

製品安全知識の社会技術化

- 石油ストーブのトラブル情報分析による製品安全設計と使用者への安全教育 -

SOCIO-TECHNOLOGIZING OF CONSUMER PRODUCT SAFETY KNOWLEDGE
-PRODUCT SAFETY DESIGN AND SAFETY EDUCATION FOR USERS BASED
ON ANALYSIS OF TROUBLE INFORMATION ON OIL STOVE-

加藤 省吾¹・水流 聡子²・飯塚 悦功³・藤井 健人⁴・岡元 大輔⁵・下野 僚子⁶

¹博士（工学） 東京大学大学院特任助教 工学系研究科化学システム工学専攻
(E-mail: kato@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

²医学博士 東京大学大学院特任教授 工学研究科化学システム工学専攻
(E-mail: tsuru@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

³工学博士 東京大学大学院上席研究員 工学系研究科化学システム工学専攻
(E-mail: iizukay@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

⁴修士（工学） 住友化学株式会社 愛媛工場新居浜第一製造部 (E-mail: fujiiik1@sc.sumitomo-chem.co.jp)

⁵学士（工学） 東京大学大学院 学際情報学府学際情報学専攻 (E-mail: qq126402@iii.u-tokyo.ac.jp)

⁶博士（工学） 東京大学大学院特任助教 工学系研究科化学システム工学専攻
(E-mail: shimono@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

製品自体や使用者の使い方の問題によって、様々な製品事故が発生している。安全・安心社会の実現のためには、製品事故の低減が不可欠である。事故防止には、使用者側、提供者側、事故対応側など、様々なプレーヤーのもとに散在しているトラブル情報や暗黙知を構造的に可視化し、再利用していくための社会技術が必要であるが、そのような方法論は確立していない。

本研究では、製品安全に関わる関係者から製品安全知識を抽出し、製品安全設計と使用者への安全教育にフィードバックを行いながら、製品安全知識を社会技術化する方法論の全体像を提案する。また、具体的な製品として石油ストーブを取り上げ、提案する方法論の適用例を示す。

キーワード：暗黙知，知識の構造化，知識の再利用，不具合予測，未然防止

1. 研究の背景

1.1. 製品事故とは

消費生活製品（以下、「製品」）の使用時に、多くの事故が発生している。安全・安心社会実現のためには、製品の使用時に発生する事故の低減が不可欠である。

「製品事故」とは、消安法第2条第4項において、「消費生活用製品の使用に伴い生じた事故のうち、1.一般消費者の生命又は身体に対する危害が発生した事故、2.消費生活用製品が滅失し、又はき損した事故であって、一般消費者の生命又は身体に対する危害が発生するおそれのあるもの、のいずれかに該当するものであって、消費生活用製品の欠陥によって生じたものでないことが明らかかな事故以外のもの（他の法律の規定によって危害の発生及び拡大を防止することができるものと認められる事故として政令で定めるものを除く。）と規定されている。この定義によると、1.偶発的に発生した、又は不可抗力の

事故であって、明らかに製品に起因しない事故、2.消費者の誤使用、不注意であって、明らかに製品に起因しない事故は、消安法上の製品事故に該当しないとされる¹⁾。

原山²⁾は、製品事故を「製品に起因する事故」と「製品に起因しない事故」に分類し、前者を「(a)設計・構造上の問題による事故」と「(b)製品の長期間の使用により、性能が劣化したため生じた事故(経年劣化事故)」に、後者を「(c)誤使用や不注意による事故」と「(d)業者による工事、修理又は輸送中の取り扱い等に起因する事故」に分類した。

本研究では、製品を使用する人を使用者と呼ぶ。原山の分類による(a)(b)(c)を合わせて「製品事故」という言葉を用いる。製品安全達成のためには、使用者の誤使用や不注意を防ぐような製品安全設計が求められると考えるためである。(d)については、使用者による製品使用時とはまた別の観点が必要であり、本研究では対象外とする。

1.2. 事故防止へのアプローチと課題

製品事故を低減して製品安全を実現させるためには 2 つのアプローチがある。1 つは事業者による製品自身へのアプローチである。壊れにくい設計、誤作動しにくい設計、ミスがあっても事故につながりにくい設計等を製品設計に盛り込むことにより、製品自身の安全性を高めしていく必要がある。もう 1 つは事業者・業界・消費者団体等による、使用者へのアプローチである。適切でない使用法や、それによる事故の情報などを注意喚起するなどの安全教育により、使用者による誤使用や、当該製品の本来の目的以外の使用法（以下、「目的外使用」）を防止していく必要がある。

いずれのアプローチでも、事故情報をはじめとする製品のトラブル情報を有効活用することが重要であるが、製品のトラブル情報は複数の場所に分散して収集・蓄積されており、一元管理されていないのが現状である。

製品事故のうち、重大事故（死亡、重症、一酸化炭素中毒、後遺障害、火災など危害が重大な事故）については、消費生活用製品安全法によって国への報告が義務付けられており、経済産業省に情報が集められている³⁾。報告義務のない事故は、NITE（製品評価技術基盤機構）によって情報が収集・蓄積されている⁴⁾。

ただし、使用者による目的外使用による事故の情報は、必ずしも NITE では蓄積していない。例えば、本来暖を採る目的で使用される石油ストーブの上で洗濯物を乾かしていた際に、洗濯物が石油ストーブの上に落下して火災が起こった事故などの情報は、NITE でも一部は蓄積されているが、事故対応にあたる消防庁等で収集・蓄積されている（基本的に非公開）。

消費者事故情報を一元的に収集・分析・発信するためのシステムの開発が進められ⁵⁾、消費者庁と独立行政法人国民生活センターが連携して、事故情報データベースとして情報収集・蓄積を行っている⁶⁾。この事故情報データベースには、事故には至らなかったインシデントも含めて情報が収集・蓄積されている。

これらのデータベースには、例えば 2011 年度に発生した石油ストーブに関する事故情報は、経済産業省のデータベース³⁾には 48 件、NITE のデータベース⁴⁾には 83 件、事故情報データベース⁶⁾には 96 件登録されている（2012 年 9 月現在）。また、事故に至らなかったインシデントやトラブル情報は、使用者の体験談としてのみ存在していることも多い。このように、製品のトラブル情報は複数の場所に分散している状況である。

1.3. 製品安全知識の社会技術化

安全を担保するために製品に備えるべき技術的特性、製品の安全な取り扱い方、間違った使い方とその影響、不具合事象、適切な製品の選定方法など、製品安全に関

わる情報を再利用可能な形で集約した知識を「製品安全知識」と呼ぶ。

社会技術とは、社会問題を解決し、社会を円滑に運営するための広い意味の技術である⁷⁾⁸⁾⁹⁾。Iizuka et al.¹⁰⁾ は、知識の社会技術化のためには、当該技術分野に関する知識体系（Body of Knowledge: BOK）の確立、BOK へのアクセス可能化、BOK の改善可能化が必要であるとしている。

製品安全を達成するには、製品安全知識の社会技術化が必要である。まずは当該製品に関する製品安全知識を構築し、次に、事業者・業界が製品安全知識をよく理解して製品開発に取り組むとともに、監督者たる行政が適切な規制・ガイドラインを制定し、使用者が製品の安全な使用法に努めるという、統合的な取り組みが必要である。このような取り組みで「製品安全知識を社会技術化する」ことにより、製品事故の蔓延という社会問題を解決することが可能となる。

このような課題に対して、各プレイヤーに対する各論や、情報の一元管理に関する取り組み⁵⁾、知識化による事故情報の循環を含めたサーベイランスシステム¹¹⁾などは報告されているが、関係者と事故情報から製品安全知識を抽出し、関係者に然るべきフィードバックを行いながら製品安全知識を社会技術化する方法論の全体像は整理されておらず、具体的な取り組みは報告されていない。

2. 研究の目的

本研究では、製品安全知識を社会技術化するための、方法論の全体像を提案することを目的とする。すなわち、製品のトラブル情報や、関係者が保有している暗黙知を集約し、行政や使用者を含む関係者全体を巻き込んで社会全体のレベルを上げ、製品安全を実現していくための方法論の全体像を提案する。

方法論の前提として、製品を製造する事業者が日本国内に継続的に存在し、製品の生産量・使用量や類似の事故事例が一定数以上存在する製品を対象とする。

3 章で、方法論の全体像を記述する。4 章で、具体的な製品として石油ストーブを取り上げ、提案する方法論の適用例を示す。5 章で、提案内容について考察する。

3. 製品安全知識の社会技術化モデルの提案

本章では、製品安全知識の社会技術化モデルを提案する。3.1 節でモデルの全体像を提示した後、モデルにおける機能の概要を以降の節で記述する。

Table 1 モデルにおける機能の概要

機能	サブ機能	概要
1.体制の整備	1-1.関係者の組織化	必要な情報を保有している関係者を組織する <ul style="list-style-type: none"> ・提供側の関係者: 事業者, 業界など ・仕様側の関係者: 消費者団体など ・事故対応に関わる関係者: 消防など ・規制・管理に関わる関係者: 関係省庁, NITEなど
	1-2.製品情報・トラブル情報・事故情報の収集	異なる情報ソースから必要な情報を収集する <ul style="list-style-type: none"> ・製品情報(事業者, 業界) ・トラブル情報(事業者, 業界, 消費者団体など) ・事故情報(経産省, NITE, 消防など)
2.知識化	2-1.使用手順・状況の可視化	製品が使用者に使用される手順・状況を可視化する <ul style="list-style-type: none"> ・製品の脆弱性を考慮する ・使用者の特性などを考慮する ・通常の手順に加えて, 正しくない手順も考慮する
	2-2.トラブル情報の整理	使用手順に沿って, 起こり得るトラブルモードを整理する <ul style="list-style-type: none"> ・正しい手順内で発生するトラブルモード ・正しくない手順内で発生するトラブルモード ・トラブルモードを発生させないための留意事項 ・トラブルモードの連鎖 ・トラブルモードに影響を与える因子を考慮しながら行う
	2-3.リスク因子とその関係性の整理	トラブルモードに影響を与えると考えられるリスク因子を挙げる <ul style="list-style-type: none"> ・製品の属性 ・使用者の属性 ・環境や状況に関わる因子 リスク因子がトラブルモードに与える影響を整理する <ul style="list-style-type: none"> ・可能なら定量的に整理する ・定量化が難しいければ, 最初の段階では定性的な整理でよい
	2-4.対策案の整理	取り得る対策と想定される効果を整理する <ul style="list-style-type: none"> ・事故の発生メカニズムに注目して, 対策の構造を決定する ・対策は, 製品の構造に関するものと, 使用者の使用法に関するものに大別する ・構造に沿って具体的な対策をトラブルモードごとに整理する
3.関係者へのフィードバック	3-1.専門家へのフィードバック (事業者, 業界, 消防, 関係省庁, NITEなど)	知識ベース <ul style="list-style-type: none"> ・知識ベースを製品設計DR等に活用することにより, 製品の安全設計に活かす ・効果, コスト, 副作用を考慮しながら, 検討する ガイドライン・規制 <ul style="list-style-type: none"> ・効果の高い対策案については, ガイドライン(業界)・規制(法律)に組み込む 参加型学習ツール <ul style="list-style-type: none"> ・知識ベースを見やすく工夫したツールを用いる ・注目する状況に特化した知識を抽出し, シミュレーションすることができる
	3-2.使用者へのフィードバック (一般使用者, 能動的・積極的使用者)	一般広報ツール <ul style="list-style-type: none"> ・広告やパンフレットなどにより, 不特定多数の使用者への一般的な注意喚起を行う ・知識ベースの内容から厳選し, 理解しやすい形に変換する必要がある ・対象とする使用者に届くよう, 配布手段を検討する 参加型学習ツール <ul style="list-style-type: none"> ・知識ベースを見やすく工夫したツールを用いる ・自身の使用状況などを入力することにより, 的確なアウトプットを得る ・広く周知してアクセス可能にすることにより, 情報収集が可能となる
4.知識ベースへのフィードバック	4-1.使用状況データの収集・分析	使用者の使用状況に関するデータを蓄積, 整理, 分析する <ul style="list-style-type: none"> ・多くの使用者がアクセスできるようにし, 多くのデータを収集する ・どのようなリスク因子が多く該当するか 事故発生データとの組み合わせによる分析 <ul style="list-style-type: none"> ・影響度の大きいリスク因子を特定する ・各リスク因子の影響度を定量化する
	4-2.知識ベースへのフィードバック	使用手順, トラブルモードへのフィードバック <ul style="list-style-type: none"> ・起こりやすいトラブルモードを明示する ・起こりやすいトラブルを回避するような手順設計を組み込む 因果関係へのフィードバック <ul style="list-style-type: none"> ・定量化した各リスク因子の影響度を知識ベースに組み込む ・影響度の大きいリスク因子に対する対策を重点的に検討する

界関係者等, 使用者側の関係者として消費者団体等, 事故対応に関わる関係者として消防等, 規制・管理に関わる関係者として関係省庁や NITE 等が挙げられる。その他, 知識の構造化を専門とする研究者が加わることで, 取り組みを効果的に進めることができる。

機能 1-2.製品情報・トラブル情報・事故情報の収集で

は, 散在している情報ソースから, 必要な情報を手元を集める。製品情報は主に事業者・業界, トラブル情報は主に事業者・業界・消費者団体から, 事故情報は主に経産省・NITE・消防から収集する。

3.3. 機能2 知識化

機能2 知識化は、手元に集めた情報ソースと関係者が保有している暗黙知から、製品安全知識を構造的に整理する機能である。機能 2-1 使用手順・状況の可視化、機能 2-2 トラブル情報の整理、機能 2-3 リスク因子とその関係性の整理、機能 2-4 対策案の整理から構成される。

機能 2-1 使用手順・状況の可視化では、製品が使用者に使用される手順・状況を可視化する。その際、通常の正しい使用手順・状況に加えて、想定される正しくない手順・状況も記述する。すなわち、製品の脆弱性や使用者の特性などを考慮して記述する。

機能 2-2 トラブル情報の整理では、製品が使用者に使用される手順・状況に沿って、各手順で想定されるトラブルモードを整理する。実際の事故情報に加えて、使用者の体験などからも情報を抽出する。正しい手順内で発生するトラブルモードと正しくない手順内で発生するトラブルモードを区別し、トラブルモードを発生させないための留意事項やトラブルモードの連鎖も記述する。また、次の機能 2-3 のため、各トラブルモードに影響を与えるリスク因子を考慮しながら行う。

機能 2-3 リスク因子とその関係性の整理では、トラブルモードに影響を与えると考えられるリスク因子を挙げ、トラブルモードとリスク因子の関係性を整理する。リスク因子は、製品の属性、使用者の属性、環境や状況に関わる因子などに構造化しながら整理する。リスク因子がトラブルモードに与える影響は、可能であれば定量的な関係を整理するが、最初の段階では定性的な関係でよい。

機能 2-4 対策案の整理では、各トラブルモードに対して、取り得る対策と想定される効果を整理する。対策を整理するにあたっては、事故の発生メカニズムに注目して、製品の構造に関する対策と、使用者の使用法に関する対策に大別し、構造化しながら整理する。

3.4. 機能3 関係者へのフィードバック

機能3 関係者へのフィードバックは、整理した製品安全知識を利用して各種のツールを構築し、ツールを通じて関係者にアウトプットをフィードバックする機能である。機能 3-1 専門家へのフィードバック、機能 3-2 使用者へのフィードバックから構成される。

機能 3-1 専門家へのフィードバックでは、製品提供側、規制・管理側、事故対応側の関係者に対するフィードバックを行う。これらの専門家に対しては、構築した知識ベースそのものを見やすくしたものや、知識ベースを用いた参加型学習ツール等を提供することにより、種々の成果が期待できる。製品提供側は、製品安全設計 DR (デザインレビュー) に活用することができ、製品属性の改良に関する対策について、その効果・コスト・副作用を見極めながら設計に組み込んでいく。規制・管理側は、

効果の高い対策を規制・ガイドラインに組み込むことができる。事故対応側は、あらかじめ発生しやすい事故を予想し、防止活動への材料とすることができる。

機能 3-2 使用者へのフィードバックでは、使用者を、一般使用者と能動的・積極的使用者に分類して、フィードバックを行う。一般使用者に対しては、広告やパンフレットなど、一般的な広報物を用いてフィードバックする。これらのツールの作成にあたっては、製品安全知識ベースそのものではなく、エッセンスを抜き出してポンチ絵風に分かりやすく解説したものにすることが重要である。一方、能動的・積極的使用者に対しては、情報収集や探究の意欲が期待できるため、専門家に提供したものと同一参加学習型ツールを提供することが考えられる。

参加学習型ツールを広くアクセス可能な状態にしておくことにより、使用者の使用状況に関するデータを同時に収集することが可能となり、次の機能 4 で第 2 の改善サイクルを回すための基礎データとなる。

3.5. 機能4 知識ベースへのフィードバック

機能4 知識ベースへのフィードバックは、関係者へのフィードバックを通して得られた情報を製品安全知識ベースにフィードバックすることで、第 2 の改善サイクルを回していく機能である。機能 4-1 使用状況データの収集・分析、機能 4-2 知識ベースへのフィードバックから構成される。

機能 4-1 使用状況データの収集・分析では、使用者の実際の製品使用状況に関する情報を収集・分析する。情報収集にあたっては、機能 3-2 で使用した参加学習型ツールを用いるのが効果的である。このツールを広くアクセス可能な状態にして、使用者からの入力情報を収集可能にすることで、情報を広範囲に収集・蓄積することができる。ツールへの入力項目として、使用している製品の情報や実際の使用状況を設ける。その後、使用状況データと事故データを関連付けることにより、各リスク因子の効果を定量化するなど、様々な分析が可能である。

機能 4-2 知識ベースへのフィードバックでは、機能 4-1 の分析結果を製品安全知識ベースにフィードバックする。知識ベース全体に渡って、項目や構造、コンテンツの修正を行う。修正した知識ベースに基づいて、次の改善サイクルが開始し、継続的な改善を行っていく。

4. 石油ストーブへの適用

本章では、具体的な製品として石油ストーブを取り上げ、3 章で提案した製品安全知識の社会技術化モデルを適用した適用例を示す。これは主に、2010 年度製品に係る広報・普及事業安全知識構造化検討委員会、および

Table 2 体制の整備の結果

年度	整理した内容の概要	規制・管理側		提供者側	使用者側	事故対応側	研究者		情報ソース
		経済産業省	NITE	事業者・業界	主婦連合会	消防庁	大学	その他	
2010年度	「給油」を中心に、手順・状況を整理	3名	2名	事業者2名 (業界兼務) 業界2名	-	1名 (途中から)	2名	1名	関係者間のディスカッションにより抽出した暗黙知。 NITEの事例9件、消防の事例22件(重大事故で、かつ状況が詳細に記録されているものから、NITEと消防がそれぞれ選別したもの)。
	起こり得るトラブル、留意事項を整理								
	製品、人、環境に構造化								
	典型的な部分のみ記述								
2011年度	目的外使用を追加、サイクルの観点を追加	3名	1名	事業者1名 (業界兼務)	数名 (途中から)	1名	3名	-	主婦連へのヒアリングにより抽出した暗黙知。 関係者間のディスカッションにより抽出した暗黙知。
	プロセスフローの整理に合わせて修正								
	全体を精緻化、状況因子を追加								
	定性的な関係を整理								
	対策構造を整理し、対策案を列挙								

2011年度商取引適正化・製品安全に係る事業(消費者への製品安全情報の周知の在り方等に関する調査研究)安全知識構造化検討委員会の活動の成果¹²⁾¹³⁾によるものである。ただし、機能4についてはまだ一部しか実施していないため、途中結果を示す。

4.1. 機能1 体制の整備の結果

2010年度~2011年度に渡って、体制を整備しながらモデルの適用を進めた。各年度の実施内容、組織した関係者、用いた情報ソースをTable 2に示す。

2010年度は、当初経済産業省から3名、NITEから2名、ガス石油工業会に所属する事業者から2名、ガス石油工業会から2名、大学から2名、その他研究者1名の体制とした。その後、製品起因でないと考えられる事故情報に関しては消防庁が保有していることが明らかになり、消防庁から1名を新たに加えた体制とした。情報ソースとしては、関係者間のディスカッションによる暗黙知をベースとして、NITEが保有していた事故事例9件と消防が保有していた事例22件を用いて知識を補完した。事故事例は、重大事故でかつ状況が詳細に記録されているものから、NITEと消防がそれぞれ選別したものを用いた。NITEの事故事例は主に製品起因と思われるもので、消防の事故事例は製品起因と消費者起因が混在していたものである。

2011年度は、知識ベースの完成度に合わせて、経済産業省から同じく3名、NITEから1名、ガス石油工業会に所属する事業者から1名、消防庁から1名、大学から3名の体制でスタートした。その後、目的外使用に関する情報がさらに必要との判断から、消費者団体の1つである主婦連合会から数名を加えた体制とした。情報ソースとしては、関係者間のディスカッションによる暗黙知をベースとして、新たな事故事例は用いなかった。

このように、機能2の知識化が進むにつれて新たに必

要な情報が明らかになり、それに応じて関係者を組織しながらモデル適用を進めていった。次の改善サイクルを回す際には、消費者庁や厚生労働省等の関係者を増やすことを考えている。

4.2. 機能2 知識化の結果

機能2は、表1に示した4つの機能から構成される。2010年度に機能2-1~2-3を実施した。2011年度に目的外使用の観点を整理して再度機能2-1~2-3を実施し、さらに機能2-4を実施した。最終的に整理した使用手順・状況のフロー¹³⁾をFig. 2に、製品安全知識ベースの一部¹³⁾をTable 3に示す。

Fig. 2において、生涯サイクルは購入~廃棄のスパン、シーズンサイクルはシーズンの使い始めから使い終わりまでのスパン、日々のサイクルは、毎日給油しながら石油ストーブを使用するスパンを意味する。使用者の手順を真ん中にフロー形式で整理し、右側にさらに詳細を記述している。また、手順の中で特に事故が発生しやすい箇所である“使い始めの給油”と“灯油を追加する給油”を黄色の四角で示している。さらに、本来は実施すべきだが使用者によって省略されやすく、その後の事故につながる可能性が高い“消火”を赤色の四角で示しており、“消火”を省略してしまう使い方を赤い矢印による遷移で示している。

Table 3では、左側に各手順の詳細を、インプット、アクティビティ、アウトプットとして記述している。その右側に、トラブル情報をトラブルモード、トラブルモードを防ぐための留意点として記述している。また、対策情報を各トラブルモードに対して構造的に整理している。さらに、リスク因子と各因子がトラブルモードの発生に与える影響度を、定性的な表現で整理している。

プロセスのある単位をUP(ユニットプロセス)と呼び、使用手順を階層表現で表している。最も下位の単位

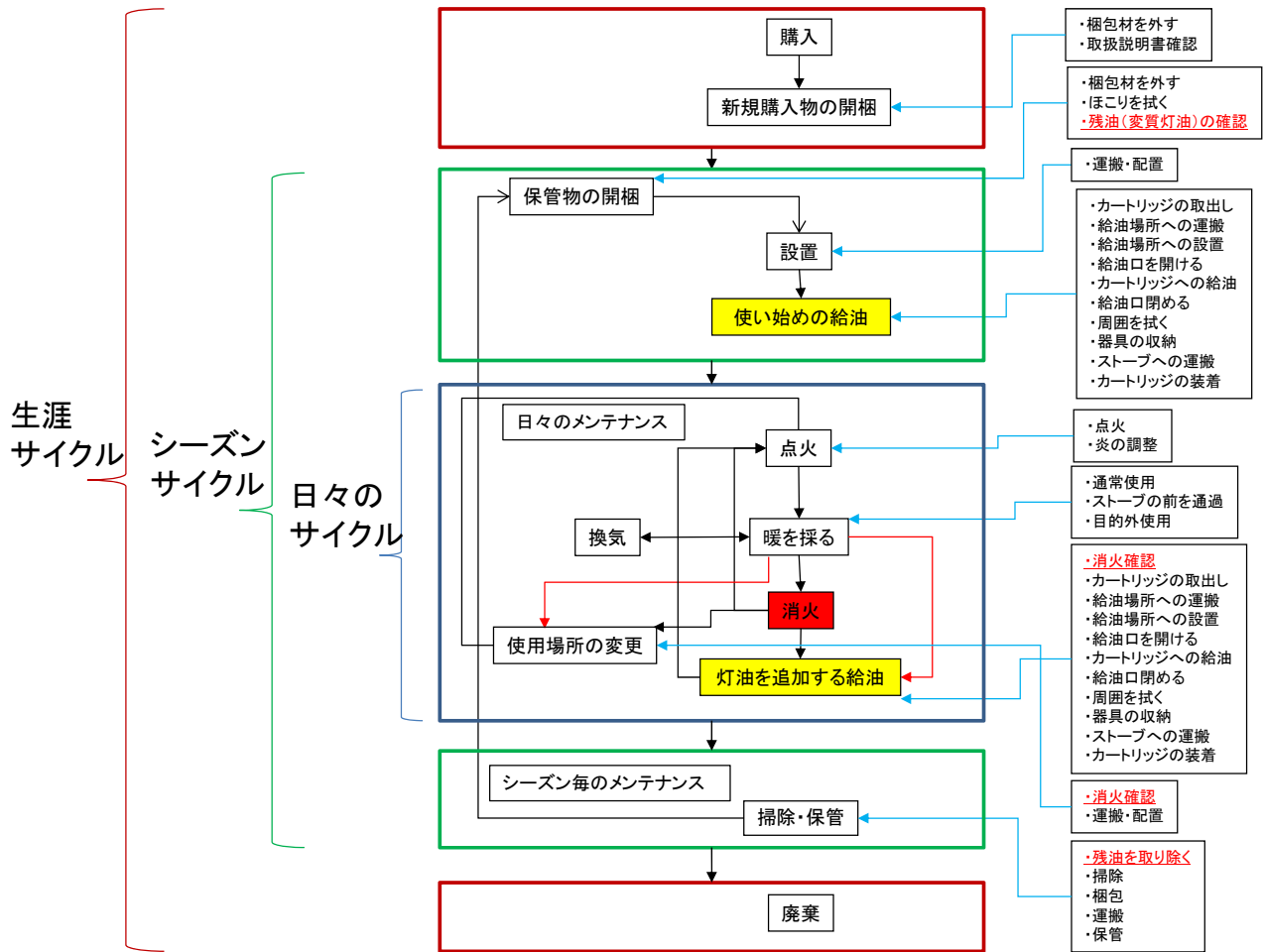


Fig.2 使用手順・状況のフロー¹³⁾

をEP(エレメントプロセス)と呼び、この単位でトラブルモードを捉える。

リスク因子は、製品の構造に関する「製品属性」、使用者の性質に関する「人属性」、使用環境の条件に関する「環境属性」、使用する状況に関する「状況因子」の4種類に分類して整理されている。リスク因子がトラブルモードの発生に与える影響としては、“ ”は当該因子によって当該トラブルモードの発生可能性が高まること意味する。同様に、“ ”は非常に高まること、“ ”は低まること、“ - ”はゼロになることを意味する。

対策は、トラブル発生までの時系列に沿って、未然防止(機会減少)、未然防止(リスク低減)、直前検出、影響緩和、早期発見、即時対応、連鎖防止の7種類に分類されている。

このように、適切な構造を定めた上でリスク因子や対策を整理することにより、関係者が保有している暗黙知を抽出することが促進され、適切な要素を過不足なく挙げる事が可能となる。

4.3. 機能3 関係者へのフィードバックの結果

(1) 専門家へのフィードバック

構築した製品安全知識ベースそのものを、製品安全設計DRに利用することが考えられる。対策のうち、「製品属性」を改良するものが製品安全設計へ直接的に活用できるものである。また、使用者の性質に関する「人属性」、使用環境の条件に関する「環境属性」、使用する状況に関する「状況因子」についても、それらの発現や影響を抑えるような設計を考慮することができれば、製品安全設計に活かすことができる。具体的には、製品設計によりリスクを下げられるトラブルモードとリスク因子を特定し、その設計を取り入れるのに必要なコスト、副作用などを検討することで、DRを実施する。例えば、「シーズン始め>給油>給油口を開ける」という手順では、「給油漏れ(問題モード)>灯油への引火(引火モード)」というトラブルモードが発生し得る。このトラブルモードの発生には、製品属性のうち、「ふたの形式」というリスク因子が関連している。「ワンタッチ式」であれば発生しにくくなり、「ねじ式」であれば発生しやすくなる。「ワン

質問意図	質問項目	選択肢	チェック	チェック	
家族構成	現在の家族構成(選択、複数可)	1人暮らし		大人が二人以上いる	診断結果を表示
		幼児(小学校前)がいる		お年寄りの方がいる	
		小学生がいる	1	認知症の人がいる	
		ペットがいる			
安全装置の確認	石油ストーブの購入時期(選択)	脳卒中後遺症の人がいる		頻尿の人がいる	クリア
		一年以内(PSCマークあり)	1	2年前~30年前くらい	
		30年以上前		持っていない	
(保有台数)	石油ストーブの保有台数(選択)	1台		複数	
環境属性	石油ストーブの使用場所(選択、複数可)	作業場(狭い)	1	キッチン・台所	
ガード柵の有無	石油ストーブにガード柵を使用しているか	使用している		リビング	
環境属性	ポリタンクの置き場所(選択)	屋内・作業場	1	屋内・玄関	
状況因子	灯油以外の燃料(ガソリン)を保管しているか	保管している		屋外・物置	
ポリタンクの属性	ポリタンクの容量(選択)	大きくて重い(18L程度)	1		
		給油用蛇腹ホースがあるか		蛇腹ホースがある	
		ポリタンクへの(灯油)ラベル付け		ラベル付けしている	
給油ポンプの属性	給油ポンプの駆動方式は電動式か	電動式			
		給油ポンプは給油が終わると勝手に止まるタイプか		止まらないタイプ	
本体の属性	ストーブについているスポイトは使用可能か	スポイト使用可能		スポイト使用可能	
		ストーブは一人で持ちやすい形状か	1	持ちやすい	
		消火レバーの位置は分かりやすいか		分かりにくい	
カートリッジの属性	カートリッジに燃料を入れた状態で持つと重く感じるか	重い			
		カートリッジの残油量は確認しやすいか		確認しにくい	
		カートリッジのふたの形式(選択)		ワンタッチ式	
		ねじ式(つばなし)		ねじ式(つばなし)	

Fig. 4 診断システムの入力画面の一部¹³⁾

プロセス構造		該当知識の抽出		全て表示		トラブル情報		アセスメントに 関する属性		対策						診断 結果	
サイクル	上位UP	下位UP	EP	注意事項	チェックポイント	トラブルモード(問題モード)	トラブルモード(引火モード)	関連する属性	未然防止(機会減少)	未然防止(リスク低減)	直前検出	影響緩和	早期発見	即時対応	連鎖防止		備考
日々		給油口を開める		こぼれないか確認する ふたを下にして灯油が漏れないこと		・灯油こぼれ	・灯油への引火	人の能力(認知能力)、ふたの締めやすさ	こぼれた灯油をふきとれるように雑巾などを用意しておく ・力の弱い人は給油を行わない		逆さにする直前にふたの締め具合を確認する		灯油がこぼれた場合はふたの締め付けを確認する	締め直す	給油は火の気のないところで行う		要注意
日々		周囲を拭く		こぼれた灯油は拭き取る			・灯油への引火	人の能力(認知能力)	こぼれた灯油をふきとれるように雑巾などを用意しておく				周囲に灯油こぼれがないか確認する	こぼれた灯油は必ずふき取る	給油は火の気のないところで行う		要注意
日々	給油(追加)	運搬		・カートリッジをぶついたり落としたりしないこと		・カートリッジ(ふた)の変形 ・灯油こぼれ ・運ぶ時に落とす ・運ぶ時に本人が転ぶ ・運ぶ時に倒れる ・運ぶ時に他の物にぶつける	・灯油への引火	運搬経路の環境	経路に障害物を置かないようにする	・障害物のある場所を通らない	周囲に気を付けてゆっくり運ぶ		ふたがきちんと閉まるか確認する	ふたが変形した場合ストープの使用をやめる	変形したものは取り換える		要注意
日々		カートリッジの装着		・持ち手をしっかりと持ってゆっくりとセットすること	セットがうまくいかない場合、ななめ締めがある	・カートリッジ(ふた)の変形	・火災(装填を繰り返すこと)	人の能力(筋力など)	・力の弱い人は給油を行わない		ぶつけないようにゆっくりとセットする		セットがうまくいかないときはふたがきちんと閉まっているか確認する	ふたが変形した場合ストープの使用をやめる	・変形したものは取り換える ・消火状態を確認してからセットする		注意が必要
日々		消火確認		・ツマミが消火位置にあること		・消火忘れ	・灯油への引火						消火を目視で確認する	消火する	消火状態になり、熱が引いたことを確認してからカートリッジを引き抜く		注意が必要

Fig. 5 診断システムの実出力結果の一部¹³⁾

タッチ式”にすることで、他のトラブルモードが発生しやすくなることはないため、この設計を取り入れるのに必要なコストについて検討し、設計変更を検討していく。

製品属性に関する対策のうち、効果が十分に高いと分かっており、常識的なコスト、副作用の範囲内で実施できるものについては、規制・ガイドラインとして組み込んでいくことが考えられる。例えば、上述した「ふたの形式」については、“ワンタッチ式”にすることの効果が十分に高いことが今後実証されれば、規制・ガイドラインとして組み込んでいくことが考えられる。

また、製品安全知識ベースを利用して参加型学習システムを構築し、それによって専門家が自身の保有知識を洗練することで、製品安全設計 DR や規制・ガイドライン制定に対する能力が向上し、全体としてレベルアップ

することが期待できる。本研究では、このような参加型学習システムの一形態として、使用者の使用状況に関する状況を入力することで、当該使用者の使用状況において起こりやすいトラブルモードと対策を絞り込んで出力する機能を持つ診断システムを設計した¹³⁾。

Fig. 4 に診断システムの入力画面の一部を、Fig. 5 に診断システムの実出力結果の例の一部を示す。入力画面で入力された使用状況の情報に基づいて、製品安全知識ベースを検索し、当該使用者の状況に対して発生しやすいトラブルモードに絞り込んだ結果が出力される。製品安全知識ベースにおいて、該当するリスク因子によって発生確率がやや高くなる (Table 3 で “ ” の関係が該当) トラブルモードは「注意が必要」、発生確率が大幅に高くなる (Table 3 で “ ” の関係が該当) トラブルモード

たとえ炎が見えなくても…

炎が見えない、炎がない暖房器具でも、「燃えるものが近くにあると引火する」などは、石油ストーブと同じです。
石油ストーブと同じように、「近くで洗濯ものを干さない」「近くでスプレー缶を使わない」「近づきすぎない」ように、注意しましょう。

— <炎が見えないストーブ・ヒーターの例> —

- ・石油ファンヒーター
- ・セラミックファンヒーター
- ・ガスファンヒーター
- ・カーボンヒーター
- ・電気ストーブ
- ・パネルヒーター
- ・ハロゲンヒーター

もっと詳しく知りたい方は…
経済産業省 商務流通グループ 製品安全課
TEL 03-3501-4707 まで

経済産業省 製品安全ガイドホームページ

詳しい情報はインターネットで! http://www.meti.go.jp/product_safety/

製品安全ガイド 検索

製品安全情報をさらに調べてみよう

消費者庁「事故情報データベースシステム」	http://www.jikojo.go.jp/ai_national/
(独)製品評価技術基盤機構「製品安全分野」	http://www.jiko.nite.go.jp/
(独)国民生活センター	http://www.kokusen.go.jp/

なにげなくしていませんか? こんなこと ～石油ストーブを安全につかうために～



※東京大学工学部研究科の安全知識構築化研究を参考に作成しました。

2012.02

**なにげなく
していませんか
こんなこと**

～石油ストーブの安全な使い方～

石油ストーブを使う手順で危険がひそんでいるのは、「給油」と「暖をとる」ときです。
あなたは安全な使い方をしていますか?

Fig. 6 作成したパンフレットの一部分¹⁴⁾

は「要注意」として出力される。ただし、リスクの絶対的な大きさは評価できていないため、機能4で使用状況データによる分析を通して評価していく必要がある。

このような診断システムを用いることにより、注目しているトラブルに関連する手順、リスク因子を特定し、効果的な対策を選定する作業を効果的に行うことができる。また、具体的な使用状況を想定しながら使用することにより、ターゲットとなる家庭環境における有効な対策に特化して検討することなどが可能になる。

(2) 使用者へのフィードバック

使用者に対してフィードバックする際には、専門家へのフィードバックとは少々事情が異なり、構築した製品安全知識ベースそのものではなく、分かりやすい表現にデフォルメしたものをを用いる方が有用な場合が多い。

本研究では、製品の設計やその周辺情報にはあまり興味のない一般ユーザーに対しては、製品安全知識ベースのうち重要な内容を易しく解説した一般広報が有効であり、製品の設計や自体やその周辺情報にも興味がある能動的・積極的使用者に対しては、製品安全知識ベースの内容をあまりデフォルメしないで分かりやすく提示できる、参加学習型ツールが有効であると考えた。

一般使用者を対象とする一般広報ツールとして、Fig. 6

に示すようなパンフレットを作成した¹⁴⁾。主婦を中心とするお年寄りや子供を含む家庭を想定して製品安全知識ベースからコンテンツを選定し、内容をわかりやすくポンチ絵風に仕立てた。対象者の手に適切に届くよう、主婦連合会に作成と配布を依頼した。

能動的・積極的を対象とする参加学習型ツールとしては、専門家へのフィードバック同様、診断システムを利用することとした。このシステムをWEB掲載するなどして広くアクセス可能にすることで、能動的・積極的使用者の学習意欲を刺激し、事故防止に対する意欲が高まることが期待できる。また、広く普及していけば、一般使用者による診断システムの利用も期待できる。

4.4. 機能4 知識ベースへのフィードバックの途中結果

(1)参加学習型ツールによる使用状況データの収集・蓄積

4.3 節で提示した診断システムを広くアクセス可能にして運用することにより、データを収集・蓄積する。本研究では、活動に参加した事業者の社員30名に診断システムの利用を依頼し、診断システムの実用性について検討した。その結果、いずれも数分で入力可能であり、使用に耐えうるとの評価を得た。

構築した診断システムは、WEB設置が可能であり、今後広くアクセス可能にすることにより、使用状況デー

タの収集・蓄積を行っていく予定である。

(2) 使用状況データの分析によるリスク因子の評価

収集・蓄積した使用状況データを分析することで、発生しているトラブルモードの傾向や人の傾向、環境・状況の傾向などを明らかにすることができる。

4.2 節で構築した製品安全知識ベースでは、リスク因子とトラブルモードの関係は定性的な表現にとどまっている。事故データとの対応付けにより、各リスク因子のトラブルモード発生に対する影響度の定量化が可能となる。この関係を知識ベースにフィードバックすることにより、第2段階の改善サイクルを回していく予定である。

5. 考察

5.1. 「製品安全知識の社会技術化モデル」の適用可能性

4章で記述した2010年度～2011年度の石油ストーブに関する活動により、実際に使用者側、提供側、事故対応側、行政側の関係者が組織化され、散在していたトラブル情報・暗黙知を集約し、製品安全知識ベースを構築して関係者にフィードバックすることができた。

当初は提供側と行政側の関係者だけで十分と考えていたが、その後、使用者側に主な問題があると予想されるトラブル情報については、主に事故対応側が把握していることが明らかになり、事故対応側の関係者を加えた。さらに議論を進めるうちに、提供側が想定していないような使い方を使用者がしていることが明らかになり、使用者側の関係者を加えて情報を補完した。使用者側を含めて議論を進めるうちに、構築した知識ベースは、提供側や事故対応側などの専門家には理解しやすいが、使用者側からするとやや理解が難しく、フィードバックの方法を工夫する必要があることが確認できた。4章で示した適用例は機能4の途中までであるが、提案モデルの適用可能性が一部示されたものと考えることができる。

活動が終了する時期に関係者に対してアンケートを行ったところ、知識を集約するモデルやプロセスが明確である点、専門家と使用者双方にフィードバックする点などが特に有意義であったという意見が得られた。また、活動が進むにつれて関係者の参加姿勢が積極的になり、活動の意義に対して理解が深まっていることが観測された。これらのことから、提案モデルの妥当性が一部示唆されたものと考えられる。

5.2. 提案モデルの社会実装に向けて

提案モデルの機能4以降も含めて社会に実装するためには、知識ベース・フィードバックツールをWEB公開して広くアクセス可能にし、実際にアクセスを増やして

情報収集可能にし、知識ベースのアップデートを可能にしていく必要がある¹⁰⁾。

知識ベース、フィードバックツールをアクセス可能にするためには、予算・インフラの確保が必要である。コストを誰が負担すべきかは製品や分野の状況に依存する。提供者側、使用者側に適切な負担配分となるよう、規制・管理側も制度や法規制を整える必要がある。

アクセス可能になった後に、実際にアクセスを増やして情報収集可能にするためには、提供者側、規制・管理側に加えて、使用者側、第三者評価機構、研究者など様々なプレーヤーによる普及活動が必要である。同時に、セミナー、WEBガイド、コンサルテーションなど、適用に関する各種ファシリテーションも重要である。

知識ベースのアップデートを可能にするためには、適切な情報収集の仕組みを整えた上で、収集した情報を分析して知識ベースをアップデートする仕組みを設計する必要がある。この部分に関しては、研究者が大きな役割を果たすことが期待される。

このように、提案モデルの社会実装には提供者側である事業者や業界だけでなく、様々なプレーヤーが連携しながらそれぞれの役割を果たしていくことが求められる。

5.3. 提案モデルの適用範囲

提案モデルの適用範囲としては、成熟段階にある製品がまず考えられる。今回適用した石油ストーブという製品は数十年前から存在し、基本となる製品技術については今後あまり技術革新のない分野であると考えられる。しかしながら、安全技術に関してはまだまだ開発途上であり、提案モデルを適用することは有用である。

発展途上で技術革新の続く分野では、刻々と製品仕様が変化していくため、提案モデルの適用には工夫が必要であろう。しかしながら、安全に関わる要素を適切に抽象化して抽出することができれば、規制やガイドラインの制定に大きく寄与するものと期待できる。

提案モデルは、トラブル情報から得られた知識ベースやフィードバックツールを用いて、主に事業者による製品安全設計と使用者への安全教育にフィードバックしながら全体のレベルアップを図っていくものである。したがって、製品を製造する事業者が日本国内に継続的に存在し、製品の生産量・使用量や類似の事故事例が一定数以上存在するような製品でない適用が難しい。それ以外の製品に対しては、提案モデルを直接的に適用することは難しいが、他製品への適用を通じた使用者教育により、間接的な効果は期待できる可能性がある。

5.4. 提供者側の利害関係の克服

ある製品に関する安全技術は、主に提供者側の企業努力によって進歩する。製品の安全性が優れていることは、

当該分野における競争優位要因の1つであり、提供者側の間には安全技術に関する利害関係が生じる。

しかしながら、“安全”や“環境”などの社会的影響が大きい要素に関しては、ある事業者が独占するよりも、社会全体で共有して向上させていった方が社会全体のメリットが大きい。安全知識の社会技術化は社会にとって重要であり、提供者側の間に生じる利害関係という阻害要因を克服していく必要がある。

今回の石油ストーブに関する活動では、企業秘密に近い情報も含めて暗黙知の集約ができた。この理由について考察すると、業界内外の関係があげられる。ある製品については、業界内で複数の企業が競争しているが、業界間競争がある場合には、業界内で協力した方が業界全体として有利になる。そのため業界間競争がある場合には業界内での協力に合意形成がしやすく、利害関係を克服できる可能性が高まる。今回の活動においても、関係者全員が必ずしも最初から積極的に関わっていたわけではないが、研究者が中心となって知識構造化の方法論を示し、社会技術化の意義等を示すことにより参加者の多くに行動変容が見られた。提案モデルに明示されていないが、当該製品に関する専門家に加えて、学識経験者・研究者が間に入り調整することは重要な要素であろう。

業界間競争が現時点でない場合、既に存在する規制をクリアすることや、製品としての競争優位を探し求める方に注力してしまいがちである。自社の製品が売れること以上に、業界全体の製品が安全であることが重要であるという方向に意識改革を進めることが必要であり、社会的合意形成の要素がより重要となる。

そのための方法論としては、例えば外国や他の地域、あるいは将来想定される技術などの仮想敵を設定することは有効であろう。また、安全は経済に優先してものであることが浸透するように社会の価値観を変えていくことも必要であり、規制・管理側が制度や法整備によって適切に誘導することや、研究者が世論醸成の役割を果たすことが重要であると考えられる。

5.5. 使用者への安全教育の意義

提案モデルでは、製品安全知識の知識ベースを構築した後のフィードバック対象として、専門家と使用者の2種類を考慮している。専門家内での調査・分析による製品安全設計へのフィードバックはよく行われているが、使用者の安全教育にフィードバックすることは、提案モデルの特徴といえる。

製品安全設計だけで製品事故を防ぐことは、様々な使用者層を想定した過剰品質を求められることになり、コスト面で難しい。使用者の安全教育によって使用者全体のレベルを上げることができれば、過剰な製品機能・構造や分厚い説明書を省くことができ、製品全体の価格を

抑えることができるというメリットがあり、業界全体の競争力が向上することが期待できる。

6. まとめ

本研究では、製品事故を低減して安全・安心社会を実現するための方法論として、製品安全に関わる関係者から製品安全知識を抽出し、製品安全設計と使用者への安全教育にフィードバックを行いながら、製品安全知識を社会技術化するモデルを提案した。具体的な製品として石油ストーブを取り上げ提案モデルの適用例を示した。

機能1から機能3までを適用した結果、当該製品に対する製品安全知識ベースを関係者を適宜増やしながら、構築することができた。また、構築した知識ベースに基づいて、専門家による製品安全設計と、使用者の安全教育にフィードバックするツールをそれぞれ構築し、実際にフィードバックを行うことができ、適用可能性が一部示された。提案モデルの効果を実際に計測して妥当性を評価するには至っていないが、活動に参加した参加者からは好意的な評価を得ており、提案モデルの妥当性が一部示唆されたものと考えられる。

提案モデルを実装することにより、提供者側の安全設計レベルが向上する、使用者側がより安全な製品を選べるようになる、規制・管理側がより適切な制度設計をできるようになるなど、社会全体としてのレベルアップが期待できる。

今後は、構築したフィードバックツールを運用することにより、使用者の使用状況に関する情報を収集・蓄積し、分析結果を知識ベースにフィードバックする機能4を実施していく。また、関係者や知識ベースへのフィードバックにより、実際に製品事故の防止に効果があるのかを評価し提案モデルの妥当性を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 経済産業省(2012)『製品事故』の定義』
http://www.meti.go.jp/product_safety/producer/point/03-1.html
[2012. September 24]
- 2) 原山保人(2008)『製品事故の防止に向けて』,平成20年度製品安全総点検セミナー講演資料
- 3) 経済産業省(2012)『製品安全ガイド』
http://www.meti.go.jp/product_safety/kensaku/index.html [2012, September 24]
- 4) 製品評価技術基盤機構(2012)『事故情報の検索』,
<http://www.jiko.nite.go.jp/php/jiko/index.html> [2012, September 24]

- 5) 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
- 6) 消費者庁, 独立行政法人国民生活センター(2012)『事故情報データバンクシステム』
http://www.jikojo.go.jp/ai_national/ [2012, September 24]
- 7) 堀井秀之(2004)『問題解決のための「社会技術」』中公新書
- 8) 堀井秀之(2006)『安全・安心のための社会技術』東京大学出版会
- 9) 堀井秀之(2012)『社会技術論：問題解決のデザイン』東京大学出版会
- 10) Yoshinori Iizuka, Masahiko Munechika and Satoko Tsuru (2011). *Concept of Socio-technology for Healthcare*, Proc. 55EOQ (CD-ROM)
- 11) 本村陽一, 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
- 12) 平成22年度安全知識構造化検討委員会(2011)『平成22年度製品に係る広報・普及事業 安全知識構造化検討委員会報告書』
- 13) 平成23年度安全知識構造化検討委員会(2012)『平成23年度商取引適正化・製品安全に係る事業(消費者への製品安全情報の周知のあり方等に関する調査研究)報告書』
- 14) 経済産業省, 主婦連合会(2012)『なにげなくしていませんか こんなこと ~石油ストーブを安全に使うために~』パンフレット

謝辞

本研究は, 2010年度製品に係る広報・普及事業安全知識構造化検討委員会, および2011年度商取引適正化・製品安全に係る事業(消費者への製品安全情報の周知の在り方等に関する調査研究)安全知識構造化検討委員会を実施した結果を出発点として, その過程・意義について再度考察することから始まったものです。したがって, 安全知識構造化委員会における活動内容そのものが, 直接的・間接的に本研究に広く反映されています。

安全知識構造化委員会の委員をはじめとする関係者のみなさま(特に, 恒川勝己氏・小田泰由氏・大高浩氏)にこの場をお借りして謝意を表します。

SOCIO-TECHNOLOGIZING OF CONSUMER PRODUCT SAFETY KNOWLEDGE -PRODUCT SAFETY DESIGN AND SAFETY EDUCATION FOR USERS BASED ON ANALYSIS OF TROUBLE INFORMATION ON OIL STOVE-

Shogo KATO¹, Satoko TSURU², Yoshinori IIZUKA³, Kento FUJII⁴, Daisuke OKAMOTO⁵,
and Ryoko SHIMONO⁶

¹Ph.D. (Engineering) Assistant Professor, The University of Tokyo Dept. of Chemical System Engineering
(E-mail: kato@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

²Ph.D. (Medicine) Professor, The University of Tokyo Dept. of Chemical System Engineering
(E-mail: tsuru@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

³Ph.D. (Engineering) Senior Fellow, The University of Tokyo Dept. of Chemical System Engineering
(E-mail: iizukay@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

⁴M.A. (Engineering) Sumitomo Chemical Co., Ltd. Ehime Plant (E-mail: fujiik1@sc.sumitomo-chem.co.jp)

⁵B.A. (Engineering) Master Course Student, The University of Tokyo Graduate School of Interdisciplinary
Information Studies (E-mail: qq126402@iii.u-tokyo.ac.jp)

⁶Ph.D. (Engineering) Assistant Professor, The University of Tokyo Dept. of Chemical System Engineering
(E-mail: shimono@tqm.t.u-tokyo.ac.jp)

There are many product accidents caused by both poor considerations on product design and inappropriate way of use by users. It is crucial to reduce product accidents to achieve "safe and secure society." It is effective to visualize, structure, and reuse both trouble information and implicit knowledge, which lies scattered among users, providers, accident responders, and so on. However, a well-defined methodology for such activities has not been established.

In this study, we propose a comprehensive methodology for socio-technologizing product safety knowledge, through extracting the knowledge from various players and feeding back them to product design and safety education for users. We also show an example of the application of the proposed methodology, by applying it to oil stove.

Key Words: *implicit knowledge, knowledge reuse, structured knowledge, trouble prediction, trouble prevention*