

厚生労働科学研究費（労働安全衛生総合研究事業）
職場における化学物質のリスクの認知と対処方法の分析を踏まえた自律的な化学物質管理
支援の研修・評価デバイスの開発
分担研究報告書
労災に影響する属人および職場環境などの要因の特定

研究分担者 原 邦夫 産業医科大学 産業保健学部 非常勤講師
樋上 光雄 産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 助教
石松 維世 産業医科大学 産業保健学部 作業環境計測制御学講座 教授

研究要旨

職場における化学物質規制体系の見直しが報告され、自律的な化学物質管理について具体的な方策などが求められている。そこで本研究では、中小零細企業に対し化学物質のリスク認知能力やリスク対処能力を向上させるため、化学物質による労働災害に影響する属人および職場環境などの要因を特定することを目的とした。

2021 年度には、厚生労働省「職場のあんぜんサイト」に公開されている、「危険物、有害物等」を機械設備-有害物質の種類(起因物)とする化学物質関連の約 20 年分の労働災害事故事例から抽出された 561 件を収集した。「発生要因」、「原因」、および「対策」はテキストデータ、業種等の 8 データはカテゴリ - データの 11 項目から構成されるデータであった。「起因物」、「事故の型」および「発生要因」は安全性からみた労働災害発生の基本モデルの用語であり、化学物質の有害性よりむしろ安全面および化学物質の危険性の面から整理されていることが分かった。

このことから 2022 年度は、同じく『職場のあんぜんサイト』内の化学物質による労働災害事故事例の約 20 年分の更新データ 726 件を使用し、事例データと「政府による GHS 分類結果」データを結び付け、化学物質の有害性面から労働災害事故の原因および措置について記述的に整理し、まとめた。その結果、化学物質が持つ健康有害性が起因となり労働災害が発生することは少なく、化学物質が持つ危険性あるいは安全性の面が原因で労働災害が発生していることがわかった。化学物質の有害性が起因となって労働災害が発生することは少ないが、化学物質取扱い等の安全面の問題および化学物質の危険性を起因とした労働災害の発生が多く、その後、被災者に化学物質の有害性による影響が現れることが多いことを明らかにした。以上より、健康有害性から発生する労働災害のリスクを低減化するために必要な措置は、まず安全性および化学物質の危険性のリスクを低減する措置として、(1) 有害性物質が人と接触することを防ぐ設備の設置、(2) 人の不安全行動を抑制するシステム構築、(3) 化学反応についての理解を促す教育・研修、(4) 試験研究や下請けなどに関わる人すべてに化学物質についての情報提供する教育・研修、を実施したうえで、健康有害性のリスク低減措置として、(5) 許容濃度や管理濃度を指標とした健康有害性リ

スク低減措置を実施する必要があることを明らかにした。

2023 年度は、以上の内容を論文形式にまとめ、「日本の労働災害事例から見た化学物質の健康有害性による重大災害の原因とリスク低減措置」と題して、報文を産業医科大学雑誌に投稿し、産業医科大学雑誌の編集委員会による査読・再査読を受け、やり取りを行い、2023 年 9 月 5 日に受理され出版された。

A. 研究目的

化学物質による労働災害に影響する属人および職場環境などの要因を特定することを目的とした。2021 年度調査から得た結果では、収集した化学物質による労働災害事故事例の大部分が有害性による健康障害であったが、危険性の面から整理されていた。これを踏まえ 2022 年度は、GHS 分類が示す 10 種類のヒトへの健康有害性の面から日本の労働災害事例を解析し、化学物質の健康有害性による重大災害の典型的・特異的な原因とリスク低減措置をまとめることを目的とした。2023 年度は、以上の内容を論文形式にまとめることを目的とした。本報告では、論文にまとめた 2022 年度の成果を示している。

B. 研究方法

2.1 対象データ

対象として取り上げた労働災害事例は、2006 年から 2000 件以上が収集されている厚生労働省の『職場のあんぜんサイト』で公開されている労働災害事例のうちの「化学物質による重大災害事例」(726 件、2021 年 12 月掲載)[1]である。2022 年度に対象とした事例データは、2021 年度の解析事例データより更新されていた。各データは、発生状況、原因および対策の記述文章、業種、事業場規模、機械設備・有害物の種類(起因物)、災害の種類(事故の型)、被災者数、発生要因(物)、発生要因(人)、および発生要因(管理)の数字あるいはキーワード項目からなり、11 列の Excel データ一覧とした。これに「製品評価技術基盤機構：NITE」にある国連 GHS 勧告に基づく「政府による GHS

分類結果(Excel 形式)」(約 5000 物質)[2]を、該当する物質に追加し、解析対象の Excel データファイルを作成した。

2.2 データの解析方法

Excel データファイルから、GHS 分類区分 1 に該当する化学物質による重大災害事例を抽出した。GHS 分類に示される 10 種類の「ヒトの健康有害性」とは、「急性毒性、皮膚腐食性/刺激性、呼吸器感作性または皮膚感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器・全身毒性(単回ばく露)、特定標的臓器・全身毒性(反復ばく露)、誤えん有害性」である[3]。

次に、急性毒性を 5 分類し、さらに物質によって作用する器官系が異なるため、

「特定標的臓器毒性(単回ばく露)」と「特定標的臓器毒性(反復ばく露)」は、物質によって作用する器官系が異なるため、それぞれ 8 分類とした。結果として、10 種類の健康有害性を 29 分類、すなわち「急性毒性(経口)、急性毒性(経皮)、急性毒性(吸入:ガス)、急性毒性(吸入:蒸気)、急性毒性(吸入:粉塵・ミスト)、皮膚腐食性/刺激性、呼吸器感作性、皮膚感作性、生殖細胞変異原性、発がん性、生殖毒性、特定標的臓器・全身毒性(単回ばく露)(神経系、呼吸器、肺、循環器、消化管、肝臓、腎臓、血液系)、特定標的臓器・全身毒性(反復ばく露)(中枢神経系、末梢神経系、神経系、呼吸器系、甲状腺、肝臓、腎臓、血液系)、誤えん有害性」とした。

2.3 データの記述的整理

解析方法の流れを図 1 に示す。該当する

重大災害データ中の原因と措置の記述文章について、テキストマイニングツールであるKH Coder (ver. 3) [4]を用いて頻度解析と語句同士の関わりやすさから語句の階層的クラスタ分析を行い、共起ネットワークとして図示することでクラスタの名称づけを行った。共起ネットワークとは、出現頻度と関係性の強さの階層的クラスタ分析結果を図として示したものであり、円の大きさが出現回数、距離が言葉同士のつながりの強さとして線の太さで示され、円の色が同じクラスタに属していることを表している。KH Coder (ver. 3)の階層的クラスタ分析の解析条件はward法、距離計算はJaccard法とし、クラスタ数の条件はAutoとした[4]。すべての階層的クラスタ分析において、語句数を確認し、「有機溶剤」を強制連結抽出語とし、動詞と「使用」を除外語とした。

さらに、29分類した重大災害事例の健康有害性ごとに語句をクラスタ分けし、クラスタ内の語句をつなげて1つの短文とすることで、29有害性ごとに2～7のクラスタ名として「原因の典型例」と「措置の典型例」をそれぞれ短文としてまとめた。

29分類それぞれの有害性について、原因と措置ごとに「原因の典型例」と「措置の典型例」をとりまとめると、それぞれ150および152の短文となったことから、これらをそれぞれ1つのExcelファイルの列データにまとめた。それぞれの列を「原因の典型例」と「措置の典型例」のデータとして別々に再度KH Coder (ver. 3)を使用して階層的クラスタ分析を行い、共起ネットワークとして図示した。

得られたクラスタを示す短文を、健康有害性による「原因の代表例」と「措置の代表例」とした。さらに、この有害性による「原因の代表例」と「措置の代表例」を求める際に、29分類それぞれの健康有害性を表す150の短文の「原因の典型例」と152の短文の「措置の典型例」のうち、解析により現れなくなった約10の「原因の典型例」と「措置の典型例」の中から、特定の健康有害性を示す際に軽視できないものをそれぞれ2つずつ抽出し、「原因の特異

例」と「措置の特異例」とした。

2.4 論文として投稿

2021年度および2022年度に得られた結果について、優先すべき図および表を確定し、産業医科大学雑誌に投稿した。

C. 結果と考察

3.1 「原因の典型例」および「措置の典型例」

表1-1および表1-2に29分類ごとの「原因の典型例」、表2-1および表2-2に「措置の典型例」を示す。29分類ごとに頻度の多い順に番号付けした2～7つの主クラスタが確認された。

解析の一例として、健康有害性の一つである生殖毒性の原因として示された共起ネットワークを図2に示す。生殖毒性の区分1に該当したデータ数は148件であった。解析により、主クラスタは5つに分けられた(表1-1, 生殖毒性項目)。生殖毒性の5つの「原因の典型例」は、図に示す番号に対応しており、①一酸化炭素が発生する作業で換気が行われていなかったこと、②局所排気装置の稼働が不十分であったこと、③有機溶剤作業主任者の選任がされていなかったこと、④呼吸用保護具、防毒マスクの未着用、⑤作業開始前に一酸化炭素濃度測定を行わなかったこと、であった。

図3に、同じく生殖毒性に対する措置についての共起ネットワークを示す。生殖毒性の区分1に該当したデータ数は148件であった。解析により、主クラスタは6つに分けられた(表2-1, 生殖毒性項目)。生殖毒性の6つの「措置の典型例」は、図中の番号に対応し、①危険有害性の高い物質を使用する際は安全衛生教育を行うこと(一酸化炭素が発生する作業では中毒を防ぐため十分な換気を行う)、②内燃機関のある機械では不完全燃焼が起きないようにすること、③局所排気装置の設置、④安全衛生管理の徹底、⑤防毒マスクの着用、⑥呼吸用保護具の着用であった。

3.2 「原因の代表例」・「原因の特異例」および「措置の代表例」・「措置の特異例」

図4に、29分類した健康有害性に関する労

働災害(延べ1278件)のうち、「原因の代表例」についての共起ネットワークを示す。主クラスターは6つに分けられた。これら6つの「原因の代表例」は、①不十分な安全衛生教育、②呼吸用保護具や防毒マスクの未着用、③特定化学物質・有機溶剤作業主任者の未選任、④次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の混合により塩素ガスの発生、⑤局所排気装置の性能や換気不足、⑥管理体制の不足であった。これらを労働災害が発生する「原因の代表例」を安全性に関する用語で[1, 4, 5]、一般化し整理すると、①および②は(1)不安全な行動、③および⑤は(2)不安全な状態、そして、④が(3)物質の物理化学的特性への不理解であった。また少数例ではあるが、④に類似し注意すべき「原因の特異例」として、物質の混合や加水分解などの化学物質の性質による特異的な反応があった。事例の中には、化学物質の性質の理解不足に起因する、化学反応から発生する有害物質への理解が不十分であった場合に労働災害の発生につながっていたことが認められた。

図 5 に、29 分類した健康有害性に関する「措置の代表例」についての共起ネットワークを示す。主クラスターは5つに分けられた。これら5つの「措置の代表例」は、①吸用保護具や防毒マスク送気マスクの適切な着用、②安全衛生教育の実施、安全衛生管理体制の整備、作業手順マニュアルの作成、③危険有害性の高い物質を使用する際の措置、④有機溶剤作業主任者の選任、⑤局所排気装置の設置であった。これらをヒトの健康有害性に関する「措置の代表例」を安全性に関する用語で[1, 4, 5]一般化し整理すると、①、③および⑤が(1)有害性物質が人と接触することを防ぐ設備、②および④が(2)人の不安全行動を抑制するシステムであった。有害性についての「措置の特異例」としては、(3)化学反応についての理解を促すこと、(4)試験研究や下請けなどに関わるすべての人に化学物質についての情報提供をすること、であった。

本研究から得られた化学物質の持つ健康有害性による労働災害の解析結果について、安全性の分野で使用されている用語を使って整理すると、化学物質の取り扱いによる労働災害が発生する原因としては、(1)不安全な行動および(2)不安全な状態、あるいは(3)物質の物理化学的特性への不理解が主であった。少数例ではあるが注意すべき特異例としては、化学物質の混合や加水分解などによる特異的な反応による労働災害があった。これらは、(4)反応から発生する有害物質への理解が不十分であった場合となり、取り扱い物質単独だけでなく現場での混合物や反応生成物が労働災害の発生につながりやすいことが示された。なかでも、酸やアルカリが原因物質となっている労働災害では、直ちに健康有害性の影響が生じるため労働災害の原因として認識されやすく、災害事例として記録されやすいと考えられた。

また、健康有害性から発生する労働災害への代表的なリスクを低減化する措置としては、(1)有害性物質が人と接触することを防ぐ設備、(2)人の不安全行動を抑制するシステムであった。健康有害性による労働災害への特異的なリスクを低減化する必要な措置としては、(3)化学反応についての理解を促すこと、(4)試験研究や下請けなどに関わる人すべてに化学物質についての情報提供することが重要と考えられた。

D. まとめ

健康有害性から発生する労働災害のリスクを低減化する必要な措置には、以下のことが重要である。

- 安全性および化学物質の危険性に対するリスク低減措置として、
- (1) 有害性物質が人と接触することを防ぐ設備の設置
 - (2) 人の不安全行動を抑制するシステム構築
 - (3) 化学反応についての理解を促す教育・研修
 - (4) 試験研究や下請けなどに関わる人すべてに化学物質についての情報提供する教育・研修
- を実施したうえで、健康有害性のリスク低減措置として、
- (5) 許容濃度や管理濃度を指標とした健康有害性リスク低減措置
- を実施する必要がある。

以上をもって、産業医科大学雑誌に 2023 年

5月23日に投稿し、産業医科大学雑誌編集委員会による査読・再査読を受け、やり取りを行い、2023年9月5日に受理され出版された。

E. 研究発表

1. 原邦夫, 樋上光雄, 石松維世: 日本の労働災害事例から見た化学物質の健康有害性による重大災害の原因とリスク低減措置, JUOEH (産業医科大学雑誌) 45(4): 243-257, 2023.

F. 学会発表

1. 原邦夫, 久保誠信, 樋上光雄, 石松維世: 化学物質の有害性面からの労働災害対策, 第96回日本産業衛生学会講演集, p. 373, 2023.5

G. 知的財産権の出願・登録状況

この研究において、知的財産権に該当するものはない。

H. 参考文献

1. 1. 原邦夫(2022). 厚生労働科学研究成果データベース 職場における化学物質のリスクの認知と対処方法の分析を踏まえた自律的な化学物質管理支援の研修・評価デバイスの開発.
[https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox\(2023年2月27日閲覧\)](https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox(2023年2月27日閲覧))

2. 独立行政法人製品評価技術基盤機構(2022): 政府によるGHS分類結果.
https://www.nite.go.jp/chem/ghs/ghs_download.html.(2022年9月20日閲覧)
3. 経済産業省(2019): 化学品を取り扱う事業者の方へーGHS対応ー 化管法・安衛法・毒劇法における ラベル表示・SDS提供制度「化学品の分類および表示に関する 世界調和システム(GHS)」に基づく 化学品の危険有害性情報の伝達.
https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/information/seminar2019/GHSpamphlet_2019.pdf. (2023年1月17日閲覧)
4. 樋口耕一(2023): KH Coder.
<https://kxcoder.net/> (2021年12月20日閲覧)
5. 厚生労働省(2023): 職場のあんぜんサイト. 不安全行動.
https://anzeninfo.mhlw.go.jp/yougo/yougo90_1.html. (2023年1月17日閲覧)

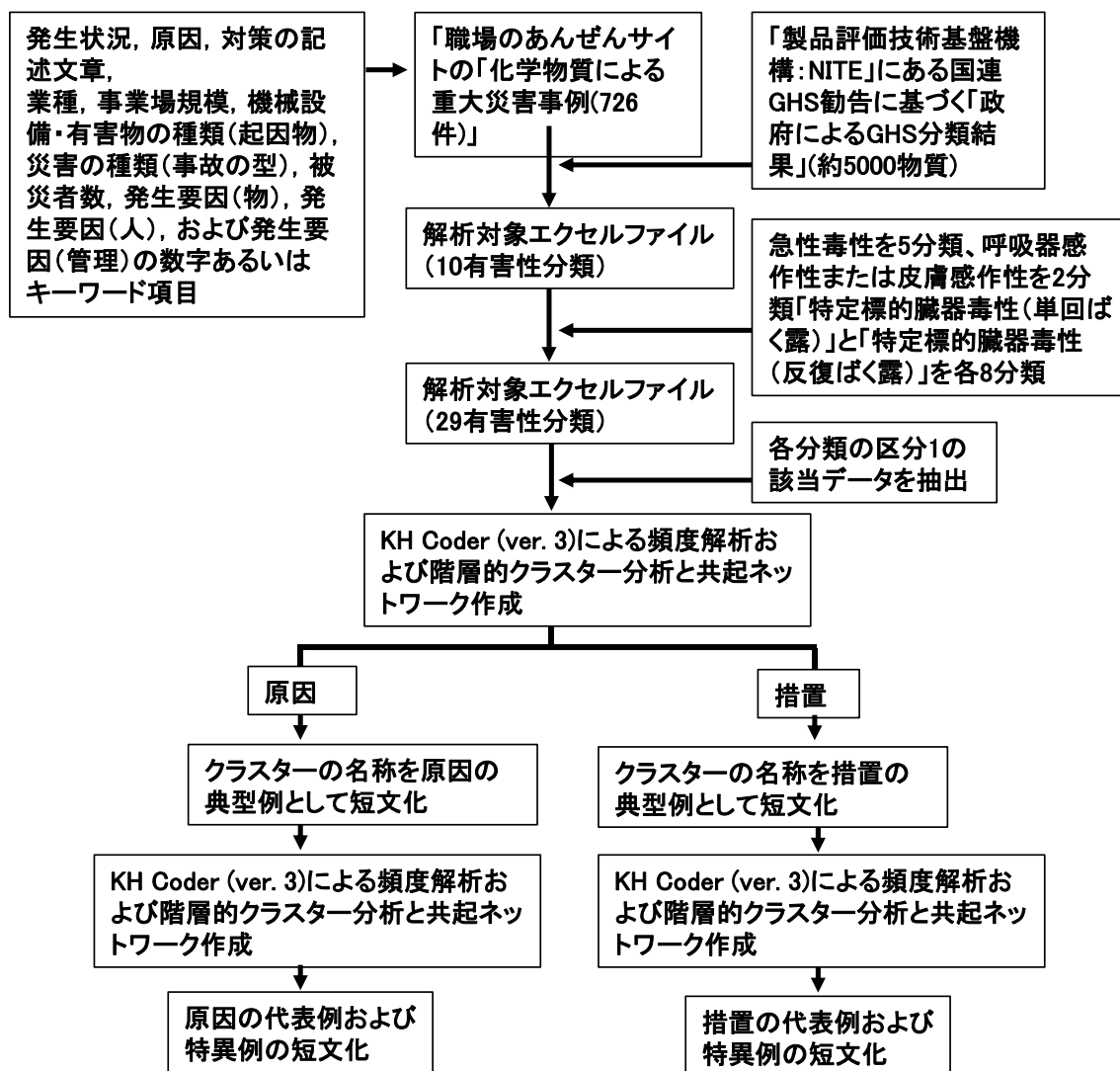


図1 データ分析の流れ

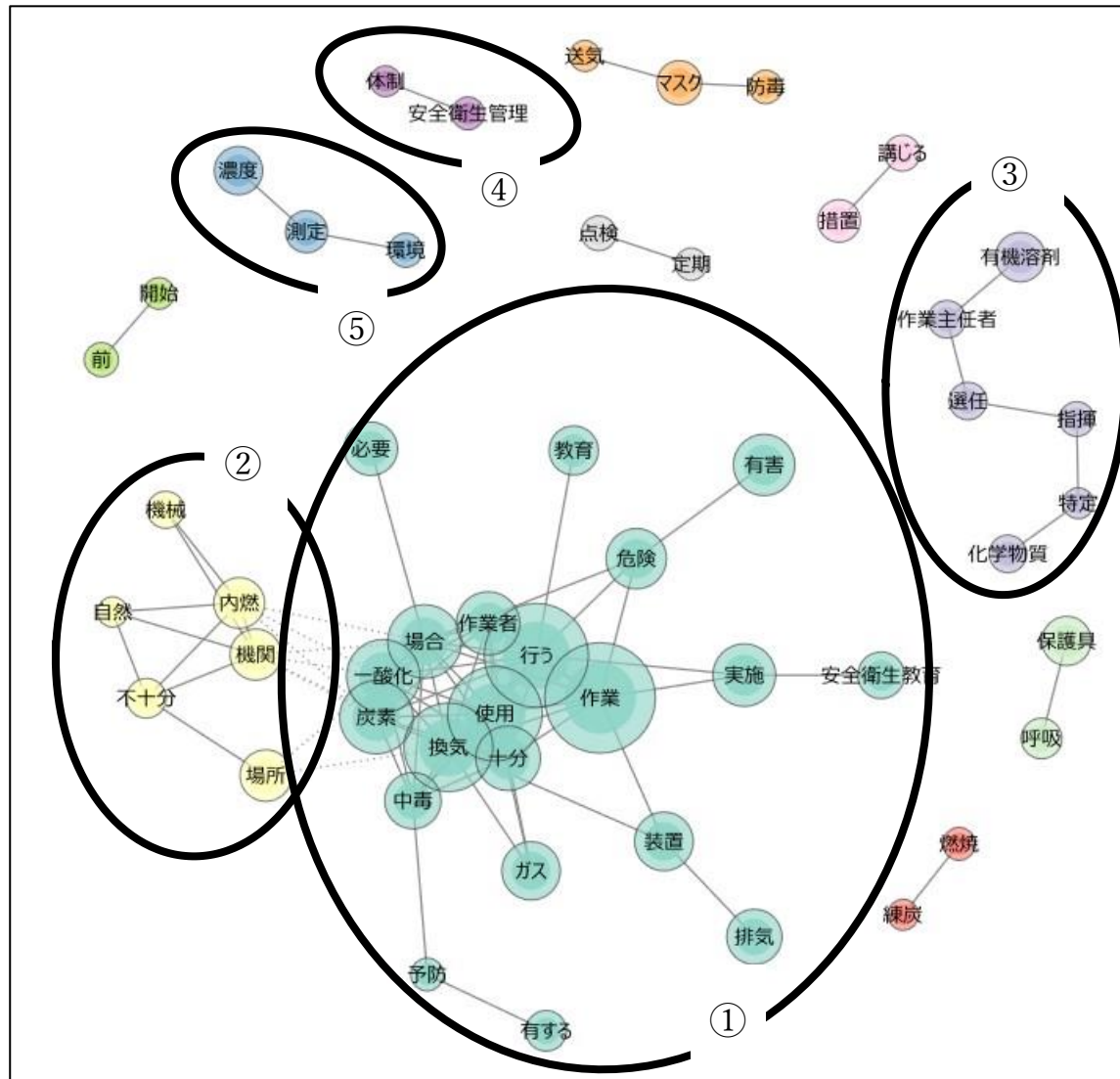


図 2. 生殖毒性の原因に係わる語句の関連性の図(共起ネットワーク)

クラスターの番号は表 1-1 内「生殖毒性」項目の短文と対応(① 一酸化炭素が発生する作業で換気が行われていなかったこと, ② 局所排気装置の稼働が不十分であったこと, ③ 有機溶剤作業主任者の選任がされていなかったこと, ④ 呼吸用保護具, 防毒マスクの未着用, ⑤ 作業開始前に濃度測定を行わなかったこと)

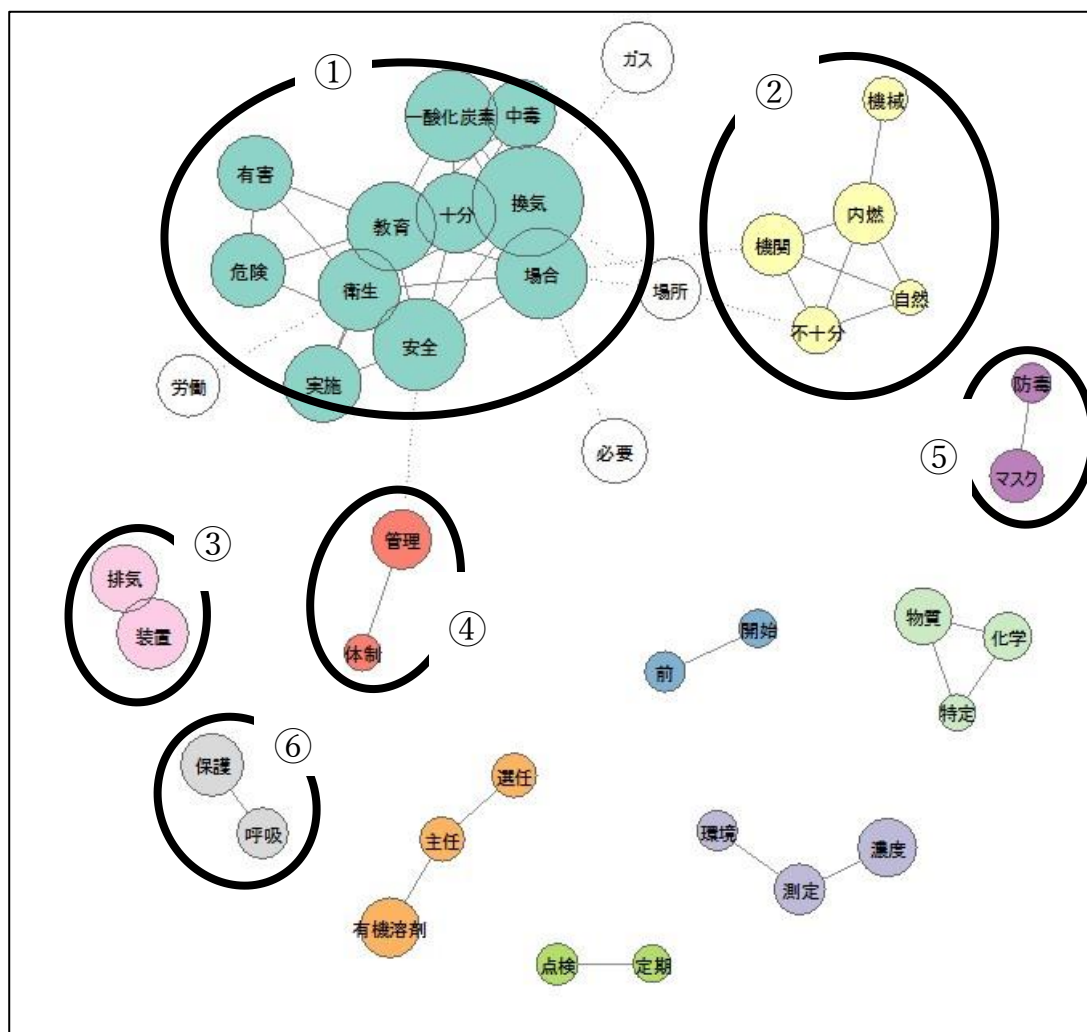


図 3. 生殖毒性の措置に係わる語句の関連性の図(共起ネットワーク)

クラスターの番号は表 2-1 の短文と対応(① 危険有害性の高い物質を使用する際は安全衛生教育を行うこと(一酸化炭素が発生する作業では中毒を防ぐため十分な換気を行う), ② 内燃機関のある機械では不完全燃焼が起きないようにすること, ③ 局所排気装置の設置, ④ 安全衛生管理の徹底, ⑤ 防毒マスクの着用, ⑥ 呼吸用保護具の着用)

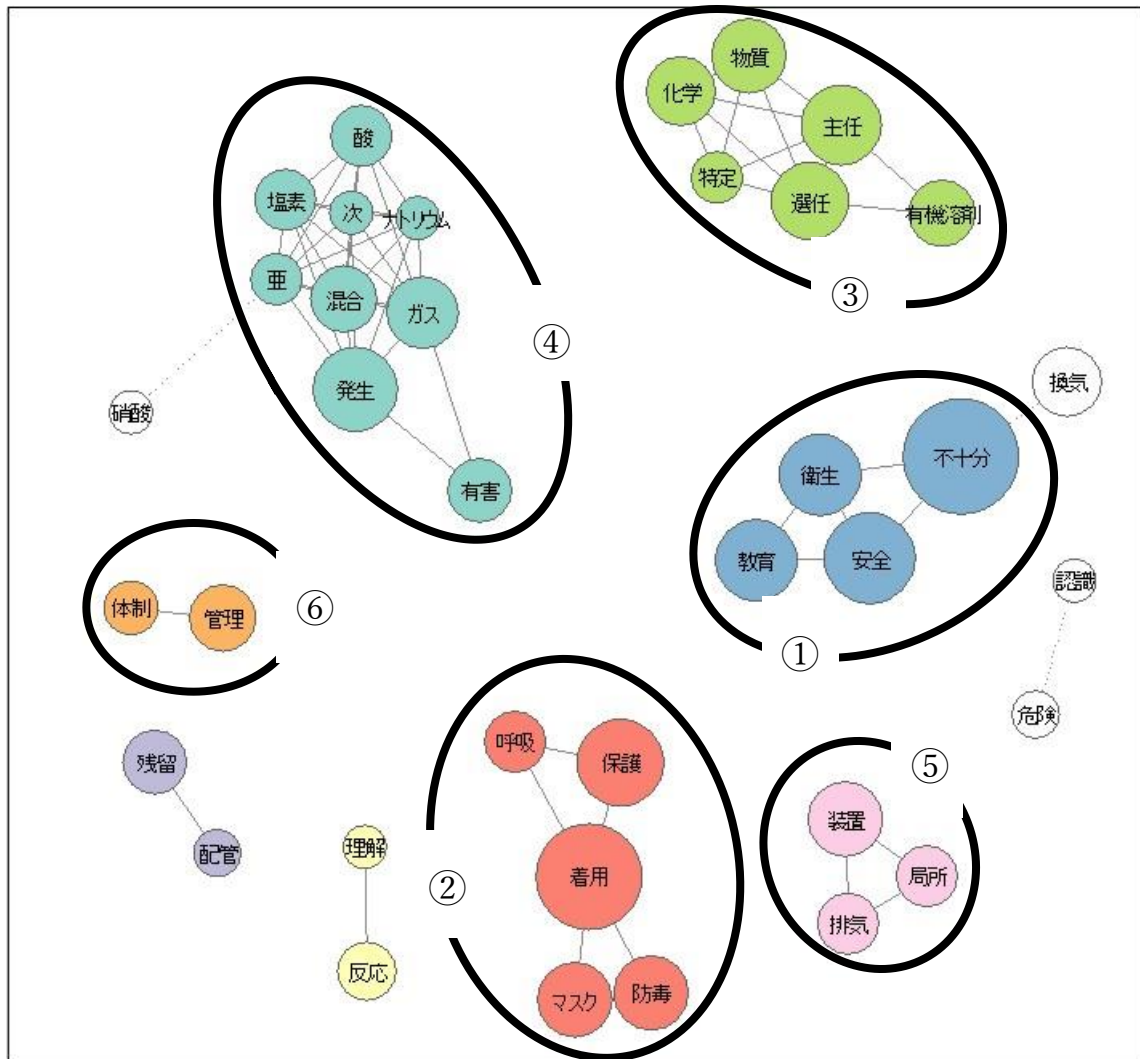


図 4. 化学物質の健康有害性による労働災害の「原因の代表例」に係わる語句の関連性の図(共起ネットワーク)(① 不十分な安全衛生教育, ② 呼吸用保護具や防毒マスクの未着用, ③ 特定化学物質・有機溶剤作業主任者の未選任, ④ 次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の混合により塩素ガスの発生, ⑤ 局所排気装置の性能や換気不足)

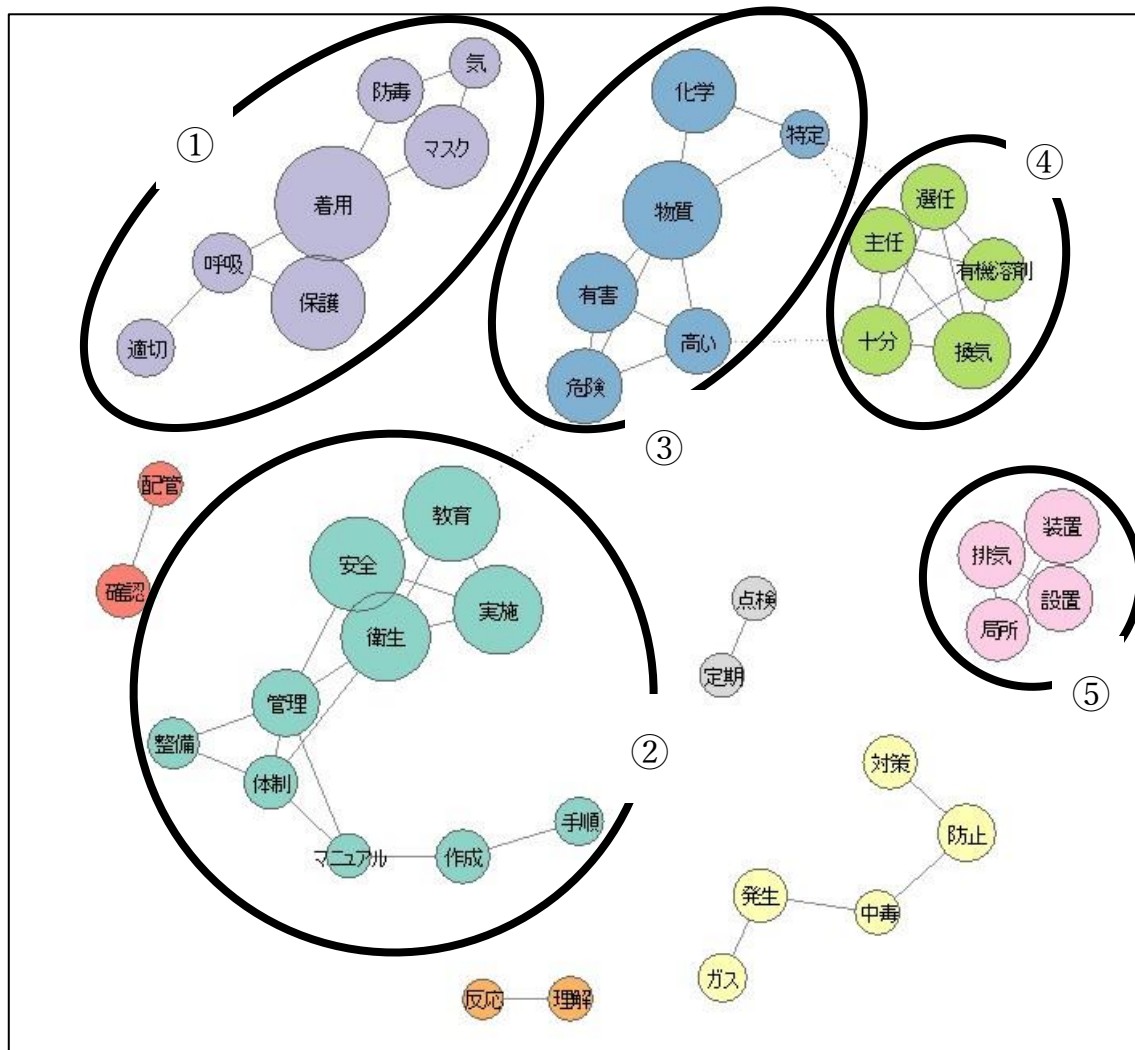


図5 化学物質の健康有害性による労働災害の「措置の代表例」に係わる語句の関連性の図(共起ネットワーク)(① 吸用保護具や防毒マスク送気マスクの適切な着用，② 安全衛生教育の実施，安全衛生管理体制の整備，作業手順マニュアルの作成，③ 危険有害性の高い物質を使用する際の措置，④ 有機溶剤作業主任者の選任，⑤ 局所排気装置の設置)

表 1.1 健康有害性の化学物質による労働災害の「原因の典型例」_1

健康有害性		データ数	原因の典型例
3.1.1	急性毒性(経口)	3件	①化学物質の反応の理解不足, ②保護具の不適切な着用, ③殺虫剤の不理解による経口曝露, ④管理体制の不足, 安全認識不足
3.1.2	急性毒性(経皮)	5件	①保護具の不適切な着用, ②化学反応の理解不足, ③清掃時に滞留を招いた不十分な換気, ④不十分な管理体制, ⑤経皮吸収性のある殺虫剤等の注意不足
3.1.3	急性毒性(吸入:ガス)	10件	①特定化学物質(フッ酸)作業主任者の未選任, ②倉庫内燻蒸作業後の高濃度段階での立ち入り, ③混合による有害ガスの発生(塩化水素), ④残留物が排水溝で混合し有害ガスの発生, ⑤マニュアルの不備, 不足
3.1.4	急性毒性(吸入:蒸気)	8件	①保護具の不適切な着用, ②マニュアルの不備, 管理体制の不備, ③化学物質(塩化ホスホリル)の空気中の加水分解による有害ガスの発生(塩酸ガス), ④作業主任者(作業指揮者)による指導不足, ⑤装置設備の管理不足, ⑥蒸気の吸入のリスクアセスメント不足
3.1.5	急性毒性(吸入:粉塵/ミスト)	6件	①亜硝酸ナトリウム溶液と硫酸が廃液ピット内で混合したことによる硝酸ガスの発生, ②特定化学物質作業主任者の未選任, ③危険性の高い作業において換気が不十分であった, ④バルブ操作ミスによる配管等からの漏れ, ⑤接続部フランジからの酸等(フッ酸)の漏れ
3.2	皮膚腐食性/刺激性	54件	①次亜塩素酸ナトリウムと強酸の混合により塩素ガスが発生, ②特定化学物質作業主任者の未選任と保護具の不適切な着用, ③安全衛生教育が実施されていなかったこと, ④装置の点検がされていなかったこと, ⑤有害性物質(塩化アルミニウム)の反応性の理解不足, ⑥タンク内物質の知識不足
3.3	眼に対する重篤な損傷性	94件	①次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の混合により塩素ガスが発生, ②安全衛生教育が実施されなかったこと, 管理体制の不備, ③タンクに注入した際に予期せぬ反応が起き有害ガスが発生したこと, ④特定化学物質作業主任者の選任がされていなかったこと, ⑤保護具が着用されていなかったこと, ⑥点検の不備と指示不足
3.4.1	呼吸器感作性	23件	①次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の混合により塩素ガスが発生したこと, ②特定化学物質作業主任者の選任がされていなかったこと, ③接着剤に含まれていたホルムアルデヒドを防毒マスクを着用していなかったために吸入したこと, ④混合すると有害物が発生する成分を確認せずに補充したこと, ⑤異なる廃液を混合したために有害ガスが発生したこと, ⑥安全衛生教育が不十分であったこと
3.4.2	皮膚感作性	44件	①安全衛生教育が不十分であったこと, 防毒マスク, 局所排気装置が適切に機能していなかったこと, ②特定化学物質作業主任者の選任がされていなかったこと, ③呼吸用保護具が適切に着用されていなかったこと, ④災害時等の曝露防止措置が取られていなかったこと, ⑤注入口を誤ったことにより反応性の高い酸とアルカリが混合したこと, ⑥ニトログリセリンを投入する際に袋が帯電しており静電気が発生し引火
3.5	生殖細胞変異原性	17件	①タンクを溶接する際にエチルアルコールの発火温度を超え爆発したこと, ②換気, 安全衛生管理, 危険性の知識が不十分だったこと, ③アルコール蒸気が漏洩し引火することで爆発したこと, ④使用する物質について有害性の検討と教育が行われていなかったこと, ⑤容器・装置・設備の安全性の不十分さ
3.6	発がん性	63件	①有機溶剤作業主任者の選任がされていなかったこと, ②安全衛生教育が不十分だったこと, ③防毒マスクの着用がされていなかったこと, ④呼吸用保護具の不適切な着用, ⑤作業手順, 危険性に関する十分な検討対策が講じられていなかったこと, ⑥局所排気装置の稼働が不十分だったこと
3.7	生殖毒性	148件	①一酸化炭素が発生する作業で換気が行われていなかったこと, ②局所排気装置の稼働が不十分であったこと, ③有機溶剤作業主任者の選任がされていなかったこと, ④呼吸用保護具, 防毒マスクの未着用, ⑤作業開始前に一酸化炭素濃度測定を行わなかったこと

表 1.2 健康有害性の化学物質による労働災害の「原因の典型例」_2

健康有害性	データ数	原因の典型例
3.8.1 特定標的臓器毒性(単回曝露)神経系	128件	①換気が不十分な場所で内燃機関を使用したこと、②呼吸用保護具の未着用、③作業開始前の濃度測定を行わなかったこと
3.8.2 特定標的臓器毒性(単回曝露)呼吸器	158件	①保護具の未着用、特定化学物質作業主任者の選任がされていなかったこと、②次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の混合による塩素ガスの発生、③安全衛生教育が不十分であったこと、④局所排気装置の性能不足、④防毒マスクの未着用
3.8.3 特定標的臓器毒性(単回曝露)肺	6件	①ガソリンに対して十分な知識を持っていなかったこと、②作業手順が不十分であり安全衛生管理体制が確立されていないこと、③換気が不十分、④硝酸取り扱い教育が不十分で、二酸化窒素の発生を理解しながら防毒マスクを着用しなかったこと
3.8.4 特定標的臓器毒性(単回曝露)循環器	112件	①一酸化炭素が発生する作業で換気が不十分であったこと、安全衛生教育が実施されていなかったこと、②換気が不十分な場所で内燃機関を使用したこと、③呼吸用保護具の未着用、④不完全な燃焼により一酸化炭素の発生、⑤酸素濃度の測定がされなかったこと、⑥局所排気装置が設置されていなかったこと
3.8.5 特定標的臓器毒性(単回曝露)消化管	12件	①保護具、防毒マスクが着用されていなかったこと、②気化した臭化メチルが配管から漏洩したこと、③不十分なマニュアル、④不十分な換気、⑤温度の影響や反応速度などの教育不足
3.8.6 特定標的臓器毒性(反復曝露)肝臓	27件	①保護具が適切に着用されていなかったこと、②臭化メチルの燻蒸缶の用法を誤ったこと、③不十分な安全管理体制、④化学反応、反応速度、温度の管理ができていなかった、⑤防毒マスクを着用しなかったこと
3.8.7 特定標的臓器毒性(単回曝露)腎臓	43件	①保護具が適切に着用されていなかったこと、②不十分な安全衛生教育、③局所排気装置が十分に稼働していなかったこと、化学反応に関するリスクアセスメントが実施されていなかったこと、④臭化メチルの燻蒸缶の用法を誤ったこと、⑤化学物質の管理措置がなされていなかったこと、⑥防毒マスクの不適切な着用
3.8.8 特定標的臓器毒性(単回曝露)血液系	21件	①廃液ビット内に亜硝酸ソーダと硫酸が流れ込み硝酸ガスが発生したこと、②呼吸用保護具の未着用、③不十分な安全管理体制、④次亜塩素酸ソーダと酸が混合し塩素ガスが発生したこと、⑤有害性についての安全衛生教育がなされていなかったこと、⑥濃度測定が適切に行われていなかったこと
3.9.1 特定標的臓器毒性(反復曝露)中枢神経系	58件	①不十分な換気と有機溶剤作業主任者が選任されていなかったこと、②不十分な防毒マスクの着用、③局所排気装置の性能不足、安全衛生教育が実施されていなかったこと、④トルエン蒸気の残留、⑤静電気により引火することで爆発が起こったこと
3.9.2 特定標的臓器毒性(反復曝露)末梢神経系	10件	①有機溶剤作業主任者が選任されていなかったこと、②配管内にアクリロニトリルが内壁付着物として残留していたこと、③装置内のノルマルヘキサンの残留、④ろ布補修の際に保護具を着用していなかったこと、⑤防毒マスク、換気設備を使用せず有機溶剤業務を行ったため有機溶剤が滞留したこと、⑥排水中に残存していた硫化水素などの可燃性ガスに引火し爆発
3.9.3 特定標的臓器毒性(反復曝露)神経系	27件	①有機溶剤作業主任者が選任されず、不十分な安全衛生教育、②防毒マスクを着用していなかったこと、③装置内のノルマルヘキサンの残留、④呼吸用保護具の未着用、⑤静電気による爆発、⑥配管内にアクリロニトリルが内壁付着物として残留していたこと
3.9.4 特定標的臓器毒性(単回曝露)甲状腺	2件	①不十分な安全衛生管理体制と呼吸用保護具の未着用、②酸素欠乏危険作業としての危険性の認識が不十分であったこと
3.9.5 特定標的臓器毒性(反復曝露)呼吸器	9件	①配管内にアクリロニトリルが内壁付着物として残留していたこと、②残留または混合していた物質を把握していなかったこと、③伝熱管の不備、④作業主任者が選任されていなかったこと
3.9.6 特定標的臓器毒性(反復曝露)肝臓	49件	①有機溶剤を使用する作業で換気が不十分であったこと、防毒マスクを適切に着用していなかったこと、②局所排気装置の性能不足、③呼吸用保護具の着用が不十分であったこと、④安全衛生教育がなされていなかったこと、⑤トルエン蒸気が残留していたこと、⑥有機溶剤作業主任者が選任されていなかったこと
3.9.7 特定標的臓器毒性(反復曝露)腎臓	48件	①有機溶剤に対する有害性の認識の欠如、②防毒マスクの未着用、③局所排気装置の性能不足、④有機溶剤作業主任者の選任が不十分だったこと、⑤安全衛生教育が不十分だったこと、⑥トルエン蒸気が残留していたこと
3.9.8 特定標的臓器毒性(反復曝露)血液系	5件	①配管内に有害物質が残留している認識がなかったこと(特にアクリロニトリル)、②呼吸用保護具の着用が不十分であったこと、③酸素欠乏危険作業としての認識が不十分であったこと、④安全衛生教育の不足
3.10 誤えん有害性	86件	①有機溶剤作業主任者の選任がされていなかったこと、②不十分な安全衛生教育、③帯電による静電気から着火し爆発、④有機溶剤ガスに対する対策が不十分であったこと、⑤呼吸用保護具の着用が不十分であったこと、⑥局所排気装置の性能不足

表 2.1 健康有害性の化学物質による労働災害の「措置の典型例」_1

健康有害性	データ数	措置の典型例
3.1.1 急性毒性(経口)	3件	①保護具の着用と教育指導, ②事前の危険性の把握, ③労働安全衛生にかかわる様々なことの管理, ④化学反応原理を理解する, ⑤明確な管理体制の整備
3.1.2 急性毒性(経皮)	5件	①確実な保護具の着用, ②反応温度や速度, 暴走についての教育, ③有害性の高い物質を使用する際は保護衣を着用させ肌の露出を減らすこと, ④安全な方法と危険性の確認, ⑤マニュアルを用いた管理, ⑥装置の清掃時の換気等の管理
3.1.3 急性毒性(吸入ガス)	10件	①有害物質を扱う際は十分な換気と呼吸用保護具の着用, ②適切な作業方法の確認と教育, ③基準となるマニュアルの作成, ④防止措置や対策の実施, ⑤危険性の高い化学物質に対してリスクアセスメントの実施
3.1.4 急性毒性(吸入蒸気)	8件	①呼吸用保護具や保護衣の着用, ②洗浄業務に従事する労働者には保護具の着用を徹底すること, ③危険有害性の高い物質を使用する際は十分な教育を行うこと, ④製造や作業計画についての危険事項の記載を徹底すること
3.1.5 急性毒性(吸入粉塵ミスト)	6件	①危険有害性の高い物質を使用する際は保護具の着用を徹底すること, ②特定化学物質作業主任者の選任, ③配管やバルブ操作の手順と緊急時対応の教育, ④必要に応じて防止措置を実施する, ⑤洗浄剤の危険有害性の把握, ⑥有害性の高い物質を使用する際はリスクアセスメントを実施すること
3.2 皮膚腐食性	54件	①化学物質ごとの保護具の着用, 安全衛生手順についての教育の実施, ②定期的な防止対策の点検と確認, ③腐食性ガスなどの発生に対処する手順書の作成, ④様々な装置に関係する労働者への注意事項の徹底, ⑤特定化学物質作業主任者の指揮と選任, ⑥次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の性質の理解(塩化水素ガスの発生), ⑦配管バルブの操作注意
3.3 眼の損傷性	94件	①危険有害性の高い化学物質を使用する場合は安全衛生教育を行うこと, ②保護具の適切な着用, ③特定化学物質作業主任者の選任, ④設備の定期点検
3.4.1 呼吸器感受性	23件	①化学物質ごとの保護具の着用, 安全衛生についての教育の実施, ②特定化学物質作業主任者の指揮と選任, ③次亜塩素酸ナトリウムと塩酸の性質の理解(塩化水素ガスの発生), ④排気装置の設置, ⑤定期点検の実施
3.4.2 皮膚感受性	44件	①保護具の着用と特定化学物質作業主任者の選任と設備の定期的点検, ②危険有害業務に関する教育と措置の実施, ③防止対策のための安全衛生管理体制の構築とマニュアルの作成, ④適切な作業手順の作成とその実施の徹底, ⑤防毒マスクの着用, ⑥労働者が暴露しないように適切に装置を扱うこと, ⑦リスクアセスメントの実施
3.5 生殖細胞変異原性	17件	①危険に対する安全衛生教育と管理体制の構築と徹底, ②ジェット洗浄剤に含まれる1,4-ジクロロ-2-ブテン (1,4DCB) 曝露防止のための作業衣の着用, ③保護具の着用, ④排気装置の整備
3.6 発がん性	63件	①安全衛生管理体制の構築とマニュアルの作成, ②有機溶剤を使用する場合は防毒マスクと十分な換気, ③特定化学物質のそれぞれに応じた必要な措置の実施, ④局所排気装置の設置, ⑤呼吸用保護具の着用, ⑥ガス発生抑制対策
3.7 生殖毒性	148件	①危険有害性の高い物質を使用する際は安全衛生教育を行うこと(一酸化炭素が発生する作業では中毒を防ぐため十分な換気を行う), ②内燃機関のある機械では不完全燃焼が起きないようにすること, ③局所排気装置の設置, ④安全衛生管理の徹底, ⑤防毒マスクの着用, ⑥呼吸用保護具の着用

表 2.2 健康有害性の化学物質による労働災害の「措置の典型例」_2

健康有害性	データ数	措置の典型例
3.8.1 特定標的臓器毒性 (単回曝露)神経系	128件	①危険有害性の高い物質を使用する際は安全衛生教育を行うこと(一酸化炭素が発生する作業では中毒を防ぐため十分な換気を行う), ②呼吸用保護具の着用, ③内燃機関のある機械では不完全燃焼が起きないようにする, ④作業前は濃度測定を行う, ⑤局所排気装置の設置, ⑥中毒等防止設備の設置
3.8.2 特定標的臓器毒性 (単回曝露)呼吸器	159件	①危険有害性の高い作業では保護具の着用と教育を実施すること, ②十分な安全衛生教育と管理体制の整備, ③有害性についての教育, ④作業手順を徹底して守ること, ⑤定期的な点検, ⑥局所排気装置の設置
3.8.3 特定標的臓器毒性 (単回曝露)肺	6件	①安全衛生教育の実施, ②ガスまたは蒸気の吸入防止対策, ③安全な作業方法を記載した手順書の作成, ④試験・研究にともなう危険有害性対策の徹底, ⑤必要事項の周知確認の徹底, ⑥化学物質についての労働者教育
3.8.4 特定標的臓器毒性 (単回曝露)循環器	112件	①危険有害性の高い物質を使用する際は安全衛生教育を行うこと(一酸化炭素が発生する作業では中毒を防ぐため十分な換気を行う), ②局所排気装置の設置, ③作業前の濃度測定, ④呼吸用保護具の着用, ⑤内燃機関のある機械では不完全燃焼が起きないようにする, ⑥設備の整備と管理
3.8.5 特定標的臓器毒性 (単回曝露)消化管	12件	①適切なマニュアルの作成と管理, 監視体制の整備, ②十分な安全確認, ③設備の明確な改善の実施, ④濃度が高い場所では防毒マスクを着用すること, ⑤化学反応についての理解
3.8.6 特定標的臓器毒性 (単回曝露)肝臓	27件	①安全衛生教育の実施と保護具の着用, ②有機溶剤作業主任者の選任と局所排気装置の設置, ③防毒マスク, 送気マスクの着用, ④ジェット洗浄水中の1,4-DCBの曝露対策, ⑤当該作業(洗浄作業)に従事する作業員には保護衣を着用させること, ⑥管理体制の整備
3.8.7 特定標的臓器毒性 (単回曝露)腎臓	43件	①安全衛生教育の徹底, ②保護具の着用, ③化学物質対策の設備の整備, ④有機溶剤を使用する際は換気を行うこと, ⑤有害物質の濃度が高い場所では送気マスクや防毒マスクを着用すること, ⑥化学反応についての理解
3.8.8 特定標的臓器毒性 (単回曝露)血液系	21件	①安全衛生教育の実施と作業手順の作成, ②化学物質の曝露防止のための保護具の適切な着用, ③危険有害性と設備上の課題の情報共有, ④化学反応についての理解, ⑤局所排気装置の定期点検, ⑥ガスや蒸気が異常発生した場合の対応マニュアルの作成
3.9.1 特定標的臓器毒性 (反復曝露)中枢神経系	58件	①有機溶剤を使用する作業についての安全衛生教育の実施, ②局所排気装置の設置, ③有機溶剤作業主任者の選任, 使用する場合は十分な換気を行う, ④防毒マスク, 送気マスクの着用全体換気の実施, ⑤有機溶剤中毒防止対策の実施, ⑥呼吸用保護具の適切な着用
3.9.2 特定標的臓器毒性 (反復曝露)末梢神経系	10件	①有機溶剤作業主任者の選任, ②火気や火災により引火し爆発が起る可能性の周知, ③作業前における化学物質中毒防止教育の徹底, ④防毒マスクの着用
3.9.3 特定標的臓器毒性 (反復曝露)神経系	27件	①有機溶剤作業主任者の選任と十分な換気, ②安全衛生教育の実施, ③局所排気装置の設置, ④防毒マスク, 送気マスクの着用, ⑤配管内残留物質の確認の徹底
3.9.4 特定標的臓器毒性 (反復曝露)呼吸器	9件	①特定化学物質や有害物質の情報共有, ②有機溶剤作業主任者の選任と十分な換気, ③防毒マスクの着用, ④ガスが発生する作業を行う労働者には送気マスク等の着用を徹底させること, ⑤配管内洗浄後の残留化学物質の有無の確認
3.9.5 特定標的臓器毒性 (反復曝露)甲状腺	2件	①安全衛生教育の実施と安全衛生管理体制の充実, ②配管内の残留の有無の確認を徹底すること
3.9.6 特定標的臓器毒性 (反復曝露)肝臓	49件	①有機溶剤作業主任者の選任と十分な換気, 局所排気装置の設置, ②安全衛生教育の実施, ③送気マスク, 防毒マスクの着用と全体換気, ④呼吸用保護具の適切な着用
3.9.7 特定標的臓器毒性 (反復曝露)腎臓	48件	①有機溶剤作業主任者の選任と十分な換気, ②安全衛生教育の実施, ③局所排気装置の設置, ④呼吸用保護具の適切な着用, ⑤防毒マスク, 送気マスクの着用と全体換気
3.9.8 特定標的臓器毒性 (反復曝露)血液系	5件	①タンク内で危険有害性の高い物質を使用する際は十分な換気を行うこと, ②配管内の残留化学物質の有無の確認, ③プラントにかかわる下請け作業員への情報提供の徹底, ④適切な呼吸用保護具の着用, ⑤安全衛生管理体制の整備
3.10 誤えん有害性	86件	①有機溶剤作業主任者の選任と十分な換気, ②安全衛生教育の実施, ③送気マスクや防毒マスクの着用と全体換気, ④局所排気装置の設置, ⑤呼吸用保護具の着用