

## 工学研究科化学実験室における化学物質リスクアセスメント事例

○近藤一元<sup>A)</sup>、宮嶋伸好<sup>B)</sup>、斎藤 彰<sup>B)</sup>、松浪有高<sup>B)</sup>、高井章治<sup>A)</sup>、安達幸男<sup>A)</sup>、

A) 部局系技術支援室 工学技術系第4技術課 (分析物質)

B) 部局系技術支援室 工学技術系第3技術課 (環境安全)

### 概要

我々作業環境測定士は、健康障害の防止のために「中央労働災害防止協会(以下、中災防という) J I S H A方式化学物質の使用により生じる健康影響リスクアセスメント手法 10ステップ」を用いて化学実験室における化学物質の安全に関するリスクアセスメント(リスクの大きさを評価し、そのリスクが許容できるか否かを決定する全体的なプロセス)を行ったので報告する。「リスクアセスメント手法 10ステップ」は、以下の通りである。1. ハザード(危険の原因・危険物・障害物)格付けは、有害性等情報をR警句(リスクフレーズ)、化学物質等安全データシート(MSDS)から入手しそれぞれで有害性等の特定を行って格付ける。2. 化学物質のばく露量は、作業環境測定及び取扱量・使用温度からそれぞれについて求める。3. リスクの判定は、ハザード格付けとばく露との積から求めたリスクの格付けで行う。4. リスクアセスメントを行い、ばく露を防止し又は低減するための措置を検討する。

### はじめに

リスクとは、固有の性質としての有害性・危険性をもつ化学物質と人が何らかの形で接することによって人に有害性・危険性が発現する可能性である。そして、リスクの大きさを評価しそのリスクが許容できるかどうかを決定する全体的な過程のことをリスクアセスメントと言う。1970年代には発がん物質を中心に疑わしきは使わないという「ハザード管理」が行われた。なお、現在でも受け継がれている。そして、1980年代に入って「全ての化学物質は何らかの有害性を有しており、有害になるか否かはその量に依存する」という、「影響の量依存性」へと化学物質管理方法が移ってきた。ハザードの大きい物質でも、その物質のばく露量を下げれば安全は確保できるし、逆に、ハザードが小さくても、ばく露量が大きい場合には対策を講じ、我々の豊かな生活の実現するためには、種々の対策を講じて「有益な物は、ある程度のリスクは容認する」というようになった。平成17年11月に職場における労働者の安全と健康の確保をより一層推進するため、労働安全衛生法が改正され、平成18年4月から危険性・有害性等の調査及び必要な措置の実施が事業者に求められている。事業者には、職場における労働災害発生の芽を事前に摘み取るため、設備、原材料等や作業行動等に起因する危険性・有害性等の調査(リスクアセスメント)を行い、その結果に基づき、必要な措置を実施するように努力義務が課せられた。化学物質等による休業4日以上急性中毒患者は、中災防資料の化学物質による労働災害の発生状況より毎年300人位発生している。急性中毒発生の原因物質別に見ると、有機溶剤等中毒予防規則等の特別規則の規制対象以外の物質による疾病が約半数を占めていて、この規則を守っているだけでは約半数の化学物質による労働災害を防ぐ事が出来ない。そのためリスクアセスメントが重要となる。我々作業環境測定士は、健康

障害の防止のために「中災防 J I S H A 方式化学物質の使用により生じる健康影響リスクアセスメント手法 10ステップ」を用いて化学実験室における化学物質の安全に関するリスクアセスメントを行ったので報告する。(表1. リスクアセスメントの手順 10のステップ)

## リスクアセスメント実施について

リスクアセスメントを下記の10ステップで行ったので、各ステップについて説明をする。

### ステップ1. リスクアセスメントを実施する意義、目的、実施計画を決定

工学研究科の実験室で、化学物質を取り扱っている作業者の健康管理のため、作業環境測定士がリスクアセスメントを行い、その結果を実施した研究室に報告することとした。

### ステップ2. 取扱う場所と、工程を、リスクアセスメントを実施する単位に区分

工学研究科の1実験室を作業環境測定の実験場とし、カラム分離操作で化学物質を取扱っている発生源に対して、作業環境測定B測定を行い取り扱っている化学物質の濃度を測定した。

### ステップ3. 取扱う化学物質のリストの作成、取扱う場所および作業内容の把握

職場にはリスクの高い化学物質から低いものまで無数に危険・有害性の物質が存在するが、すべての物質を対象として行うことは困難であるので対象を絞りこむ事が大切です。作業者が使用する化学物質(クロロホルム)によってばく露を受ける可能性のある場合には、ばく露を受ける作業時間を調査し、作業者の衣服が化学物質で汚れているかどうかを記録する。作業者が使用する化学物質はクロロホルムで、作業時間は4時間、作業者の衣服は化学物質で汚れていない。

### ステップ4. リスクアセスメントの対象とする労働者の特定

リスクアセスメントを実施するために区分した作業場と工程ごとに、リスクアセスメントの対象とする作業者の特定を行う。リスクアセスメントの対象とする作業者は、カラム分離操作で化学物質を取扱っている作業者とした。

### ステップ5. 有害性情報の入手及び有害性等の特定

取扱った化学物質(クロロホルム)について、<http://www.jaish.gr.jp/anzen/pg/GHS MSD DET.aspx> でクロロホルムのGHS化学物質安全データシート(MSDS)を入手し、危険有害性の要約GHS分類より、その物質の有害性等に関する情報を得た。(表2. GHSモデルMSDSデータシート)。進入経路には、吸入(経気道)、経口(消化器)、経皮(皮膚)があり、健康影響の種類も複数あるのでそれぞれの情報を有害性等の表に記入する。それぞれの情報をハザード評価分類表の該当するところを分類し、ハザード評価を行い、そして、クロロホルムのハザード評価HR:5と評価した。(表3. GHS区分によるハザード格付け)。また、取り扱った化学物質(クロロホルム)について、<http://ecb.jrc.it/existing-chemical/> でクロロホルムのR警句を入手し、その物質の有害性等に関する情報を得た。(表4. R警句の情報収集)

それぞれの情報をハザード評価分類表の該当するところを分類し、ハザード評価を行い、そして、クロロホルムのハザード評価HR:5と評価した。(表5. R警句によるハザード格付け)

### ステップ6. 化学物質のばく露の程度及び健康影響の特定

(推定作業環境濃度レベルEWL, 作業環境測定値なしのばく露レベルER4、作業時間・作業頻度FLの各表は、テキストP. 122, 123を参照して下さい)

作業者が化学物質にどの程度ばく露しているか、そして、健康に影響がないかどうか評価を行った。

実測値を使用してばく露の程度を推定する方法（表6．作業環境測定デザイン 表7．作業環境測定報告書）

職場の作業環境測定B測定値クロロホルム 1. 10 ppm(作業環境管理濃度10 ppm)より、作業環境中の化学物質濃度レベルは、0.11倍なのでWL:bを得た。作業時間レベルは、1日の労働時間8時間中作業時間は4時間なので50%に当たるので、FL1:iiiを得た。ばく露の格付けER1は、(FL1:iii) \* (WL:b) よりER1:2を得た。

実測値がない場合のばく露の程度を推定する方法

化学物質の使用量、物性、作業場の環境から推定する。（表8．ばく露の程度を推定する方法）  
取扱量ポイントAは、使用量100mlであるのでml単位で使用しているのでA:1と得た。  
揮発性・飛散性ポイントBは、プロセス温度・沸点による揮発性の関係図(テキストP.122を参照)より、気温20.7℃、クロロホルム沸点62℃から、区分:揮発性 中と得、B:2と得た。  
修正ポイントCは、物質による汚れが見られないのでC:0と得た。よって、推定作業環境濃度レベルの推定 $WL2 = A + B + C = 1 + 2 + 0 = 3$ となり $EWL = b$ と得た。作業時間レベルは、1日の労働時間8時間中作業時間は4時間なので50%に当たるので、FL1:iiiを得た。ばく露の格付けER4は、(FL1:iii) \* (EWL:b) よりER4:2を得た。

**ステップ7. リスク評価** （「表 . リスク格付け評価」はテキストP.124を参照して下さい）

ハザード評価とばく露評価の結果を総合してリスク評価を行う。

リスクを低い方から順に、些細なリスク、許容可能なリスク、中程度のリスク、大きなリスク、耐えられないリスクと5段階に評価する。実測値を使用してばく露の程度を推定する方法の、リスクの格付け(RR)は、ハザード格付け(HR) MSDS=5、R警句=5、化学物質のばく露の程度ER1=2より「表 . リスク格付け評価」よりRR=II(許容可能なリスク)と評価した。実測値がない場合のばく露の程度を推定する方法の、リスクの格付け(RR)は、ハザード格付け(HR) MSDS=5、R警句=5、化学物質のばく露の程度ER4=2より「表 . リスク格付け評価」よりRR=IV(大きなリスク)と評価した。この様に、実測値を使用してばく露の程度を推定する方法と、実測値がない場合のばく露の程度を推定する方法とでリスク評価が異なった。これは、実測値がない場合のばく露の程度を推定する方法に安全を見越してリスク格付け評価を高く出る様にしてあるので、リスク評価の高い場合は、作業環境測定を行ってリスク評価をする様にしている。よって、この作業者のリスク評価は、RR=IIで許容可能なリスクとなる。

**ステップ8. ばく露を防止し、又は低減するための措置の検討**

リスクの判定結果に応じて、設備の改善、作業方法の改善などばく露を防止するか、あるいは低減するなどのリスク格付け別対策を行う。法令で定められた事項がある場合は、必ず法を遵守しなければならない。リスク判定結果がリスクを容認できるとも、容認できないとも判定できない場合は、ステップ1.に戻り、リスクアセスメントの条件の設定から再検討し、再度リスクアセスメントを実施するか、あるいは、さらに定量的なリスク算定を行い詳細なリスクアセスメントを実施してリスク格付けを判定する。今回は、カラム分離作業を局所排気装置(ドラフト)内で行う様に提言した。

**ステップ9. 実施事項の特定及び実施並びにリスクアセスメントの結果の記録**

リスクアセスメントで実施した条件、使用した有害性情報、ばく露の推定方法など、リスクアセスメントの内容、リスクの判定結果、リスク消滅対策として実施した事項及び実施の状況、実施による効果等について必要な事項の記録を作成して保管する。表9. 記録の様に記録した。

### ステップ10. リスクアセスメントの再実施(見直し)

P D C A サイクルを用いて健康障害を防止するための措置を変更したとき、取扱い物質、取扱量、作業工程などの作業内容が変化した場合には、リスクアセスメントを再実施することが必要である。ばく露評価の基準値(許容濃度等の改定、関係法規制の改定)などの変化があったとき、前回のリスクアセスメントを実施してから一定期間が経過したとき、職業性疾病が発生したときにも再実施する。

### まとめ

化学系実験室で使用中のクロロホルムについてリスクアセスメントを行った。結果は、「ハザード格付け5段階中5の危険な薬品」及び作業環境測定値のB測定値より「リスク格付けII(許容可能なリスク)(5段階中2)」と判定された。また、作業環境測定値のない場合のリスクアセスメントを行った結果では、「リスク格付けIV(大きなリスク)」と判定され、作業環境測定を行い作業環境に気を付ける事を示している。許容可能なリスクではあるが、ハザード格付けの高い薬品を使用する場合は、局所排気装置(ドラフト)内で実験を行うのが望ましい。

B測定で検出した他の物質(N-ヘキサン、アセトン、酢酸エチル)でも同様にリスクアセスメントを行いこの3物質は「ハザード格付け5段階中4の危険な薬品」「リスク格付けII(許容可能なリスク)(5段階中2)」と判定された。

健康障害を防止するためには、使用する化学物質のMSDS、R警句で化学物質のハザード格付けを行い、ばく露量を知るため作業環境測定を行う事が重要だ。

### 参考文献

19年秋「健康障害防止のためのリスクアセスメント研修会テキスト」中央労働災害防止協会  
厚生労働省ホームページ

表1. リスクアセスメントの手順 10のステップ

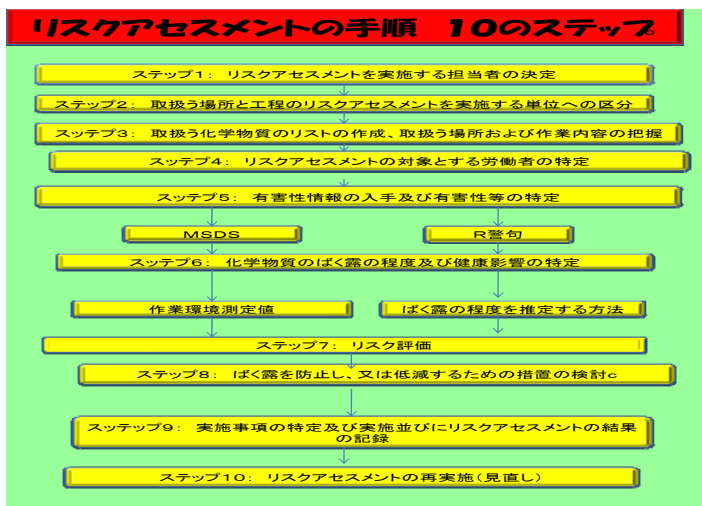


表 2. GHSモデルMSDS データシート

ステップ5: 有害性情報の入手及び有害性等の特定

MSDS

### 製品安全データシート クロロホルム

http://www.jaish.gr.jp/anzen/pg/GHS MSD DET.aspx

2. 危険有害性の要約 GHS分類

健康に対する有害性	
急性毒性(経口)	区分4
急性毒性(経皮)	分類できない
急性毒性(吸入:ガス)	分類対象外
急性毒性(吸入:蒸気)	分類できない(粉じん)
急性毒性(吸入:粉じん, ミスト)	分類対象外(粉じん)
急性毒性(吸入:粉じん, ミスト)	分類できない(ミスト)
皮膚腐食性・刺激性	区分1A-1C
眼に対する重篤な損傷・眼刺激性	区分1
呼吸器感受性	分類できない
皮膚感受性	分類できない
生殖細胞変異原性	区分2
発がん性	区分2
生殖毒性	区分2
特定標的臓器・全身毒性 (単回ばく露)	区分1(肝臓、腎臓)
特定標的臓器・全身毒性 (反復ばく露)	区分3(麻酔作用)
吸入性呼吸器有害性	区分1 (中枢神経系、腎臓 肝臓、呼吸器)
環境に対する有害性	
水生環境急性有害性	区分2
水生環境慢性有害性	区分2

表 3. GHS区分によるハザード格付け

ステップ5: 有害性情報の入手及び有害性等の特定

MSDS 製品安全データシート  
クロロホルム  
http://www.jaish.gr.jp/anzen/pg/GHS MSD DET.aspx  
HR: 5  
(赤字:クロロホルム)

表5-1. GHS区分によるハザード格付け

1	2	3	4	5
目に対する重篤な損傷/目刺激性: 区分2A, 2B	急性毒性(エアロゾル&粉体): 区分4	急性毒性(エアロゾル&粉体): 区分3(ガス&蒸気): 区分2	急性毒性(エアロゾル&粉体): 区分1, 2(ガス&蒸気): 区分1	発がん性: 区分1A, 1B, 2
皮膚腐食性/刺激性: 区分2, 3	急性毒性(ガス&蒸気): 区分3, 4	急性毒性(皮膚): 区分2, 3	急性毒性(皮膚): 区分1	呼吸器感受性: 区分1
吸入性呼吸器有害性(単回暴露): 区分3(呼吸器刺激性以外)	急性毒性(皮膚): 区分4	急性毒性(皮膚): 区分3	急性毒性(経口): 区分1, 2	生殖細胞変異原性: 区分1A, 1B, 2
特定標的臓器毒性(単回暴露): 区分3(呼吸器刺激性以外)	急性毒性(経口): 区分4	皮膚腐食性/刺激性: 区分1A, 1B, 1C	生殖毒性: 区分1A, 1B, 2	
	特定標的臓器毒性(単回暴露): 区分2	皮膚感受性: 区分1	特定標的臓器毒性(単回暴露): 区分1	
		特定標的臓器毒性(単回暴露): 区分3(呼吸器刺激性のみ)	特定標的臓器毒性(反復暴露): 区分1	
		特定標的臓器毒性(反復暴露): 区分2		
		目に対する重篤な損傷/目の刺激性: 区分1		

表 4. R 警句の情報収集

ステップ5: 有害性情報の入手及び有害性等の特定

R警句の情報収集  
ECB http://ecb.jrc.it/existing-chemical/

R警句

Risk Phrases : + R22 : Harmful if swallowed.  
飲むと有害。  
: + R38 : Irritating to skin.  
皮膚を刺激する。  
: + R40 : Limited evidence of a carcinogenic effect.  
発がん性作用の限られた証拠がある。  
: +R48/20/22 : Harmful : danger of serious damage to health by prolonged exposure through inhalation and if swallowed.  
有害: 吸入による及び飲み込みによる長期ばく露により重度の健康障害の危険性

Safety Phrases : + S2 : Keep out of the reach of children.  
: + S36/37 : Wear suitable protective clothing and gloves.

表 5. R 警句によるハザード格付け

ステップ5: 有害性情報の入手及び有害性等の特定

R警句

HR: 5  
(赤字:クロロホルム)

表5-2. R警句を使用したリスクアセスメントのハザード格付け

1	2	3	4	5
R36 R36/38 R38	R20 R20/21 R20/21/22 R20/22	R23 R23/24 R23/24/25 R23/25	R26 R26/27 R26/27/28 R26/28	Catery 3 mutagen. R40
R65 R67	R21 R21/22 R22	R24 R24/25 R25	R27 R27/28 R28	R42
他の有害性分類 に入っていない 全てのR警句		R34 R35 R36/37 R36/37/38	Catery 3 carcinogen. R40	R42/43
		R37/38 R41 R43	R48/23 R48/23/24 R48/23/24/25 R48/23/25	R45
		R48/20 R48/20/21 R48/20/21/22	R48/24 R48/24/25 R48/25	R46
		R48/21 R48/21/22 R48/22	R60 R61 R62 R63 R64	R49
				Catery 3 mutagen. R68

表 6. 作業環境測定デザイン

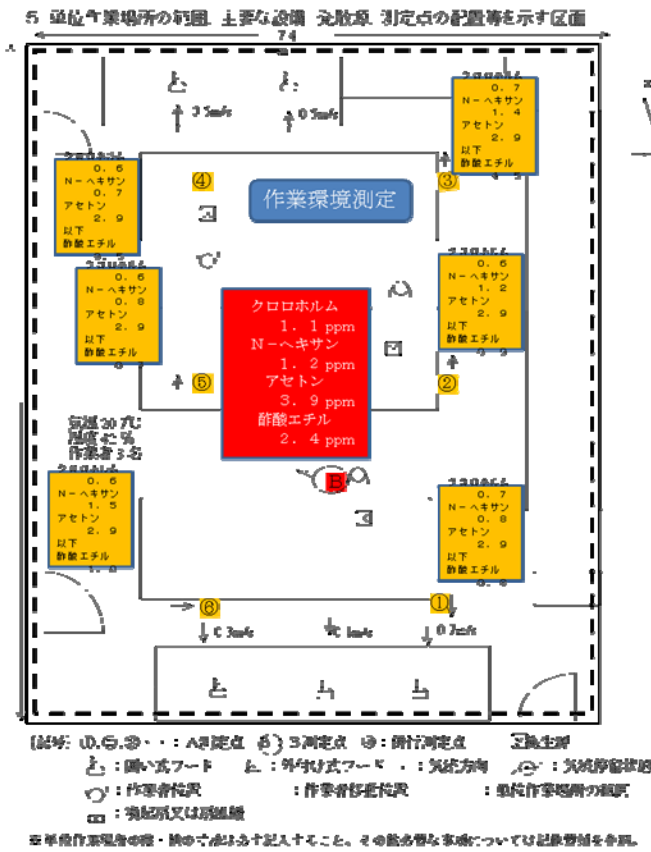


表 7. 作業環境測定報告書

作業環境測定

測定結果

測定日時

測定場所

測定項目

測定結果

測定者

承認者

表 8. ばく露の程度を推定する方法

ステップ 6: 化学物質のばく露の程度及び健康影響の特定

ばく露の程度を推定する方法

**取引量ポイント A: 1**

バッチ作業では1回当たりの使用量、連続作業では1日の使用量から取引量ポイントを決定する。  
クロロホルム 100 ml 使用

取引量ポイント	ランク	使用量
1	少量	g ml
2	中量	kg L
3	大量	t, 10, kL

**揮発性・飛散性ポイント B: 2**

作業現場中の化学物質の飛散のしやすさは化学物質の物理化学的性質によって推定できる。揮発性については沸点、同時に気圧と沸点の差によって推定する。

揮発性・飛散性ポイント	ランク	沸点(℃)	揮散の程度
1	低	50℃以上	
2	中	50℃以上 150℃未満	
3	高	50℃未満	

**修正ポイント C: C**

作業者の作業状況によっても、評価値が左右される。従って作業者の作業態様が汚れている場合は、修正ポイントをプラスする。

修正ポイント	作業者の状況
1	作業者の衣服、手足、保護具がアセスメント対象となっている物質による汚れが見られる場合
0	作業者の衣服、手足、保護具がアセスメント対象となっている物質による汚れが見られない

表 9. 記録

ステップ 9: 実施事項の特定及び実施並びにリスクアセスメントの結果の記録

**リスクアセスメント結果記録**

平成20年3月5日  
作成者: 環境安全管理室 ○○○○

□□□□研究グループ  
リスクアセスメント結果

項目	内容
目的	有機溶剤中毒による健康障害の予防
アセスメント実施年月日	平成19年11月??日
実施責任者	○○○○室 (化学物質管理責任者)
実施場所・作業工程	工学研究科○○号館
付帯設備	局所排気装置(ドラフト)
アセスメント対象作業場所	○○○○研究グループ ○○○○室
アセスメント対象作業	カラム分離作業
アセスメント対象物質	クロロホルム
取引量/日・人	クロロホルム:100ml/日
対象作業人数	1人
生物学的モニタリング	未実施
作業環境測定値	A, B測定結果あり
作業頻度	4時間
リスクアセスメントの結果	ハザード格付け クロロホルム: 5 ばく露水準: 2 リスク格付け: II (許容可能なリスク) 設置されている局所排気装置の十分な管理が必要である。
リスク格付け低減対策	1. 局所排気装置の性能アップの検討 ドラフト内へ実験器具を移動の検討 2. 有害性の低い代替溶剤の使用の検討
備考	