

理学部におけるリスクアセスメントの実施

理学系¹ 第三技術系² 降矢 久美子¹ 田中 協子¹ 金子 亜矢子¹ 加藤 美佐²

1. はじめに

大学構成員の大多数は学生である。そのため、実験・研究の経験が浅く、在籍期間も短い作業者が構成員の多数を占めている。また、今までに行われたことのない新しい実験や、毎回異なる操作をする非定形作業が非常に多い。このことから、潜在的な危険を取り除き、継続的な安全管理を実施するために、大学の研究室・実験室に適した独自の安全管理の方法を考える必要がある。

また、法人化後、技術職員も安全管理に関係する業務に携わることが増え、様々な知識が必要となった。

そこで、我々は理学部内でリスクアセスメントを実施し、それを通して大学の研究室・実験室に即した安全管理を考えることを目的として、本研修を行った。

2. リスクアセスメントについて

従来の日本の安全管理は、事故が起こってから対策をとるという、後追い安全の考え方であった。これに対してリスクアセスメントは、作業場の潜在的なリスクを見つけ出し対策をとるという、先取り安全の考え方に基づいている。これまで事故がなくても、潜在的なリスクがあれば事故は起こりうる。そのため、リスクアセスメントを行い、対策を考えることが重要である。

厚生労働省は、作業場の潜在的なリスクの低減と安全衛生水準の向上を目的として、平成 11 年に「労働安全マネジメントシステムに関する指針」を制定している。リスクアセスメントはその第一ステップとして実施するもので、危険有害要因を特定するための方法である。

図1にリスクアセスメントの手順を示す。今回は、手順3「リスクの評価」までに重点を置いて行った。

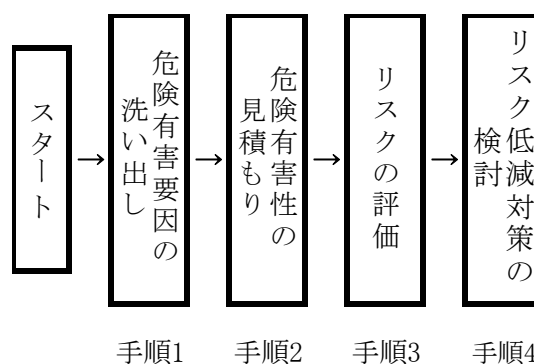


図1 リスクアセスメントの手順

3. 方法

本研修では、理学部の実験室において、機械・装置と化学物質を対象にリスクアセスメントを行った。リスクアセスメントの手順は、図1に示したとおりであるが、具体的な方法を以下に示す。

3.1 危険有害要因の洗い出し (手順1)

各作業場の危険有害要因を洗い出す方法として、理学部基礎化学科、分子生物学科、生体制御学科の各研究室を訪問し、実際に作業場所を検分し、教員に聞き取り調査を行うことにした。

聞き取り調査は、あらかじめ各教員に依頼文書を送り、承諾を得られた 13 研究室について、事前に質問事項を検討し作成したヒアリングシートに沿って行った。

作業場所、作業内容、使用している機器や化学物質、リスクの評価に必要な使用頻度や使用人数、管理状況、過去の事故およびヒヤリハットについてもインタビューを行った。さらに、実際に作業場を見て気がついたことも記録した。

表 1 人体影響に基づいたランク付け

ランク 1 (軽微)	表面的な傷害、軽い切り傷および火傷等
ランク 2 (軽傷)	不快感および刺激 (頭痛など)、一時的な身体不全、軽度の火傷等
ランク 3 (重傷)	裂傷、中程度の火傷、振動傷害、重篤捻挫、皮膚炎、眼への薬品の混入等
ランク 4 (極めて重傷)	切断 (手指等)、重大切断 (腕、足等)、重傷中毒、失明、重度の火傷等
ランク 5 (死亡)	圧死、窒息死、感電死、致死外傷、中毒死

3. 2 危険有害性の見積もり (手順 2)

聞き取り調査の結果、危険有害要因と認められた機器や物質について、そのものが持つ危険有害性のランク付けを行った。

それぞれの要因に対して、人体影響に基づいたランク付け (表1) と、物理化学的性質 (爆発性や引火性) に基づいたランク付け (表2) を、それぞれ5段階で行った。これらの値のうち、大きい方の値をリスクの評価に用いた。

表 2 物理化学的性質に基づいたランク付け

ランク 1	石油類
ランク 2	引火性液体
ランク 3	可燃性ガス、特殊引火物、支燃性ガス
ランク 4	禁水性、自然発火性
ランク 5	爆発性

3. 3 リスクの評価 (手順3)

1. 使用頻度のランク付け

同じ危険有害要因でも、使用頻度が高ければ事故が起こる可能性が高くなり、その結果、リスクも高くなる。したがって、使用頻度はリスクを考える上で重要な因子となる。

そこで、使用頻度について5段階のランク付けを行った (表3)。

表 3 使用頻度のランク付け

ランク 1	ほとんど使用しない	数回/年
ランク 2	たまに使用する	1~2回/月
ランク 3	時々使用する	3~4回/月
ランク 4	週数回使用する	1~2回/週
ランク 5	ほぼ毎日使用する	4~5回/週

II. 危険度の決定

次に、既に決定した危険有害性を使用頻度を考慮して、リスクマトリックス法を用いて危険度を決定した。

リスクマトリックス法とは、あらかじめ重大性および可能性に応じてリスクが割付けられた表を使用してリスクを見積もる方法であり、ここでは、危険有害性と使用頻度に応じて危険度が割り付けられたマトリックスを作成した (図2)。

マトリックス内の値は、横 (危険有害性) と縦 (使用頻度) の値を足したものとし、これらを4段階の危険度に分けた。

このマトリックスを使用して、危険度を決定した。

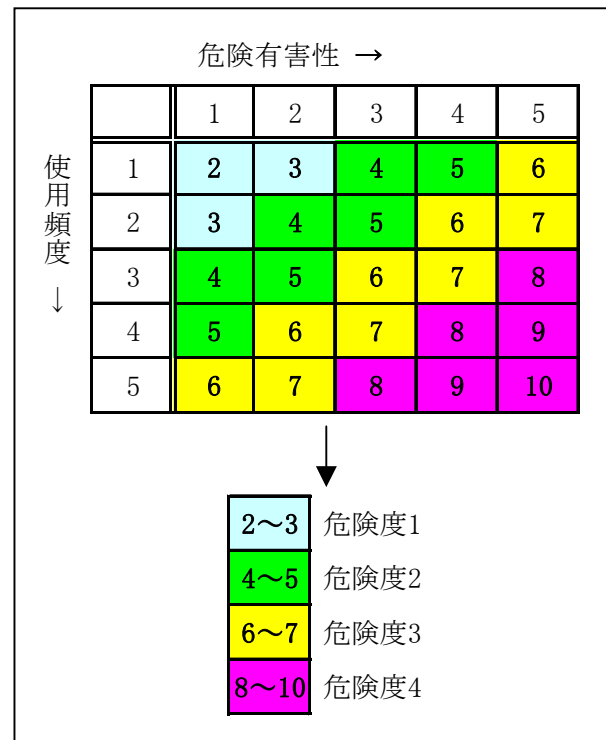


図 2 リスクマトリックスによる危険度の決定

III. 人的・環境的要因によるランク付け

リスクの評価において、使用者の熟達度、安全教育の有無などの人的要因、および安全対策、管理体制、実験室内の整備状況などの環境的要因も重要である。

そこで、これらの要因を4段階のランクに分けた(表4)。

IV. リスクレベルの決定

II で決定した危険度と III の結果から、リスクマトリックス法により最終的なリスクレベルを決定した。

あらかじめ、危険度と人的・環境的要因のレベルに応じてリスクレベルが割り付けられたマトリックスを作成した(図3)。マトリックス内の値は、横(危険度)と縦(人的・環境的要因のレベル)の値を足したものとし、これらを4段階のリスクレベルに分けた。このマトリックスを使用して、最終的なリスクレベルを決定した。

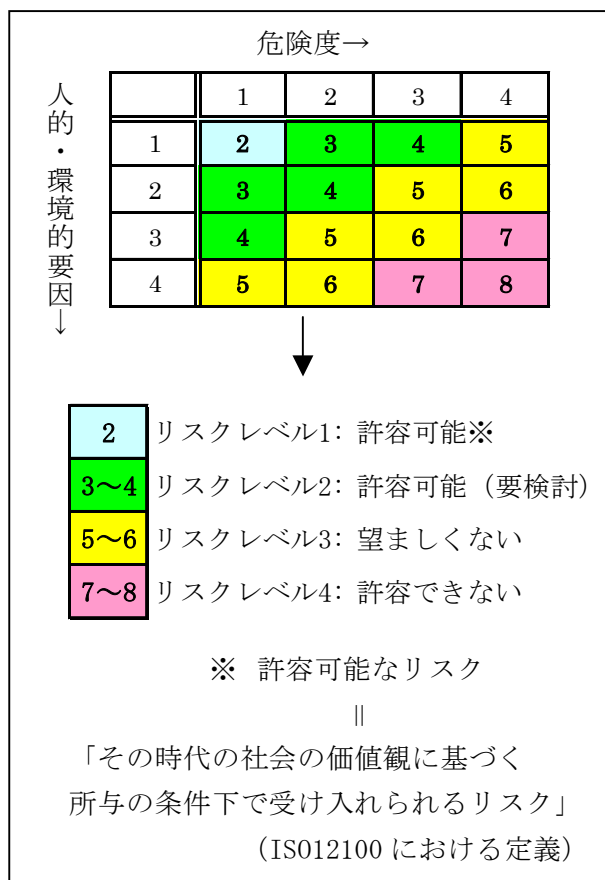


図3 リスクマトリックスによる
リスクレベルの決定

表4 人的・環境的要因によるランク付け

ランク1	事故の可能性がほとんどない
ランク2	事故の可能性はある
ランク3	事故の可能性が高い
ランク4	確実に事故につながる

4. 結果

理学部(基礎化学科、分子生物学科、生体制御学科)の13研究室で行った聞き取り調査の結果、危険有害要因として、15の機械・装置と60の化学物質を洗い出した。機械・装置としては、ガスバーナー、オートクレーブ、恒温器、乾熱滅菌器、マイクローム、UV照射装置、真空装置、レーザー光発生装置、超伝導磁石、高圧ガスボンベなどが、主な化学物質としては、ヒ素、シアン化合物、アクリルアミド、クロロホルム、フェノール、ベンゼン、アセトン、エタノール、メタノール、ホルムアルデヒド、エチジウムブロマイド、塩酸、硫酸、硝酸などがあげられた。

最初にこれらの危険有害要因ひとつひとつについて、危険有害性の値を決定した。代表的な危険有害要因について、人体影響に基づいて決定した値を表5に、物理化学的性質に基づいて決定した値を表6に示す。

その結果、機械・装置では、死亡に至る可能性のあるランク5となった物はなかったが、指を切断するおそれのあるマイクロームなどがランク4に位置づけられた。また、ガスバーナー、乾熱滅菌器といった火災・火傷のおそれのある機械・装置が多かった。

表5 人体影響に基づいたランク付けの例

ランク	機器・装置の例	化学物質の例
1 (軽微)	エバポレーター	アセトン、エタノール
2 (軽傷)	ガスバーナー	トルエン、メタノール
3 (重傷)	オートクレーブ	クロム酸、フェノール
4 (極めて重傷)	マイクローム	クロロホルム、塩酸
5 (死亡)		ヒ素、シアン化合物

表 6 物理化学的性質に基づいたランク付けの例

ランク	消防法分類	化学物質の例
1	石油類	機械油、灯油
2	引火性液体	メタノール、エタノール、アセトン
3	可燃性ガス	プロパン、メタン
	特殊引火物	二硫化炭素、ジエチルエーテル
	支燃性ガス	酸素
4	禁水性	金属ナトリウム
	自然発火性	アルキルアルミニウム
5	爆発性	水素ガス

化学物質では、中毒死のおそれのあるヒ素や発ガン性の高いベンゼン、爆発性の高い水素ガスなどランク 5 に位置づけられる物質があった。また、発ガン性のあるエチジウムブロマイド、神経障害を引き起こすアクリルアミド、目・皮膚に激的な傷害をあたえる塩酸、硝酸、硫酸などランク 4 となった物質も多く、ランク 4 とランク 5 の化学物質はあわせて 26 種類に及んだ。

次に、以上の結果に使用頻度、および人的・環境的要因を勘案して、5 研究室についてリスクの評価を行った。そのうち 2 研究室について、表 7 と表 8 に示す。

その結果、同じ危険有害要因でも、使用頻度や人的・環境的要因の値が異なると、リスクレベルの値に差がでることがわかった。例えば、危険有害性がランク 4 であるクロロホルムは、A 研究室では使用頻度 3、人的・環境的要因 2 と判定されたため、リスクレベル 3 (望ましくない) となったが、B 研究室では使用頻度 2、人的・環境的要因 1 と判定されたため、リスクレベル 2 (許容可能) となった。

また、危険度の値は同じでも、人的・環境的要因の値によって、最終的なリスクレベルに差がでることがわかった。例えば、危険度 4 となった高圧酸素ガスボンベは、A 研究室では人的・環境的要因がランク 3 と判定された結果、リスクレベル 4 (許容できない) となったが、人的・環境的要因が 1 と判定された B 研究室ではリスクレベル 3 (望ましくない) となった。

最後に、機械・装置と化学物質に分けて、研究室ごとにリスクレベルの平均値を取った(表 9)。

その結果、評価を行った 5 研究室のうち、機械・装置では 3 研究室、化学物質では 2 研究室が許容

表 9 研究室ごとの評価結果

研究室番号	リスクレベルの平均値	
	機械・装置	化学物質
A	3	3
B	2	2
C	2	3
D	3	2
E	2	3

可能なリスクの範囲内となった。また、リスクレベル 4 となった研究室はなかった。

5. 考察

今回、多くの研究室で、学生への安全教育の徹底、薬品管理システムの導入、劇毒物の管理など、法人化以前にくらべ、安全に対する意識の向上がみられた。

しかし、ドラフトや保護具の使用が徹底されていない、実験室が雑然としている、実験室が狭隘である、通路が狭い、学生の居室が別になっていないなど改善すべき点も多く見つかった。

理学部における危険有害要因は、機械・装置より圧倒的に化学物質が多いということがわかった。また、使用する化学物質が多種類におよぶ、一回の使用量は微量だが頻繁に使用する、同一研究室内でも人によって使用する化学物質が異なるなど、安全管理のむずかしさが明らかとなった。

リスク評価を行った結果、リスクレベル 4 (容認できない) に判定された危険有害要因が複数見付き、具体的な安全対策をとる上で、これらの優先順位がもっとも高いことがわかった。

研究室ごとのリスクレベルの平均値は、人的・環境的要因の値、すなわち研究室全体の安全管理への意識や安全対策を反映する傾向がみられた。

また、人的・環境的要因がランク 1 であっても、危険度が高ければ、リスクレベルを 2 以下にさげることが難しいこともわかった。

6. まとめと今後の展望

リスクアセスメントでは、客観的な基準をもとにした絶対値ではないが、目安となる数値 (リスクレベル) で潜在的な危険性を表すことによって、リスクアセスメント実施者と作業者が、事故の可能性や危険性について共通の認識を持つことができる。このことは、双方のコミュニケーションを円滑にし、現状に即した対策を講じる上で役立つといえる。

表7 リスクの評価 (A研究室)

危険有害要因	危険有害性	頻度	危険度	人的・環境的 要因	リスクレベル
蒸留水装置	2	5	3	2	3
エバポレーター	1	5	3	2	3
塩酸	4	5	4	3	4
エタノール	2	5	3	3	3
アセトン	2	5	3	3	3
ヘキサン	2	4	3	2	3
水酸化ナトリウム	4	5	4	2	3
水酸化カリウム	4	4	4	2	3
高圧酸素ガスボンベ	4	5	4	3	4
高圧酸素ガスボンベ	5	3	4	3	4
アルゴンガス	4	5	4	3	4
メタノール	2	5	3	3	3
トルエン	2	4	3	2	3
クロロホルム	4	3	3	2	3
イソプロピルアルコール	2	2	2	2	2
1-ブタノール	2	2	2	2	2
N,N-ジメチルホルムアミド	3	4	3	2	3
エチルエーテル	3	4	3	2	3
イソブチルアルコール	2	2	2	2	2
酢酸エチル	2	3	2	2	2
1,4-ジオキサン	2	3	2	2	2
テトラヒドロフラン	2	4	3	2	3
シアン化カリウム	5	2	3	2	3
シアン化ナトリウム	5	1	3	2	3
水銀及びその無機化合物	4	2	3	2	3
カドミウム及びその化合物	3	3	3	2	3
クロム酸及びその塩	3	2	2	2	2
マンガン及びその化合物	2	3	2	2	2
ベンゼン	5	2	3	2	3
フッ化水素	4	2	3	2	3

表8 リスクの評価 (B研究室)

危険有害要因	危険有害性	頻度	危険度	人的・環境的 要因	リスクレベル
エバポレーター	1	5	3	1	2
液体クロマトグラフィー	1	4	2	1	2
ジクロロメタン	2	5	3	1	2
アセトン	2	5	3	2	3
ヘキサン	2	5	3	1	2
エタノール	2	5	3	1	2
リチウムアルミニウムハイドライド	4	2	3	1	2
金属ナトリウム	4	2	3	1	2
塩酸	4	4	4	2	3
ガスバーナー(蒸留用)	2	1	1	1	1
高圧酸素ガスボンベ	5	3	4	1	3
スライダック	1	4	2	2	2
水酸化ナトリウム	4	3	3	1	2
イソプロピルアルコール	2	4	3	1	2
アセトニトリル	4	4	4	1	3
メタノール	2	3	2	1	2
クロロホルム	4	2	3	1	2
四塩化炭素	4	2	3	1	2
エチルエーテル	3	3	3	1	2
酢酸エチル	2	4	3	1	2
ガスバーナー(ガラス細工用)	2	3	2	1	2
マントルヒーター	2	4	3	1	2
オイルバス	2	4	3	1	2

以前、工学部でリスクアセスメントを行った結果と比較すると、理学部では、以下のような点が特徴的であった。

(1) 危険有害要因の大半が化学物質で、毒物の割合が高い。

(2) ひとつの部屋の面積が狭く、飛び地も多い。

このような部局ごとの特徴を考慮して、それぞれにふさわしい安全管理方法を見つけていくことが必要である。

また、聞き取り調査において、さまざまなヒヤリハットが出てきた。このヒヤリハットおよびその対策をまとめ、学科や学部で共通の情報として整備し公開することで、安全管理の工夫や危険予知につなげられるものとする。今後は、よりの確な評価を行うために評価基準を明確にするとともに、ヒヤリハット等情報の共有化にも取り組みたい。

本研修を通して、学科全体に関わる業務に携わる技術職員にとって、作業者とともに安全対策を検討し、よりよい教育研究環境を作り上げていくことも重要な業務であると感じた。

7. 参考文献

- (1) 厚生労働省安全課監修:リスクアセスメント担当者の実務 (2007), 中央労働災害防止協会
- (2) 向殿政男:よくわかるリスクアセスメント (2004), 中央労働災害防止協会
- (3) 東京化成工業編:取り扱い注意試薬ラボガイド (1995), 講談社サイエンティフィック
- (4) 化学同人編集部編:第7版 実験を安全に行うために (2007), 化学同人
- (5) 日本化学会編:安全衛生教育・管理のための化学安全ノート 改訂版 (2007), 丸善
- (6) 花井荘輔:はじめの一步! 化学物質のリスクアセスメント (2003), 丸善
- (7) 伊永 隆史:環境・安全・衛生 大学のアピール (2006), 三共出版
- (8) 第16回技術部発表会要旨集 (2005)