエチレンを塩素化およびクロロスルホン化して合成されるゴム
単層	ポリ塩化ビニル (PVC)	1.1E-6	
単層	ポリウレタン (UR)	9.0E-7	
単層	ブチルゴム (IIR)	7.9E-7	イソプレン・イソブレン共重合の合成ゴム
単層	天然ゴム (NR)	7.1E-7	ゴムの木の樹液 (ラテックス) を凝固させたもの
単層	ニトリルゴム (NBR)	6.0E-7	アクリロニトリル・ブタジエン共重合の合成ゴム
単層	クロロプレンゴム (CR)	5.8E-7	別称: ネオプレンゴム
単層	フッ素ゴム (FKM)	5.0E-7	
単層	ポリビニルアルコール (PVA)	2.0E-7	
単層	ポリエチレン (PE) ^(*)	5.0E-8 ^(*)	対プロパンの拡散係数, 40°C,
単層	エチレンビニルアルコール (EVOH)	3.2E-10	
複層	ANSELL 社 Microflex® ニトリルゴムのネオプレンゴムコーティング	1.0E-5	93-260 厚み: 0.20mm

Table 2 保護具材質別の拡散係数(対アセトン(PE 以外), 常温・常圧)

保護具材質(略称)		拡散係数 $k_{ref}, \text{cm}^2/\text{s}$	備考
複層	ANSELL 社 AlphaTec® 天然ゴムのネオプレンゴムコーティング	6.5E-7	87-224 厚み:0.68mm
複層	あしかメディ 5 層ラミネート(表層 PET)	1.0E-8	あしかメディ工業(株) ベバラブ化学防護インナー手袋 厚み:0.050mm
複層	Honeywell SILVERSHIELD (ポリエチレン, EVOH の 5 層ラミネートフィルム手袋)	9.4E-10	SSG-09-10 厚み:0.069mm (2.7mil)
複層	ANSELL 社 AlphaTec® リニアポリエチレン(LLDPE)ラミネート フィルム手袋	3.2E-10	02-100 5 層ラミネートフィルム 厚み:0.060mm

3.3. 騒音防護用個別機能詳細

3.3.1. 保護具選定アシスタアプリケーションの利用シーンと期待効果

騒音下の作業も化学物質同様にリスクアセスメントでの利用を主に想定している。作業環境測定で得られた等価騒音レベルあるいはオクターブバンド騒音レベルを把握した上で、その騒音作業場に適した聴覚保護具を選定する必要がある。聴覚保護具は、耳に加わる騒音音圧を低減させるのが主目的ながら過大に遮音すると作業場の警報など重要なアラートなどの聞き漏らしや作業者間のコミュニケーションに支障を来すことになる。したがって、聴覚保護具は騒音下で耳に加わる騒音音圧をただひたすらに抑制するものではなく、騒音性難聴を発症させない程度に抑制させるものであり、作業場の騒音レベルに適したものを遮音性能から選択して使うものになる。

保護具の遮音性能を迅速かつ定量的に把握できると以下に示すような効果が期待できる。

- イ) 騒音性難聴発症を抑制しながら作業者間でコミュニケーションができ、重要なアラートなども聞こえる安全な作業となる。
- ロ) 多くの聴覚保護具の中から自らが作業する作業場の騒音に適したものを容易に選択できる。
- ハ) オクターブバンド騒音レベルは、周波数帯ごとに許容基準値や聴覚保護具の遮音性能も異なり、それらを個別に手計算するのは手間が掛かるが、ソフトウェアでそれらを自動計算するので選定が極めて容易になる。

3.3.2. 騒音下作業のリスクアセスメント

一般的に騒音下作業のリスクアセスメントは、作業場の作業環境測定を実施し、管理区分Ⅱ、Ⅲに相当する場合に対策を含めた詳細が検討される。騒音対策は、騒音源の静音化や防音壁、遮音壁の設置などを優先的に行ない、それらを講じて管理区分Ⅰにできない場合やそれら騒音対策を講じられない場合に作業者の健康障害予防で聴覚保護具を使用させる。従来、聴覚保護具の選定は、騒音性難聴予防を重視し、作業者間のコミュニケーションなどを二の次にした遮音性能の高いものを積極的に選ぶ傾向があった。

3.3.3. 【機能 3】聴覚保護具選定アシスト①(等価騒音用)

作業場の作業環境測定を等価騒音レベルで計測した場合は、等価騒音用の遮音性能が開示されている聴覚保護具の中から選択する。等価騒音(A特性)の許容基準は、一日 8 時間作業であれば、作業者の外耳における騒音レベルを 85dB 未満に抑えるべきであり、一日 8 時間作業を超える可能性があるなら 80dB

未満が望ましい。

聴覚保護具選定アシスト①（等価騒音用）は、作業場の等価騒音値を入力して、選択肢として登録されている聴覚保護具の中から候補を選ぶと自動的に聴覚保護具を経由して作業者の外耳部が曝される騒音圧を計算して提示する。計算式を(2)式に示す。騒音レベルの数値を示すだけでなく、遮音性能不足や過剰遮音性能のオーバープロテクションをグラフィカルに見せるようにしたい。グラフィカルに表示する際、遮音性能不足は将来騒音性難聴の可能性が高まるので遮音性能不足は警告の意味合いで「赤色」とする。過剰遮音性能のオーバープロテクションは、将来、騒音性難聴のおそれはないものの電子ブザーなどのアラート等の聞き漏らしや作業者間のコミュニケーションに支障を来すので注意の意味合いで「黄色」とする。ここで等価騒音の許容基準を Table 3 に聴覚保護具使用時の好適制御範囲を Table 4 に示す。

$$\text{作業者外耳騒音ばく露値 (dB)} = \text{作業場等価騒音値 (dB)} - \text{聴覚保護具遮音値 (dB)} \cdots (2)$$

【アラート判定】

作業者外耳騒音ばく露値 < 70dB: 「注意, オーバープロテクション」(表示色: 黄色)

作業者外耳騒音ばく露値 > 85dB: 「警告, 遮音性能不足使用禁止」(表示色: 赤色)

3.3.4. 【機能 4】聴覚保護具選定アシスト②（オクターブバンド騒音用）

作業場の作業環境測定をオクターブバンド騒音レベルで計測した場合は、オクターブバンド騒音用の遮音性能が開示されている聴覚保護具の中から選択する。オクターブバンド騒音（A特性）の許容基準は、一日 8 時間作業のみとなり、作業者の外耳における各周波数の騒音レベルを許容基準内に抑える必要がある。

聴覚保護具選定アシスト②（オクターブバンド騒音用）は、作業場のオクターブバンド騒音値を入力して、選択肢として登録されている聴覚保護具の中から候補を選ぶと自動的に聴覚保護具を経由して作業者の外耳部が曝される騒音圧を計算して提示する。計算式を(3)～(7)式に示す。等価騒音同様に騒音レベルの数値を示すだけでなく、遮音性能不足や過剰遮音性能のオーバープロテクションをグラフィカルに見せるようにしたい。グラフィカルに表示する際、遮音性能不足は将来騒音性難聴の可能性が高まるので遮音性能不足は警告の意味合いで「赤色」とする。過剰遮音性能のオーバープロテクションは、将来、騒音性難聴のおそれはないものの電子ブザーなどのアラート等の聞き漏らしや作業者間のコミュニケーションに支障を来すので注意の意味合いで「黄色」とする。ここでオクターブバンド騒音の許容基準を Table 3 に聴覚保護具使用時の好適制御範囲を Table 4 に示す。

【聴覚保護具にオクターブバンドごとの遮音性能表示がある場合】

$$\text{作業者外耳騒音ばく露値 } f \text{ (dB)} = \text{作業場騒音値 } f \text{ (dB)} - \text{想定保護値 APVf (dB)} \cdots (3)$$

$$\text{想定保護値 APVf (dB)} = \text{聴覚保護具平均遮音値 } f \text{ (dB)} - \text{標準偏差 } f \text{ (dB)} \cdots (4)$$

$$f = 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 \text{ Hz}$$

【聴覚保護具に HML による遮音性能表示がある場合】

$$\text{作業者外耳騒音ばく露値 } L = ((\text{作業場騒音値}_{250\text{Hz}} - \text{低域周波遮音値}) + (\text{作業場騒音値}_{500\text{Hz}} - \text{低域周波遮音値})) / 2 \cdots (5)$$

$$\text{作業者外耳騒音ばく露値 } M = ((\text{作業場騒音値}_{1000\text{Hz}} - \text{中域周波遮音値}) + (\text{作業場騒音値}_{2000\text{Hz}} - \text{中域周波遮音値})) / 2 \cdots (6)$$

$$\text{作業者外耳騒音ばく露値 } H = ((\text{作業場騒音値}_{4000\text{Hz}} - \text{中域周波遮音値}) + (\text{作業場騒音値}_{8000\text{Hz}} - \text{中域周波遮音値})) / 2 \cdots (7)$$

2025 年 2 月

添付資料-2

【アラート判定】

作業者外耳騒音ばく露値<70dB:「注意, オーバープロテクション」(表示色:黄色)

作業者外耳騒音ばく露値_f:Table 4 参照,「警告, 遮音性能不足使用禁止」(表示色:赤色)Table 3 騒音の許容基準^(*)

一日のばく露時間(分)	等価騒音 (A 特性) 許容基準 dB	オクターブバンド(A特性)	
		周波数 Hz	許容基準 dB
480(8 時間)	85 未満	250	98 未満
		500	92 未満
		1,000	86 未満
		2,000	83 未満
		3,000	82 未満
		4,000	82 未満
		8,000	87 未満
1,440(24 時間)	80 未満	—	—

Table 4 聴覚保護具使用時の好適音圧範囲^(*)

一日のばく露時間(分)	等価騒音 (A 特性) 聴覚保護具の好適音圧範囲 dB	オクターブバンド(A特性)	
		周波数 Hz	聴覚保護具の好適音圧範囲 B
480(8 時間)	70 以上, 85 未満	250	70 以上, 98 未満
		500	70 以上, 92 未満
		1,000	70 以上, 86 未満
		2,000	70 以上, 83 未満
		3,000	70 以上, 82 未満
		4,000	70 以上, 82 未満
		8,000	70 以上, 87 未満
1,440(24 時間)	70 以上, 80 未満	—	—

3.4. 入力と出力の関係

保護具選定アシストアプリケーションの機能ごとの入出力の関係を Table 5 に示す。

Table 5 保護具選定アシストアプリケーションの機能ごとの入出力の関係

機能	入力	計算式	出力
化学防護用保護具選定アシスト	①化学物質 CAS No. ②保護具製造者の指定 (選択式)	なし	①化学防護手袋研究会データベース合致データ

2025 年 2 月

添付資料-2

Table 5 保護具選定アシスタアプリケーションの機能ごとの入出力の関係

機能	入力	計算式	出力
化学防護用保護具使用時間推定	①化学物質分子量(mol) ②保護具の厚み(mm) ③保護具の厚み幅(選択式) ③保護具の材質(選択式) ④化学物質 CAS No.(任意) ⑤化学物質名称(任意)	$T_p = \left(\frac{L^2}{6 * k_{ref}} * M_{ref}^{-0.5} \right) * M_{Ta}^{0.5} \dots (1)$ 記号: r_{Ta}: 取り扱い物質の透過速度 r_{ref}: 参照物質の透過速度 k_{Ta}: 取り扱い物質/保護手袋の拡散係数 k_{ref}: 参照物質/保護手袋の拡散係数 M_{Ta}: 取り扱い物質の分子量 M_{ref}: 参照物質の分子量 T_p: 手袋の破過時間 L: 手袋の厚み 厚み幅は、入力された厚みの±0% (入力厚みのみ), ±30% (入力厚みと上下限), ±60% (入力厚みと上下限) とする。	①使用可能時間推定結果 T_p (min), 上下限推定時間 (min) ②化学物質分子量 ③保護具の厚み ④保護具の材質 ⑤化学物質 CAS No. ⑥化学物質名称
化学防護用保護具の保護時間確保に必要な厚み推定	①化学物質分子量(mol) ②保護時間(sec) ③保護具の厚み幅(選択式) ③保護具の材質(選択式) ④化学物質 CAS No.(任意) ⑤化学物質名称(任意)	$L = \left(\frac{T_p}{M_{Ta}^{0.5}} * 6k_{ref} * M_{ref}^{0.5} \right)^{0.5} \dots (2)$ 記号: r_{Ta}: 取り扱い物質の透過速度 r_{ref}: 参照物質の透過速度 k_{Ta}: 取り扱い物質/保護手袋の拡散係数 k_{ref}: 参照物質/保護手袋の拡散係数 M_{Ta}: 取り扱い物質の分子量 M_{ref}: 参照物質の分子量 T_p: 手袋の破過時間 L: 手袋の厚み	①保護具の推定厚み(mm) ②化学物質分子量 ③保護具の使用時間(min) ④保護具の材質 ⑤化学物質 CAS No. ⑥化学物質名称
聴覚保護具選定アシスト①(等価騒音用)	①作業場等価騒音値(dB, A特性) ②保護具の指定(選択式) ③作業場名称(任意)	作業者外耳騒音ばく露値=作業場等価騒音値-聴覚保護具遮音値 【アラート判定】 作業者外耳騒音ばく露値<70dB:「注意, オーバープロテクション」(表示色:黄色) 作業者外耳騒音ばく露値>85dB:「警告, 遮音性能不足使用禁止」(表示色:赤色)	①作業者外耳騒音ばく露値 ②オーバープロテクションと遮音性能不足のアラート表示 ③作業場名称
聴覚保護具選定アシスト②(オクターブバンド騒音用)	①作業場オクターブバンド騒音値(dB, A特性) ②保護具の指定(選択式) ③作業場名称(任意)	【オクターブバンドごとの遮音性能がある場合】 ・作業者外耳騒音ばく露値L_r=作業場騒音値L_f-想定保護値APVf ・想定保護値APVf=聴覚保護具平均遮音値L_p-標準偏差f $f=250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000$ Hz 【HMLによる遮音性能がある場合】 ・作業者外耳騒音ばく露値L_r=((作業場騒音値L_{250Hz}-低域周波遮音値)+(作業場騒音値L_{500Hz}-低域周波遮音値))/2 ・作業者外耳騒音ばく露値M_r=((作業場騒音値L_{1000Hz}-中域周波遮音値)+(作業場騒音値L_{2000Hz}-中域周波遮音値))/2 ・作業者外耳騒音ばく露値H_r=((作業場騒音値L_{4000Hz}-中域周波遮音値)+(作業場騒音値L_{8000Hz}-中域周波遮音値))/2 【アラート判定】 作業者外耳騒音ばく露値L_r<70dB:「注意, オーバープロテクション」(表示色:黄色) 作業者外耳騒音ばく露値M_r:Table 4 参照, 「警告, 遮音性能不足使用禁止」(表示色:赤色)	①オクターブバンドごとの作業者外耳騒音ばく露値 ②作業者外耳騒音ばく露値 L_r ③作業者外耳騒音ばく露値 M_r ④作業者外耳騒音ばく露値 H_r ⑤オクターブバンドごとのオーバープロテクションと遮音性能不足のアラート表示 ⑥作業場名称

3.5. 保護具選定アシスタアプリケーションのサイトイメージ

サイトイメージを以下に示す。画面設計上、必ずしもこの通りにする必要は全くないが特にパーソナルコンピュータに不慣れな従業員あるいはキー入力が苦手な若手新卒者や高齢者にも使い易さや解り易さを重視した画面設計を願う。**バリアフリーを意識し、字は大きめとし、背景色と文字のコントラストは明瞭なものとする。**

3.5.1. 保護具選定アシストアプリケーションポータル

保護具選定アシストアプリケーションは、各機能を別々の入り口からアクセスせず、一つのポータルサイトから使いたい機能を選択して利用できるようにする。Fig.3 にサイトイメージを示す。

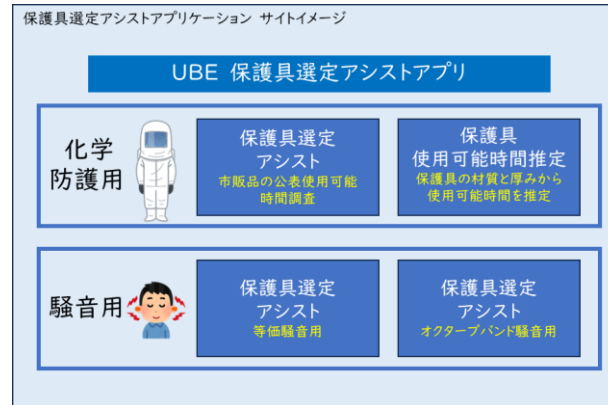
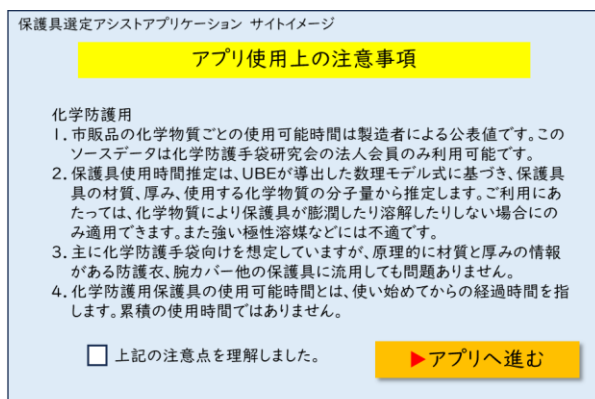


Fig.3 ポータルサイトイメージ

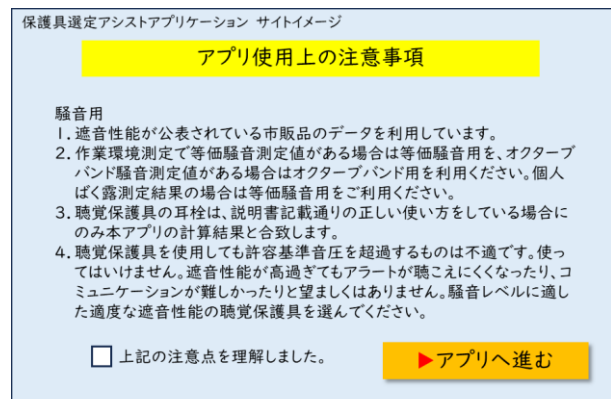
3.5.2. アプリケーション使用上の注意

保護具選定アシストアプリケーションの各機能は、労働安全や健康障害予防で利用にあたっての注意点がある。これら注意点にユーザが合意した場合のみ、各機能を利用可能とする。



※注意事項を読ませ、了承した上で利用させる。チェックボックスにチェックを入れないとアプリに進まないようにする。

Fig.4 化学防護用の注意サイト



※注意事項を読ませ、了承した上で利用させる。チェックボックスにチェックを入れないとアプリに進まないようにする。

Fig.5 聴覚防護用の注意サイト

3.5.3. 化学防護用のサイトイメージ

化学防護用のサイトイメージを Fig.6～10 に示す。

2025 年 2 月

添付資料-2

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

UBE 化学防護用保護具選定ツール
市販品公称使用可能時間探索

化学物質のCAS No.入力

半角英数字

保護具製造者の指定
 ▼

Chemical Index掲載社から選択

- ・製造者を問わない
- ・Ansell社
- ・North社
- ・重松製作所
- ・ダイヤゴム
- ・ショウワグループ
- ・Micro Flex社

▶ 検索開始

Fig.6 化学防護用の市販品公称使用可能時間探索の入力サイト

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

UBE 化学防護用保護具選定ツール
数理モデルによる使用可能時間推定

化学物質の分子量入力 (必須)

 半角英数字, 混合物は最小の分子量を入力

保護具の厚み入力 mm (必須)

 半角英数字, 最薄部の厚みを入力

保護具の材質 (必須)
 ▼

※ここに掲載されていない材質は計算できません

化学物質のCAS No.入力 (任意)

 半角英数字

保護具厚み幅 (必須)
☐ ±0% ☒ ±30% ☐ ±60%

化学物質名称 (任意)

 全角テキスト, xx字以内

以下から選択とする

- ・クロロスルホン化ポリエチレン (CSM)
- ・ポリ塩化ビニル (PVC)
- ・ポリウレタン (UR)
- ・ブチルゴム (IIR)
- ・天然ゴム (NR)
- ・ニトリルゴム (NBR)
- ・クロロプレンゴム (CR)
- ・フッ素ゴム (FKM)
- ・ポリビニルアルコール (PVA)
- ・エチレンビニルアルコール (EVOH)
- ・ANSELL社Microflex®ニトリルゴムのネオプレンゴムコーティング
- ・ANSELL社AlphaTec®天然ゴムのネオプレンゴムコーティング
- ・ANSELL社AlphaTec®リニアポリエチレン (LLDPE) ラミネートフィルム手袋
- ・あしかメディス層ラミネートインナー手袋
- ・Honeywell SILVERSHIELD

▶ 推定開始

Fig.7 化学防護用の数理モデル使用可能時間推定の入力サイト

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

市販品公称使用可能時間探索 検索結果

申し訳ありません。
 該当の化学物質に対する使用可能時間の登録データはありません。

アドバイス!
 候補の保護具の材質と厚みから数理モデルの使用可能時間推定ツールで推定できるかもしれません。

Fig.8 市販品公称使用可能時間探索結果出力①

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

市販品公称使用可能時間探索 検索結果

製造者 Ansell
 化学物質CAS No. 67-64-1, アセトン

検索結果
 Ansell, バリアー (0.062mm) >480分
 Ansell, ニトリル (0.38mm, <10分
 Ansell, ネオプレン (0.45mm), 10分
 Ansell, PVA, 143分
 :
 :

検索結果を印刷する

Fig.9 市販品公称使用可能時間探索結果出力②

2025 年 2 月

添付資料-2

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

数理モデルによる使用可能時間推定結果

化学物質 CAS No. 67-64-1, アセトン
 化学物質の分子量 58.08
 保護具材質 PVA
 保護具厚み 0.4mm
 使用可能時間推定結果

厚み:-30% 厚み:0.4mm 厚み:+30%

70 分 143 分 242 分

※化学物質により保護具が膨潤したり溶解したりしない場合にのみ適用できます。また強い極性溶媒などの推定には不適です。
 ※初めて使用する保護具材質については保護具の簡易浸漬試験実施による現物確認を推奨します。

Fig.10 数理モデルによる推定結果出力

3.5.4. 騒音防護用のサイトイメージ

騒音防護用のサイトイメージを Fig.11～17 に示す。

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

UBE 騒音防護用保護具選定ツール 等価騒音用

作業場の等価騒音値入力 (必須)

dB

半角英数字, A特性値

保護具の種類 (必須)

※ここに掲載されていない保護具は計算できません

作業場名称 (任意)

全角テキスト, xx字以内

▶ 計算開始

選択した保護具の画像

uvex x-fit

2112-010 (右用) <7928B> ※販売単位: 120個
 2112-001 (左用) <7928A> ※販売単位: 200個

作業記録マスク用に登録されている聴覚保護具から選択できるようにする

Fig.11 等価騒音用聴覚防護具選定ツール入力サイト

保護具選定アシスタアプリケーション サイトイメージ

UBE 騒音防護用保護具選定ツール オクターブバンド騒音用

作業場の周波数別騒音値入力 (必須)

250Hz 500Hz 1000Hz

dB dB dB

2000Hz 4000Hz 8000Hz

dB dB dB

半角英数字, A特性値

作業場名称 (任意)

全角テキスト, xx字以内

▶ 計算開始

保護具の種類 (必須)

※ここに掲載されていない保護具は計算できません

選択した保護具の画像

uvex x-fit

2112-010 (右用) <7928B> ※販売単位: 120個
 2112-001 (左用) <7928A> ※販売単位: 200個

Fig.12 オクターブバンド騒音用聴覚保護具選定ツール入力サイト

2025 年 2 月

添付資料-2



Fig.13 等価騒音用聴覚保護具の評価結果出力①

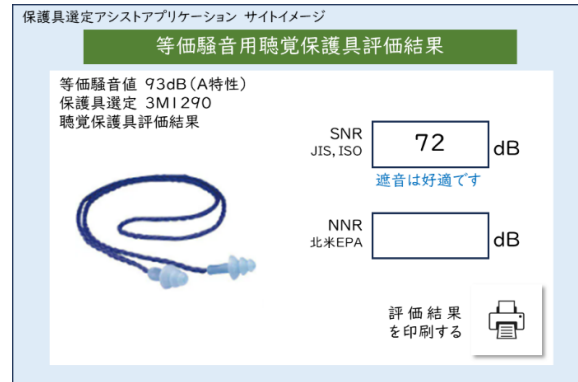


Fig.14 等価騒音用聴覚保護具の評価結果出力②

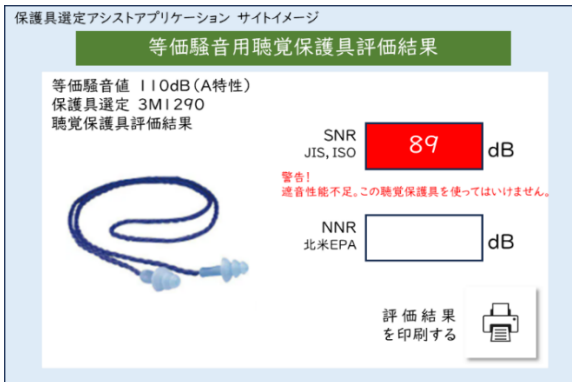


Fig.15 等価騒音用聴覚保護具評価結果出力③

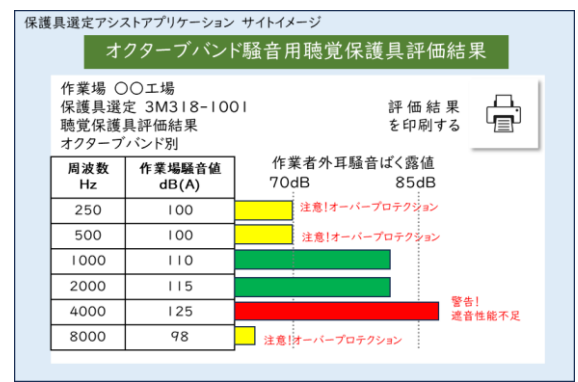


Fig.16 オクターブバンド騒音用聴覚保護具評価結果出力①

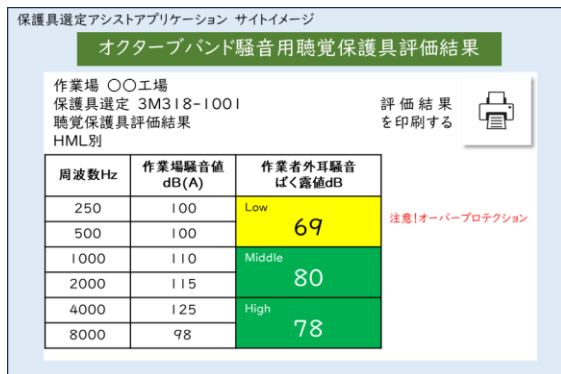


Fig.17 オクターブバンド騒音用聴覚保護具評価結果出力②

4. 開発体制

本開発の体制を Fig.18 に示す. 本アプリケーションの開発は, 学校法人産業医科大学 大神教授班と連携し, 2024 年度共同研究として実施する.

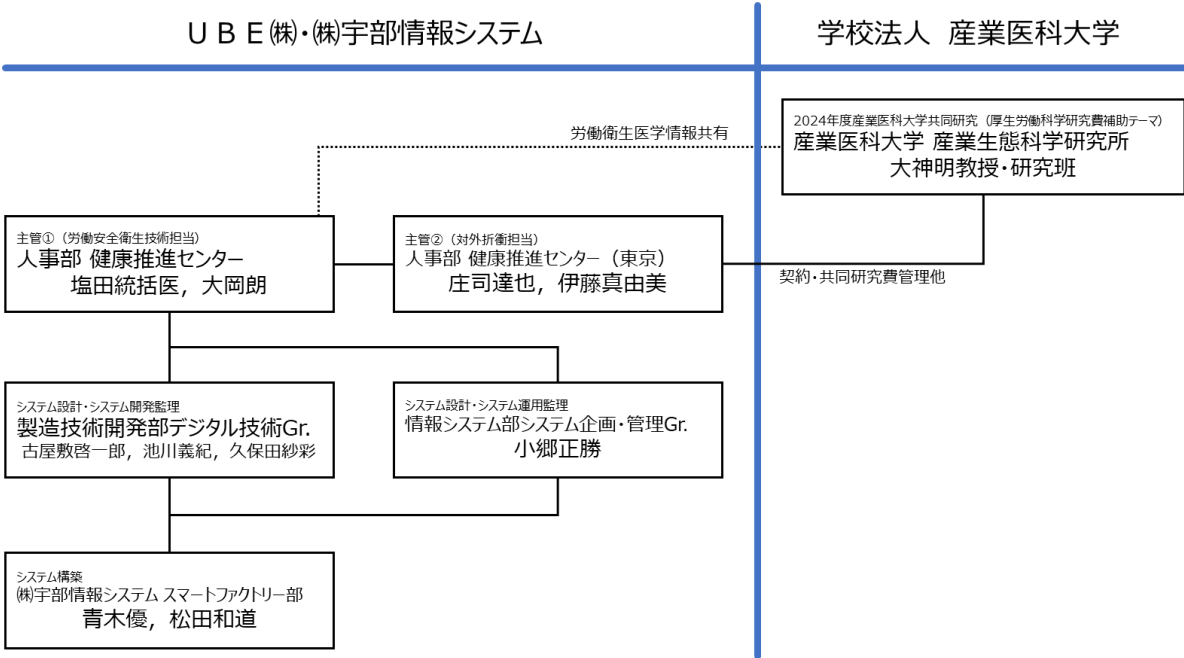


Fig.18 開発体制

5. 用語

本要求仕様書に頻出する専門用語等の意味は以下の通りとする。

安全データシート	あんぜんでーたしーと	安全データシート(Safety Data Sheet, 略 SDS)は, 化学物質および化学物質を含む混合物を譲渡または提供する際に, その化学物質の物理化学的性質や危険性・有害性及び取扱いに関する情報を化学物質等の譲渡または提供する相手方に提供するための文書。
A 特性音圧	えーとくせいおんあつ	A 特性音圧レベルは, 騒音を測定する際に用いられる周波数の重み付け特性の一つ。人間の耳が特定の周波数に対してどれだけ敏感かを考慮して音圧レベルに補正をかけるもの。具体的には 1000Hz 付近の周波数に対して最も感度が高く低周波数や高周波数に対しては感度が低い。
オクターブバンド 騒音レベル	おくとーぶばんどそう おんれべる	オクターブバンド騒音レベルは, 騒音を周波数ごとに分けて測定する方法。オクターブバンドとは特定の中心周波数を基準に, その倍の周波数までの範囲を指す。例えば, 中心周波数が 1000Hz のオクターブバンドは, 770Hz から 1410Hz の範囲をカバーする。この方法は, 騒音の特性を詳細に分析するのに使われ特に工場やプラントの騒音予測や対策に役立つ。
化学物質の拡散 透過	かがくぶっしつのかく さんとうか	化学物質の拡散透過とは化学物質がある媒体を通過する際に, その物質が広がりながら移動する現象。分子やイオンが高濃度から低濃度へと自然に移動する現象。分子のランダムな運動によって引き起こされる。透過には物質が膜を通過する際にその構造や性質に応じて異なるメカニズムが関与する。例えばガスが薄膜を通過する際にガス分子が膜の中を拡散し, 反対側に出てくることが含まれる。このプロセスはフィックの法則に従って説明されることが多い。
拡散係数	かくさんけいすう	拡散係数は, 物質が他の物質中にどのように拡散するかを示す指標。具体的には, ある濃度勾配のもとで単位時間当たりに単位面積を通過する物質の量を表す比例定数。例えば, 気体や液体の中での分子の移動速度を測定する際に使用される。拡散係数は温度や圧力などの条件によって変わるので, これらの条件を考慮して計算する必要がある。化学防護用保護具においては, その使用形態から概ね手や腕の皮膚温付近で一定として扱って問題ない。圧力も地表近傍の標準大気圧としている。
ガス透過のタイム ラグ法	がすとうかのたいむら ぐほう	ガス透過のタイムラグ法は, ガスが膜を透過する際の拡散係数や溶解度係数を評価するための方法。この方法ではガスが膜を通過するまでの時間遅れ(タイムラグ)を測定し, そのデータを基に拡散係数や溶解度係数を算出する。

2025 年 2 月

添付資料-2

グレアムの法則	ぐれあむのほうそく	グレアムの法則は、気体や液体の拡散速度と分子量の関係を示す法則。この法則は、気体や液体の拡散速度がその分子量の平方根に反比例することを述べている。具体的には、同じ条件（温度や圧力）下で、分子量が大きい気体や液体ほど拡散速度が遅くなり、分子量が小さい気体や液体ほど拡散速度が速くなる。
除害設備	じょがいでつび	除害設備とは環境や人々の健康・安全を守るために特定の「害」を取り除くための設備のこと。具体的には次のような設備が含まれる。浄化槽、騒音防止壁、振動防止構造、排ガス処理装置、地下水浄化施設、全体換気装置、局所換気装置など。
騒音性難聴	そうおんせいなんちょう	騒音性難聴とは、長期間にわたり大きな音にさらされることで発症する難聴の一種。特に工事現場や工場など、常に騒音が発生する環境で働く人々に多く見られる。主な特徴は、85 デシベル (dB) 以上の騒音に長時間さらされることで内耳の有毛細胞が損傷し聴力が低下する。初期には耳鳴りや高音域の聴力低下が見られ、進行すると日常会話にも支障をきたすようになる。聴力検査を通じて、特定の周波数（特に 4,000Hz）での聴力低下を確認する。有効な治療法はなく、予防が最も重要。
聴覚保護具	ちやうかくほごぐ	聴覚保護具とは、騒音性難聴を防止するための保護具。耳栓やイヤーマフ（耳覆い）がある。耳栓とイヤーマフを併用することで、さらに高い遮音効果を得ることができる。正しい装着方法と適切な保守管理が重要。
電子ブザー	でんしぶざー	電子ブザーの周波数は、製品によって異なるが一般的には 2kHz から 4kHz の範囲で 사용되는ことが多い。この範囲は、人間の耳が最も効率よく聞き取れる周波数帯域。具体的な周波数は、ブザーの種類や用途によって異なる。
等価騒音レベル	どうかそうおんれべる	等価騒音レベル (LAeq) とは時間経過によって不規則かつ大きく変動する騒音レベルを測定し、実測時間内における音エネルギーの平均値を算出したもの。騒音レベルが時間とともに変動する場合は、その変動を考慮して平均的な騒音レベルを求める。単位はデシベル (dB)。
破過	はか	ある材料が化学物質を吸着しきれなくなり、吸着した化学物質が漏れ出す現象。不透過性の保護具材料でも多くの化学物質は保護具材料表面に吸着すると保護具材料内に分子レベルで溶解して拡散していく。化学物質の分子拡散は、濃度がドライビングフォースになって低濃度側へながれていく。保護具であれば、化学物質に通常曝されない内面側に向かって分子が移動していき、最終的には保護具内面から化学物質の分子が漏れ出して保護具内面側の皮膚に化学物質が接触する。
皮膚等障害化学物質	ひふとうしょうがいかがくぶっつ	皮膚等障害化学物質とは皮膚や眼に障害を与える可能性がある化学物質のこと。これらの物質は、皮膚刺激性有害物質、皮膚吸収性有害物質がある。本田晶子らによると化学物質ばく露濃度の管理値や許容上限値を大幅に下回る低濃度であっても憎悪影響で強いアレルギー症状を発症することがあると実証されている。 ^{(*)1}
労働安全衛生法	ろうどうあんぜんえいせいほう	労働安全衛生法（労安法）は、職場における労働者の安全と健康を確保し、快適な職場環境を形成することを目的とした法律。この法律は、以下のような内容を含んでいる。①安全衛生管理体制の確立、②労働災害防止のための具体的措置、③健康診断の実施、④労働者の責務。この法律は、労働基準法とともに労働災害の防止と労働者の健康維持を目的としている。

6. 参考文献

*1: 本田晶子ら, 4. 環境化学物質とアレルギーに関する研究の進展, アレルギー, Vol.63, No.9, pp.1205-1214, (2014)

*2: 廣木鉄郎, 石井靖之, 化学保護手袋の破過時間予測モデルの作成, UBE技術報告書, (2024).

*3: 日本産業衛生学会, 許容濃度等の勧告 (2022 年度), 産衛誌, Vol.64, No.5, pp.253-285, (2022).

*4: スリーエム ジャパン(株), 3M™ E-A-R™ ウルトラフィット™ 低遮音耳栓,

<https://multimedia.3m.com/mws/media/16430570/ohs-244.pdf>

*5: 化学防護手袋研究会, Chemical Index, https://chemicalglove.net/chemical_index_web/

*6: Brandrup, J., Polymer Handbook Fourth Edition, PERMEABILITY AND DIFFUSION DATA, TABLE 7, pp.IV-568, John Wiley & Sons, (1999).