

製品事故データに基づく リスク・マトリックスの作成 ー玩具への適用ー

MAKING OF A RISK-MATRIX BASED ON PRODUCT ACCIDENT DATA - ITS APPLICATION TO CHILD TOY ACCIDENTS -

張 坤¹・中平 勝子²・三上 喜貴³

¹修士 長岡技術科学大学 情報・制御工学専攻 博士課程 (E-mail:s075401@ics.nagaokut.ac.jp)

²修士 長岡技術科学大学 経営情報系 助教 (E-mail:katsuko@oberon.nagaokaut.ac.jp)

³博士 長岡技術科学大学 技術経営研究科 教授 (E-mail:mikami@kjs.nagaokaut.ac.jp)

近年、製品事故が多発している。消費者事故情報一元化システム構築が政府の優先課題になるなど、日本における事故情報の収集体制については整備の方向に向けて動きつつある。しかし、こうした事故情報収集体制の整備とあわせて、製品事故情報システムから得られる情報に立脚した客観的なリスク評価が定着していない。本稿では、安全および傷害に関する国際標準を適用することで製品事故データを分類し、ハザード・マトリックスやリスク・マトリックスを用いる製品リスク評価法を提案した。本提案手法の実施可能性と有用性を示すために、提案手法を製品評価技術基盤機構の事故データベースに登録されている玩具製品事故へ適用した。

キーワード：製品事故，ハザード・マトリックス，リスク・マトリックス，リスク評価，R-Map 手法

1. はじめに

近年、製品事故が多発しており、製品の安全性向上のため、設計段階からのリスクアセスメントの実施が推奨されている。海外では、次の様な取り組みがなされている。欧州では製品安全指令によって、消費生活用製品を提供するすべての事業者に対して本質安全要求事項への適合を証明する義務が課されている。また、米国では製造者責任法訴訟において製造物に欠陥があった場合、製造者は「証拠開示制度」により説明を求められ、設計段階でリスクアセスメントを実施していない場合と著しく不利な立場となる。このように、欧米の設計者はリスクアセスメント実施を求める強い圧力にさらされている。一方、日本ではリスクアセスメントはまだ一般的に行われてはいないが、WTO/TBT (World Trade Organization/Technical Barriers to Trade) 協定により、安全設計のための国際規格は自動的に日本工業規格 (JIS) に取り込まれているほか、2006年には労働安全衛生法が改正され、事業者のリスクアセスメントの実施が努力義務化されるなど、日本においても製品の安全設計のためのリスクアセスメント導入を検

討すべき時期にきている。

リスクアセスメント導入の効果に関する検証研究として、加部ら¹⁾は中央労働災害防止協会の「死亡災害データベース」を用いてリスクアセスメントの有効性を示し、各事業者がリスクアセスメントを着実に実施することにより日本の労働災害の80%が回避できたと結論付けている。一方、木村ら²⁾は医療機関の協力を得て小規模ながらも傷害データベースを構築し、これを基にして傷害発生モデルを構築し、定量的リスクアセスメントの実施を試みた。リスクアセスメントを行う場合、過去に生じた事故のパターンや頻度についての統計的情報がえられれば、リスクアセスメントの精度を高めることができる。

この観点からすると、最近では、日本における本格的な傷害情報システムとなり得る「消費者事故情報一元化システム」の構築が政府の優先課題の一つとして取り上げられており³⁾、製品のリスクアセスメントに必要なデータ整備が進展する見通しが得られる状況となった。そこで、こうした事故情報収集体制の整備と合せて、製品事故情報システムから得られる情報に立脚したリスクアセスメント手法を確立し、その利用を定着させることが急務である。

日本において、製品事故の情報を収集するシステムは以前からあり、比較的整備されているのは製品評価技術基盤機構（NITE）の事故データベースである。収集された情報は十分とはいえないが、その情報を適切に分析し、製品安全にフィードバックする方法などの研究はまだ充分行われていない。

そこで、本稿では、国際規格を積極的に取り入れつつも、日本で開発された R-Map（Risk-Map）というリスクマネジメントプロセス手法の考え方を活用し、NITE の事故データベースと結びつけ、製品のリスクアセスメント方法論を確立することを試みる。製品リスクアセスメントの手順として、ハザード・マトリックスとリスク・マトリックスの作成方法を提案した。提案する方法の実施可能性と有用性を示すために、NITE 事故データベースに登録されている事故データを用い、日本における 14 歳以下の子供の玩具類製品事故への適用を行った。

2. 製品リスクアセスメント方法

リスクアセスメントの一般的概念や手順は ISO/IEC Guide 51（JIS Z8051）「安全側面—規格への導入指針」や国際規格 ISO 14121（JIS B 9702）「機械類の安全性—リスクアセスメントの原則」に規定されており、そこで中心的な役割を果たすものとして広く使われているのはリスク・マトリックス法である。リスク・マトリックス法は、危害の程度と発生確率という二次元のマトリックスによってリスク評価を行う方法であり、危害の程度や発生頻度は数段階（通常 3～5 段階程度）に分けて表現される。個別分野に適用した代表的な方法としては、国際規格 IEC61508「電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全」の定めるモデル、米国軍規格 MIL-STD-882C の定めるモデル、米国の消費者製品安全委員会（Consumer Product Safety Commission）が提供する「CPSC リコールハンドブック」の定めるモデル、EU の一般製品安全指令（General Product Safety Directive）に基づく RAPEX（Rapid Exchange）ガイドラインなどがある。日本では、日本科学技術連盟（日科技連）の PS（Partner Satisfaction）研究会から（Risk-Map）と呼ばれる手法が提案されている。

本稿に提案するリスクアセスメント方法は ISO/IEC Guide 51 に提示するリスクアセスメントの手順に従うとともに⁴⁾、また、リスク分析にあたっては、R-Map のハザード・マトリックスとリスク・マトリックスの様式を採用したものである⁵⁾。評価プロセスの全体の流れを Fig.1 に示す。

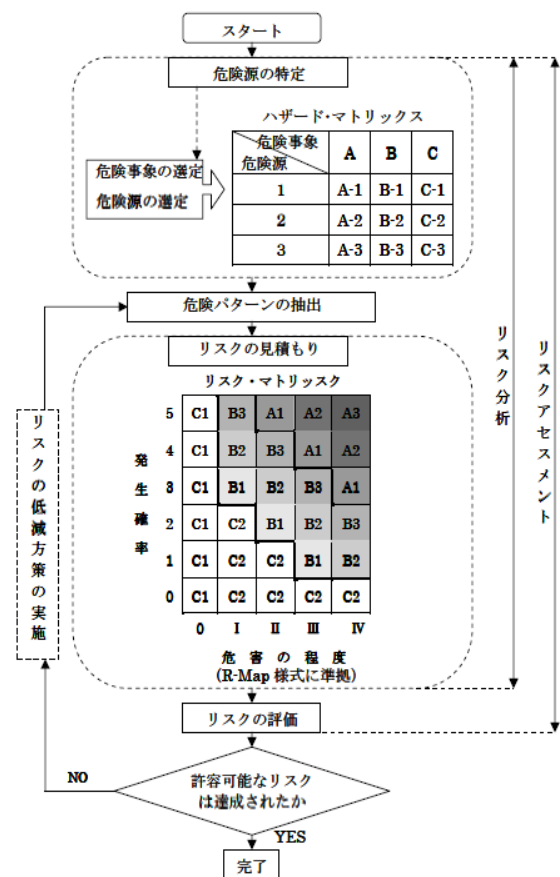


Fig.1 製品リスク評価法のプロセス

Fig.1に示すように、評価プロセスは5ステップからなる。①危険源の特定、②リスクの見積もり、③リスクの評価、④許容可能なリスクは達成されたかどうかの判定、⑤リスクの低減方策の実施である。

危険源の特定という段階では、ハザード・マトリックスの構築が重要なポイントである。ISO/IEC ガイド 51 によると、ハザードとは「危害の潜在的な源」であり、機械的、電氣的、化学的、生物的危険源などに区分される。そして、一つ又は複数のハザードに曝され、人、財産、又は環境が危険状態となり、そこから結果として危害に至る出来事が「危険事象」と定義される²⁾。

ハザード・マトリックスは、縦軸をハザード、横軸を危険事象とし、どのような危険源によって、どのような危険事象が引き起こされるかを一覧することができる。過去に生じた製品事故をこの枠組みに従って悉皆的に整理することにより、危険源が与えられたときに、その危険源によって生じる危険パターンを予測する貴重な情報源として利用できるようになる。Fig.1 中の A-1 は危険事象 A と危険源 1 からなる危険パターンを意味する。

リスク・マトリックスは各危険パターンについて、発生確率と危害の程度を見積もりした結果をまとめ、

リスクの大きさをその被害の深刻さと発生確率によって評価する。リスク・マトリックスの具体的な形式として多数の提案があるが、製品安全対策に関する包括的な評価手法のレビューを行ったある報告書によれば⁶⁾、消費生活用製品分野において、RAPEX (EUにおける消費者用製品危害情報報告制度) 手法と R-Map 手法の有用性と客観性が高く評価されている。しかし、RAPEX 手法は危害の実際の発生頻度を反映する手法名となっていないなどの理由で実際に適用することが難しい。一方、R-Map 手法はものづくりの現場で実施しながら実用性を高めた手法とはいえ、ISO/IEC ガイド 51 を頂点とする、国際安全規格の整合、製品種類を問わず適用可能などの点で評価されている。本稿では、R-Map 手法の考え方を活用し、リスクアセスメントの方法を試みる。

Fig.1 の中のリスク・マトリックスは発生確率と危害の程度をそれぞれ 5 段階ずつ設計されたものである。各セルに A1, B3 等とあるのは、それぞれのセルに対応する危害の発生確率と危害の程度の組み合わせがリスク評価の際にどの程度受容できるものであるかを示す基準であり、C⇒B⇒A の順に受容困難であることを示し、また数字が大きいほど受容困難であることを示す。

リスクの見積もりの結果を「許容可能な水準」と比べ、まだ不十分と判断された場合、追加的なリスク低減対策を設計に施す。そして、最後に残留するリスクが「許容可能な水準」となるまでこのサイクルが繰り返される。

3. マトリックスの作成

3.1. ハザード・マトリックス

(1) ハザードリストの作成

製品のリスクを分析・評価する場合、その製品の持つ危険源の同定からはじめる。過去に生じた製品事故をこの枠組みに従って悉皆的に整理してハザード・マトリックスを作成することにより、設計者は、ある危険源によって生じる危険パターンを設計段階で解析する貴重な手がかりを得ることができる。

ハザードの種類をどのように分類するかは、リスク評価方法論の国際的な比較可能性を決定する重要な要素であり、できる限り国際標準に準じることが望ましい。「危険源の特定」に関する国際規格は ISO 14121「機械類の安全性—リスクアセスメントの原則」の「付属書 A」⁷⁾に「危険源」として例示してあり、一般的に、それを参照することが薦められている⁸⁾。また、この規

格は、すべての規格類で共通に利用できる基本安全規格として開発されたものであるため、すべての製品に対して適用できる。

そこで、本提案手法においては、ISO 14121 に提示された「危険源」をハザード・マトリックス縦軸のハザードリストとする。また、特殊なニーズをもつ子供や高齢者及び障害者には、ISO/IEC ガイド 50「安全側面—子供の安全の指針」と ISO/IEC ガイド 71(JIS Z 8071)「高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作製配慮指針」に参考したうえ、状況を加味して決めることが望ましい。

(2) 危険事象リスト

多種多様な危険事象についても、なんらかの形で国際的に承認された分類概念を見出すことが本稿の重要な目的のひとつである。危険事象の分類にあたり、筆者らは、WHO の国際傷病分類 ICD (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 略称: ICD) に従うことを提案したい。ICD は元来疾病の分類体系であるが、「循環器系の疾患」、「損傷、中毒及びその他の外因の影響」など 22 大分類があり、傷害の原因となる事象についての分類も揃っている。国際的に流通性の高い分類概念体系となることを踏まえ、ICD の分類を採用することをした。現在使用されている ICD は、第 10 次改訂版である。日本の厚生労働省も、疾病、傷害及び死因の統計を作成する際、ICD 第 10 次改訂版 (略: ICD-10) の分類に準じて行っている⁹⁾。欧州の欧州傷害データベース (EU Injury Database) と米国の全米電子傷害監視システム (National Electronic Injury Surveillance System) においても ICD に準じて傷害の分類を行っている。

ICD-10 において、大分類レベルで製品事故データの対象となるのは「傷病及び死亡の外因」中の「不慮の事故」(V01-X59) であり、これを更に「交通事故」(V01-V99) と「不慮の損傷及びその他の原因」(W00-X59) に分けられる。後者は中分類レベルでは 13 分類であり、更に 144 種類に細分されている。筆者らは、その 13 中分類レベルから、「自然の力への曝露」や「有毒動植物との接触」など消費生活用製品に関係しないと考えられる 4 項目を除き、「転倒・転落」、「生物によらない機械的な力への曝露」など消費生活用製品と関与していると考えられる 9 項目を抽出し、危険事象の中分類とした。さらに、細分された 144 種類の中、「拳銃の発射」(W32) など、消費生活用製品に関与していない 38 項を除き、「椅子からの転落」(W07)、「花火の発射」(W39)、「浴槽内での溺死及び溺水」(W65) など消費生活用

Table.1 ハザード・マトリックス

危険源 (ISO14121) 危害事象 (ICD-10)		A	B	...
		転倒・転落 (W00-W19)	生物によらない機械的な力への曝露 (W20-W49)	...
		...ベッドからの転落(W06), 椅子からの転落(W07) ...	...物体との衝突又は打撲(W22), 花火の発射(W39) ...	...
1	機械的	衝撃	A-1	B-1
2	危険源	せん断	A-2	B-2
3		...	A-3	B-3
4	電氣的	充電部に人が接触	A-4	B-4
5	危険源	静電気現象	A-5	B-5
...		...	...	...

製品に関与している外因 68 種類を抽出し、危険事象のリストとした。付録 1 のハザード・マトリックスの横軸には中分類の 9 項目を示した。

以上の手順により、ISO 14121 に準じたハザードリストを縦軸に、ICD から抽出した危険事象を横軸にハザード・マトリックスを作成した。Table.1 にその一部を示した。

3.2. リスク・マトリックスの作成

一般に、リスク・マトリックスは、縦軸を危害の発生頻度あるいは発生確率、横軸を危害の程度として表現される。縦軸、横軸に採用する段階・区分の設定方法については様々な提案がある。たとえば、危害の発生頻度を定性的に、頻発する／しばしば発生する／時々発生する／起こりそうにないなど、といった区分をする場合もあれば、具体的な確率によって区分する方法もある。危害の程度についても、人への危害だけとするか、物損も考慮するかといった相違があり、また、危害の程度についても、後遺症が残る／残らないといった二分法から、致命的／重大な／限界的／無視可能といったように多段階の分類まで様々な相違がある。

本稿では、Fig.1 の中に示されているリスク・マトリックスのように 0～5 の 6 段階を設置し、各段階に一定範囲の危害発生確率と対応する方法を採用した。

(1) 危害の発生確率

a. 計算方法

危害の発生確率は、事故件数を人口で割ったものとして算出され、リスクの大きさを決定するために重要な意味を持つ値である。欧米では事故情報を継続的に収集する事故サーベイランスシステムが整備され、事故の実態が定常的かつ正確に把握されている。こうした事故情報収集活動は全国をカバーした悉皆調査では国ベースの事故件数推計値を得ることができ、それは事故情報の原データと同時に公表されている。たとえ

ば「全米傷害調査電子システム」(National Electronic Injury Surveillance System: NEISS) による製品関連傷害事例の全米推計値の算出法には、厳密な統計的サンプリング設計が適用されている¹⁰⁾。

一方、日本におけるこれまでのリスク分析では事故発生確率はケース・バイ・ケースで与えられることが多く、より一般的な事故データベースの情報をを用いた発生確率の推計を行っている事例は見られない。また、日本における事故情報収集システムでは、欧米のような統計的なサンプリング設計が行われていない。そこで、筆者らは国が確実に統計されている死亡者数をキーとし、使用原資料と全国ベースの悉皆的な調査結果との対比を行うことにより、使用原資料の原データから全国ベースでの事故件数（あるいは被害者数）データの推計を行うことが可能ではないかと提案する。その計算方法は以下のである。

$$P = \frac{S}{M} \cdot \left(\frac{D'}{D} \right)^{-1} \quad (\text{式 1})$$

ただし、各記号の意味はつぎのようである。

P = 危害の発生確率

M = 全国の人口数

S = 使用原資料における事故件数

D' = 使用原資料における死亡者数

D = 上記に対応する全国死亡者数

式 1 の中に D'/D を捕捉率と呼ばれ、使用原資料の捕捉率は事故情報収集システムが提供されていない。計算方法において、製品事故による死亡者数を詳しく記録する日本の人口動態調査が利用できる。人口動態調査の確実なデータが得られることだけでなく、調査データの「不慮の事故の種類別にみた年齢別死亡数」中の項目の分類方法も ICD-10 の「傷病及び死亡の外因」中の「不慮の事故」(V01-X59) の分類と一致している。筆者らはそれを用いて、抽

(件/年・人)	5	頻発する	C1	B3	A1	A2	A3	領域 A
	4	しばしば発生する	C1	B2	B3	A1	A2	
	3	時々発生する	C1	B1	B2	B3	A1	
	2	起りそうにない	C1	C2	B1	B2	B3	領域 B
	1	まず起り得ない	C1	C2	C2	B1	B2	
	0	考えられない	C1	C2	C2	C2	C2	領域 C
			0 無傷	I 軽微	II 中程度	III 重大	IV 致命的	
危 害 の 程 度								

Fig. 2 製品事故データに基づくリスク・マトリックス

出した危険事象リストに対照し、交通事故を除く製品に關与していると考えられる死亡数を計上した結果をDに、使用原資料の捕捉データの製品事故による死亡者数をDに代入することにより、使用原資料の捕捉率を推計した。言うまでもなく事故データの発生期間と人口動態調査の期間を一致させる必要がある。平成2007年5月以降、消費生活用製品安全法（略：消安法）が改正され、製品に起因する重大事故は10日以内に経済産業省に報告するよう義務化されたことに伴い、経済産業省に所属する原資料としてのNITEの事故データベースと人口動態調査の死亡データの一致性は高まったと考えられ、以上の方法を利用することにより高い捕捉率が期待される。さらに、推計された捕捉率から全国ベースの事故発生件数を推計することができ、消費者向け製品がもたらす危害の程度および発生確率に関する統計的に有効な推計値を得られると考えられる。

b. 危害の発生確率の段階区分

前述したように発生確率を6段階に区分することにする。それぞれの対応する頻度レベルは「0 考えられない」、「1 まず起りえない」、「2 起りそうにない」、「3 時々発生する」、「4 しばしば発生する」、「5 頻発する」である。言葉で表現される頻度ランクと発生確率との対応付けを行うことが必要である。このためには、社会が「起りそうにない」、あるいは「頻発する」と考えるのは、どの程度の発生確率を意味するのかについて、社会一般の認識を代表するような対応付けを考えなくてはならない。

R-Map 手法の開発者は、社会的許容限度として、レベル2を実際の死亡発生確率の桁数より1桁程度低く設定することを提案している。レベルを1上げるごとにべき乗部を1つつ加算し、1下げるとにべき乗部を1つつ下げることで、発生確率のレベルに対応する基準値を決定する⁵⁾。こうした主張についての明確な根拠はない。また、子供、高齢者及び

障害者などの弱者にとっての許容基準と一般成人にとっての許容基準も同一ではないだろう。本稿において示す対応関係は暫定的なものであり、今後の研究によって見直されるべきものと考えている。

(2) 危害の程度

危害の程度を判断するにあたっては、人に対する傷害レベルとともに、物（財産）に対する損害レベルも考慮しなければならない。人に対する危害の程度についての一般的な段階区分としては、死亡、重大災害、入院不要な傷害、軽微な傷害などのようなレベルがある。また、建物の受ける損害としては、全壊、半壊、一部損壊などがある¹¹⁾。消安法（第2条第5項）によれば、重大製品事故を対象とする人に対する傷害は「死亡事故」、「重傷病事故」、「一酸化炭素中毒事故」であり、物に対する損害は「火災」である。

本稿では、人への傷害についてはR-Mapの提案に従い5段階に区分した。それぞれ「0 障害なし」、「I 軽傷」、「II 通院治療」、「III 重傷（入院治療）」、「IV 死亡」である。また、モノについては、各製品分野において、定義することは差し支えないが、事故状況を加味して慎重に決めることが望ましい。

3.3. リスク評価

以上の提案より作成されるリスク・マトリックスはFig.2のようになる。

このようなリスク・マトリックスを用いてリスク評価を行うにあたっては、各セルが社会的にみてもどの程度受容可能なものであるかを示す評価基準を定められなくてはならない。

本稿では、領域Aは、受け入れられないリスク領域であり、開発中の製品の場合には直ちに対策を講じる必要がある。リスクを低減させる方法がない場合は開発を断念すべき領域である。市場に出ている

Table 2 日本における製品に原因する 14 歳以下の子供の死亡統計データ(1997-2007)

項目	時間(年)	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	平均値
子供の人口数 (千人)		19215	18905	18590	18352	18128	17948	17753	17583	17438	17284	17138	18030
不慮の事故で製品に 原因する死亡数(人)		584	594	508	482	440	428	361	374	409	334	306	438
製品に原因する死亡 の発生確率		3.04×10^{-5}	3.14×10^{-5}	2.73×10^{-5}	2.63×10^{-5}	2.42×10^{-5}	2.38×10^{-5}	2.03×10^{-5}	2.13×10^{-5}	2.34×10^{-5}	1.93×10^{-5}	1.78×10^{-5}	2.43×10^{-5}

(出典：人口動態調査より，筆者らが作成)

ものは直ちに回収すべきものである．領域 B は，リコール等で不具合部の交換，修繕を行い，可能な限り製品の危険部位を取り除く必要がある．領域 C は，開発品，生産品，市場にある製品とも受け入れられると判断されるリスク領域である．

4. 玩具事故への適用

本提案手法の実施可能性と有用性を示すために，NITE の事故情報システムに登録されている事故データを用い，日本における 14 歳以下の子供の玩具類製品事故への適用を行った．

4.1. リスク・マトリックスの作成

改正消安法が施行された後，NITE データベースの情報収集件数は改正前に比べ大幅な伸びとなっている⁹⁾．本稿では，NITE データベース「事故の受付日」を用いて，改正消安法の施行日 2007 年 5 月 14 日から 2008 年 5 月 13 日までの一年間を対象期間として事故データを抽出した．対象製品については，NITE のデータベースの品名リストと「玩具業界標準商品分類」を用い，72 件の玩具製品事故を抽出した．しかし，NITE データベースには被害者の年齢の記載がないため，筆者らは 72 件の事故データを精査し，文意より 14 歳以下であると読みとれた子供の玩具類製品事故データ 68 件を以降の分析対象とした．

また，分析対象が 14 歳以下の子供であるため，ハザード・マトリックスには ISO/IEC50 の附属書 A の危険源リストを用い¹²⁾，ハザード・マトリックスを作成した．詳細な結果は付録 1 に示す．

製品事故の発生確率の計算には，まず，NITE データベースの捕捉率 D'/D の算出が必要である．しかし，NITE データベースの情報の範囲の内，2007 年 5 月 14 日から 2008 年 5 月 13 日までの間には，14 歳以下の子供の玩具による死亡事故は確認されていない．捕捉率を得るために，調査するデータの範囲を広げ，1997 から 2007 年までの間のデータを分析することとした．Table 2 に示す人口動態調査による

「製品に原因する 14 歳以下の子供の死亡事故人数」と NITE データベースに登録されている同時期の死亡者数の情報を基に，NITE データベースにおける子供の死亡者数の平均捕捉率と同程度と考えることにする．1997 から 2007 年の間に，NITE データベースに登録されている 14 歳以下の子供の死亡事故は 71 件あり，人口動態調査による同死亡者数は $D = 4.82 \times 10^3$ となる．計算の結果，NITE の情報捕捉率 D'/D は 1.5% となる．

次に，式(1)により，危害の発生確率を算出する．NITE データベースにおける各危険パターンの事故件数 S は付録 1 に示した．Table 2 により 2007 年の 14 歳以下の子供の人口は $M = 1.7138 \times 10^7$ である．従って，子供の玩具製品の危害の発生確率 P は 3.25×10^{-6} となり，各事故の件数を式 1 に代入し，それと対応する発生確率が求められる．また，NITE データベースに掲載される玩具製品事故の発生確率の段階区分を行う場合，3.2(2-b)項に述べた方法を用い，Table 2 のデータを利用して定める．Table 2 による平均死亡確率は $2.43 \times 10^{-5} \pm 0.44 \times 10^{-5}$ と算出されるため， $n = 5$ とする．以上により，玩具製品危害の発生確率レベル表を Table 3 に示すような表となる．これを用い，危害の発生確率を判定することができる．

Table 3 子供の玩具製品危害の発生確率レベル

5	頻発する	10^{-4} 超
4	しばしば発生する	$10^{-5} \sim 10^{-4}$
3	時々発生する	$10^{-6} \sim 10^{-5}$
2	起りそうにない	$10^{-7} \sim 10^{-6}$
1	まず起り得ない	$10^{-8} \sim 10^{-7}$
0	考えられない	10^{-8} 以下

最後に，玩具製品事故の危害の程度の判定を行う．NITE 事故データベースの被害の種類による，①「死亡」，②「重傷」，③「軽傷」，④「製品破損」，⑤「被害なし」，⑥「拡大被害」，⑦「火災」，⑧「CO 中毒」という 8 分類である．そのうち，①②③⑧は人に対する傷害分類であり，④⑤⑥⑦は物に対する損害分類である¹³⁾．これを用いて，Fig.2 に危害程度のレベルの判断基準を対照すれば，危害の程度を判定でき

発生確率 (人・年)	5	C1	B3	A1	A2	A3	A領域
	4	C1	B2 B-2,F-3,F-4, A-2, B-5, B-7,	B3	A1	A2	
	3	C1 A-2,A-4,B-1,B-3, B-4,D-1,D-2, G-3	B1 A-1,B-1,B-4,B-6, B-8,D-1,E-1,F-1, F-2,F-5,F-6,G-1, G-2, H-1	B2 B-8, F-2	B3 A-1,A-3,B-1,B-5, B-7,B-8, F-3	A1 F-6	
	2	C1	C2	B1	B2	B3	B領域
	1	C1	C2	C2	B1	B2	
	0	C1	C2	C2	C2	C2	C領域
		0	I	II	III	IV	
危害の程度							

Fig. 3 14歳以下の子供の玩具製品のリスク評価

る。だが、①－⑤の危害の程度は直接判断できるが、⑥－⑧の危害の程度は直接判断できない。そこで、事故の通知内容を読んだうえで、⑧「CO中毒」事故の場合には、人に対する傷害レベルの判断基準に応じて危害の程度を計上し、⑥「拡大被害」および⑦「火災」事故の場合には、人の被害と同じの基準で論じるとはできないものの、製品の一部破損は「軽微」、建物の焼損は「致命的」といった段階分けの基準を設けて分類した。

以上の判定結果の詳細内容は付録2を参考にされたい。

4.2. リスク大きさの評価

以上の情報を基に Fig. 3 のようなリスク・マトリックスを作成した。結果からみると、領域 A にリスクは1つしかなく、危険パターンは「F-6 燃焼性及び燃焼特性→煙、火及び火炎への曝露に含めている X04 高可燃性物質の発火への曝露」であり、代表製品は「花火」である。さらに、発見された7割以上のリスクは領域 B に集中しており、危険パターンとしては主に危険事象 B：生物によらない機械的な力への曝露に関する危険パターンが多く、例えば、「B-5 機械的危険源の可動及び回転物体→W22 その他の物体との衝突又は打撲」についての代表製品は三輪

車など子供用の乗物であり、「B-6 化学的危険源のアレルギー→W45 皮膚からの異物進入」についての代表製品はクレヨンであり、「B-7 電氣的危険源の電池→W44 目又は自然の孔口からの異物侵入など」についての代表製品はヘリコプターなど電動玩具であり、「B-8 爆発の危険源の燃焼性及び燃焼特性→W45 皮膚からの異物進入」についての代表製品は花火などであった。

4.3. 考察

付録1を示す危険パターンからみると、キックスケーターなど乗物の「不安定性」、「構造的な不完全性」等の危険源に起因して「W17 転落」、「W18 転倒」いう危険事象が起こりやすい、ミニカー、室内用遊具など「隙間および開口部」、「コーナ、エッジ及び先端部」、「可動及び回転物体」等の危険源に起因して「W22 物体との衝突または打撲」、「W23 物体内又は物体間への捕捉、圧挫、圧入又は挟まれ」という危険事象が起こりやすい。ゲーム機など電気玩具の「加熱」、「コード」等の危険源に起因して「X08 その明示された煙、火及び火炎への曝露」という危険事象をおこりやすいといった危険発生パターンが得られる。これらの情報は、製品の設計者・メーカーにとって、製品設計・製造前リスクアセスメントを行うときの客観性あるリスク評価資料

となる。

事故情報データに基づくリスク評価データは、消費者の教育にとっても有効である。NITE データベースに記載されている各事故の原因区分のうち、領域 B に属する 58 件の事故に対する原因区分別件数を Fig.4 に示す。「設計・製造など製品に起因する」事故が 23 件 (40%)、「消費者の不注意・誤使用製品に起因する」事故が 10 件 (17%)、「原因不明・調査中」事故が 25 件 (43%) であった。そこで、領域 B にあるリスクのうち、4 割は製品の設計・生産段階にで低減させることの可能なリスクであり、2 割は消費者への適切な情報提供や教育によって低減することの可能なリスクである。このことは、製品設計、教育により現状の事故の 6 割は未然に防げることを意味する。

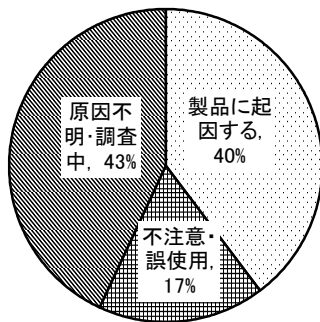


Fig. 4 NITE 事故原因別による領域 B のリスク分析

本稿では、NITE 事故データベースに登録されている子供の玩具に関係のある事故を用いて、製品リスク評価法の可能性と有用性を検証した。この分析作業を通じて、情報利用者の立場から NITE 事故データベースに対する幾つかの改善課題を感じている。第一に、年齢、性別など被害者のプロフィール情報が不足していることである。これは個人情報保護の観点から行われているようであるが、データ分析に欠かせない情報であり、改善を要望したい。第二に、事故内容など事故の詳細に関する情報の記述様式が自由であるため、危険パターンを抽出するとき、正確な事故の様子が再現しにくく、分析に多く手間がかかった。第三に、事故発生時の環境（時間、場所、同席保護者の有無等）に関する情報の不足も感じられた。そこで、製品事故情報データベースの改善課題として、①被害者情報の充実、②事故内容情報の記述式の標準化、③情報内容の枠組みの完備性という三つの改善策を提案したい。

5. おわりに

本稿では、製品事故データに基づいて製品リスクを評価するための一連のリスクアセスメント方法として、ハザード・マトリックスとリスク・マトリックスを作成する方法論について提案した。ハザード・マトリックスの縦軸であるハザードリストおよび横軸である危険事象リスクの分類体系についてはともに国際標準を採用しており、国際的な普遍性を有している点がひとつの特徴である。リスク・マトリックスについては、縦軸の事故発生確率について、使用する原資料のデータの捕捉率を推計する計算式を提案しており、製品の事故リスクの大きさの評価に関して、より客観的な評価を行える方法であると考えられる。

これらのリスク評価ツールを製品の設計に活用することにより、より安全な消費者向け製品の開発に貢献できることに加え、消費者に対しても、よりの確な安全教育が可能となる。

参考文献

- 1) 加部隆史・田中紘一・染谷美枝・杉本旭 (2007) 「予防策としての機械安全設計の有効性」『日本機械学会誌 (C 編)』73 (734), 158-166,
- 2) 木村陽一・西田佳史・山中龍宏・北村光司・金子彩・柴田康徳・溝口博 (2006) 「知識循環型事故サーベイランスシステム」『統計数理』54(2), 300-309
- 3) 内閣府国民生活局消費者企画課・安全課(2009), 消費者事故情報を一元的収集・分析・発信するためのシステム構築について, 第 21 国民生活審議会第 12 回消費者政策部会・第 7 回消費者安全に関する検討委員会合同会議配布資料 4—参考 1, 1-4
- 4) ISO/IEC ガイド 51(1999)「安全側面—規格への導入指針」JIS ハンドブック 36, 日本規格協会(2009), 87
- 5) 日科技連 R-Map 研究会編著(2004)『R-Map 実践ガイドダンス』日科技連
- 6) 株式会社インターリスク総研 (2007)「製品安全対策に係る事故リスク評価と対策の効果分析の手法に関する調査」報告書 (6-53)
- 7) ISO14121(1999) (JIS B9702:2000)「機械類の安全性—リスクアセスメントの原則」JIS ハンドブック 36, 日本規格協会(2009), 101-107
- 8) 安全技術応用研究会 (2001)『安全システム構築総覧』株式会社通産資料調査会発行 (P543-544)
- 9) 厚生労働省:「疾病, 傷害及び死因分類」(2003) <http://www.mhlw.go.jp/toukei/sippe/index.html>
- 10) 東京都生活文化局消費生活部安全表示課: アメリカ

の NEISS 及びフィールド調査の理論基準等, ぐらし
の安全情報Ⅱ海外情報コーナー, Vol.42, 19

11) 中嶋洋介 (2006)『安全とリスクのおはなし』日本規格協会出版 (P77)

12) ISO/IEC ガイド 50 第2版(2002)「安全側面—子供の

安全の指針」日本規格協会, 24-27

13) 生活安全ジャーナル編集事務局「NITE データベース
にみる消安法改正前と改正後の事故情報収集状況の
変化」,『生活安全ジャーナル』第6号(2008), 5

付録

付録1 ハザード・マトリックス—子供向け玩具製品用

危険事象 (ICD-10 による)			A	B	C	D	E	F	G	H	I	合計
NO.	ハザード (ISO ガイド 50)		転倒・転落 (W00-W20)	生物によらない 機械的な力への 曝露(W20-W49)	不慮の溺死 及び溺 (W65-W74)	その他の不 慮の窒息 (W75-W84)	電流、放射線並び に極端な気圧及 び気圧への曝露 (W85-W99)	煙、火及び火炎 への曝露 (X00-X09)	熱及び高温物 質との接触 (X10-X19)	有害物質による 不慮の中毒及び 有害物質への曝 露 (X40-X49)	その及び詳細不 明の要因への曝 露(X58-X59)	
1	一、機械的危険源	隙間及び開口部		4 (B-1)								4
2		突起										
3		コーナ、エッジ及び先端部		4 (B-2)								4
4		投射物										
5		小物体		2 (B-3)		2 (D-1)						4
6		通気性のない エンクロージャ										
7		不安定性	3 (A-1)									3
8		構造的な不完全性	4 (A-2)	3 (B-4)								7
9		危険な高さ										
10		可動及び回転物体	1 (A-3)	4 (B-5)								5
11		騒音										
12		溺れる										
13		吸引				1 (D-2)						1
14	二、熱的危険源	燃焼性及び燃焼特性										
15		高温及び低温表面										
16		高温及び低温流体										
17		裸火										
18		溶融挙動										
19		高温及び低温										
20	三、化学的危険源	毒性								1 (H-1)		1
21		腐食性										
22		アレルギー		2 (B-6)								2
23		発ガン性										
24	四、電気的危険源	製品の魅力及び位置						1 (F-1)				1
25		帯電部への接近性						3 (F-2)				3
26		過熱						5 (F-3)	1 (G-1)			6
27		コード						10 (F-4)	1 (G-2)			11
28		電池		4 (B-7)				2 (F-5)	1 (G-3)			7
29	五、放射線の危険源	電離放射線										
30		紫外線										
31		高輝度光又は集束光					1 (E-1)					1
32	六、生物的危険源	生物的要因										
33	七、爆発の危険	燃焼性及び燃焼特性		4 (B-8)				3 (F-6)				7
34		騒音及び衝撃波										
35	八、不適切な防護機能	不適切な防護機能	1 (A-4)									1
36	九、不適切な情報	不適切な情報										
合 計			9	27		3	1	24	3	1		68

付録2 リスクアナリシス表—子供に向け玩具製品用

記号	リスクファインディング			分析		評価	分析		評価	分析		評価	分析		評価	分析		評価
	有害事象	ハザード	危険パターン	無傷Ⅰ			軽微Ⅱ			中程度Ⅲ			重大Ⅳ			致命的Ⅴ		
				事故件数	発生確率0-5		事故件数	発生確率0-5		事故件数	発生確率0-5		事故件数	発生確率0-5		事故件数	発生確率0-5	
A-1	A	7	不安定性→転落・転倒				2	3	B1				1	3	B3			
A-2	A	8	構造的な不完全性→転落・転倒	1	3	C	3	4	B2									
A-3	A	10	可動及び回転物体→転落・転倒										1	3	B3			
A-4	A	35	不適切な防護機能→転落・転倒	1	3	C												
B-1	B	1	隙間及び開口部→生物によらない機械的な力への曝露	1	3	C	1	3	B1				2	3	B3			
B-2	B	3	コーナ、エッジ及び先端部→生物によらない機械的な力への曝露				4	4	B2									
B-3	B	5	小物体→生物によらない機械的な力への曝露	2	3	C												
B-4	B	8	構造的な不完全性→生物によらない機械的な力への曝露	1	3	C	2	3	B1									
B-5	B	10	可動及び回転物体→生物によらない機械的な力への曝露				3	4	B2				1	3	B3			
B-6	B	22	アレルギー→生物によらない機械的な力への曝露				2	3	B1									
B-7	B	28	電池→生物によらない機械的な力への曝露				3	4	B2				1	3	B3			
B-8	B	33	燃焼性及び燃焼特性→生物によらない機械的な力への曝露				1	3	B1	1	3	B2	2	3	B3			
D-1	D	5	小物体→その他の不慮の窒息	1	3	C	1	3	B1									
D-2	D	13	吸引→その他の不慮の窒息	1	3	C												
E-1	E	31	高輝度光又は集束光→電流、放射線並びに極端な気温及び気圧への曝露				1	3	B1									
F-1	F	24	製品の魅力及び位置→煙、火及び火災への曝露				1	3	B1									
F-2	F	25	帯電部への接近性→煙、火及び火災への曝露				2	3	B1	1	3	B2						
F-3	F	26	過熱→煙、火及び火災への曝露				4	4	B2				1	3	B3			
F-4	F	27	コード→煙、火及び火災への曝露				10	4	B2									
F-5	F	28	電池→煙、火及び火災への曝露				2	3	B1									
F-6	F	33	燃焼性及び燃焼特性→煙、火及び火災への曝露				2	3	B1							1	3	A1
G-1	G	26	過熱→熱及び高温物質との接触				1	3	B1									
G-2	G	27	コード→熱及び高温物質との接触				1	3	B1									
G-3	G	28	電池→熱及び高温物質との接触	1	3	C												
H-1	H	20	毒性→有害物質による不慮の中毒及び有害物質への曝露				1	3	B1									

MAKING OF A RISK-MATRIX BASED ON PRODUCT ACCIDENT DATA - ITS APPLICATION TO CHILD TOY ACCIDENTS -

Kun Zhang¹, Katsuko T. Nakahira², and Yousiki Mikami³

¹ Nagaoka University of Technology Information Science System and Control Engineering
(E-mail:s075401@ics.nagaokut.ac.jp)

² Nagaoka University of Technology (E-mail:tatsuko@oberon.nagaokaut.ac.jp)

³ Nagaoka University of Technology (E-mail:mikami@kjs.nagaokaut.ac.jp)

Accident caused by the manufactured products is always a serious problem. In order to decrease such accidents and to protect the consumers, a unified consumer accident information system is needed. In Japan, the government has started to put more efforts on improving the accident information collecting system. However, an effective risk evaluation method based on such information has not been established. In this paper, we proposed a method for product risk assessment, based on a hazard matrix and a risk matrix. The data of product accidents were classified by applying the world standards concerning safety and injury. We applied the data of toy product accidents, which was extracted from the NITE accident database to verify the feasibility and utility of the proposed method.

Key Words: Product Accidents, Hazard -Matrix, Risk- Matrix, Risk Evaluation, R-Map method,