

第4回
難燃・共同セミナー

日本難燃剤協会／難燃材料研究会

2018.11.9

東京・連合会館

日本難燃剤協会

<http://www.frcj.jp/>

難燃材料研究会

<http://www.fr-tech.jp/>

5. 火災統計・安全工学からみた火災の実態と難燃材料

東京理科大学総合研究院教授 小林 恒一 博士（工学）

はじめに

難燃材料は、火災の発生防止及び火災初期段階での延焼拡大の遅延を目的として使われることが多い。本稿では、そのような難燃材料が実際の火災の際に所期の効果を上げているか否かについて、火災統計データから検証する。

検証に用いるデータは、「消防庁火災報告データ」である。日本では、全国の消防機関が管内で発生した全ての火災について詳細な調査を行い、当該調査結果を消防庁の定めた様式に則って消防庁に報告することになっている。消防庁火災報告データは、それらの全データを集録したもので、1年ごとにまとめてエクセルで公開されている。

火災報告データの中には、最初に着火した物品が難燃処理されたものであるかどうかの記載はないが、難燃材料の効果は、法令で難燃材料の使用が義務づけられているものと義務づけられていないものとの差異などから間接的に類推することができる。

本稿では、法律で難燃材料の使用が義務づけられている物件の火災として、建築物火災と自動車火災を分析対象とした。

1. 建築物火災における難燃化の効果

1. 1 建築物の難燃化に関する法規制

防火対策の最も基本的な手段は、「火災を出さないこと（出火防止）」である。出火防止対策の有力な手法の一つが、建材や家具調度品など身の回りにある物品を燃えにくくしておくことである。このため、建築基準法では内装制限が、消防法では「防炎規制」が行われている。

内装制限は、一定の建築物やその部分の壁や天井の室内に面する部分に燃えにくい材料を使うことを義務づける規制であり、特に火気使用室の内装制限は、主として出火防止のために行われている。

防炎規制とは、高層建築物や地下街のほか、劇場や病院・高齢者施設など用途的に見て火災が発生した場合に人命危険が高いと考えられる建築物（消防法では「防火対象物」と呼ぶ。）で用いられるカーテンやじゅうたんなどに一定の難燃性能（消防法では「防炎性能」と呼ぶ。）があるものを使うよう義務づけている規制のことである。

1. 2 着火物

建物内にある物品のうち、難燃化しておくと出火防止に効果があると考えられるものとして、建材、家具調度品、衣服などがあげられる。

表1は、日本の火災統計で、建物火災の際に最初に着火した物品（以後「着火物」と言う。）別の出火件数を見たものである。

これら着火物となった物品のうち火災件数の多いものを難燃化しておけば有効な出火防止対策となるが、調理用の油や紙くず、木くずなどを難燃化しておくことはできないため、可能なものは限定される。このような限界性を考慮し、難燃化が可能なものを表1の「難燃化の可能性」の欄に○を付けて表示してみた。

ここで、「防炎（法）」とは消防法第8条の3に基づき防炎規制の対象となっていることを指し、「防

炎」とは（公財）日本防炎協会による防炎化推奨制度（防炎製品）の対象となっていることを指す。なお、「難燃」には特に断らない限り「防炎」の意味を含む一般的な用語として用いることとする。

消防法施行令（以下「消令」と言う。）第4条の3第4項に定める防炎性能は、小火源が接触したときに着火しにくいことを担保する程度の性能である。一方、建築基準法施行令（以下「建基令」と言う。）第1条第6号に定める「難燃材料」の有する性能は、「不燃材料」や「準不燃材料」など、より不燃性能の高い材料と同一の試験方法により、所定の燃えにくさを確かめるために設定された性能である。一般に、防炎性能として要求される性能は、難燃材料の有すべき性能に比べると低くなっている。

表1 建築物・車両等の火災の着火物別出火件数(平成25年)と難燃規制等の状況

(平成25年火災年報¹⁾(消防庁防災情報室)より作成)

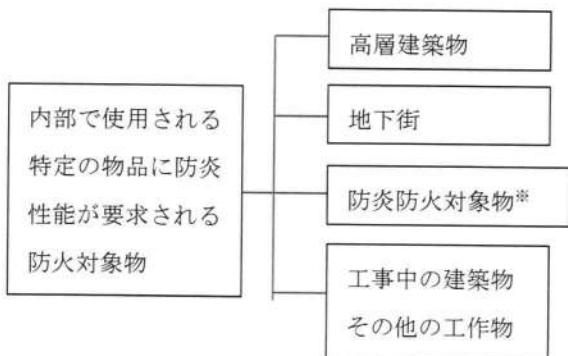
着火物	出火件数	比率	難燃化の可能性	規制等の有無
建築物・建具・車体・船体・機体	電線被服類(車体等含む)	983	3.85	○ 難燃
	柱・けた・はり	281	1.10	○
	板張・ベニヤ壁	257	1.01	○ 難燃
	畳	141	0.55	○
	土台	136	0.53	○
	椅子・ソファー	123	0.48	○ 防炎
	カーテン	111	0.43	○ 防炎(法)
	カーペット	108	0.42	○ 防炎(法)
	木ずり	104	0.41	○
	板屋根	97	0.38	○
その他		2014	7.89	
小計		4355	(17.05)	
建築物(車両・船舶・航空機)内収容物	合成樹脂と成形品	3060	11.98	○
	動植物油	2263	8.86	
	袋紙製品	2182	8.54	
	ゴミ屑	1777	6.96	
	ふとん・座ぶとん・寝具	1650	6.46	○ 防炎
	衣類	1253	4.91	○ 防炎
	繊維製品	1133	4.44	○ 防炎
	紙くず・わらくず	1051	4.11	
	第1石油類	837	3.28	
	第2石油類	611	2.39	
その他		5369	21.02	
小計		21186	(82.95)	
建築物・車両等の火災の合計		25541	100.00	

建築基準法の内装制限の規制対象は複雑で、火災報告データに記載されている項目から、火災となつた建物の着火物が内装制限の対象であったかどうかを類推することはできない。

一方、消防法の防炎規制の対象は、以下に示すように比較的単純であり、防炎規制の対象の有無等に関する記載事項もあるので、火災建築物や着火物が防炎規制の対象だったか否かがある程度わかるようになっている。このため、以下の分析は、消防法の防炎規制について行う。

1. 3 消防庁火災報告データに見る防炎規制の効果

消防法令上、防炎規制の対象となる防火対象物は、図1に掲げるものである。



※ 防炎防火対象物：劇場や病院・高齢者施設など用途的に見て火災が発生した場合に人命危険が高いと考えられる防火対象物

図1 防炎性能が要求される防火対象物
(消防法第8条の3第1項、同法施行令第4条の3第1項)

防炎規制の対象となっている防火対象物は、そうでないものに比べると、規制対象となっている物品(消防法令上「防炎対象物品」と言う。)に着火した火災が少なくなるはずである。

図2は、2015年火災報告データをもとに、防炎対象物品となっている「じゅうたん等」と「カーテン等」に着火した火災が、火災1000件当たりで見て、防炎規制の対象となっている防火対象物とそうでないものとの間でどのくらい違うか見たものである。

図2から、防炎規制の対象となっている防火対象物(防炎規制防火対象物)の場合、それ以外のもの(戸建て住宅、事務所など。非防炎規制防火対象物)と比べて、着火物別の火災発生件数が火災1000件当たりで、じゅうたん等で約半分、カーテン等で約3分の2になっていることがわかる。

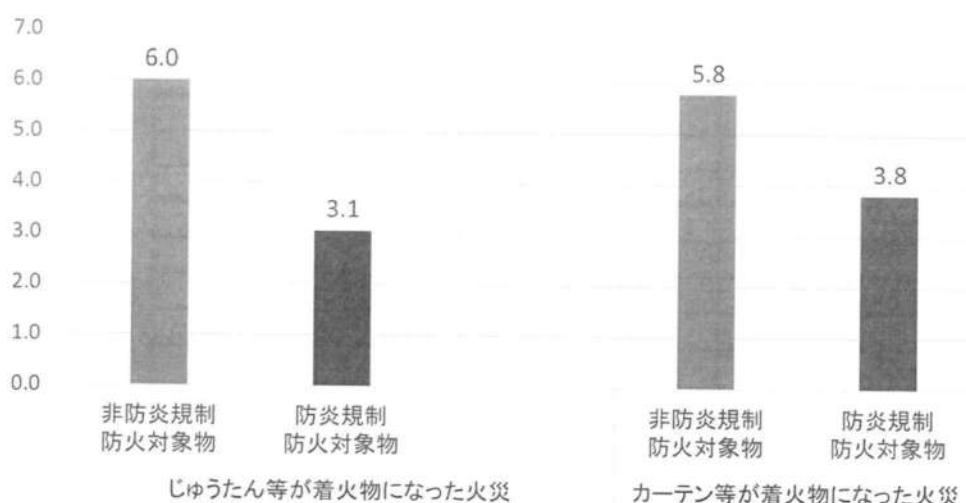


図2 防炎規制の有無別に見た防火対象物火災1000件当たりの着火物別火災件数(2015年)
(2015年消防庁火災報告データより作成)

防炎規制防火対象物：防炎防火対象物・地下街及び11階以上の建物 火災件数 3934件

非防炎規制防火対象物：上記以外の建築物(住宅を含む) 火災件数 18158件

じゅうたん等：上敷き、むしろ、カーペット、じゅうたん(固定)

カーテン等：アコードィオンカーテン、すだれ・よしづ、カーテン

これを見ると、防炎規制は十分効果を上げていると言えそうだが、期待したより効果が少ないようにも見える。その理由は次のようなものだと考えられる。

- ① 用途によってカーテン等やじゅうたん等の使用率が違うと考えられること（例えば、じゅうたんやカーテンを使っていない倉庫（非防炎規制防火対象物）であれば、じゅうたんやカーテンに着火する火災は0となる。）

ちなみに、防炎規制防火対象物の火災 3934 件中、出火した部屋で防炎対象物品を使用していなかったものは 1989 件（50.6%）だった。非防炎規制防火対象物の火災 18158 件のうち、出火室で防炎対象物品を使用していなかったものはもっと多いはずだが、火災報告データから類推することはできない。

- ② 防炎規制防火対象物であっても、消防法に違反して、一部又は全部のカーテン等やじゅうたん等に防炎性能がないものが使われている可能性があること

ちなみに、防炎規制防火対象物の火災 3934 件中、出火室で防炎対象物品を使用していたものは 1945 件、そのうち全て防炎物品だったもの（適法のもの）は 882 件（45.3%）だったのに対し、一部防炎物品（一部違反）だったものは 294 件（15.1%）、全て防炎物品でないものを使用しているか又は不明なものは 769 件（39.5%）、合計 1063 件（54.7%）に達している。

- ③ 市販のじゅうたんやカーテンの中には防炎性能があるとうたっていなくても、一定の防炎性能を有するものがかなりあるため、防炎規制の対象と非規制対象との間で差が出にくいこと

2. 自動車火災における難燃化の効果

2. 1 自動車の難燃化の状況と火災統計の分析

自動車は、近年、燃費改善の観点から軽量化が至上命題とされており、従来は鉄や金属で作られていた部分が急速にプラスチックに置き換わって来ている。このため、車両火災危険が増加している可能性があるが、一方、難燃化されたプラスチックを用いるなど、火災の発生を防ぐ努力もなされており、規制強化も行われている。

ここでは、以上のような動向が火災統計にどう反映されているか、また、その統計が示す傾向の理由を探る。

なお、自動車火災の発生状況に関しては鈴木の研究²⁾及び越智らの研究³⁾があるが、時代的に古く近年の傾向について研究したものではない。

2. 2 車両火災件数と車両火災発生率の推移

図 3 に、日本の車両火災件数の推移を示す。車両火災には、自動車だけでなく、列車の車両なども含まれ、放火や衝突による火災も含まれる（以下同じ）。

この図から、日本の車両火災件数は、1975 年頃から急増したが、2000 年頃をピークに急減し、現在ではピーク時の半分程度に減少していることがわかる。

図 4 に、自動車保有台数 1 万台当たりの車両火災件数（車両火災発生率）の推移を示す。

ここでいう車両火災には自動車火災以外に鉄道車両等の火災も含まれているが、自動車保有台数に比べて鉄道車両保有台数が十分小さい（国土交通省「陸運統計要覧」（最終 2005 年版）では、自動車保有台数 78,992,060 台に対し、鉄道車両保有台数 136,412 台となっており、鉄道車両数は自動車車両数の 0.17%に過ぎない。）ため、今回の分析では、鉄道車両数は無視しうるものとした。

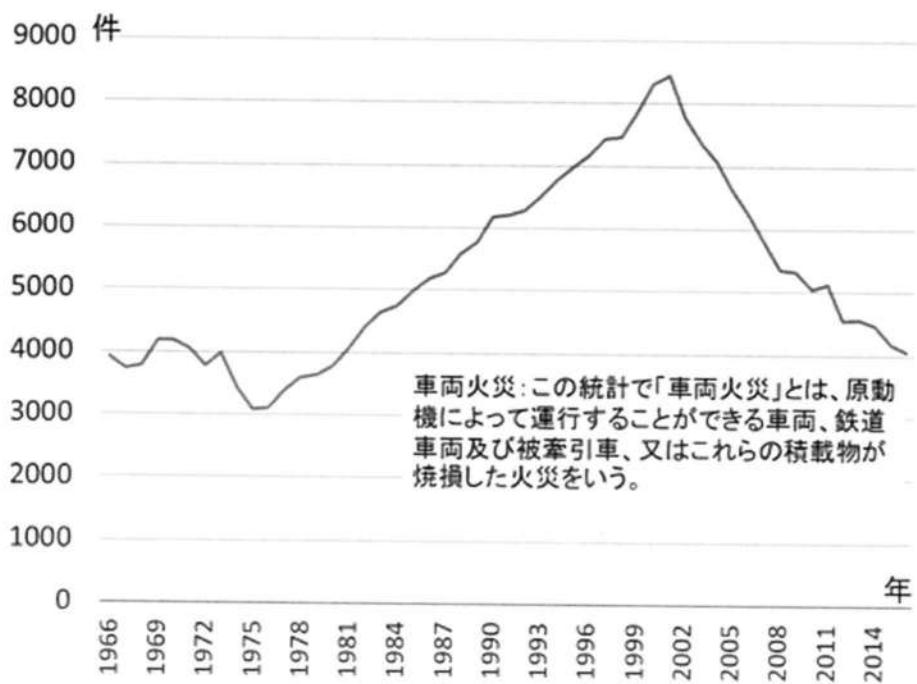


図3 車両火災件数の推移（1965–2016）（消防庁火災年報及び消防白書より作成）

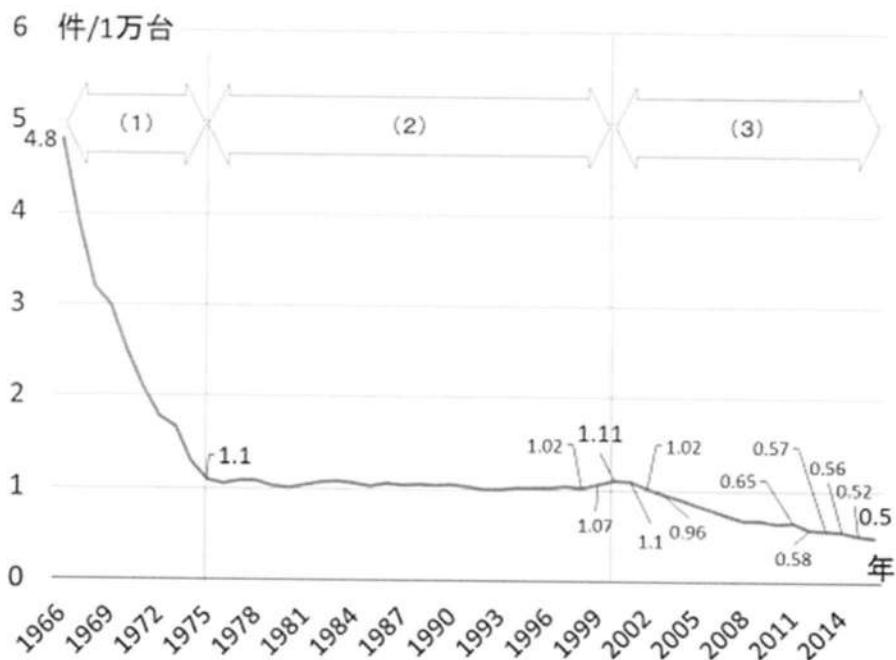


図4 自動車1万台当り車両火災件数の推移（1966–2016）

（火災年報・消防白書及び自動車検査登録情報協会・自動車保有台数推移表より作成）

図4から、日本の車両火災発生率は、

- (1) 1966年から1975年までの10年間に5分の1に急減
- (2) 1975年から2000年までの25年間はほぼ横ばいで推移
- (3) 2000年以降再び急減に転じ、2016年には2000年に比べ半分以下に急減

という特徴的な変化を示していることがわかる。

1975年から2000年までの車両火災発生率がほぼ変わらなかったため、同時期に自動車数が増加した分だけ車両火災件数も増加したが、2000年以降は車両火災発生率が急減したため、自動車数は依然として増加していた（自動車数が減少又は横ばいになるのは2008年以降）にもかかわらず、車両火災件数は急減している（図3）。

図4で、(1)の時期に車両火災発生率が急減しているのは、この時期に日本の自動車の性能が急激に向上了し、エンジンや燃料系統、電気系統などの安全対策も急速に進歩して、出火率も急減したものと推測される。(2)で車両火災発生率が横ばいになっているのは、1975年頃にそのような安全対策の向上が一段落し、以後はしばらく一定の性能が維持される状態が続いたと考えれば理解できる。

それでは、(3)の時期に再び車両火災発生率が急減したのはなぜだろうか。その理由を消防庁火災報告データ分析により推測する。

2.3 消防庁火災報告データの分析

2.3.1 自動車事故との関係

2000年頃を境に車両火災発生率が急減しているのは、この頃から自動車事故が急減したためではないか、という仮説がある。

図5に、交通事故発生状況の推移を示す。

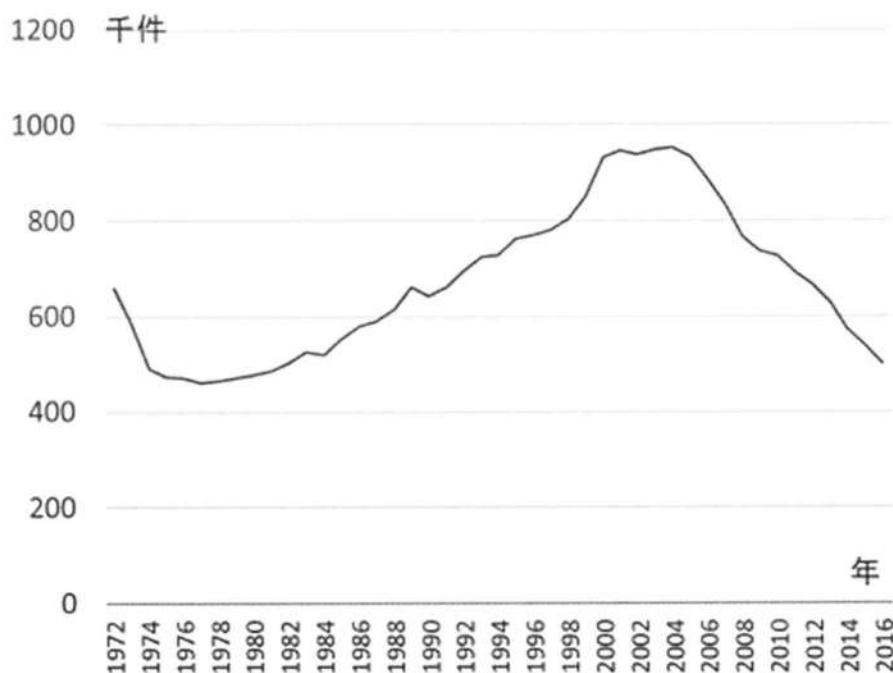


図5 交通事故発生状況の推移(1972-2016)（警察白書）

図5から、交通事故件数は2000年頃から横ばいになり、2005年頃を境に急減に転じており、図3とは多少違う。

また、図6に車両火災の件数とそのうち衝突により発火した火災の件数及びその割合を示す。

図6から、車両火災のうち衝突により発火した火災件数は2000年頃から減少に転じており、図3と同様な傾向を示しているが、その割合は車両火災全体の4%～8%であることがわかる。

図5及び図6から、自動車事故の減少は車両火災発生率の減少の要因の一つではあるが、主要な要因

とはいえない、ということができる。

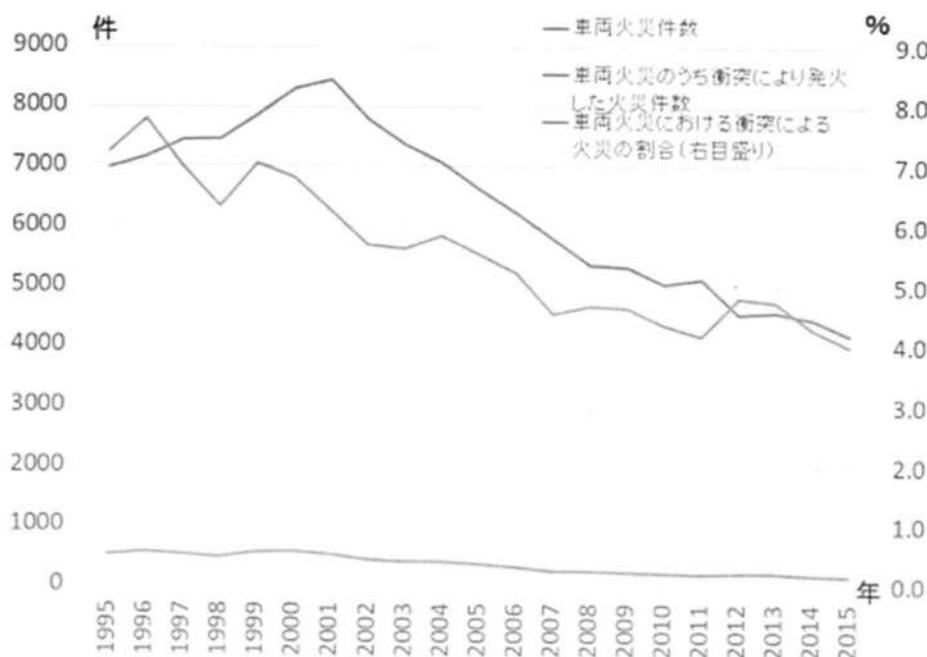


図6 車両火災のうち衝突により発火した火災件数とその割合(1995-2015)
(消防庁火災報告データから作成)

2. 3. 2 放火火災との関係

2000年頃を境に車両火災発生率が急減しているのは、この頃から放火火災が急減したためではないか、という仮説もある。

図7に、車両火災件数と放火（放火の疑いを含む。以下同じ）による車両火災の件数の推移を示す。

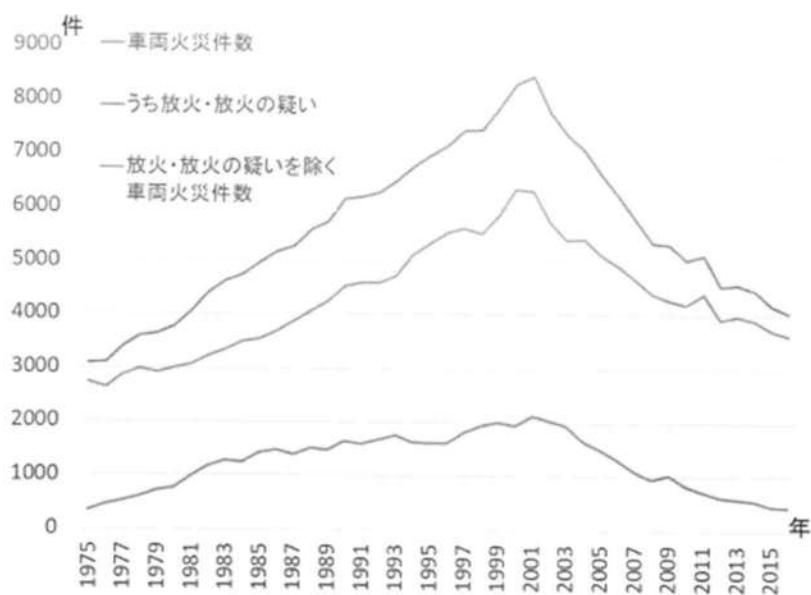


図7 車両火災件数と放火・放火の疑いの火災件数 (1975-2015) (消防白書より作成)

放火火災は確かに車両火災と同様の増減傾向を示しているが、図7を見ると、放火火災を除いた車両火災件数もほとんど同様の増減傾向を示している。従って、放火の急減は、車両火災発生率が急減した主要な要因の一つではあるが、他にも大きな要因があることがわかる。

なお、放火火災の増減状況は車両火災に限らず建物火災などでも全く同様であり、窃盗犯の増減状況ともよく似ている。その理由として、防犯カメラの普及による抑止効果が大きいのではないかと考えられている。

2. 3. 3 着火物別火災件数

図8と図9に、自動車火災(ここでは車両火災のうち自動車に最初に着火した火災をいう。以下同じ。)の着火物別火災件数の推移を示す。この図では、交通事故により発火した火災と、放火により発生した火災は除いている。

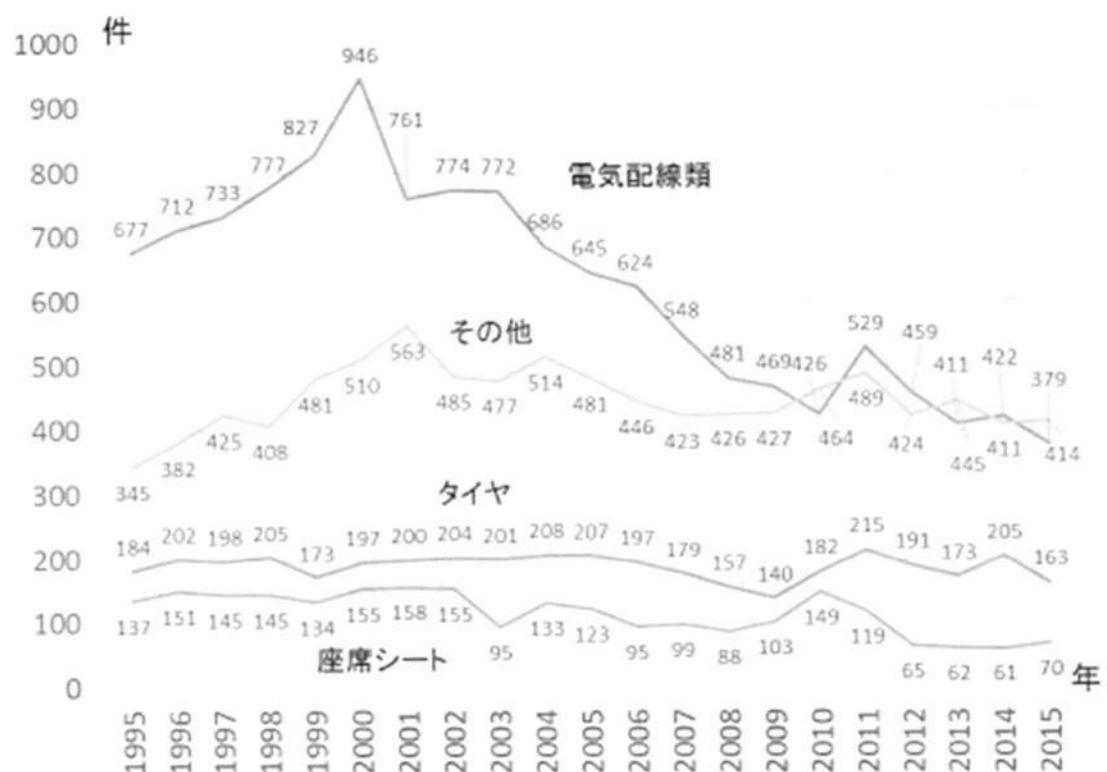


図8 自動車火災（交通事故・放火による火災を除く）の着火物別火災件数（件数の多いもの）の推移（1995–2015）（消防庁火災報告データより作成）

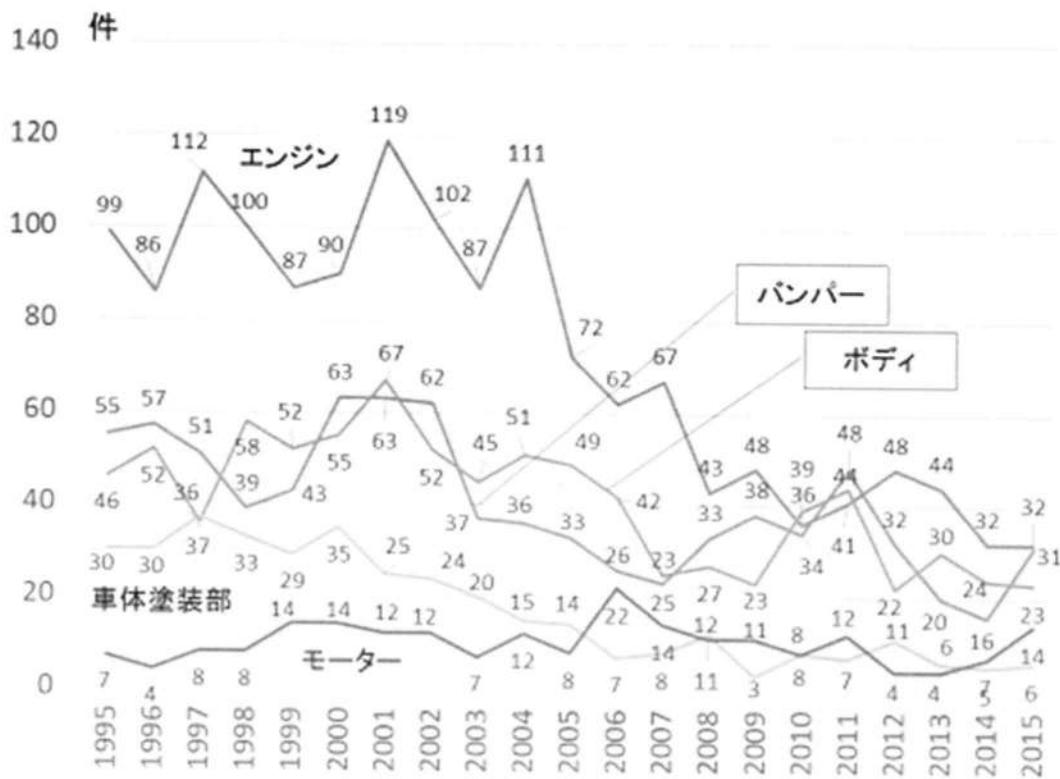


図9 自動車火災（交通事故・放火による火災を除く）の着火物別火災件数（件数の少ないもの）の推移（1995-2015）（消防庁火災報告データより作成）

これらのグラフを見ると、最も多くを占める電気配線類を着火物とする自動車火災のグラフは、車両火災全体のグラフに良く似ており、他の物品を着火物とする自動車火災の多くも、同様に2000年前後から減少の傾向を示していることがわかる。

図8と図9は、自動車の構成部品の難燃性能が向上して自動車火災の減少に貢献した可能性をうかがわせる。

2. 3. 4 自動車100万台当たりの着火物別出火件数（平均出火率）

図10と図11は、図8と図9の傾向を詳しく分析するため、自動車100万台当たりの着火物別出火件数（平均出火率）の形で5年ごとに平均して見たものである。

図10と図11から、着火物別平均出火率は、大きく以下の2種類に分けられる。

(1) 2001年以降急減しているもの：電気配線類、座席シート、エンジン、ボディ、バンパー、車体塗装部

(2) 2001年以降も減少傾向が見られないもの：タイヤ、モーター、その他（の物品）

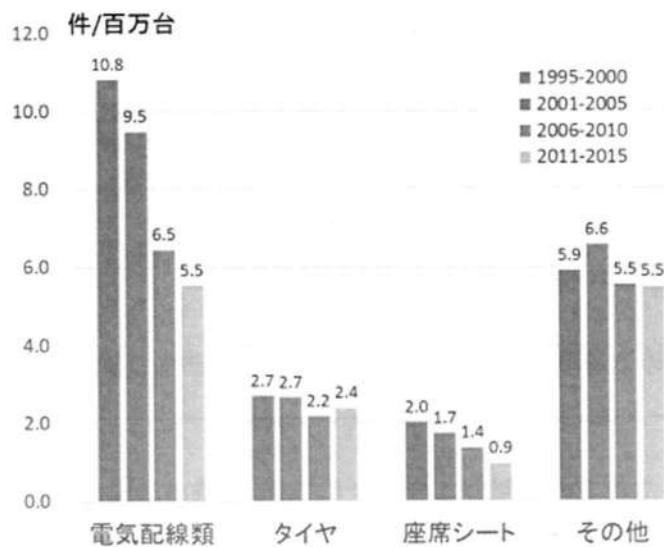


図10 自動車火災（交通事故・放火による火災を除く）の着火物別平均出火率の推移1（100万台あたり）（1995-2015）

（消防庁火災報告データ及び自動車検査登録情報協会・自動車保有台数推移表から作成）

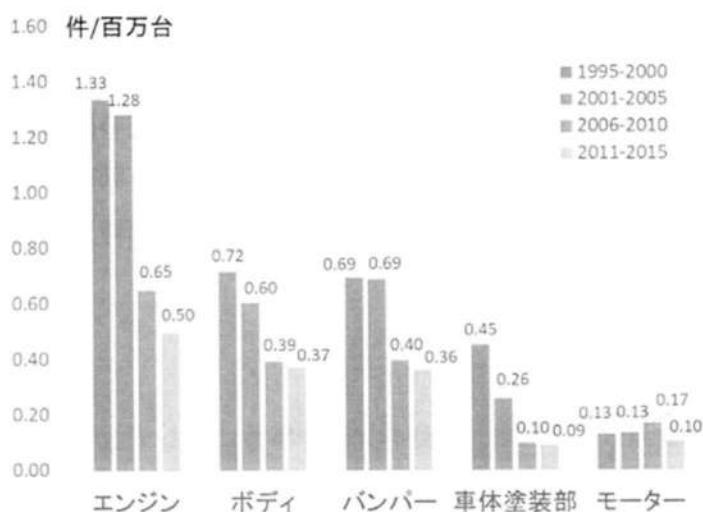


図11 自動車火災（交通事故・放火による火災を除く）の着火物別平均出火率の推移2（100万台あたり）（1995-2015）

（消防庁火災報告データ及び自動車検査登録情報協会・自動車保有台数推移表から作成）

2. 3. 5 平均出火率の変化と難燃規制との関係

このように特定の物品のデータが一斉に急変する一方、他の物品のデータが横ばいになるという事態が偶然生じるとは考えにくい。このような現象の理由として最も可能性のあるのは、規制強化である。

まず1993年4月13日付けで「道路運送車両の保安基準に係る技術基準」という運輸省（当時）自動車局長通達が発出されており、それまでなかった「内装材料の難燃性の技術基準」が定められている。

さらに、この技術基準をもとに、2002年7月15日付けで「道路運送車両の保安基準の細目を定める告示」が定められ、その別添26として、翌2003年7月7日付けで「内装材料の難燃性の技術基準」が定められている（参考資料参照）。

(参考資料)

道路運送車両の保安基準 第20条（乗車装置）

第4項 自動車（二輪自動車、側車付二輪自動車、カタピラ及びそりを有する軽自動車、大型特殊自動車並びに小型特殊自動車を除く。）の座席、座席ベルト、頭部後傾抑止装置、年少者用補助乗車装置、天井張り、内張りその他の運転者室及び客室の内装（次項において単に「内装」という。）には、告示で定める基準に適合する難燃性の材料を使用しなければならない。

道路運送車両の保安基準の細目を定める告示

第18条（乗車装置）

第2項 保安基準第20条第4項の告示で定める基準は、別添26「内装材料の難燃性の技術基準」に定める基準とする。

自動車局長通達はいわゆる行政指導であり、法律上の強制力はないはずだが、当時の状況を考えれば、事実上強い強制力を持っており、自動車メーカーは法的強制力を持つ2002年の告示基準の制定を待たずに、一斉に内装材料の難燃化に舵を切ったという可能性が考えられる。

新車の内装が全て新基準に適合するよう難燃化されても、火災統計上その効果が現れるのは、国内の自動車ストックの多くが新基準に適合するようになってからになる。その分岐点が2000年前後だったと考えれば、この時期を境に「ボディ」の一部や「座席シート」に着火する火災が急減した理由は説明できる。

しかし、これだけでは、それ以外のものを着火物とする火災や、エンジンなど難燃化との関係が薄いものを着火物とする火災もほぼ同時に急減していることの説明はできない。たとえば、自動車の電気配線類の難燃化についての規制強化は見当たらないのに「電気配線類」に着火する火災が同時期に急減していることの説明にはなっていない。

2. 3. 6 製造物責任法の影響

このことの説明として、自動車業界の関係者から、「当時、製品の欠陥や事故に対して企業責任が強く求められるようになり、1994年に製造物責任法（PL法）が制定されたことが、この時期に各社が一斉に自動車の出火防止対策に取り組んだ大きな要因ではないか」という仮説が示唆された。

当時、アメリカなどでは既に自動車の内装について厳しい難燃規制が行われており、日本のメーカーも輸出用のものは内装を難燃化していたが、国内向けのものは難燃処理をしていない、という一種のダブルスタンダードが続いていると聞く。そのような状況のまま、国内で発生した自動車火災について製造物責任法を根拠に訴えられたら勝ち目はない。各社がそう考えたとすれば、自動車局長通達で示された「内装」の範疇に入らない「電気配線類」などの難燃化も含めて、各社が一斉に難燃化対策を実施したことを説明できる。

図12は、2.3.5と2.3.6で見た規制強化の内容・時期と出火物別出火率の推移とを重ねて表したものであり、強い相関関係があることがわかる。

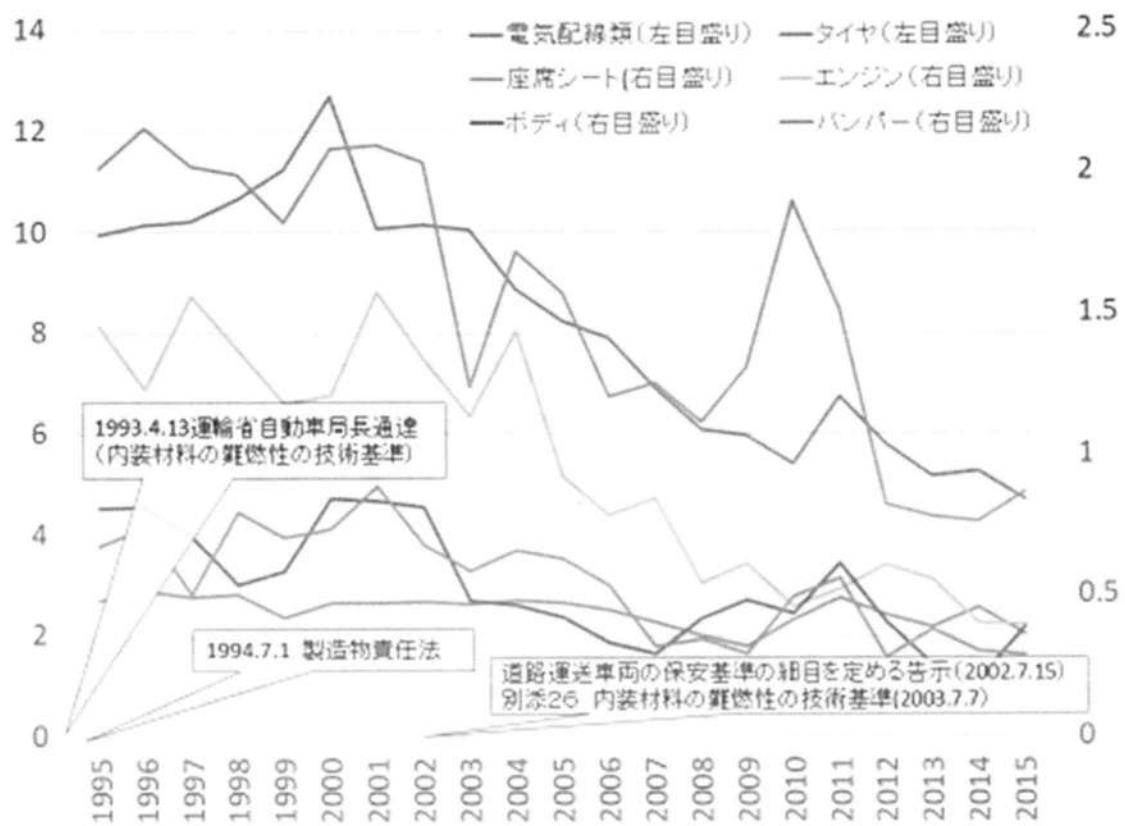


図12 自動車火災（交通事故・放火による火災を除く）の着火物別出火率の推移（100万台あたり）と規制強化の関係（1995–2015）

（消防庁火災報告データ及び自動車検査登録情報協会・自動車保有台数推移表から作成）

図13に、衝突に起因して発火した自動車火災の交通事故1万件当たりの件数の推移を示す。

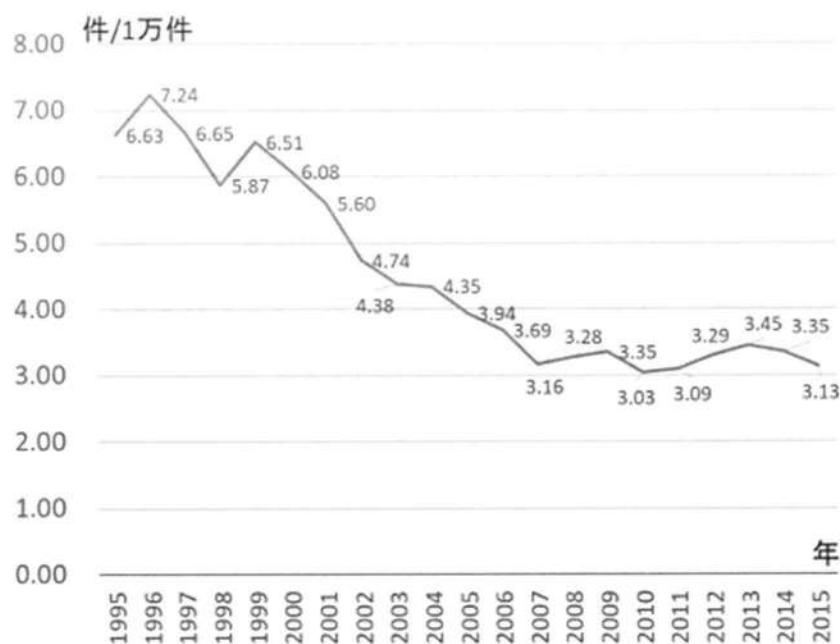


図13 衝突に起因して発火した自動車火災の交通事故1万件当たりの件数の推移（1995–2015）（消防庁火災報告データ及び平成29年警察白書より作成）

衝突しても自動車火災が起こらないようにするには、燃料系統の構造や位置などの技術的工夫が不可欠と考えられるが、図 13 からは、そのような改善は難燃化対策に比べて少し早く始まり、少し早く定常状態に移行したように見える。

出火防止のためのエンジンや燃料系統の技術改良などは、製品欠陥による事故に対する企業責任の高まりの中で、製造物責任法の制定を待たずに始まっており、自動車局長通達をきっかけに各社一斉に行うようになった難燃化対策に先行したのではないか、という推測も成り立つ。

そして、2000 年頃に、そのような各種の出火防止対策を講じた自動車の比率が火災統計上明らかになるほど大きくなり、その後もその比率が増大していると考えれば、この時期を境に運輸省の規制強化の範疇を超えて車両火災発生率が急減し車両火災件数も急減したことの理由が説明できると考えられる。

2. 3. 7 自動車火災件数の変化と難燃化

車両火災発生率は、2000 年頃を境に急減な減少に転じている。その理由は、1993 年に運輸省自動車局長通達が発出されて内装の難燃規制が事実上開始され、一方、ほぼ同時期に製造物責任法が制定されたため、各社はこの時期に、この通達の「内装」難燃化とともに、その範疇に入らない「電気配線類」などの難燃化や出火防止のためのエンジンや燃料系統の技術改良なども一斉に行うようになり、ちょうど 2000 年頃に各種の出火防止対策を講じた自動車のストックが火災統計上明らかになるほど大きくなり、その後もその比率が増大し続けているためではないかと推測される。

しかし、これだけでは、車両火災の着火物で最も多い「車両内収容物」への着火が大きく減少している理由は説明できていない。今後、車両内収容物火災の動向や発火源との関係などについても分析する必要がある。

また、火災報告データを分析する限り、自動車の軽量化に伴う火災危険の増大は、難燃材料の使用により押さえ込むことに成功しているように見える。しかし、この程度の難燃化で、周囲の建築物の火災からの延焼を防ぐことができるかどうかについては、別途の検討が必要である。

大地震などにより市街地大火が発生した場合、昔は道路が延焼遮断帯として機能したが、自動車が燃えやすければ、かえって延焼媒体として機能してしまう可能性もある。

これについては松川の研究⁴⁾があるが、大地震の到来が確実視されている日本では、自動車の軽量化に伴う火災危険の増大について改めて研究し、不燃化、難燃化を追求していくことが求められていると考える。

3. まとめ

火災報告データの分析から、以下のことが言える。

- (1) 防炎対象物品（カーテン、じゅうたん等）に着火した火災の比率は、防炎規制対象建築物では非防炎規制対象建築物に比べて十分小さくなっている。難燃化は火災発生防止に十分な効果を上げている。
- (2) 自動車火災においては、難燃化の対象となったパーツからの出火率は確実に減少している。
- (3) 自動車は、軽量化を企図して鉄板から合成樹脂への置き換えが急速に進んでいるが、難燃対策等が

奏功したこともあり、火災件数はむしろ急速に減少している。

- 1) 火災年報第 70 号、平成 25 年、総務省消防庁防災情報室、第 3-17 表 全火災の年別・着火物別出火件数
- 2) 鈴木仁治：自動車火災の現状と今後の課題、火災 230 号、Vol.47 No.5、pp6-pp9、1997
- 3) 越智三千彦、半田讓治：自動車火災の発生状況について、全国自動車短期大学協会第 33 回研究発表会、pp26-pp31、2001
- 4) 松川涉：大震災時における路上自動車群の延焼に関する研究(1)、火災 Vol.31 No.5(134)、pp17-pp25、1981、同(2)、火災 Vol.31 No.6(135)、pp12-pp18、1981