K-064

製品事故事例の統計的解析による教材設計　～事故経験から消費者教育へ～
The design of teaching materials based on an analysis of product accident statistics.

難波 弘行† 中平 勝子‡ 三上 喜貴‡
Hiroyuki Namba Katsuko T. Nakahira Yoshiki Mikami

1　はじめに

近年，市販製品に端を発する事故が多発している．製品事故の報告件数は年々増加しており，平成 19 年度には 7298 件の製品事故が製品評価技術基盤機構（以降 NITE）に報告されている．それらの製品事故の原因は，大きく分けると製品の欠陥によるものと消費者の誤使用・不注意によるものとなる[1]．製品事故防止のためには，製造者側による欠陥防止・安全な製品の提供などの努力が必要とされるが，昨今では消費者の誤使用・不注意によるものとされる製品事故の報告が少しずつ増加している[2]．消費者が行うことのできる製品事故防止の方策には，1)より安全な製品の選択，2)安全な製品の取り扱いの学習（取り扱い説明書の確認を含む），といったものがある．しかし，これらの方策の大多数が消費者の学習意欲のみに依存するため，いかにして学習意欲を高めるかが重要な課題となる．

このような状況下，内閣府は自らが運営する消費者の窓という Web サイトにおいて消費者教育の体系的推進を提言している[3]．消費者教育とは，消費者の権利の尊重とともに消費者の自立を支援することを基本理念に，消費生活に関して自ら進んで必要な情報や知識を収集・修得し，自主的かつ合理的に行動できる消費者を育成することを目的とするものであり，幼児期・児童期・少年期・成人期の 4 つのライフステージごとに消費者に教えるべき内容が整理されている．それらを見ていくと，製品の安全な取り扱い方についても教育内容として含まれていることがわかる．しかし，現在内閣府が公開している消費者教育用の教材を見ると，安全分野では食品の安全に関するものがほとんどであり，製品の取り扱いに関する教材は充実しているとは言えない状況である[4]．また，経済産業省や NITE は製品事故情報を収集しデータベースとして公開しているが，事故情報を製品ごとに見てもその事故原因の内容は様々で，消費者がその膨大な事故情報から重要な情報だけを読み取ることは困難である．

そこで，製品事故情報の事故原因の項目に対し統計的解析を行うことで，ある製品についてどのような事故が多く発生しているかを統計的に割り出し，その結果を消費者教育用の教材設計に活用できないかと考えた．

本稿では，NITE の事故情報データベースに登録されている製品事故情報を元に，消費者教育用として提供できるような教材を設計するための方法とその取り組みを説明する．

2　教材設計の手順

2.1　題材とする製品の選定

本稿では，教材作成法を確立するため，具体的に教材の題材とする製品を選定する．その際に，題材とする製品はある程度まとまった件数の報告があるものとした．これは，サンプル数の確保と教材としての妥当性を確保するためである．

NITE に報告されている製品事故を製品区分で見ると，消費者の誤使用・不注意によるとされる事故が一番多いのは燃焼器具であった．燃焼器具製品の中にはガスこんろ，石油ストーブ，カセットこんろなどがあったが，今回は事故に多様性がある製品であることが望ましかったため，屋内外で使用でき，多様な使用方法が想定されるカセットこんろを題材として設定した．

2.2　内容の決定方法

教材に含める内容を決めるにあたって，その内容は消費者にとって重要で有意義なものであるべきと考える．仮に，製品事故がいくつかの大きな事故パターンによって構成されているとすれば，それらのパターンは消費者の事故防止に役立つ重要な情報といえる．このことから，今回の教材に含める内容は，カセットこんろ事故において頻発している事故パターンとする．この頻発している事故パターンを割り出すため，NITE の事故情報データベースに登録されているカセットこんろの事故情報を，クラスタリングによっていくつかに分類することが可能であるか否かを試みた[5]．

2.3　事故事例のクラスタリング

NITE の事故情報データベースから，カセットこんろ事故 177 件を取り出し，それぞれの事故原因の項目に対し形態素解析を行い，事故の特徴（もしくは要素）を表すキーワードを抽出した．また，キーワードを抽出するにあたって以下の調整を行った．

（１）名詞に限定する
（２）同じ意味の語はまとめる
（３）人物，場所に関するものは排除する
（４）出現する文書が２つ以下の語は排除する
（５）その他事故に直接関係が無いと思われる語は排除する(“推定”，“調査”などの語)

これらは，クラスタリング処理を行う際に，異なり語の数があまりに多くなることを防ぐための調整である．以上の操作を行った結果，原因物としてカセットこんろ（163 件）・ガスボンベ（117 件）・ガスこんろ（24 件），事故理由として加熱（38 件）・過熱（60 件）・引火（59 件），事故結果として爆発（76 件）・火災（46 件）などが抽出された．

クラスタリングを行うための準備として，177 件の事故原因を文書ベクトル化した．文書ベクトルは，tf・idf 法で計算される値を用いて，次の様に算出する．文書 i における単語 j の出現回数 tf_{ij}，および，N_s を処理対象とする文書数，N_{wj} を単語 j が出現する文書数として（２－１）式で求められる idf_j を用いて，i 番目の文書における語 j の重み

表１　クラスタリング結果

クラスタ1：30件		クラスタ2：49件		クラスタ3：22件		クラスタ4：36件		クラスタ5：40件	
カセットこんろ	86.7%	ガス	95.9%	カセットこんろ	95.5%	ガスボンベ	94.4%	ガスボンベ	100.0%
火災	63.3%	引火	93.9%	鍋	95.5%	加熱	91.7%	過熱	100.0%
使用	40.0%	ガスボンベ	83.7%	過熱	68.2%	カセットこんろ	83.3%	爆発	92.5%
火	36.7%	カセットこんろ	59.2%	油	68.2%	爆発	66.7%	カセットこんろ	85.0%
可燃物	36.7%	火	55.1%	放置	54.5%	使用	33.3%	使用	27.5%
引火	30.0%	こんろ	28.6%	火災	50.0%	こんろ	27.8%	ガスこんろ	27.5%
着火	26.7%	点火	28.6%	出火	36.4%	破裂	27.8%	こんろ	20.0%
こんろ	20.0%	滞留	28.6%	火	22.7%	火	22.2%	熱	20.0%
放置	13.3%	爆発	26.5%	こんろ	13.6%	ガスこんろ	22.2%	点火	17.5%
出火	13.3%	穴	26.5%	引火	9.1%	輻射熱	22.2%	装着	15.0%

w_{ij} を（２－２）式の様に算出することで，文書ベクトル $d_i(i=1, 2, \ldots, 177)$を，（２－３）式の様に表現した．

$$idf_j = \log\ (N_s / N_{wj}) \quad \cdots（２－１）$$
$$w_{ij} = tf_{ij} \times idf_j \quad \cdots（２－２）$$
$$d_i = (w_{i1}, w_{i2}, \ldots, w_{ij}) \quad \cdots（２－３）$$

生成したベクトルをもとに事故をいくつかのパターンに分類するために，非階層的クラスタリングを行った．今回は，非階層的クラスタリングの代表的な K-means 法を用いた．K-means 法では，クラスタリングを行う際に分割するクラスタ数を任意で決める必要があるが，今回の場合クラスタ数は不明であるため，事前に階層的クラスタリングを Ward 法を用いて行い，得られたデンドログラムからおおよそのクラスタ数を 5 と予想し，それを K-means 法で用いるクラスタ数として設定した．K－means 法の妥当性の評価指標には群内平方和を用いることとし，複数回クラスタリングを行い，前後 10 回で最も群内平方和が小さくなったものをクラスタリング結果として採用した．

3　結果の分析

クラスタリングを行った結果から，各クラスタに出現するキーワードの傾向を分析した．表 1 はクラスタリングの結果，各クラスタに振り分けられた文書件数と各クラスタ内での出現率上位 10 語を示したものである．ここでいう出現率とは，各クラスタにおける総文書数に対する単語 j が出現する文書数の割合である．

[クラスタ 1]

火災が上位に来ていることと，可燃物という語が出現することが特徴的である．また，事故理由として引火，着火が多く出現することから，クラスタ 1 はカセットこんろの火が周囲に燃え移り，火災につながったものと読み取ることができる．

[クラスタ 2]

ガスと引火が上位に来ているのはクラスタ 2 だけに見られる特徴である．また，滞留，充満，穴，廃棄などほぼクラスタ 2 にしか出現しない語が見られたことから，クラスタ 2 はガスボンベの廃棄処理中などにガスボンベから漏れたガスに火が引火し，爆発・火災に至ったものと読み取れる．

[クラスタ 3]

クラスタ 3 では，鍋，油，放置が特徴的な語であり，事故結果としては火災，出火が多い．これより，クラスタ 3 は鍋で油などを扱っている際に，火をかけたまま放置したことによって鍋が過熱され，火災に至ったものと読み取れる．

[クラスタ 4,5]

クラスタ 4,5 は加熱と過熱の語の違いを除けば，ガスボンベが最上位にあること，事故結果として爆発の出現率が高いという共通した特徴が見られる．また，下位の語に極端な差が見られなかったことから，クラスタ 4,5 をひとつのクラスタとみなすと，クラスタ 4,5 はガスこんろの使用中にガスボンベに対して外部から熱が加わり，爆発に至ったものと読み取れる．

以上の様に，177 件の事故は，マクロに見ると 4 ないし 5 つの事故としてみなすことができ，このストーリーに従った教材を作成し，教育することで，現行に起きている事故を網羅できることがわかる．また，同様の手続きを用いることで，他の製品事故についても数パターンの事故に総括できる可能性を示唆している．

4　まとめ

本稿では，製品事故を分類することによる教材作成手法の確立を試みた．本稿では，キーワード抽出段階である程度の制約は設けたものの，最終的には各クラスタのキーワードの出現傾向から事故パターンを読み取ることが可能であるとわかった．これは，事故文書ごとに詳細な部分に違いはあっても，事故の本質的な部分に関わるキーワードは共通しやすいことによると考えられる．

製品事故教材を作るにあたってはこのクラスタリング手法に基づいて作成していく計画である．

参考文献

[1]製品評価技術基盤機構：平成 19 年度事故情報収集制度報告書 http://www.nite.go.jp/jiko/reports/H19/H19.html
[2]関田隆一,山田秀：身近な事故発生要因とシステム安全の因果関係についての定量的分析,信頼性シンポジウム発表報文集,No.15,pp.61-64,2007
[3]内閣府：消費者教育の体系的推進について http://www.consumer.go.jp/seisaku/cao/shohishakyouiku/file/taikeitekii_suishin.pdf
[4]消費者教育ポータルサイト(試行版) http://www.consumer.go.jp/portal/
[5]岸田和明,文書クラスタリングの技法:文献レビュー, Library and information science,No.49 ,p.33- 75,2003

†長岡技術科学大学　Nagaoka University of Technology