

# 高齢者のガスこんろ，ストーブの誤使用事故を対象としたフルプルーフ設計の有効性評価

## EVALUATING EFFECTIVENESS OF FOOLPROOF DESIGN FOR ACCIDENTS CAUSED BY MISUSE OF STOVE AND HEATER BY ELDERLY PEOPLE

川口 昇<sup>1</sup>・張 坤<sup>2</sup>・福田 隆文<sup>3</sup>・三上 喜貴<sup>4</sup>

<sup>1</sup>修士 長岡技術科学大学 大学院工学研究科 博士後期課程 (E-mail:s155048@stm.nagaokaut.ac.jp)

<sup>2</sup>博士 長岡技術科学大学 原子力システム安全工学専攻 特任講師 (E-mail:kunzhang@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>3</sup>博士 長岡技術科学大学 大学院技術経営研究科 システム安全専攻 教授 (E-mail:t-fukuda@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>4</sup>博士 長岡技術科学大学 大学院技術経営研究科 システム安全専攻 教授 (E-mail:mikami@kjs.nagaokaut.ac.jp)

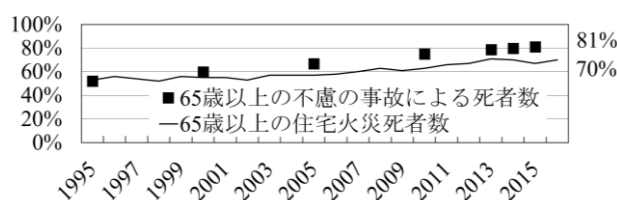
住宅火災による 65 歳以上の高齢者の死者数は，2016 年に全年齢の 70%に達した。火災の主な原因は，ガスこんろ，石油ストーブ，電気ストーブの「誤使用・不注意な使い方」であり，これらの事故の削減は社会的に重要な課題である。本研究では，製品評価技術基盤機構の事故情報データベースの個票に記載されている「事故通知内容」と「事故原因」の項目の情報を活用し，これらの 3 製品を対象に事故分析を行った。その上で，製品に搭載されている事故対策機能の効果を定量的に比較・分析し，高齢者による「誤使用・不注意な使い方」があっても事故に至らない「フルプルーフ設計」による事故対策機能の有効性を示した。

**キーワード：**フルプルーフ設計，高齢者，誤使用・不注意な使い方，ガスこんろ，ストーブ

### 1. はじめに

高齢化が進展する中，65 歳以上の高齢者の不慮の事故による死者数の構成比は増加を続け，1995 年の 52%から 2015 年には 81%に達した。放火自殺者を除く住宅火災による 65 歳以上の高齢者の死者数の構成比も増加を続け，1995 年の 54%から 2016 年には 70%に達した (Fig1 参照)。また，消防統計<sup>1)</sup>によると，火災の主な原因は，放火自殺およびたばこを除くと，ガスこんろ，石油ストーブ，電気ストーブである。高齢者の住宅火災の実態を把握するために，これらの 3 製品による 65 歳以上と 65 歳未満の死者数および人口 10 万人あたりの死者数を算出し比較を行い，結果を Table 1 に示した。65 歳以上の高齢者の 10 万人あたりの死者数を 65 歳未満と比較したところ，ガスこんろは 10 倍，石油ストーブは 19 倍，電気ストーブは 13 倍であった。

こうした状況の中，事故の削減にむけて，政府広報オンラインおよび，東京消防庁広報テーマにおいて，高齢者の消費生活関連の製品事故は石油ストーブ，ガスこんろ，電気ストーブの「誤使用や不注意な使い方」が原因であるとして，注意喚起を行っている<sup>2) 3)</sup>。しかしながら，高齢者の住宅火災による死者の構成比の推移が示す通り，注意喚起だけでは，不十分であり，「誤使用や不注意な使い方」があっても事故に至らない事故対策が重要



出典：消防統計<sup>1)</sup>，人口動態統計<sup>4)</sup> (放火自殺者を除く)

Fig.1 65 歳以上の死者数の全死者数に占める構成比と住宅火災による 65 歳以上の死者数の構成比

Table 1 住宅火災の発火源別死者数の年齢比較

品名	年齢	65 歳未満に対する 65 歳以上の倍率		
		65 歳未満	65 歳以上	倍率
ガス こんろ	10 万人あたり実数	0.01 人	0.10 人	10 倍
	10 万人あたり実数	0.01 人	0.19 人	19 倍
石油 ストーブ	10 万人あたり実数	0.01 人	0.13 人	13 倍
	10 万人あたり実数	0.01 人	0.19 人	19 倍

出典：消防統計より筆者らが集計 (たばこおよび放火自殺者を除く主要な 3 発火源，2011 年)

である。

高齢者に関連する安全規格として、ISO/IEC Guide 71に基づくJIS Z 8071<sup>9)</sup>がある。第一版は2003年に発行され、2017年には第二版が「規格におけるアクセシビリティ配慮のための指針」として発行されている。加えて、視覚的配慮、聴覚的配慮、触覚的配慮、包装・容器、消品、施設・設備、情報通信、コミュニケーション、その他の分野にわたり30以上のJIS規格が発行されており、高齢者および障害者の身体的な特質を考慮した具体的な基準が規定されている。

高齢者の製品安全に関して、以下の先行研究がある。倉片<sup>10)</sup>は、だれもが使用できる製品やサービスの供給、安心して生活できる環境整備の実現に対する社会的要求に答え、高齢者・障害者の特性を参照し、適合するように製品を設計するために、産業技術総合研究所が作成した「高齢者・障害者の感覚特性データベース」の概要を紹介している。相良ら<sup>11)</sup>は、認知能力が低下した高齢者が継続使用可能な家電などのデザインの方法について7つの知見を述べている。久本<sup>12)</sup>は、誤使用不注意事故の防止が課題であり、事故を撲滅するには注意喚起ではなく、ヒューマンエラーを誘発しにくい製品設計を行うべきとしている。徳田ら<sup>13)</sup>は、高齢者の身体機能の変化による自立支援に有効とされる福祉用具の製品性能の変遷を時系列的にとらえるために基礎調査を行い、福祉用具が備えるべき使いやすさの条件としてフルプールの重要性を述べている。

しかしながら、これらの安全規格や研究は、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」を防ぐことが目的であり、「誤使用・不注意な使い方」が発生した時に事故に至らない製品のありかたを示しているものではない。「誤使用・不注意な使い方」があっても事故に至らない考え方としては、フルプールがある。フルプールは、JIS Z 8115:2000<sup>10)</sup>によると、「人為的に不適切な行為又は過失などが発生しても、アイテムの信頼性および安全性を保持する性質」であると定義されている。

こうしたことを背景に、本研究では、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」に起因する、ガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブの事故の実態を分析し、規制および工業会の要求により搭載された各種の事故対策機能の効果を推計し、フルプール設計による事故対策機能の有効性を示すことを目的とする。

## 2. 規制の現状

まず事故対策の現状を把握するために、ガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブの規制について整理する。

### 2.1. ガスこんろの規制

ガスこんろは、2008年10月1日に「ガス事業法」<sup>14)</sup>および「液化石油ガスの保安の確保および取引の適正化に関する法律」<sup>12)</sup>により製品指定された。背景は、天ぷら油火災などの事故状況をかながみて、危険の発生を防止するためである。製品指定にともない、製造・輸入事業者は、国が定めた安全基準を満たし、PSTG又はPSLPGマーク<sup>13)</sup>を表示することが義務付けられている。省令において定める技術基準は、調理油過熱防止装置と立ち消え安全装置の搭載を求めている。対象となる安全規格は、JIS S 2103<sup>14)</sup>であり、一般財団法人日本ガス機器検査協会のJIA認証<sup>15)</sup>も実施されている。(Table2 参照)

### 2.2. 石油ストーブの規制

石油ストーブは、「消費生活用製品安全法」<sup>16)</sup>の特定製品として2009年4月に製品指定された。背景は、近年の事故実績をかながみて、危険の発生を防止するためである。製造・輸入事業者は、国が定めた安全基準を満たし、PSC<sup>17)</sup>マークを表示することが義務付けられている。省令において定める技術基準は、灯油漏れ対策として「気密油タンク給油口のふたが開閉状態を判別でき、音、目視又は感触で確認できること」を求めている。加えて給油時自動消火装置、不完全燃焼防止装置、転倒消火装置の搭載の搭載を求めている。対象となる安全規格は、JIS S 2019<sup>18)</sup>であり、一般財団法人日本燃焼機器検査協会のJHIA認証<sup>19)</sup>も実施されている。(Table2 参照)

### 2.3. 電気ストーブの規制

電気ストーブは、2001年の「電気用品安全法」<sup>20)</sup>の制定時より特定電気用品以外の電気用品に指定された。製造・輸入事業者は国が定めた安全基準を満たし、PSE<sup>21)</sup>マークを表示することが義務付けられている。省令において定める技術基準は、製品が転倒している状態では通電しない構造を求めている。電機業界は、業界自主基準として1995年より転倒時電源停止装置を搭載しており、省令は2017年3月から同機能を要求している。対象となる安全規格は、JIS C 9202<sup>22)</sup>である。(Table2 参照)

## 3. 分析方法

本章では、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」に起因する、ガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブ事故の実態の分析方法について述べる。分析を行うためには、事故の原因となった製品、被害の種類、事故原因、年齢、事故対策機能の有無などの情報が必要である。そこで、これらの情報を含む唯一の公開データである独立行政法

Table 2 ガスこんろとストーブに関連する規制・事故対策・安全規格・認証制度の比較

製品名 関連事項	ガスこんろ	ストーブ	
		石油ストーブ	電気ストーブ
法律	ガス事業法, 液化石油ガスの保安の確保および取引の適正化に関する法律	消費生活用製品安全法	電気用品安全法
製品指定	ガス規制対象品目に 2008 年 10 月 1 日に指定 (平成 20 年政令第 4883 号)	特別特定製品以外の特定用品に 2009 年 4 月 1 日に指定 (平成 20 年政令第 70 号)	特定電気用品以外の電気用品に 2001 年の法律施行から指定 (別表 2 に品目指定あり)
対象	ガスの消費量の総和が 14 キロワット (ガスオーブンを有するものは, 21 キロワット) 以下のもので, こんろパーナー 1 個当たりのガスの消費量が 5.8 キロワット以下のもの	灯油の消費量が, 12 キロワット (開放燃焼式のものであって自然通気型のものにあっては, 7 キロワット) 以下のものに限る	電熱器具で, 定格電圧が 100 ボルト以上 300 ボルト以下および定格消費電力が 10 キロワット以下で, 交流の電路に使用するもの
要求事項 認証マーク	製造・輸入事業者は, 技術上の基準を満たし PSTG マーク, 又は PSLPG マークを表示した上で販売しなければならない	製造・輸入事業者は, 技術上の基準を満たし PSC マークを表示した上で販売しなければならない	製造・輸入事業者は, 技術上の基準を満たし, PSE マークを表示した上で販売しなければならない
背景	危険の発生を防止するため, ガス用品として新たにガスこんろを追加	近年の事故実績にかんがみ, 石油燃焼機器を特定製品として追加	首都直下地震緊急対策推進基本計画による要求, 輸入品対策,
省令において定める技術基準における要求事項	調理油過熱防止装置 / 立ち消え安全装置の搭載を義務づけた技術基準を追加	気密油タンク給油口のふたは, 閉状態を判別でき, 閉まったことが音, 目視, 感触で確認できる / 給油時自動消火装置 / 不完全燃焼防止装置 / 転倒消火装置	製品が転倒している状態では通電しない構造を追加要求, 転倒時電源停止装置 (2017 年 3 月に電安法技術基準解釈通達の改正で強制化, 業界自主基準は 1995 年)
安全規格 義務化	JIS S 2103 (自己適合確認) 省令の要求事項を規格に反映	JIS S 2019 (自己適合確認) 省令の要求事項を規格に反映	JIS C 9202 (自己適合確認) 省令の要求事項を規格に反映
第三者認証	JIAC 001-14JIA (認証-任意)	JHIAS-2036 JHIA (認証-任意)	無し (自己適合)

出典: 経済産業省, ガス事業法, 消費者生活安全法, 電気用品安全法, および各省令, JIS S 2103, JIAC 001-14, JIS 2019, JIS C 9202 から抜粋し筆者らが作成

人製品評価技術基盤機構 (以下 NITE) の事故情報データベースからデータを抽出し, 以下の分析を行った。

### 3.1. データの抽出と分析

#### (1) 高齢者の製品事故データの抽出と分析

高齢者の製品事故の特徴を整理するために, 以下の手順で分析を行った。

- ① 2000 年から 2014 年の NITE の事故情報データベースに登録されたすべてのケースから, 被害者が年齢不明のケースを除く。
- ② NITE の年齢区分は高齢者の区分は消防統計と異なり 65 歳以上ではなく, 60 歳以上であるので, データベースを 60 歳以上と 60 歳未満に分ける。
- ③ 「誤使用・不注意な使い方」が原因となった事故の人口 10 万人あたりの被害者数を算出し, 比較する。

#### (2) 高齢者の「誤使用・不注意な使い方」による製品事故データの抽出と分析

高齢者の「誤使用・不注意な使い方」による, 事故の特徴を整理するために, 以下の手順で分析を行った。

- ① 事故情報データベースに登録された, ガスこんろ, 石油ストーブ, 電気ストーブの「誤使用・不注意な使い方」に起因する事故の個票を抽出する。
- ② 抽出された 1,704 件の個票をもとに, 「事故通知内容」と「事故原因」の項目より, 各々の製品の「事故の種類」と事故の原因となった「誤使用・不注意な使い方」について, 3 種類の製品の特性に対応した固有の細分類を行い, 事故の特徴を整理する。  
具体的な分類の詳細については 4.1 節, 4.2 節, 4.3 節の分析結果を参照されたい。

#### (3) 事故対策機能の評価データの抽出と分析

(2) 項と同様に, 事故情報データベースに登録された各個票をもとに, 該当する全ての個票の「事故通知内容」

と「事故原因」の記載内容により、事故対策機能の有無を調べ、対策前と対策後の事故件数の比較を行い、搭載された事故対策機能の有効性について評価を行う。しかしながら、NITEの事故情報データベースは、全ての個票に事故対策機能の有無が必ずしも記載されていない。そこで、筆者らは独自の抽出方法を試み、事故対策機能の記載がない場合は、次の手順で事故対策機能の有無の判断を行った。

- ① 事故対策が搭載された年と事故発生日を比較し、事故対策機能が搭載される以前の事故については、事故対策機能は搭載されていないと判断する。
- ② 事故発生日が、事故対策機能が搭載された日以降の場合は、製品の使用期間より製造年を算出し、製造年が対策機能搭載年以前である場合は機能が搭載されていないと判断し、以降の場合は機能が搭載されていると判断する。

以上の推計結果をもとに、各々の製品の事故対策機能が搭載される前と搭載された後の100万台あたりの事故件数を各年毎に計算し、年平均事故件数を算出した。その上で、事故対策前と事故対策後の100万台あたりの事故件数を比較する事により、各々の事故対策機能の事故削減率を算出し、定量的に評価した。なお本研究において、事故削減率は、事故対策後の100万台あたりの事故件数を、事故対策前の100万台あたりの事故件数で割った数字を、1から引き%で表示したものと定義した。

### 3.2 事故件数の算出方法

本研究で使用するNITEのデータは開始年が2000年、最終年が2014年であることより、下記の通り定義する。

$$J=2000 \text{ 年}, k=2014 \text{ 年}$$

次に各年度の事故件数を下記の通り定義する。

$$X1_i: i \text{ 年における事故件数}$$

また各年度の事故対策機能付き製品の普及台数を下記の通り定義する。

$n1_i$ :  $i$ 年における事故対策機能付き製品の普及台数  
これらの数値より下記の式が求められる。

$$\text{事故対策機能有の 100 万台あたりの事故件数} =$$

$$\frac{\sum_{i=j}^k \frac{X1_i}{n1_i}}{(k-j)+1} \times 1,000,000$$

同様に、事故対策機能無しは下記の通りと定義する。

本研究におけるNITEのデータの開始年が2000年、最終年度が2014年であることより下記の通り定義する。

$$J=2000 \text{ 年}, k=2014 \text{ 年}$$

次に各年度の被害者数を下記の通り定義する。

$$X2_i: i \text{ 年における事故件数}$$

また各年度の事故対策機能無しの製品の普及台数を下記の通り定義する。

Table 3 人口10万人あたりの製品事故の原因・事故の種類、年齢別被害件数比較(2000年~2014年、放火自殺者を除く)

事故原因	60歳未満	60歳以上	60歳未満に対する60歳以上の倍率
誤使用・不注意な使い方	0.27件	0.63件	2.3倍
重大製品事故(内数)	0.19件	0.43件	2.3倍
死亡事故(内数)	0.03件	0.17件	6倍

出典：NITE 事故情報データベースから筆者らが集計

$n2_i$ :  $i$ 年における事故対策機能付き製品の普及台数  
これらの数値より下記の式が求められる。

$$\text{事故対策機能無しの 100 万台あたりの事故件数} =$$

$$\frac{\sum_{i=j}^k \frac{X2_i}{n2_i}}{(k-j)+1} \times 1,000,000$$

なお本研究では、事故対策機能搭載の製品普及台数を試算するにあたり、製品の買い替え期間をメーカーによる家庭用製品の有料点検の期間の目安である製造後10年<sup>2)</sup>とした。また、転居や故障などにもなう買い替えによる普及台数の変化は、本研究の目的とする精度には影響を与えないと判断し、考慮しないこととした。

## 4. 分析結果

2000年から2014年までのNITEの事故分析結果をもとに、人口10万人あたりの製品事故の原因・事故の種類、年齢別被害件数の比較を行い、Table 3に示す。

人口10万人あたりの事故件数を、60歳以上の高齢者と60歳未満と比較したところ、「誤使用・不注意な使い方」による事故は2.3倍、重大製品事故件数も2.3倍、死亡事故は6倍という比率で、60歳以上の高齢者の事故率が高かった。また、高齢者の事故の原因となった主な製品は、ガスコンロ、石油ストーブ、電気ストーブであり、各々の製品の「誤使用・不注意な使い方」による事故の割合は、各々84%、71%、50%と最も高く、NITEの事故情報データベースの結果も経済産業省および消防庁の発表と同様であることが確認できた。

事故対策機能の内容を整理するために、まず、各製品に搭載されている事故対策機能を、フルプルーフ設計による事故対策機能、人の安全確認による事故対策機能、注意喚起に分類し、各機能の名称および手法をTable 4に整理した。その上で、次節以降に分析結果を示す。

Table 4 ガスこんろとストーブに関連する事故対策の種類と機能

製品名 対策の種類	ガスこんろ	ストーブ	
		石油ストーブ	電気ストーブ
フルプルーフ設計による事故対策機能	・ Si センサー <sup>24)</sup> ：(2008年10月, ※4月) ① 調理油過熱防止装置(全口温度センサーで鍋底の温度を測定し, 調理油等に引火する前に火力を調整) ② 焦げ付き消火機能 ③ 立ち消え安全装置(ガスを停止) ④ こんろ消し忘れ消火機能 追加機能：グリル消し忘れ消火機能	・ 給油タンクの取り外し時の消火装置(2009年4月) ・ ワンタッチ給油口ふた構造(2009年4月) ・ 耐震自動消火装置(1973年)	・ 転倒時電源停止装置(2017年3月, ※1995年)
( )：規制による義務化年度 ※：業界自主基準年度			
人の安全確認による事故対策機能	該当なし	ワンタッチ給油口ふた構造は, ロック状態の確認が必要.	該当なし
注意喚起	グリル内火災, 食品引火, 可燃物引火	洗濯物引火, 可燃物引火	洗濯物引火, 可燃物引火

出典：JIS S 2103, JIA C001-14 規格書, JIS2019, JIS C 9202 から抜粋し筆者らが作成

#### 4.1. ガスこんろの分析結果

ガスこんろの事故の原因となった、「誤使用・不注意な使い方」に起因する 808 件の事故データベースの個票をもとに、「事故の種類」と「誤使用・不注意な使い方」を以下の通りに分類・定義し分析を行った。

「事故の種類」の分類と定義

- ・ 天ぷら油発火：天ぷら油が過熱し出火
- ・ 可燃物引火：周囲の可燃物, 衣類に引火
- ・ グリル内発火：魚などを焼くグリル内部から出火
- ・ 過熱・空焚き：空のアルミ鍋などが過熱融解して可燃物に接触し引火
- ・ 食品引火：こんろで調理中に食品に引火

「誤使用・不注意な使い方」の分類と定義

- ・ 調理時の危険な操作：火と可燃物との接触など
- ・ 消火せず放置：電話等に気を取られ過熱を続ける
- ・ 消火せず外出：火を消さず外出し過熱を続ける
- ・ 消火せず就寝：火を消さず就寝し過熱を続ける

Table 5 で示す通り、「事故の種類」については、「天ぷら油発火」は 54%、「可燃物引火」は 17%、「グリル内発火」は 15%と、3 項目合計で事故全体の 86%を占める。

「誤使用・不注意な使い方」については、「消火せず放置」は 82%、「消火せず外出」は 7%と 2 項目合計で事故全体の 89%を占める。「事故の種類」が、「天ぷら油発火」、「可燃物引火」、「グリル内発火」で、かつ「誤使用・不注意な使い方」が「消火せず放置」、「消火せず外出」が原因の事故は、全体の 80%を占める。

次に、事故対策機能である Si センサー<sup>24)</sup>およびグリル消し忘れ消火機能について、2.2.節の式を使い、事故対策前と対策後の 100 万台あたりの事故件数を Table 6 に示す。Si センサー搭載後は、「食品引火」、「過熱・空焚き」の事故は発生しておらず、対策効果が高いことが示された。

Si センサー搭載後、「天ぷら油発火」の事故削減率は 97.6%で、事故は 42 分の 1 に削減された。「可燃物引火」の事故削減率は 91.6%で、事故は 12 分の 1 に削減された。「グリル内発火」の事故削減率は 67.9%で、事故は 3 分の 1 に削減された。事故対策後の「事故の種類」に対する事故削減効果は、各々異なる結果となった。

#### 4.2. 石油ストーブの分析結果

石油ストーブの事故原因となった、「誤使用・不注意な使い方」に起因する 686 件の事故データベースの個票をもとに、「事故の種類」と「誤使用・不注意な使い方」を以下の通りに分類・定義し分析を行った。

「事故の種類」の分類と定義

- ・ 灯油漏れ引火：漏れた灯油に引火する。
- ・ 可燃物引火：周囲の可燃物, 衣類に引火
- ・ 洗濯物引火：ストーブ上で洗濯物を乾燥中に引火
- ・ ガソリン引火：灯油と間違えガソリンを給油
- ・ 異常燃焼：燃焼筒のずれなどにより異常燃焼が発生

「誤使用・不注意な使い方」の分類と定義

- ・ 給油時の危険な操作：灯油タンクのキャップ閉め忘れまたは緩み, 灯油と間違えガソリンを給油など
- ・ 点火時の危険な操作：灯油漏れを確認せず点火など
- ・ 暖房時の危険な操作：熱源と可燃物との接触など
- ・ 消火せず放置：他の部屋に移動し暖房を続ける
- ・ 消火せず外出：外出にも関わらず暖房を続ける
- ・ 消火せず就寝：就寝にも関わらず暖房を続ける

Table 7 で示す通り、「事故の種類」については、「灯油漏れ引火」は 36%、「可燃物引火」は 22%、「洗濯物引火」は 19%、「ガソリン引火」は 11%と、4 項目合計で事故全体の 88%を占める。「誤使用・不注意な使い方」については、「給油時の危険な操作」は 41%、「点火時の危険な

Table 5 ガスこんろが原因の事故の内訳 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」(2000年～2014年)

事故の種類 誤使用・ 不注意な使い方	事故の種類						合計
	天ぷら油 発火	可燃物 引火	グリル内 発火	過熱空 焼き	食品引火	他	
調理時の危険な操作	0%	4%	1%	0%	0%	0%	5%
消火せず放置	51%	12%	12%	4%	2%	0%	82%
消火せず外出	3%	0%	2%	1%	0%	0%	7%
消火せず就寝	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
他	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%
合計	54%	17%	15%	6%	3%	5%	100%

出典：NITE 事故情報データベースの対象数 808 件の個票より筆者らが集計

Table 6 ガスこんろの 100 万台あたりの事故件数比較 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」(2000年～2014年)

Si センサーの搭載	事故の種類						合計
	天ぷら油 発火	可燃物 引火	グリル内 発火※注 1	過熱空 焼き	食品引火	他	
搭載有り	0.015 件	0.013 件	0.039 件	0.000 件	0.000 件	0.058 件	0.126 件
搭載無し	0.634 件	0.157 件	0.123 件	0.068 件	0.032 件	0.041 件	1.055 件
搭載後の事故削減率	97.6%	91.6%	67.9%	100%	100%	-42.1%	88.0%
搭載後の事故比率	42 分の 1	12 分の 1	3 分の 1				8 分の 1

出典：NITE 事故情報データベース，一般社団法人日本ガス石油機器工業会出荷実績と予測，内閣府主要耐久消費財の時系列表平成 16 年 3 月より筆者らが作成，※注 1：追加搭載されたグリル消し忘れ消火機能によりグリル内発火の事故対策を実施

Table 7 石油ストーブが原因の事故の内訳 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」(2000年～2014年)

事故の種類 誤使用・ 不注意な使い方	事故の種類						合計
	灯油漏れ 引火	可燃物 引火	洗濯物 引火	ガソリン 引火	異常燃焼	他	
給油時の危険な操作	30%	0%	0%	11%	0%	0%	41%
点火時の危険な操作	6%	0%	0%	0%	3%	1%	10%
暖房時の危険な操作	0%	13%	16%	0%	4%	1%	35%
消火せず放置	0%	2%	1%	0%	0%	0%	3%
消火せず外出	0%	3%	1%	0%	0%	0%	4%
消火せず就寝	0%	3%	1%	0%	0%	0%	4%
他	0%	1%	0%	0%	0%	3%	3%
合計	36%	22%	19%	11%	7%	5%	100%

出典：NITE 事故情報データベースの対象数 686 件の個票より筆者らが集計

Table 8 石油ストーブ 100 万台あたりの事故件数比較 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」(2000年～2014年)

事故の種類 ワンタッチ 給油口ふたの搭載	事故の種類						合計
	灯油漏れ 引火	可燃物 引火	洗濯物 引火	ガソリン 引火	異常燃焼 ※注 2	他 ※注 2	
搭載有り	0.100 件	0.000 件	0.000 件	0.034 件	0.034 件	0.088 件	0.256 件
搭載無し	0.582 件	0.371 件	0.310 件	0.160 件	0.100 件	0.045 件	1.569 件
搭載後の事故削減率	82.9%	100%	100%	78.8%	66.0%	-93.4%	83.7%
搭載後の事故比率	6 分の 1			5 分の 1	3 分の 1		6 分の 1

出典：NITE 事故情報データベース，一般社団法人日本ガス石油機器工業会出荷実績と予測，内閣府主要耐久消費財の時系列表平成 16 年 3 月より筆者らが作成，※注 2：ワンタッチ給油口ふたは，灯油漏れ引火にのみ有効で，他の事故への対策効果はない。

Table 9 電気ストーブが原因の事故の内訳 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」(2000年～2014年)

誤使用・不注意な使い方	事故の種類	可燃物引火	洗濯物引火	短絡発熱	転倒引火	他	合計
暖房時の危険な操作		35%	10%	2%	2%	1%	50%
電源を切らず放置		3%	0%	0%	0%	0%	3%
電源を切らず外出		1%	0%	0%	0%	0%	1%
電源を切らず就寝		33%	1%	0%	0%	1%	35%
他		7%	0%	4%	0%	0%	11%
合計		79%	11%	6%	2%	2%	100%

出典：NITE 事故情報データベースの対象数210件の個票より筆者らが集計

操作」は10%、「暖房時の危険な操作」は35%と、3項目合計で事故全体の86%を占める。「事故の種類」が、「灯油漏れ引火」、「可燃物引火」、「洗濯物引火」、「ガソリン引火」で、かつ「誤使用・不注意な使い方」が、「給油時の危険な操作」、「点火時の危険な操作」、「暖房時の危険な操作」が原因の事故は、全体の76%を占める。

次に、事故対策機能である給油タンク取り外し時の消火装置とワンタッチ給油口ふた構造が対策効果をもつ灯油漏れ引火について、事故対策前と対策後の100万台あたりの事故件数を、2.2節の式を使い、Table 8に示す。対策後、「灯油漏れ引火」の事故削減率は82.9%で、事故は6分の1まで削減された。

一方、事故の52%を占める「可燃物引火」、「洗濯物引火」、「ガソリン引火」に対しては、注意喚起の対策のみにとどまっているが、その事故率には対策後の低下がみられた。また、その他の事故については、事故率が上昇しているケースも見られた。ワンタッチ給油口ふたは、「灯油漏れ引火」への事故対策なので、これらの変化は、本研究で対象とする事故対策機能の効果ではない。

### 4.3. 電気ストーブの分析結果

電気ストーブの事故の原因となった、「誤使用・不注意な使い方」に起因する210件の事故データベースの個票をもとに、「事故の種類」と「誤使用・不注意な使い方」を以下の通り分類・定義し分析を行った。

「事故の種類」の分類と定義

可燃物引火、洗濯物引火は、ガスストーブと同じ定義。

- ・ 短絡・発熱：ケーブル損傷などによりショートが発生
- ・ 転倒引火：転倒後可燃物に接触し引火

「誤使用・不注意な使い方」の分類と定義

暖房時の危険な操作、電源を切らず外出、電源を切らず放置、電源を切らず就寝は、ガスストーブと同じ定義。

Table9で示す通り、「事故の種類」については、「可燃物引火」は79%、「洗濯物引火」は11%と、2項目計で事故全体の90%を占める。「誤使用・不注意な使い方」については、「暖房時の不適切な操作」は50%、「暖房時に電

源を切らずに就寝」は35%と2項目計で事故全体の85%を占める。「事故の種類」が、「可燃物引火」、「洗濯物引火」で、かつ「暖房時の危険な操作」、「電源を切らず就寝」が原因の事故は、全体の79%であった。

本調査期間の転倒引火事故件数は5件であり、その中で電気ストーブの事故対策転倒防止装置が付いていたものは2件であった。しかしながら、本機能は無効化と誤った設置状態にあり動作しない状態であったことより、機能の有効性については本研究の対象としない。

一方、「可燃物引火」と「洗濯物火災」は、注意喚起以外の対策が講じられておらず、事故全体の90%を占める。

## 5. 考察

前章の分析結果によると、60歳以上の高齢者は、60歳未満と比較して、「誤使用・不注意な使い方」に起因する人口10万人あたりの製品事故および重大製品事故の件数が2.3倍、死亡事故件数が6倍であった。また、高齢者の事故の主因は、ガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブの「誤使用・不注意な使い方」であった。これらの3種類の製品の事故削減に向けて、2009年4月以降は全ての製品に、規制に基づく事故対策機能を搭載することが義務付けられた。しかしながら、それぞれの事故対策機能の事故削減効果には違いがあることより、本章では、その違いに着目し比較を行い、事故対策機能の有効性について考察を行うものとする。

### 5.1. フールプルーフ設計による事故対策機能の有効性

事故対策機能の事故削減効果を比較するために、分析結果をもとに、製品別に事故の種類、製品内の事故の種類別の割合、事故対策機能、フールプルーフ効果、対策後の事故の削減効果の項目をTable10に記載した。

ガスこんろは、フールプルーフ設計による事故対策機能であるSiセンサーを搭載した後、「食品引火」、「過熱・空焚」きが原因の事故は発生しておらず、最も高い事故

Table 10 60歳以上の高齢者による「誤使用・不注意な使い方」に起因する事故対策効果比較 (2000年～2014年)

事故の原因 となった製品	ガスこんろ	ガスこんろ	ガスこんろ	ガスこんろ	石油ストーブ	石油ストーブ
事故の種類	食品引火 過熱・空焚き	天ぷら油 発火	可燃物引火	グリル内 発火	灯油漏れ 引火	灯油漏れ 引火
製品内の事故 種類別の割合	9%	54%	17%	15%	36%	
事故対策機能	Si センサー	Si センサー	Si センサー	消し忘れ 消火機能	ワンタッチ 給油口ふた	タンク取り外し 時自動消火
フル プルーフ 効果	有り	有り	有り (鍋の過熱 融解による引火 対策に有効)	有り (グリル内 の食品引火対策 に有効)	有り (人による 安全確認型)	有り
規制対策後の事 故の削減効果	*事故件数 はゼロ	42分の1	12分の1	3分の1	6分の1	

\* ガスこんろの Si センサーの天ぷら油に発火による事故削減効果は、可燃物引火に対しては3.5倍、グリル火災に対しては13.4倍、石油ストーブの灯油漏れ引火に対しては7.1倍対策効果が高い。

出典：NITE 事故情報データベースの個票より筆者らが集計

削減効果が得られた。「天ぷら油発火」の事故件数は、対策後42分の1まで減少し、「食品引火」、「過熱・空焚き」に続いて高い事故削減効果が得られた。一方、「可燃物引火」の事故件数は、対策後12分の1まで減少したものの、「食品引火」、「過熱・空焚き」、「天ぷら油発火」に比べて相対的に事故削減効果は低い結果となった。これは、Si センサーが、鍋の過熱融解を伴う引火対策には有効であるが、衣類などの可燃物が炎と直接接触する場合は、機能せずフルプルーフとして効力を発揮しないことによる。「グリル内発火」の事故件数は、グリル消し忘れ消火機能搭載後、3分の1にまで減少したが、他の対策比べて最も低い効果であった。これは、一般の食品より可燃性の高い油かすなどの堆積物が加熱された場合、消火機能が作動する前に堆積物が発火することがあり、必ずしもフルプルーフとして機能しないことによる。

石油ストーブの「灯油漏れ引火」の事故件数は、ワンタッチ給油口ふたを搭載した後、6分の1まで削減されたが、その対策効果は「グリル内発火」の次に低い。

以上の結果より、ガスこんろの Si センサーは、事故全体の63%を占める食品引火、過熱・空焚天ぷら油発火事故に対してフルプルーフ設計の事故対策機能として高い効果があることが示された。しかしながら Si センサーは、全体の32%を占める「可燃物引火」、「グリル火災」などに対しては、必ずしもフルプルーフとして機能しないため、その事故対策効果は低い。石油ストーブのワンタッチ給油口ふたは、ふたが閉まった事を人の安全確認に依存しているため、他のフルプルーフな事故対策機能と比較して、事故全体の36%を占める「灯油漏れ引火」事故に対する事故削減効果は低い。

これらの事故対策機能の事故削減率の比較から、フル

プルーフ設計による事故対策機能は、人の安全確認に依存するなどの他の事故対策機能と比較して3.5～13.4倍、事故削減効果が高い結果が得られた。この結果より、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」に起因する事故に対し、フルプルーフ設計による事故対策機能の事故の削減効果が高く有効であることが示された。

また、石油ストーブの全体の52%を占める「可燃物引火」、「洗濯物引火」、「ガソリン火災」への対策は注意喚起にとどまっておき、「誤使用・不注意な使い方」が発生した場合の事故対策機能はない。電気ストーブも同様、事故全体の90%を占める可燃物引火、洗濯物火災への対策も注意喚起にとどまっている。

今後、フルプルーフでない事故対策機能、および注意喚起に替わり、フルプルーフ設計による事故対策機能を考案・搭載することができれば、「誤使用・不注意な使い方」に起因する事故を削減することが期待できる。

## 5.2. NITE の事故情報データベースの課題

本研究の分析結果で示された通り、製品事故情報を活用することで、高齢者の事故の原因を明らかにし、事故対策機能の有効性を定量的に評価することが可能である。

しかしながら、今回使用した NITE の事故情報データベースには、分析のために最も重要な情報である事故対策機能の搭載の有無が、必ずしも記載されていない。ガスこんろの808件の全データの内、過熱防止装置搭載の記載の有無が明記されており Si センサーの有無の判断ができた事故は28件、石油ストーブの686件のデータの内、ワンタッチ口金の搭載の記載が明記されており、搭載の有無の判断ができた事故は56件、電器ストーブの210件のデータの内、転倒防止装置の記載が明記されており、



搭載の有無の判断ができた事故は6件であった。

これらのデータでは分析を行うには、数が不足している。そこで、NITEの事故データベースの個票より、製品の使用期間の情報を使い製造年月日を推計した。その結果、ガスこんろの719件については、Siセンサーの有無が特定できたが、89件については有無が不明であった。石油ストーブの638件については、ワンタッチ口金の有無が特定できたが、48件については有無が不明であった。電気ストーブの19件については、転倒防止装置の有無が特定できたが、191件については有無が不明であった。

今後、本研究で行ったような推計では無く、NITEの事故情報データベースに、メーカー名、型番、製造年月日、使用期間、事故対策機能の情報を掲載することができれば、事故対策機能の有無の確認が可能となり、迅速な事故データ解析およびデータの有効活用へとつながる。

## 6. まとめ

本研究では、NITEの事故情報データベースの個票に記載された情報を活用し、60歳以上の高齢者によるガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブの「誤使用・不注意な使い方」に起因する事故の実態と事故対策について分析を行い、以下の結果が得られた。

- ・ 60歳以上の高齢者を、60歳未満と比較したところ、「誤使用・不注意な使い方」に起因する人口10万人あたりの製品事故および重大製品事故の件数は2.3倍、死亡事故件数は6倍であった。
- ・ 規制により事故対策機能の搭載が義務化されているが、事故削減効果には差があった。
- ・ ガスコンロに搭載された、フルプルーフ設計による事故対策機能は事故全体の63%に有効で、事故が発生していないか、42分の1に減少した。特定の原因にのみ有効なフルプルーフ設計である事故対策機能は、事故全体の32%に有効であるが、事故件数は3分の1から12分の1までの減少に留まった。
- ・ 石油ストーブに搭載された、人による安全確認型の事故対策機能は、事故全体の36%に有効で、事故件数は6分の1までの減少に留まった。
- ・ 以上の比較より、フルプルーフ設計による事故対策機能は、人の安全確認に依存する事故対策機能等と比較し、3.5~13.4倍の事故削減効果があった。
- ・ 一方、注意喚起に留まり事故対策機能がないことに起因する事故は、石油ストーブでは59%以上、電気ストーブでは90%以上の割合を占めており、注意喚起に関連する事故の構成比は最も高い。

これらの結果より、フルプルーフ設計による事故対策機能は事故削減効果が最も高く、ある特定の事故にの

み有効なフルプルーフ設計による事故対策機能、および人の安全確認型の事故対策機能は事故削減効果が低い結果となった。また、石油ストーブと電気ストーブは、事故対策を注意喚起に依存している事故の割合が高く、注意喚起による事故削減効果が低い結果となった。

以上、本研究により、筆者らは、高齢者による「誤使用・不注意な使い方」に起因するガスこんろ、石油ストーブ、電気ストーブの事故分析結果より、フルプルーフ設計による事故対策機能の有効性を示すことができた。

このことから、フルプルーフ設計による事故対策機能を考案・搭載することにより、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」に起因する製品事故の更なる削減を期待する。

また、迅速な事故データの解析および活用のために、関連するすべての製品事故情報データベースに、事故対策機能の有無を確認できるように、メーカー名、型番、製造年月日、使用期間、事故対策機能の情報を掲載することが望まれる。

フルプルーフ設計の重要性は、本研究で対象とした製品に限らないので、高齢者の「誤使用・不注意な使い方」による他の製品の事故削減の有効性評価につなげるために、更なる検証を進めることが今後の課題である。

## 参考文献

- 1) 総務省消防庁(2006.06)『平成17年(1~12月)における火災の概要』, (2017.07)『平成28年(1~12月)における火災の状況』  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h18/180628-1/180628-1\\_houdou.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h18/180628-1/180628-1_houdou.pdf) [2017, September 15]  
[http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h29/07/290728\\_houdou\\_1.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h29/07/290728_houdou_1.pdf) [2017, September 15].
- 2) 政府広報オンライン(2016.10)『ここにご注意! 高齢者の製品事故 不注意や誤使用で思わぬ事故に』  
<http://www.gov-online.go.jp/useful/article/201409/3.html> [2017, September 15].
- 3) 東京消防庁(2014.12)『住宅火災から高齢者などの要配慮者を守ろう 広報テーマ』  
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/camp/2014/201412/camp2.html> [2017, September 15].
- 4) 人口動態統計(2016.12)『性・年齢別にみた死因年次推移分類別死亡数および率』  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001158057> [2017, September 15].
- 5) 日本工業標準調査会 審議 (2017)『規格におけるアクセシビリティ配慮の為の指針 JIS Z 8071:2017』日本規格協会。

- 6) 倉片憲治(2014)「高齢者・障害者の感覚特性データベース」『情報管理』57(8)539-547.
- 7) 相良二郎・見明暢・田頭章徳・種村留美・長尾徹・野田和恵(2013)「認知力低下に配慮した継続使用が可能な家電製品のデザイン方法に関する研究」『神戸芸術工科大学紀要 芸術工学志』79 Nov. 13.
- 8) 久本誠一(2011)「製品安全とヒューマンエラー」『生活安全ジャーナル』2011:5:16-19.
- 9) 徳田哲男・寫末憲子・國澤尚子(2010)「高齢者の自立支援に有効とされる製品提供の在り方に関する基礎調査」『埼玉県立大学紀要』(2010) 12:25-31, 25-31.
- 10) 日本工業標準調査会 審議(2000)『ディペンダビリティ(信頼性)用語 JIS Z 8115:2000』日本規格協会.
- 11) ガス事業法(2008)『第 39 条の 3, 第 39 条の 10 第 1 項』  
[http://www.meti.go.jp/product\\_safety/producer/shouan/gasu\\_kisei\\_setsumei.pdf](http://www.meti.go.jp/product_safety/producer/shouan/gasu_kisei_setsumei.pdf) [2017, September 15].
- 12) 液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律(2008)『第 39 条, 第 46 条第 1 項』.
- 13) 経済産業省(2008)『ガスこんろが「ガス事業法」及び「液化石油法」の製品指定されました』  
[http://www.meti.go.jp/product\\_safety/producer/shouan/gasu\\_shitei.htm](http://www.meti.go.jp/product_safety/producer/shouan/gasu_shitei.htm) [2017, September 15].
- 14) 日本工業標準調査会 審議(2015)『家庭用ガス調理機器 JIS S 2103:2015』日本規格協会.
- 15) 一般社団法人 日本ガス石油機器工業会 『JIA 認証』  
<http://www.jia-page.or.jp/certification/type/jia.html> [2017, September 15].
- 16) 消費生活用製品安全法(2008)『消費生活用製品安全法施行令の一部を改正する政令(平成 20 年政令第 70 号)』.
- 17) 経済産業省(2009)『石油燃焼機器が消安法の特定製品に指定されました』  
[http://www.meti.go.jp/product\\_safety/producer/shouan/sekiyu\\_shitei.htm](http://www.meti.go.jp/product_safety/producer/shouan/sekiyu_shitei.htm) [2017, September 15].
- 18) 日本工業標準調査会 審議(2009)『自然通気形開放式石油ストーブ JIS S 2019:2009』日本規格協会.
- 19) 一般財団法人 日本燃焼器検査協会. 「石油燃焼機器等一認証」  
<http://www.jhia.or.jp/sekiyu.htm> [2017, September 15].
- 20) 経済産業省(2015.12)『電気用品安全法の概要』  
[http://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/denan/act\\_outline.html](http://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/denan/act_outline.html) [2017, September 15].
- 21) 経済産業省『電気用品安全法施行令 特定電気用品以外の電気用品 電気用品安全法施行令 別表 第二』.
- 22) 日本工業標準調査会 審議(1990)『電気反射ストーブ JIS C 9202:1990』日本規格協会.
- 23) リンナイ『点検・修理について』  
<http://www.rinnai.co.jp/safety/use/repair/index.html> [2017, October 26].
- 24) リンナイ『Si センサーコンロのはたらき』  
[http://rinnai.jp/si\\_sensor/index.html](http://rinnai.jp/si_sensor/index.html) [2017, October 26].

## 謝辞

本研究にあたり、NITE から有益な情報を提供いただきました。査読者からは貴重なコメントをいただきました。ここに記して感謝いたします。

---

## EVALUATING EFFECTIVENESS OF FOOLPROOF DESIGN FOR ACCIDENTS CAUSED BY MISUSE OF STOVE AND HEATER BY ELDERLY PEOPLE

Noboru Kawaguchi<sup>1</sup>, Kun Zhang<sup>2</sup>, Takabumi Fukuda<sup>3</sup>, and Yoshiki Mikami<sup>4</sup>

<sup>1</sup>M.Eng. Nagaoka University of Technology (E-mail:s155048@stn.nagaokaut.ac.jp)

<sup>2</sup>Ph.D. Research Lecture, Nagaoka University of Technology (E-mail:kunzhang@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>3</sup>Dr. Eng. Professor, Nagaoka University of Technology (E-mail:t-fukuda@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>4</sup>Ph.D., Nagaoka University of Technology (E-mail:mikami@kjs.nagaokaut.ac.jp)

The deaths of elderly people aged 65 and over due to residential fire reached 70% of all ages in 2016. The main causes of accidents are "misuse / inadvertent usage" of gas stove burners, kerosene heaters and electric heaters, and reduction of these accidents is a socially important issue. In this research, accident analysis is carried out for these three products by utilizing "accident notification content" and "cause of accident" described in the individual data of the accident information database of National Institute of Technology and Evaluation. We quantitatively compare and analyze the effects of the accident countermeasure functions in the products and showed the effectiveness of the "foolproof design" which does not lead to accident even if there is "misuse / inadvertent usage" by the elderly.

**Key words:** Foolproof Design, Elderly People, Misuse / Inadvertent Usage, Gas stove burners, Heaters