

別添3

厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生総合研究事業) 総合研究報告書

ラベルへの化学物質の危険有害性情報の付加に関する調査と開発及びその効果の測定

研究代表者 熊本大学・環境安全センター・准教授 山口 佳宏

研究要旨

本研究は、化学物質の取扱者(化学物質ユーザー)に対して化学物質の危険有害性情報(以下、「リスク情報」とする。)をより理解されやすく伝えること目的に、IT 技術を活用して化学物質の危険有害性を取扱者に分かりやすく伝達する方法のモデルを開発するものである。そこで本研究は3カ年で、化学物質の製品に貼るラベルに二次元コードなどを付けて、モバイル機器にインストールされたアプリケーションを利用することで、化学物質のリスク情報の表示を可視的に工夫し、伝達しやすくするような機能を開発することを目標とした。

得られた結果として、海外を含む試薬メーカー、原油精製メーカー、中間加工メーカーのラベルに対する見解と、本研究の構想であるラベルへの二次元コードの付加の課題について知ることができた。試薬メーカーの場合、小さな容器から大きな容器まで対応する必要があり、特に小さな容器の場合、ラベルに記載すべき文字情報が多いため、化学物質ユーザーに化学物質の危険有害性をわかりやすく伝達できているか不安を感じていた。逆に原油精製メーカー、中間加工メーカーの場合、バルクレベルの大容量の化学物質を少ない種類を取り扱うため、取り扱い前の教育を徹底していた。ラベルについては、仕様書などに記載されていない限り、基本的には GHS ラベルを表示している。この時に二次元コードを貼り付けることは可能であるが、教育を徹底しているため、本研究の構想については支援くらいしかないという見解であった。しかし化学物質を取り扱う種類が増えてくると、化学物質の取り扱いに関する教育が難しくなり、本研究のアプリケーションが、支援ツールではあるが、教育内容を補完するためにもツールを使ってみたいという見解であった。

本研究では、二次元コード出力システムとモバイル機器用アプリケーションを開発した。二次元コード出力システムについては、市販されている化学物質管理支援システムで利用されている法令情報および GHS 情報に基づき、二次元コードへの圧縮すべき情報とした。本システムは、サーバー上で利用できる。またアプリケーションは、Android を OS とした開発版として開発した。このアプリケーションは、二次元コード出力システムから出力された二次元コードを読み取り、解凍することでアプリケーション上に表示されるものである。このアプリケーションは、安全管理の専門家、化学物質ユーザーとなる大学生(1年生および4年生)、大学院生と労働者から形成的評価を受けた。開発したアプリケーションは、化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるために、法令情報、GHS の分類、色分けされた注意喚起

語を表示するようにした。さらに GHS ラベルの注意書きに基づいて、取り扱い上で注意すべき簡易表現を作り、アプリケーションの表示上位に大きく表示するようにした。形成的評価の結果、アプリケーションが化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるツールになり得ることがわかった。ただ、アプリケーションがインストールされているモバイル機器を、化学物質を取り扱う現場に持ち込めるかわからず、化学物質のリスク情報の知識がほとんどない取扱者には理解しにくい部分があることがわかった。

本研究によって、化学物質を取り扱う場合、一定の知識はやはり必要であるが、アプリケーションを利用することで、化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えられることがわかった。このアプリケーションの利用は、意識的に行うものである。化学物質を取り扱う前の教育を行うことで化学物質のリスク情報を理解しやすくなり、アプリケーションの利用を訓練することで伝わりやすくなるだろう。また意識的に化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるためには、事故情報の提示が有効であると考えている。化学物質のリスク情報を無意識でより理解されやすく伝えるためには、例えばスマートグラスを使って二次元コードを自動で認識して表示する技術や、IC チップを使って IC リーダーに近づいた時に表示する技術が有効であろう。

研究分担者

林 瑠美子(名古屋大学・環境安全衛生推進本部・准教授)

喜多 敏博(熊本大学・教授システム学研究センター・教授)

富田 賢吾(名古屋大学・環境安全衛生推進本部・教授)

り扱う業種・規模は様々であり、さらにその使用形態も多様であることから、化学物質に詳しい者が取り扱うとは限らない。

このため、化学物質の容器のありかを示す目印(例えば QR コード)を印刷し、当該目印からスマートフォン等の IT 技術を活用して、そのリスク情報をつなげることが可能な仕組みとすることや、ユーザーに応じた情報を提供するなど、IT 技術を活用して化学物質の危険有害性を取扱者に分かりやすく伝達する方法のモデルを開発する。

<本研究の目的>

化学物質のリスク情報を知ることは安全な使用の上で必須であり、昨今、義務化されたリスクアセスメントを効率的にするためにも、リスク情報を効率的に取得できる方法の開発は喫緊の課題であると考えられる。化学物質メーカーが発行しているラベルには、限られたリスク情報しか表示されておらず、文字情報のため伝わりにくい。さらに詳細なリスク

A. 研究目的

<公募研究課題の目標と成果>

化学物質の危険有害性情報(以下、「リスク情報」とする。)が十分に認識されていなかったため、重大な健康障害の事例が発生している。今後、同様の事案発生を予防する観点から、化学物質のラベル、安全データシート(SDS)に記載されているリスク情報について、より理解されやすく伝えることが求められる。

リスク情報を受け取る側においても、一定の知識が求められているが、化学物質を取

情報を入手するためには、SDS を参照するなどという手間が発生する。これらの問題点を IT によって解決する技術、例えばモバイル機器にインストールされたアプリケーションによって、化学物質のリスク情報の表示を可視的に工夫し、伝達しやすくするような機能を開発することが望まれる。

そこで本研究では、リスク情報の効率的な活用と、そのためのIT技術を活用したツールの開発、教育への展開とその効果の測定を行うことを目的とし、以下の5つの研究を3カ年で行う。

- 1) 化学物質メーカーに対する化学物質のリスク情報表示に関する意向調査
- 2) 化学物質のリスク情報における伝達すべき情報の検討
- 3) 化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発
- 4) 化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定
- 5) 化学物質管理支援システムを利用したリスク情報提供の効果測定

平成29年度は、1)化学物質メーカーに対する化学物質のリスク情報表示に関する意向調査、2)化学物質のリスク情報における伝達すべき情報の検討、3)化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発を行った。平成30年度は、1)化学物質メーカーに対する化学物質のリスク情報表示に関する意向調査、3)化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発、4)化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定を行った。令和元年度は、3)化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発、4)化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定を行った。5)化学物質管理支

援システムを利用したリスク情報提供の効果測定については、平成30年度に4)化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定において、開発したアプリケーション(アルファ版)の評価の際に修正を行った方が良いと判断し、計画を変更し化学物質管理支援システムを利用したリスク情報提供の効果測定を行わず、アプリケーションのベータ版の開発を行った。

B. 研究方法

(1) 化学物質メーカーに対する化学物質のリスク情報表示に関する意向調査

化学物質メーカーに対して、化学物質の危険有害性情報(以下、「リスク情報」とする。)の(製品)ラベルへの付加についてヒアリング調査を行った。ラベルには、二次元コードを付加することを提案し、その二次元コードの内容は、本研究で得られる「伝達すべきリスク情報」を付加するものとした。さらに「二次元コード変換ツール」の開発も言及し、化学物質メーカーが所有する法令情報やリスク情報のデジタルデータの提供とラベルへのリスク情報(二次元コードとして)に関する課題点を抽出した。

平成29年度は大学で使われる化学物質を主に提供している化学物質メーカー(試薬メーカー)4社、平成30年度は海外試薬メーカー1社およびバルクレベル(ばら積み品)の化学物質を使用、製造している化学工場2社をヒアリング対象とした。

(2) 化学物質のリスク情報における伝達すべき情報の検討

どこまでのリスク情報をどのレベルまで伝えるべきかを検討した。具体的には、化学物質に関する法令の種類とリスク情報の内容、

それらにレベル・区分がある場合は、その幅を調査した。最終的にはデータテーブルの「行」に法令の種類など(例えば、GHS 分類、毒物、劇物など)、「列」にレベル・区分(例えば GHS の場合、「急性毒性-区分 1」など)を整理したデータを作ることにした。

(3) 化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発

平成29年度は試薬メーカーが収集して整理している製品マスタ(リスク情報、インプットデータに該当)を二次元コードに変換する(圧縮する)ツールを開発した。さらに二次元コードをモバイル機器等で読み取り文字情報を表示するツールも開発した。平成30年度は二次元コードを読み取り、その中の情報を表示するアプリケーション(アルファ版)を開発した。令和元年度はアプリケーション(アルファ版)の教育効果を評価した際に、法令情報やリスク情報の表示について、伝達しやすい工夫が必要であると指摘を受けた。そこで、アプリケーション利用者への情報伝達の向上を目標としたアプリケーション(ベータ版)の改良を行った。具体的には GHS の分類とそれら定義を一覧にしたものを使って、各分類をイメージするイラストを大学生および大学院生に提案してもらった。またアプリケーションには、GHS の分類のイラスト化だけでなく、注意喚起語を色で区別し、注意書きに対し独自の簡易表現を表示できるようにすることで、大まかな危険有害性を伝える工夫を加えた。主なプログラミングは委託業者が行った。開発したアプリケーションは、Android 版で開発した。

4) 化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定

平成30年度はアプリケーション開発の際

に要件定義を作成し、仕様書を作成した。まず要件定義のアルファ版を作成し、安全管理の専門家(内容領域専門家: Subject Matter Expert; SME)から評価をもらった。また大学においてアプリの利用者である大学生および大学院生に対して、開発したアプリの実際に利用して、1対1評価およびグループ・インタビューでアプリのアルファ版の評価を行った。令和元年度は、アプリケーション(アルファ版)の教育効果の測定において、安全管理の専門家からの評価およびアプリケーション利用者である大学生および大学院生からの評価を受け、アプリケーション(ベータ版)を開発した。このアプリケーション(ベータ版)も、SME および大学生(4年生)からの評価だけでなく、あまり化学物質を取り扱っていない大学生(1年生)、さらに化学工場および分析機関の労働者から評価を受けた。

5) 化学物質管理支援システムを利用したリスク情報提供の効果測定

平成30年度に4) 化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定において、開発したアプリケーション(アルファ版)の評価の際に修正を行った方が良いと判断し、計画を変更し化学物質管理支援システムを利用したリスク情報提供の効果測定を行わず、アプリケーションのベータ版の開発を行った。

C. 研究結果

(1) 化学物質メーカーに対する化学物質のリスク情報表示に関する意向調査

< 試薬メーカー >

1) 化学物質に関する法令情報の取り扱い
化学物質に関する法令情報は、試薬メー

カーにおいて収集する体制を整えていた。例えば、官報の確認、日本化学工業協会からのアナウンスなどについて担当部署を設置して、さらに人員を配置して収集および整理していた。化学物質の危険有害性情報（以下、「リスク情報」とする。）の収集は、既存のリスク情報を主に収集していた。しかし、既存のリスク情報がない場合の対応は、各試薬メーカーで差が見られた。特に中小規模の試薬メーカーは、リスク情報を確かめるための動物実験などが予算的に実施することが厳しいとの現状が分かった。既存のリスク情報は、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）の化学物質管理センターが提供している「化学物質総合情報提供システム（CHRIP）」、厚生労働省「職場のあんぜんサイト」から主に収集していた。また有償の化学物質データベース、専門機関や他社がインターネット上に公開しているリスク情報も利用されていた。

海外の試薬メーカーは、生産拠点が海外（ドイツ、アメリカ）になるので、製品は日本に輸入している。輸入した時に、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）と労働安全衛生法を中心として調べ、リスク情報がなければテストを行っていた。基本的には、法令情報やリスク情報は、受注システム内で管理されており、コンプライアンスを管理する部署で管理されていた。

2) 化学物質に関するリスク情報の表示に関する認識について

すべての試薬メーカーは、化学物質ユーザーに対して有益な情報（リスク情報などを含む）を伝達したいという意向であった。そのため、本研究であるラベルへの二次元コードの付加についても概ね理解を得られた。

しかし、ラベルには表示に関する規制があり、その情報量が膨大であり、本研究の二次元コードの付加は現状としては厳しいとの意見があった。またグローバル化によって英語表記などの追加記載の必要性が高まってきており、ラベルへのさらなる情報付加が一層厳しくなることも懸念していた。

海外の試薬メーカーは、輸入したものに、各倉庫でラベルを発行して貼り付けていた。ラベルの内容は日本の法令通りの表示であった。これは試薬でもバルクでも同じである。ただしバルクに関しては、仕様書に応じてラベルの変更を行うことがある。そのため最低限の表示しか行っていないことがわかった。

3) 化学物質のリスク情報（ラベル）の今後の修正や追加の実現可能性

ラベルは、一度発行すると法令改正などに対応するための修正が難しいことから、さらなる情報付加を行う場合は、ラベルには付加せず、インターネット経由で閲覧できるホームページサイトの利用に意欲を持っていた。また二次元コードの利用は、ラベルの膨大な情報を圧縮するために期待できるが、ラベル表示に関する規制の情報量の膨大さをまずは改善して欲しいという意向が多かった。ラベルは、外部業者に大量発行を委託して作成する場合と、自社で印刷して作成する場合がある。後者の場合、二次元コードの付加は、自社内の調整で実現できるが、前者はラベルを大量発行するために、組織間の多くの調整が必要となり、慎重に検討する必要があることがわかった。

バーコード（一次元コード）と二次元コードの有用性の比較について、ヒアリング調査から理解することもできた。二次元コードは、バーコードよりも、それらに含まれている情報

が多い。特に近年のモバイル機器の普及と発展によって、二次元コードの読み取りが簡単にできるようになった。バーコードの有用性は、流通において迅速かつ安定的にバーコードリーダーで読み込めることであった。それに対して二次元コードは、読み取りに時間がかかることがあり、さらに読み取れないこともあることから不安定であるとの見解があった。

海外の試薬メーカーは、ラベルは日本の各倉庫で作成しているものでツールがあれば二次元コードの添付はできることがわかった。海外ではGHS対応の場合、二次元コードをつけるようにしている。ただし、この二次元コードは流通用のものでリスク情報は含まれていない。日本では二次元コードでなく一次元コード(バーコード)が利用されている。ただ、生産拠点(ドイツ、アメリカ)において二次元コードをつけ、そこに日本の法令情報を含めてほしいという動きはあることがわかった。

4) 化学物質のリスク表示を行う際にあると便利な支援ツールや情報

試薬メーカーへのヒアリング調査において、よく出た要望は以下の2点であった。

i) ラベル表示に関する規制を国レベルで見直して、効率的かつ効果的に化学物質ユーザーに対して有益な情報(リスク情報も含む)を伝達できるようにしてほしい。

ii) リスク情報は、国が整備して提供してほしい。ラベルについては、情報量が多すぎて、化学物質ユーザーに有益な情報が本当に伝わっているのかという疑問を持っていた。GHS表示によって、ラベルのテキスト量の減少を期待していたが、逆に限られているラベルの面積を圧迫することになった。

リスク情報(既知)は、国が提供しているリスク情報(CHRIP、職場のあんぜんサイトなど)や有償データベースを利用することもできるが、これらで情報収集ができない場合(未知のリスク情報)、例えば海外製品や新規製品の場合は、自社(または外部委託)で実験をして、リスク情報を作成して整備する必要がある。これらの費用は、実験の性質上、多大になることから、リスク情報の国による作成など、国の支援を求めている。

<化学工場>

化学工場は、原油精製メーカーと中間加工メーカーに対して行った。

1) 原油精製メーカー

ナフサ(石油精製から20%、国外から80%)を中心とした原料をもとに、エチレンプラントで石油化学基礎製品を生産している企業である。工場内はパイプラインが配備されており、石油化学基礎製品を製造するプラントへ供給していた。製造している石油化学基礎製品は十数種類であり、製造量は大量であるが、品数は少なかった。そのため、法令情報については、少ない種類の化学物質に対してのみしか調査していなかった。

工場はパイプラインなどを使って密閉的環境が形成されており、原料や製品レベルの化学物質を取り扱うことはない。製品を出荷する際は、船やコンテナ、タンクローリー、ドラム缶に入れるが、ラベルはない。製造や出荷の際は、SDSを使って化学物質の法令情報やリスク情報を熟知した上で取り扱っていた。特に化学物質の取り扱いについては、マニュアル化していた。そのため、本研究の目的であるIT技術を使ってリスク情報を伝える仕組みは教育支援程度で使えることがわかった。

2) 中間加工メーカー

トン以上の化学物質を二十数種類、トン以下の化学物質を300から400種類を製造している中間加工メーカーである。原料の大部分は海外から輸入しており、ラベルは納入仕様書で定めたものを貼り付けていた。納入仕様書では、化学物質の名称などの最低限の情報を記載することしか決めていなかった。

工場内では、原料と添加剤を混合して製品を製造している。化学物質は数万種類を取り扱っており、SDSはあるが取り扱いの際に添付していないそうである。GHSは表示していた。また化学物質ごとにリスク情報に関する教育は行えておらず、個別のOJT (On-the-Job Training) で教育していた。

出荷の際は、ラベルはシール対応であり、先方の仕様書に基づき個別でラベルを作成し、製品に貼り付けていた。SDSは標準化されており、本社からの情報にさらに工場ごとに情報を付加していた。リスク情報が足りない場合は、グループ会社の研究所でテストを行い、リスク情報を得ていた。

工場内での労働者は多種であり、化学物質の安全な取り扱いに対する意識は高いと思うが、化学の専門知識を有していない。化学物質の取扱量は多く、取扱時間も長時間となる。労働者に対する化学物質に関する教育は、どのメーカーも課題となっていた。

(2) 化学物質のリスク情報における伝達すべき情報の検討

<物性情報>

化学物質には、物性がある。以下に代表的な化学物質管理に必要な物性を示した。

- ・融点
- ・沸点

- ・密度
- ・引火点
- ・蒸気圧

さらに、分子式(示性式、構造式など)が分かると、分子量やその他物性を計算などで予測できることがわかった。

<法令情報>

- ・覚せい剤取締法
- ・麻薬及び向精神薬取締法
- ・毒物及び劇物取締法
- ・労働安全衛生法
- ・消防法
- ・特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律
- ・水質汚濁防止法
- ・廃棄物の処理及び清掃に関する法律
- ・農薬取締法

他にも化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律、医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律、化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律、土壤汚染対策法、悪臭防止法、などがあつた。

<危険有害性情報>

化学品の分類および表示に関する世界調和システム (GHS: The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) で、化学物質の危険有害性を分類した情報がある。これは国際連合において作業され、既存のシステムを調和させるべきということで始まっている。EUでは、今までの規則に GHS の考えを加えた CLP 規則 (Regulation on Classification, Labelling and Packing of substances and mixtures) が利用されている。このように世界中で利用されている GHS 分類は、化学物質

の危険有害性を伝えるべき情報であると考えた。

ただ GHS 分類では、「分類できない (Classification not possible)」、「分類対象外 (-)」、「区分外 (Not classified)」という分類結果がある。「分類できない」は、分類の判断を行うためのデータが全くないことを意味する。この「分類できない」が化学物質の危険有害性情報に含まれている場合、どのように理解させるか考える必要はある。

(3) 化学物質のリスク情報変換および表示ツールの開発

大学では、工場ほど大量の取り扱いはないが、非常に多種の化学物質を取り扱っている。そのため化学物質管理支援システムのような IT 技術を使って、大学の化学物質管理を行っている大学が増えてきている。システム利用する場合は、試薬メーカーが無償で提供してくれた製品情報に法令情報付加などのメンテナンスを加え利用する(製品マスタ)。

そこで平成29年度は製品マスタに含まれる項目を二次元コード化し、さらにその二次元コードを読み取ることで、それら情報を出力するプログラムを開発した。プログラク開発は「化学物質管理に関わる情報の圧縮・QR コード化・表示システム」として外部委託で行った。開発したプログラムは、Android系 OS で稼働するものとした。また出力される二次元コードは、ラベルとして使えるように、1cm×1cm の大きさとした。その際、誤り訂正レベルは「レベル H(約 30%)」とした。二次元コードの出力システム画面例を図1に示した。平成30年度は、アプリケーション(アルファ版)の表示機能を開発した。プログラム開発は、まずは要件定義を作成した。次に外部

委託先のプログラム開発業者と共に仕様書を作成した。令和元年度は、アプリケーション(ベータ版)の開発を行った。開発内容は以下となる。

1) GHS 分類のイラスト化

GHS 分類は、国連 GHS 文書(改訂7版)の仮訳から、物理化学的危険性(17種類)、健康有害性(10種類)および環境有害性(3種類)について、分類を抽出し、それぞれの定義をセットにして表としてまとめた。この時、区分、絵表示、注意喚起語および危険有害性情報も付加した。この GHS 分類と定義は、大学生2名(男・女)と大学院生1名(男)に渡し、分類と定義からイメージするイラストの提案を依頼した。30の分類に対して、それぞれ3種類以上のイラストの提案を収集できた。これら30の分類に対して、意味の伝達性を考え、研究チームで検討して選択した。さらに選択したイラストは、外部業者にデザインを依頼した。イラストは図2で示した。

2) GHS 分類の注意書きに基づく簡易表現の提案と注意喚起語の色分け

GHS の絵表示は9種類あり、化学物質の危険有害性を伝達するツールとなる。しかし、化学物質の危険性や有害性は大まかに絵表示からわかるが、取り扱いの注意点は GHS の絵表示に基づく注意書きを知らないとわからない。そこで、GHS の分類に基づき、注意書きの簡易表現を考えアプリケーションで表示できるようにした。GHS の分類について考えた簡易表現は表1で示した。具体的には、物理化学危険性では「爆発!・火気厳禁!・自然発火!・自然発熱!・禁水!・さわらな!」の6種類、健康有害性は「のむな!・さわらな!・吸うな!・異常!」の4種類、環境有害性は「流すな!」の1種類を提

案した。

GHS の分類は、有害性や危険性の程度に従い区分に分かれている。さらに、その区分の危険性および有害性について注意喚起語で「危険・警告・なし」に分かれている。アプリケーション(ベータ版)では、この表示を危険(オレンジ)・警告(ブルー)・なし(黒)で表示するように改良した。

アプリケーション(ベータ版)の画面例を図3に示した。

(4) 化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定

<アプリケーション(アルファ版)の形成的評価>

1) 専門家評価

2名の SME からの評価は、要件定義を使って行った。二次元コードを読み取り、法令情報やリスク情報がアプリケーション上で表示されていることは、化学物質管理において良い試みである見解であった。特に GHS に関する情報は、ラベルからは文字が小さく読み取りにくいので、アプリケーションを利用できる利点を活かすことで、GHS やリスク情報を理解させやすいという意見があった。ただ文字情報だけでなく、GHS のピクトグラムとの組み合わせ、絵などを含むイラストでリスク情報を補填できるともっと良くなるとの提案もあった。表示する情報について、法令情報は、毒物及び劇物取締法、消防法、労働安全衛生法、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化管法)としたが、水質汚濁防止法も環境関係の法令も取扱時の注意事項になるという指摘を受けた。特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律は表記が長いので、化管

法や PRTR 制度のように簡略化した方が良いとの指摘も受けた。追加を検討した方が良い表示機能として、物性情報、特に揮発性(沸点)、発火点、引火点、において、管理方法に関する情報、事故情報、トータルリスクがわかりそうなレーダーチャートが提案された。

2) 1対1評価

大学で試薬を取り扱う学生を対象として、実際にアプリケーション(アルファ版)を利用してもらい、1対1評価を行った。学生は学部4年生1名と大学院生1名であった。評価の際は、1. 二次元コードの読み取り、2. アプリケーション表示の読み取りやすさについて意見をもらった。

まず、アプリケーションのインストールに時間がかかった。Android 開発版は、サーバーからのダウンロードによってスマートフォンやタブレット PC にインストールできるが、開発元不明のアプリケーションのためにスマートフォンなどの設定を行う必要があったためであった。二次元コードの読み取りについては、インターネットを使った SDS 検索よりも簡単で評価は良かった。ただ、すべての化学物質についている二次元コードをいつも読み取るかどうかは疑問視していた。例えば、冷凍された化学物質があった場合は、二次元コードを読み取るよりも、薬品を取り出し、冷凍庫に戻す作業を優先するだろうという意見があった。二次元コードに危険有害性の有無がわかると良いという提案もあった。これはラベルに記載された文字情報は法令情報、GHS の表記によって二次元コードを読む判断に使えるかもしれないという意見もあった。アプリケーションの表示の読み取りやすさについては、改善点が多く挙げられた。法令

情報からリスク情報へと表示されているが、まずはリスク情報の方がわかりやすいこと、リスクの度合いをカテゴリー化して、リスクの度合いが大きい方から表示した方が読もうと思うこと、法令情報の解説だけでなく、例えば危険物第3類自然発火物質の定義も表示できる仕組みがあるわかりやすいこと、文字情報が多いように思うが、逆にイラスト情報ばかりだと全てのイラストの意味を理解しないといけけないので、文字情報はそれなりに本アプリケーションでは合っていることなどの意見があった。

3) グループ・インタビュー

大学の学生に対して、グループ・インタビューによって、さらに1対1評価では引き出せない評価をしてもらったことにした。学生は学部4年生2名と大学院生4名であった。評価の際は、実際にアプリケーションのアルファ版を利用してもらい、1. 二次元コードの読み取り、2. アプリケーション表示の読み取りやすさについて意見をもらった。二次元コードの読み取りについて、すべての二次元コードはおそらく読むことはなく、特に安全そうな化学物質の場合は読み取ろうとしないこと、危険有害性の高い化学物質に対して二次元コードをつけて欲しいこと、化学物質管理の意識が低い人はアプリケーションを利用しないだろうということ、アルミホイルなどラベルを隠してしまっている場合は、二次元コードは読み取れないこと、二次元コードを読み取ることにゲーム性があったとしても、そのゲームをやり続けたいとは思わないことなどの意見が挙げられた。提案としては、二次元コードにリスクの度合いがわかる工夫、例えば危険有害性の度合いが高い項目がある場合は、二次元コードの大きさ、色、形などを変える

こと、ラベルに二次元コードを付けるだけでなく、例えば教材やマニュアルに二次元コードを貼り付けること、「発ガン性」という表示のある二次元コードだと読み取ろうと思うなどが提案された。アプリケーション表示の読み取りやすさについては、すぐに危険性または有害性の高い項目を知りたいこと、スクロール機能だけでは読みづらいこと、文字情報ばかりで絵やイラストが欲しいこと、特に文字情報だけだとラベルに記載されている文言のように素通りしてしまうこと、解説は法令情報だけでなく、リスク情報も解説があると良いことなどの意見があった。改善案として、文字情報に色を付けること、一番上に危険性または有害性の高い項目について表示すること、ジャンプ機能を設置して、読みたい情報をすぐに読めるようにすること、スクロールしていると、有害性または危険性の高い項目が出るとポップアップで知らせてくれるとわかりやすくなることなどが挙げられた。

本研究で開発したアプリケーションは、スマートフォンやタブレット PC で利用することを想定して開発した。スマートグラスは、メガネ型モバイル機器であり、さらに Android の OS をインストールして利用することができる。そこで、スマートグラスにアプリケーションをインストールして利用を検討した。しかし、インストールはできるが、表示サイズが異なるため、機能修正を行う必要があることがわかった。

<アプリケーション(ベータ版)の評価>

1) 専門家評価

改良したアプリケーション(ベータ版)は、2名の SME に実際に使ってもらい、評価を得た。その結果、2名ともイラストによって、GHS 分類の内容が文字情報よりイラストの方

が伝わりやすい、GHS 分類の注意書きの簡易表現も注意を引くのでと良いと評価を受けた。また改善点として、法令情報は化学物質の危険有害性を伝えるために増やした方が良い、その反面 GHS 分類については情報量が多くなり、スクロール操作が多くなっている、注意喚起語の色分けはわかりづらい、できれば区分の程度も色を提示しているバーの長さや数字を付加するなどで表示した方が良い、注意点の簡易表現で「異常！」は伝わりにくいなど指摘があった。他にも二次元コードを出力するシステムについて、使い方がわかりにくい、出力した二次元コードが化学物質の危険有害性を伝えるものであることを表現することなどの指摘があった。

2) 1対1評価

大学生(4年生)の2名に、実際にアプリケーション(ベータ版)をインストールするところから使ってもらい評価を受けた。この2名は、アルファ版を使ったことがない大学生である。インストールにおいて、アルファ版のアプリケーションのアンインストールを行わないとベータ版がインストールできない、ブラウザからベータ版をダウンロードしてインストールしようとするできないという不具合があった。これはメール添付やファイルマネージャーのようなアプリケーションがさらに必要であることがわかった。通常は、アプリケーションはAndroid版であればGooglePlayより、iOS版であればAppleStoreからダウンロードすることになる。今回は開発版であり、そのためブラウザがアプリケーションのインストールを制御したと考えられる。

大学生との1対1評価では、大学生同士の意見交換および指摘を受けることで評価とした。仕組みとしては、SDSを読むよりはア

プリケーションを使ってみたい、どれくらい危険かわかりにくい、注意喚起語の色がわかりにくい、もっと情報量を減らして動画など動きがあるものがあるともっと見ようと思うなどの指摘を受けた。アルファ版の1対1評価よりも、指摘が少なく、さらに多くの改善が確認できた。ただ、情報量の多さや見やすさは、さらに改善が必要であることが示唆された。

3) 大学生からのアンケート評価

化学物質をあまり取り扱ったことがない大学生(1年生)に、アプリケーションの意義とGHS分類のイラストについてアンケート評価を行った。大学生には、あらかじめ研究協力の要請とボランティア参加であることを説明し、同意を受けた19人に対してアンケートを行った。アンケートは学習管理システムmoodle上にアプリケーションの仕組みを説明し、「1 アプリを開発しました」、「2 危険有害性をイラストにしてみました」を作成して、「1 アプリを開発しました」は5件法、「2 危険有害性をイラストにしてみました」は1つのGHS分類に対して数種類のイラストを提示して単一回答方式で行った(別添2)。その結果は、表2で示す。

「1 アプリを開発しました」では、総合的に大学生から良い評価を受けた。仕組みの印象(1-1)、伝達性(1-2)、利用性(1-3)、伝達性(簡易表現)(1-4)および伝達性(注意喚起語)(1-8)の5項目については、19人の大学生のうち評価5はすべての項目で58%以上であった。しかし伝達性(法令情報)(1-5)および伝達性(イラスト)(1-6)の2項目については、評価5は50%以下であった。また「2 危険有害性をイラストにしてみました」では、自己発熱性物質の正解率は37%であった。引火性液体および生殖細胞変異原性

では正解率は双方とも 59%を超えていた。他にも自由記述で意見等をもたらした。「1 アプリを開発しました」では、事故事例があるとわかりやすい、QR コードよりバーコードの方が耐久性の意味で良い、事故が起きた際の対処法を知りたいなどがあつた。また「2 危険有害性をイラストにしてみました」の自由記述では、イメージ図だけでは伝わりにくい、イラストのみでは何を表しているかわからないと思うなどがあつた。

4) 労働者からのアンケート評価

本研究で開発したアプリケーションは、大学生だけでなく、労働者にも利用してもらいたいため、化学工場1社と分析機関3社にアンケート評価を依頼した。労働者には、あらかじめ研究協力の要請とボランティア参加であることを説明し、同意を受けた30人に対してアンケートを行った。アンケートは Google フォーム上にアプリケーションの仕組みを説明し、「1 アプリを開発しました」、「2 危険有害性をイラストにしてみました」を作成して、「1 アプリの使い方」は5件法、「2 GHS 区分のイメージ」は物理化学的危険性、健康有害性および環境有害性について、それぞれ GHS 分類の数種類のイラストを提示して単一回答方式で行った(別添3)。その結果は、表3で示す。

「1 アプリを開発しました」では、総合的に労働者から概ね良い評価を受けた。仕組みの印象(1-1)では評価5は 47%、評価4は 40%、評価3は 13%であつた。伝達性(1-2)では評価5は 20%、評価4は 63%、評価3は 7%、評価2は 10%であつた。現場での利用(1-3)では、評価5は 20%、評価4は 40%、評価3は 30%、評価2は 10%であつた。アプリケーションの仕組みについては高評価を得たが、この

アプリケーションを使った伝達性では高評価とは言えないが、概ね良い評価を受けた。しかし、現場での利用性については、概ね良いとは言えず、良い方向であるという評価であつた。自由記述で意見をもたらしたが、現場の人間にアプリのダウンロードを要求し、その上でカメラを使って読み取る必要があるため、手軽に情報を得られる点は良いが、現場の人間やその事業者の関心は低いと思う、化学物質の保管場所次第では電波の届かないことが考えられるなど否定的な意見が見受けられた。ただリスクアセスメントの一次評価として利用できる、ファイア・ダイヤモンド表示がほしい、事故事例が欲しいなどの意見もあつた。

また「2 GHS 区分のイメージ」では、物理化学的危険性、健康有害性および環境有害性について、一つの設問について数種類のイラストを提示して、さらに単一回答となるように選択肢も提示した。物理化学的危険性では、酸化性液体(正解率 43%)と自然発火性液体(正解率 47%)で判断が分かれたようであつたが、それ以外は 60%の正解率であり、特に自己発熱性化合物、爆発物、引火性液体、呼吸器感作性または皮膚感作性では正解率は 90%を超え、環境有害性のイラストは 100%の正解率であつた。自由記述として、今のイメージ画像では有害性からイメージは想起できるがイメージから有害性は伝わりにくい、微妙なニュアンスをくみ取るのが大変である、アプリの最初に GHS 区分のイメージの説明書きがあると使いやすい、イラストを見ただけではどんな危険性・毒性があるかの判別が瞬時にできる物ではないため、多少の文字をイラスト内に取り入れることで、似たイラストとの差別化や判断材料の足しにな

るなどの指摘を受けた。

D. 考察

(1) 試薬メーカーに対するラベルに関する意向調査

試薬メーカーのラベルに関する考えは、表示すべき情報量が多くて、さらにテキストのフォントが小さいことから、本当に化学物質ユーザーに化学物質の危険有害性情報（以下、「リスク情報」とする。）が伝わっているか危惧していることであった。化学物質ユーザーが、ラベルに対して理解不足であることも否めない。ただ試薬メーカーは、化学物質ユーザーに対して有益な情報をラベルでも伝達したい意向であった。そのため、ラベルに二次元コードを付加して、そのコードを通じてリスク情報を入手する仕組みは賛成であった。

試薬メーカーの要望は、ラベル表示に関する規制の見直しである。試薬メーカー業界の枠組みもあり、国がラベル表示に関する規制の見直しを行うなど、大きく力強い動きが欲しいとの意見が多かった。またラベルは、一度発行すると回収することが困難であり、法令やリスク情報が改正されても、その修正をラベルに対して行うことは、流通を考慮するとかなり難しい。

そこで試薬メーカーは、化学物質のリスク情報をインターネット公開によって普及させようと考えている。これは法令改正などによる情報修正が簡単であるからである。そのため、ラベルに掲載したい内容としては、自社へのホームページサイトの URL を掲載することを検討していた。

試薬メーカーは、化学物質に関する法令対応だけでなく、製造物責任法対応も行うた

めに、リスク情報の収集と整理を行っている。その際、よく利用している情報源は、独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)の化学物質管理センターが提供している「化学物質総合情報提供システム(CHRIP)」であった。そこで、NITE と意見交換を行った。NITE では、歴史的にメーカーが利用しやすいような工夫、例えば情報およびツールの提供などを行ってきた。そのため、試薬メーカーが発行したラベルに、NITE の URL (特に化学物質別に) を記載するというアイデアも検討してくれることになった。NITE は経済産業省管轄の組織であり、厚生労働省および環境省の化学物質管理に関する部署との連携があることを知った。このように国が提供しているリスク情報を利用する方法も検討することができる。

試薬メーカーは国内だけでなく、海外にもあり、大学では海外メーカーの試薬を取り扱うことが多々ある。そこで、アメリカとドイツに生産拠点をもち海外試薬メーカーに対してヒアリング調査を行った。国内メーカーよりも海外メーカーの方がラベルに二次元コードを付加することに協力的であり、興味を持っていた。これは国内メーカーと違って、海外メーカーは海外にある生産拠点から国内に輸入し、倉庫レベルでラベルを貼り付けるため、ラベルの追加修正をしやすいためであった。海外試薬メーカーとしては、様々な国で取り扱われている製品のラベルの統一化を望んでいた。現在は、生産拠点において、日本国内のラベルに対応できる情報を生産時にラベルに記載することを整備している。

化学工場に対するヒアリング調査は、中間加工メーカーとして、さらに多くの労働者が化学物質を使った製造に関わっているメー

カーとして行った。原油精製メーカーは、生産している品数が十数種類しかなく、さらにラベルについては取引相手の仕様書に従うものであるため、記載すべきラベル項目がない。そのため、教育によってリスク情報や法令情報を理解して作業に取りかけられる状況であることがわかった。SDS を利用して、生産に関わる者、運搬に関わる者に対して教育を行っている。そのため、原油精製メーカーに関わる労働者は、取り扱っている化学物質に対して専門的な知識を理解しているため、本研究で開発しているシステムやアプリケーションは、教育支援ツールとして利用できると考えている。

中間加工メーカーは、400種類ほどの化学物質を数万種類の原料を使って生産している。原料については、納入仕様書に基づいて作成されたラベルと SDS を調べながら取り扱っている。同様に、中間加工メーカーとして生産された製品は、取引先の仕様書に基づいてリスク情報に関する記載を行っている。中間加工メーカーでは、数万種類という化学物質を取り扱っており、さらに労働者は化学の知識を有していないことが多いため、化学物質の取り扱いに対する教育について、様々な活動を行っていることがわかった。そのため、本研究のシステムやアプリケーションには興味を持った。原油精製メーカーや中間加工メーカーに対するヒアリング調査によって、バルクレベルの原料のラベル内容は仕様書で決めることができ、その項目には試薬メーカーがラベルに記載すべき項目があまり含まれていないことがわかった。ただし、GHS の記載や SDS 作成は行っていた。多くの労働者が化学物質を取り扱う際に、原料のラベルや中間加工された化学物質のラ

ベルに対して、本研究で開発されたシステムやアプリケーションは利用できることがわかった。

(2) 伝達すべき化学物質の危険有害性情報の検討

法令遵守は当然のこととして、リスク情報をどの範囲で、どのレベルまで伝えるか検討した。法令情報に関しては、法令対象の化学物質については、その法令遵守のための管理と対策を行う必要がある。法令の種類から、その化学物質の危険有害性を推測することができる。しかし、法令の種類だけでは、具体的なリスク情報が分からないため、リスク対策を行うことが難しい。そのため、法令情報によるリスクの推測より、具体性が高いリスク情報が必要であると考えた。

このような考えにおいて、GHS 分類は危険有害性情報の具体性が高く、伝達すべきリスク情報として最適であると考えている。しかし GHS 分類は、物理化学的危険性、健康に対する有害性および環境に対する有害性の3分類に分かれており、さらにそれぞれに危険有害性クラスが設定されている。そのため GHS 分類は、具体性が高い分、伝えるべき情報としての量が大きくなる可能性が高い。実際に GHS のラベル表示は、危険有害性クラスの優先順位が設けられ、その優先順位に応じてリスク情報をラベルに表示することになっている。

この研究に関しては、試薬メーカーにおけるラベル表示の状況確認と比較、および化学物質ユーザーの危険有害性情報の認知などを調査して、さらなる検討が必要であると考えている。特に EU の CLP 規則も参考にして、GHS ラベル表示の考えについて継続して検討したい。

(3) リスク情報変換ツールの開発

大学で利用されている化学物質管理支援システム内の「製品マスタ」を利用して、化学物質の危険有害性情報を二次元コード化するプログラムを開発した。危険有害性情報は、化学物質に関する代表的な法令と GHS とした。このプログラムによって、データ化されている危険有害性情報を二次元コードにする技術を開発することができた。このプログラムは試薬メーカーに提供することができる。ただ、試薬メーカーは、本プログラムの更新をどこがするのかを懸念していた。ラベルへの二次元コードの付加は、ラベルの情報量の大きさだけでなく、プログラム更新の継続性の懸念という課題を残すこととなった。

法令情報や GHS に基づくリスク情報を圧縮した二次元コードをスマートフォンなどのモバイル機器で読み取り、アプリケーションで展開することで法令情報やリスク情報をわかりやすく表示するアプリケーションを開発した。アプリケーションは Android 版で開発しており、プログラムファイルは保存しているサーバーからダウンロードできる状態である。日本では多くのユーザーを持つ iOS 版の開発は、Apple Store に認められるまでのアプリケーションを開発しないと利用できないことから、iOS 版の開発は今後の課題となっている。また法令情報やリスク情報を二次元コードに圧縮するシステムを利用して、数万種類の化学物質に対して作成することは多くの時間と労力がかかる。二次元コード作成の簡略化も、今後の検討である。

モバイル機器は、スマートフォンやタブレット PC だけでなく、スマートグラスのようにメガネ型モバイル機器もある。スマートグラスであれば、両手を使うような作業中でも、取り扱っ

ている化学物質の法令情報やリスク情報を読み取り、表示することができる。スマートグラスでも利用できるように開発を進めようと考えている。

GHS ラベルには、化学物質の危険有害性に該当する注意喚起語、危険有害性情報、注意書きおよび絵表示を表示する必要がある。一般的には、GHS ラベルにおいて、絵は絵表示のみであり、他は文字情報であり、多くの文字情報が与えられている。そのため、文字情報の理解度が低下する可能性がある。そこで、GHS ラベルについて、文字情報の強調化やイラスト化を加え、化学物質の危険有害性情報を伝達する方法を検討した。その結果、注意喚起語は GHS 分類に従って色で、危険有害性情報はイラストで、さらに注意書きは簡易表現で伝えることを考えた。さらに法令情報について付加することで、化学物質の危険有害性を伝えることも考えた。そこで、GHS ラベルの内容をモバイル機器のアプリケーションで文字情報だけでなくイラスト表示も含めて伝達しやすいようにすることにした。

アプリケーション(アルファ版)を開発したが、文字情報のみで化学物質の危険有害性情報を伝達することは難しいと指摘された。そこでアプリケーション(ベータ版)として、色やイラスト、簡易表現を加えたアプリケーションを開発した。

注意喚起語については、「危険・警告・なし」の3段階がある。この注意喚起語は、GHS 区分に応じて設定されている。そのため、GHS ラベルでは GHS 区分で一つでも「危険」があると「危険」を表示することになる。しかしこれでは、どの GHS 区分が危険でどの GHS 区分が警告かマスクされてしまう。そ

ここで、アプリケーションでは、色によって GHS 区分ごとに注意喚起語を表示するようにした。具体的には危険はオレンジ、警告はブルー、(注意喚起語)なしは黒とした。注意書きについては、一般、安全対策、応急処置、保管および廃棄の5種類がある。しかし GHS ラベルにこれらをすべて表示すると文字情報が多くなり、危険有害性情報の理解度を低下させる可能性がある。そこで、注意書きについて、「まずはしてはいけないこと」を伝えられるように、簡易表現で表示することを検討した。具体的には、GHS 分類のそれぞれに対して、物理化学危険性では「爆発！・火気厳禁！・自然発火！・自然発熱！・禁水！さわるな！」の6種類、健康有害性は「のむな！・さわるな！・吸うな！・異常！」の4種類、環境有害性は「流すな！」の1種類を提案した。この表示は、アプリケーション表示での初期に文字情報で大きく出現させるようにした。危険有害性情報については、GHS 区分に応じて設定されている。この情報は GHS 分類と同様の内容であるが、文字情報であり、さらに該当する GHS 分類が増えると、文字情報が多くなる。そこで GHS 分類をイラスト化することで、化学物質の危険有害性情報を伝達することを考えた。GHS 分類のイラストについては、まずは大学生および大学院生に GHS 分類の定義からイメージすることをイラスト化することを依頼した。その結果、GHS 分類に対して数種類のイラストを集めることができた。提案されたイラストについて、研究チームで危険有害性を伝達できそうなもの、ふさわしいものとして1つ選択し、外部業者にデザインをお願いした。その結果、図2のような GHS 区分に応じたイラストができた。このイラストは、アプリケーションで表示でき

るように改良して、アプリケーションのベータ版とした。

(4) 化学物質のリスク情報表示ツールによる教育効果の測定

SME および学生による開発したアプリケーションの形成的評価を受けた。共通的な指摘として、法令情報やリスク情報の表示方法、特に伝達しやすい工夫が必要であることがわかった。これら情報はアプリケーションのアルファ版では、すべて文字情報であり、絵やイラストの必要性について提案も受けている。ただし、絵やイラストを利用する際は、それらの説明や解説が必要となり、文字情報と絵やイラストの配置のバランスが伝えやすさに影響することがわかった。この課題に関しては、それら情報をアプリケーションで表示することを活かして、文字情報に色を付ける、知りたい情報、例えば危険性または有害性の高い項目を上部で示す、文字情報をスクロールさせている際に、危険性または有害性の高い項目が表示されたらポップアップで示すような機能を開発することを検討する。化学物質の適切な取り扱い方法や事故情報、廃棄方法などがアプリケーションで表示できると、さらに利用価値が高まりそうであることがわかった。また二次元コードを読み取ろうという動機付けも必要であることがわかった。二次元コードがあればアプリケーションを利用して法令情報やリスク情報を入手するという行動を起こすとは限らない。二次元コードの形、色、文字の付加など、二次元コードをアプリケーションで読み取らせようとする工夫が必要である。

アプリケーション(ベータ版)について、化学物質の危険有害性を伝達するという教育効果を測定した。まず安全管理の専門家

(SME)2名に評価を依頼した。その結果、注意書きの簡易表現、注意喚起語の色分け、危険有害性情報のイラスト化は、アプリケーション利用者に化学物質の危険有害性情報を伝達しやすくするという良い評価を受けた。安全管理の専門家は、GHSに関する知識を有し、またGHSに関する情報の伝達性の難しさを理解している。そのため、ベータ版のような簡易表現、色分け、イラストによって伝達性が高まったことを感じたと考えている。細かな指摘として、アプリケーション(ベータ版)でも、まだ情報量が多い(スクロールが多い)、簡易表現でわかりにくい表現がある、色分けが適切でないという指摘を受けた。改善点として、GHS区分に応じた危険性および有害性の程度を色分けではなく形や長さで表現することが挙げられた。

大学生(4年生)2名に対して1対1評価を行った。この評価は、アプリケーション(アルファ版)でも行っていたが、ベータ版の評価では、アルファ版を使ったことがない大学生に評価を依頼した。ベータ版のインストールでは問題が起きたが、これはモバイル機器用アプリケーションの開発版によくあることであり、この部分の改善は、GooglePlayなどからダウンロードができるようになることで解消される。アプリケーションの内容の評価としては、アルファ版より指摘事項がかなり減り、改善されたことがわかった。ただアプリケーションを利用するのであれば、動画などの動きのある表示があった方が良く、もっと情報量を少なくした方が良くとの指摘を受けた。アプリケーションの利用については、実験中にモバイル機器をもっていないのでアプリケーションは使わないという指摘もあったが、モバイル機器の利用はラベルを読みより素早く

情報を理解できるので利用したいという指摘もあった。ただSDSよりアプリケーションを利用した方が化学物質の危険有害性情報を理解しやすそうであることは共通した指摘だった。

大学生(1年生)に対してアンケート評価を行った。アンケートは研究に理解を示しボランティアで受け入れてくれた19名に対して行った。2つの大項目について評価を受けた。1つはアプリケーションの仕組みについてであり、もう1つはイラストの伝達性についてであった。アプリケーションの仕組みについては、5件法を使った結果、すべての項目において4.2以上(5.0満点)の高評価を得た。7つの項目の中でも、法令情報と危険有害性情報のイメージ化については、それぞれ4.2と4.3であり、他の項目の評価よりも少し低めとなった。これは、大学生(1年生)は化学物質に関する法令やGHSに関する知識がほとんどないためと考えている。実際、もう1つのイラストの伝達性に関する評価では、正解率が37%~68%と低い正解率のものがあつた。GHSに関する知識がないため、伝達性が低いと考えた。このことは自由意見にも記載があつた。GHSよりも、事故事例のようにわかりやすい情報を求めることも自由記述からわかつた。

労働者に対してアンケート評価を行った。化学工場1社および分析機関3社の労働者に対して行った。アンケートは研究に理解を示しボランティアで受け入れてくれた30名に対して行った。大学生(1年生)に対して行った2つの大項目について同様に評価を受けた。アプリケーションの仕組みについては、5件法を使った結果3.7~4.3(5.0満点)の評価を得た。大学生(1年生)と比べると低い評価

であったが、概ね良い評価を得たと考えている。これは、労働者が化学物質の取り扱いに慣れており、GHSに関する知識もあるため、アプリケーションの現実的な利用について評価を得たと考えている。自由記載では、仕組みは理想的には面白いが、現場の人間がわざわざダウンロードしたり、現場にモバイル機器を持ち込んでアプリケーションを現実的に利用しようとならないという意図の指摘を受けたと考えている。

もう1つのイラストの伝達性に関する評価では、正解率が43%や47%のものがあつたがそれ以外は60%~100%と高い正解率であつた。大学生(1年生)とは違ったアンケート形式であつたが、労働者は化学物質の危険有害性やGHSを理解しており、そのため正解率が高まったと考えた。正解率が43%と47%と低かつた酸化性液体と自然発火性液体のイラストは、液体に大きな炎が付いているものと、液体に小さな炎だったが風が吹いているものであつた。「酸化」という意味が「まわりの空気を利用する」という意味と捉えてしまったため、正解率が低くなつたと考えた。このことは自由記述にも記載されており、イメージから有害性が伝わりにくい、微妙なニュアンスをくみ取るのは大変であるとあつた。このアンケートでは、イラストのみを提示して単一回答になるように選択肢を用意したので、イラストのみでは伝わりにくいことがわかつた。実際のアプリケーションでは、GHS分類が文字情報で記載してあり、それにイラストを付随している。そのため、今回のアンケート結果よりは、イラストの危険有害性を理解しやすいようになっていると考えている。

E. 結論

本研究は、化学物質の取扱者(化学物質ユーザー)に対して化学物質の危険有害性情報(以下、「リスク情報」とする。)をより理解されやすく伝えること目的に、IT技術を活用して化学物質の危険有害性を取扱者に分かりやすく伝達する方法のモデルを開発するものである。そこで本研究は3カ年で、化学物質の製品に貼るラベルに二次元コードなどを付けて、モバイル機器にインストールされたアプリケーションを利用することで、化学物質のリスク情報の表示を可視的に工夫し、伝達しやすくするような機能を開発することを目標とした。

得られた結果として、海外を含む試薬メーカー、原油精製メーカー、中間加工メーカーのラベルに対する見解と、本研究の構想であるラベルへの二次元コードの付加の課題について知ることができた。試薬メーカーの場合、小さな容器から大きな容器まで対応する必要があり、特に小さな容器の場合、ラベルに記載すべき文字情報が多いため、化学物質ユーザーに化学物質の危険有害性をわかりやすく伝達できているか不安を感じていた。逆に原油精製メーカー、中間加工メーカーの場合、バルクレベルの大容量の化学物質を少ない種類を取り扱うため、取り扱い前の教育を徹底していた。ラベルについては、仕様書などに記載されていない限り、基本的にはGHSラベルを表示している。この時に二次元コードを貼り付けることは可能であるが、教育を徹底しているため、本研究の構想については支援くらいしかならないという見解であつた。しかし化学物質を取り扱う種類が増えてくると、化学物質の取り扱いに関する教育が難しくなり、本研究のアプリ

ケーションが、支援ツールではあるが、教育内容を補完するためにもツールを使ってみたいという見解であった。

本研究では、二次元コード出力システムとモバイル機器用アプリケーションを開発した。二次元コード出力システムについては、市販されている化学物質管理支援システムで利用されている法令情報およびGHS情報に基づき、二次元コードへの圧縮すべき情報とした。本システムは、サーバー上で利用できる。またアプリケーションは、AndroidをOSとした開発版として開発した。このアプリケーションは、二次元コード出力システムから出力された二次元コードを読み取り、解凍することでアプリケーション上に表示されるものである。このアプリケーションは、安全管理の専門家、化学物質ユーザーとなる大学生(1年生および4年生)、大学院生と労働者から形成的評価を受けた。開発したアプリケーションは、化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるために、法令情報、GHSの分類、色分けされた注意喚起語を表示するようにした。さらにGHSラベルの注意書きに基づいて、取り扱い上で注意すべき簡易表現を作り、アプリケーションの表示上位に大きく表示するようにした。形成的評価の結果、アプリケーションが化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるツールになり得ることがわかった。ただ、アプリケーションがインストールされているモバイル機器を、化学物質を取り扱う現場に持ち込めるかわからず、化学物質のリスク情報の知識がほとんどない取扱者には理解しにくい部分があることがわかった。

本研究によって、化学物質を取り扱う場合、一定の知識はやはり必要であるが、アプリケ

ーションを利用することで、化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えられることがわかった。このアプリケーションの利用は、意識的に行うものである。化学物質を取り扱う前の教育を行うことで化学物質のリスク情報を理解しやすくなり、アプリケーションの利用を訓練することで伝わりやすくなるだろう。また意識的に化学物質のリスク情報をより理解されやすく伝えるためには、事故情報の提示が有効であると考えている。化学物質のリスク情報を無意識でより理解されやすく伝えるためには、例えばスマートグラスを使って二次元コードを自動で認識して表示する技術や、ICチップを使ってICリーダーに近づいた時に表示する技術が有効であろう。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

(1) Development of mobile application to communicate risk information of chemical substances to users

Rumiko Hayashi, Yoshihiro Yamaguchi, Kengo Tomita, Toshihiro Kita

Journal of Environment and Safety, accepted (2020)

2. 学会発表

(1) Development of application to communicate risk information of chemical substances

○Rumiko Hayashi, Yoshihiro Yamaguchi, Kengo Tomita, Toshihiro Kita

6th *Asian Conference on Safety and Education in Laboratory* (ACSEL)

2019/10/31-11/1 (Bali, Indonesia)

(2) 化学物質のリスク情報を伝えるアプリケ

ーションの開発

○山口佳宏、林 瑠美子、喜多敏博、富田賢吾

第 37 回大学等環境安全協議会総会・研修発表会, 2019/07/18-19(神戸)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

- | | | | | |
|-----|-------------------------------------|--|--|---|
| 11. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（経口）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（経口）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（経口）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（経口）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（経口）区分3 |
| 12. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（経皮）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（経皮）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（経皮）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（経皮）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（経皮）区分3 |
| 13. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：気体）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：気体）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：気体）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：気体）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：気体）区分3 |
| 14. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：蒸気）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：蒸気）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：蒸気）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：蒸気）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：蒸気）区分3 |
| 15. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：粉じん）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：粉じん）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：粉じん）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：粉じん）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：粉じん）区分3 |
| 16. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：ミスト）区分1
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：ミスト）区分4 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：ミスト）区分2
<input type="radio"/> 急性毒性（吸入：ミスト）区分5 | <input type="radio"/> 急性毒性（吸入：ミスト）区分3 |
| 17. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 皮膚腐食性・刺激性 区分1A
<input type="radio"/> 皮膚腐食性・刺激性 区分2 | <input type="radio"/> 皮膚腐食性・刺激性 区分1B
<input type="radio"/> 皮膚腐食性・刺激性 区分3 | <input type="radio"/> 皮膚腐食性・刺激性 区分1C |
| 18. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 眼に対する重篤な損傷・眼刺激性 区分1 | <input type="radio"/> 眼に対する重篤な損傷・眼刺激性 区分2A | <input type="radio"/> 眼に対する重篤な損傷・眼刺激性 区分2B |
| 19. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 呼吸器感作性 区分1 | | |
| 20. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 皮膚感作性 区分1 | | |
| 21. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 生殖細胞変異原性 区分1 | <input type="radio"/> 生殖細胞変異原性 区分2 | |
| 22. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 発がん性 区分1 | <input type="radio"/> 発がん性 区分2 | |
| 23. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 生殖毒性 区分1A | <input type="radio"/> 生殖毒性 区分2 | <input type="radio"/> 生殖毒性（授乳区分） |
| 24. | <input checked="" type="radio"/> なし | <input type="radio"/> 特定標的臓器・全身毒性（単回ばく露）区分1 | <input type="radio"/> 特定標的臓器・全身毒性（単回ばく露）区分2 | <input type="radio"/> 特定標的臓器・全身毒性（単回ばく露）区分3 |

図1 二次元コードの出力システム画面例



図2 GHS 分類に対するイラスト化



図3 アプリケーション(ベータ版)の画面遷移例

表1 GHS の注意書きに基づく簡易表現

GHS 分類	簡易表現
物理化学的危険性	
爆発物	爆発！
可燃性ガス	火気厳禁！
エアゾール	火気厳禁！
酸化性ガス	火気厳禁！
高压ガス	爆発！
引火性液体	火気厳禁！
可燃性固体	火気厳禁！
自己反応性化学品	爆発！
自然発火性固体	自然発火！
自然発火性液体	自然発火！
自己発熱性化学品	自然発熱！
水反応可燃性化学品	禁水！
酸化性液体	火気厳禁！
酸化性固体	火気厳禁！
有機過酸化物	爆発！
金属腐食性化学品	さわるな！
鈍性化爆発物	爆発！

GHS 分類	簡易表現
健康有害性	
急性毒性	のむな！/ さわるな！/ 吸うな！
皮膚腐食性/刺激性	さわるな！
眼に対する重篤な損傷/眼刺激性	さわるな！
呼吸器感作性または皮膚感作性	吸うな！
生殖細胞変異原性	異常！
発がん性	異常！
生殖毒性	異常！
特定標的臓器毒性(単回ばく露)	異常！
特定標的臓器毒性(反復ばく露)	異常！
誤えん有害性	のむな！
誤えん有害性	のむな！
環境有害性	
水生環境有害性(急性)	流すな！
水生環境有害性(慢性)	流すな！
オゾン層への有害性	流すな！

表2 大学生(1年生)に対するアンケート結果

1 アプリを開発しました	
項目	評価
1-1 この仕組みの印象はどうですか？	4.6
1-2 この仕組みを利用すると、化学物質の危険有害性が伝わるとおもいますか？	4.5
1-3 この仕組みを使ってみたいとおもいますか？	4.4
1-4 注意喚起が表示されて、してはいけないことが伝わりますか？	4.5
1-5 法令情報が表示されると、化学物質の危険有害性が伝わりますか？	4.2
1-6 危険有害性情報がイメージで表示されると伝わりますか？	4.3
1-7 「危険」、「警告」、「なし」の表示があることで、危険有害性の程度はわかりますか？	4.6

(5段階評価) 1 非常に悪い --- 5 非常に良い

2 危険有害性をイラストにしてみました	
項目	正解率
2-1 自己発熱性物質はどれだとおもいますか？	37%
2-2 引火性液体はどれだとおもいますか？	68%
2-3 生殖細胞変異原性はどれだとおもいますか？	59%

表3 労働者に対するアンケート結果

1 アプリを開発しました	
項目	評価
1-1 この仕組みの印象はどうですか？	4.3
1-2 この仕組みを利用すると、化学物質の危険有害性が伝わるとおもいますか？	3.9
1-3 この仕組みは現場でも使えるとおもいますか？	3.7

(5段階評価) 1 非常に悪い --- 5 非常に良い

2 GHS 区分のイメージ	
2-1 物理化学的危険性1	
項目	正解率
可燃性固体	87%
自己発熱性化合物	90%
酸化性液体	43%
自然発火性液体	47%
爆発物	97%
2-2 物理化学的危険性 2	
項目	正解率
可燃性ガス	60%
エアゾール	63%
引火性液体	97%
有機過酸化物	60%
鈍化性爆発	80%
2-3 健康有害性	
項目	正解率
生殖細胞変異原性	67%
呼吸器感作性または皮膚感作性	97%
発がん性	70%
生殖毒性	80%
2-4 環境有害性	
項目	正解率
水生環境有害性(急性)	100%
水生環境有害性(慢性)	100%
オゾン層への有害性	100%

別紙1 大学生(1年生)に対するアンケート

化学物質の危険有害性を伝える研究をしています。ご協力ください。 [印刷を印刷する](#)

化学物質の危険有害性をアプリで伝えたい

化学物質には、爆発・火災（物理化学的危険性）、健康障害（健康有害性）、環境汚染（環境有害性）というリスクがあります。実は、GHSピクトグラムという9つのマークでこれらのリスクを世界中で表現されています。

GHSについては、第6回の講義で説明します。GHSをあまり知らない状態でアンケートに答えてください。



しかしGHSピクトグラムだけでは、具体的な化学物質の危険有害性はわかりにくいと思っています。そこで、これら危険有害性を化学物質の取り扱いの際に伝えたいと思い、アプリ開発やイメージ作成を行いました。

<お願い>

このアンケートは、厚生労働科学研究費補助金の支援を受けて行っています。また報酬はなく、皆様のご協力によって成り立ちます。本アンケートは10～15分くらいで終わります。

研究にご協力いただけない場合は、アンケートに答えず、回答せずにウィンドウを閉じてください。

GHSピクトグラムの問題点



1 アプリを開発しました

化学物質を取り扱う前に、特に取り扱う直前に、アプリを使って化学物質の危険有害性を伝える仕組みを開発しました。危険有害性は、規制されている法令とGHS区分によって伝えようと思っています。その仕組みを以下に示します。図を見たあとに、実際に使ってみたような気持ちでアンケートに答えてください。

<アプリの仕組み>



<アプリの特徴>

- QRコード（大学側で付けます）をアプリで読み取ることで、これから使う化学物質の危険有害性を伝えるものです。
- アプリでは、「何をすべきか」が表示されます。
- スクロールすると、法規制情報が示されます。
- さらにスクロールすると、具体的危険有害性（GHS区分に基づく）が示されます。
- 危険有害性は、「危険」、「警告」、「なし」のように危険有害性の程度も示されます。

1 この仕組みについて、以下のアンケートに答えてください。
(5段階評価) 1 非常に悪い --- 5 非常に良い

1-1 この仕組みの印象はどうですか？

1-2 この仕組みを利用すると、化学物質の危険有害性が伝わると思いませんか？

1-3 この仕組みを使ってみたいと思いませんか？

1-4 注意喚起が表示されて、してはいけないことが伝わりますか？

1-5 法令情報が表示されると、化学物質の危険有害性が伝わりますか？

1-6 危険有害性情報がイメージで表示されると伝わりますか？

1-7 「危険」、「警告」、「なし」の表示があることで、危険有害性の程度はわかりますか？

	1	2	3	4	5
1-1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-6	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2 その他、この仕組みをよくなるためにご意見ください。特になしでも構いません。

1 A B I

1 2 3 4 5

2 危険有害性をイラストにしてみました。
GHSピクトグラムは、GHS区分に応じて表示されます。このGHS区分が変わることで、化学物質の危険有害性が伝わると考えました。そこでより伝えやすくするために、GHS区分をイメージ化してアプリで表示できるようにしました。GHS区分のイメージについて、ご意見ください。

3 2-1 自己発熱性物質はどれだと思いますか？
<自己発熱性物質とは>
自己発熱性物質または混合物とは、自然発火性液体または自然発火性固体以外の固体物質または混合物で、空気との接触によりエネルギー供給がなくとも、自己発熱しやすいものをいう。この物質または混合物が自然発火性液体または自然発火性固体と異なるのは、それが大量(キログラム単位)にあると、かつ長期間(数時間または数日間)経過後に限って発火する点にある。

(1) (2) (3) (4) (5)

(1) (2) (3) (4) (5)

4 2-2 引火性液体はどれだと思いますか？
<引火性液体とは>
引火性液体とは、引火点が93°C以下の液体をいう。

(1) (2) (3) (4) (5)

(1) (2) (3) (4) (5)

1 この仕組みについて、以下のアンケートに答えてください。
(5段階評価) 1 非常に悪い --- 5 非常に良い

	1	2	3	4	5
1-1 この仕組みの印象はどうですか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-2 この仕組みを利用すると、化学物質の危険有害性が伝わると思いませんか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-3 この仕組みを使ってみたいと思いませんか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-4 注意喚起が表示されて、してはいけないことが伝わりますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-5 法令情報が表示されると、化学物質の危険有害性が伝わりますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-6 危険有害性情報がイメージで表示されると伝わりますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1-7 「危険」、「警告」、「なし」の表示があることで、危険有害性の程度はわかりますか？	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2-1 その他、この仕組みをよくするためにご意見ください。特になしでも構いません。

1 A B I

2 危険有害性をイラストにしてみました。
GHSピクトグラムは、GHS区分に応じて提示されます。このGHS区分が変わることで、化学物質の危険有害性が伝わると考えました。そこでより伝えやすくするために、GHS区分をイメージ化してアプリで表示できるようにしました。GHS区分のイメージについて、ご意見ください。

3-1 自己発熱性物質はどれだと思いますか？
<自己発熱性物質とは>
自己発熱性物質または混合物とは、自然発火性液体または自然発火性固体以外の固体物質または混合物で、空気との接触によりエネルギー供給がなくとも、自己発熱しやすいものをいう。この物質または混合物が自然発火性液体または自然発火性固体と異なるのは、それが大量(キログラム単位)にあると、かつ長期間(数時間または数日間)経過後に限って発火する点にある。

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(1) (2) (3) (4) (5)

4-2 引火性液体はどれだと思いますか？
<引火性液体とは>
引火性液体とは、引火点が93°C以下の液体をいう。

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

(1) (2) (3) (4) (5)

別紙2 労働者に対するアンケート

化学物質の危険有害性をアプリで伝

質問 回答 30

化学物質の危険有害性をアプリで伝えたい

GHSピクトグラムだけでは、化学物質が持つ危険有害性が伝わりにくいため、アプリを開発しました。その仕組みやイメージ図についてご意見ください。

<お願い>
このアンケートは、厚生労働科学研究費補助金のご支援を受けて行っています。また報酬はなく、皆様のご協力によって成り立ちます。本アンケートは10~15分くらいで終わります。研究にご協力いただけない場合は、アンケートに答えず、返信せずにウィンドウを閉じてください。

GHSピクトグラムの問題点



どう危険？
何に注意したらいいの？

1 アプリの使い方

化学物質を取り扱う前に、特に取り扱う直前に、アプリを使って化学物質の危険有害性を伝える仕組みを開発しました。危険有害性は、規制されている法令とGHS区分によって伝えようとしています。その仕組みを以下に示します。図を見たあとに、実際に使ってみたような気持ちでアンケートに答えてください。特に、少量多量の化学物質を取り扱う研究室の学生・研究者ではなく、大量の化学物質を取り扱う労働者としての意見をください。

アプリの仕組み



化学物質名

アプリがインストールされたモバイル機器

注意喚起 (独自)

- のむな!
- さわるな!
- 吸うな!
- 異常!
- 流すな!

法令情報

危険有害性情報 (GHS区分)

1-1 この仕組みの印象はどうですか？ *

	1	2	3	4	5	
非常に悪い	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	非常に良い

1-2 この仕組みを利用すると、化学物質の危険有害性が伝わると感じますか？ *

	1	2	3	4	5	
まったく思わない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	かなり思う

1-3 この仕組みは、現場でも使えそうですか？ *

	1	2	3	4	5	
まったく使えない	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	かなり使える

1-4 その他、この仕組みをよくするためにご意見ください。特になしでも構いません。 *

記述式テキスト（長文回答）

2 GHS区分のイメージ

GHSピクトグラムは、GHS区分に応じて提示されます。このGHS区分が変わることで、化学物質の危険有害性が伝わると考えました。そこでより伝えやすくするために、GHS区分をイメージ化してアプリで表示できるようにしました。GHS区分のイメージについて、ご意見ください。

2-1 どれだと思いますか？ *



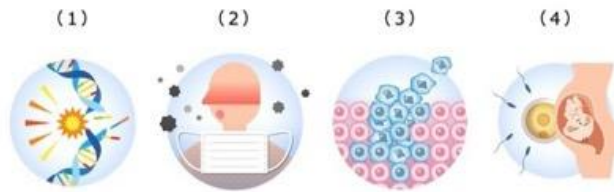
	爆発物	可燃性固体	自己発熱性化学...	自然発火性液体	酸化性液体
(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2-2 どれだと思いますか？ *



	引火性液体	可燃性ガス	酸化性発炎物	エアゾール	有機過酸化物
(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(5)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2-3 どれだと思いますか？ *



	生殖毒性	呼吸器感受性また...	生殖細胞変異原性	発がん性
(1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(3)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(4)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>