

米国におけるRIP研究および RIPの効果検証に関する取組について

2012年8月17日

日本たばこ産業株式会社



米国NISTを中心とした研究概要

背景（米国連邦法による研究の要請）

■ Cigarette Safety Act of 1984

- 1984年、たばこ火災予防に向けて成立
 - TSG (Technical Study Group on Cigarette and Little Cigar Fire Safety) を設置し、以下を要請
 - ◆ 布張り家具、マットレスへの延焼性を最小限にするシガレット・リトルシガーの開発に向け、技術的フィージビリティ、商業的フィージビリティ、経済影響・その他影響に関する研究・活動に取り組むこと
 - Interagency Committeeを設置し、TSGの指導、監督、レビューを要請
- ➔ TSGは8報の報告書と、それを統合した最終報告書を提出
(TSG Report No.1~8, TSG Final Report)

■ Fire Safe Cigarette Act of 1990

- 依然としてたばこ火災による死者が多いことを受け、1990年に成立
 - TSGが今後の課題とした研究について、CPSC、NISTに完遂を要請
 - TAG (Technical Advisory Group) を設置し、CPSC、NISTへの助言・協業を要請
- ➔ CPSC、NISTは6報の報告書を提出 (TAG Report No.1~6)

※ CPSC: Consumer Product Safety Commission (米国消費者製品安全委員会)
NIST: National Institute of Standards and Technology (米国国立標準技術研究所)

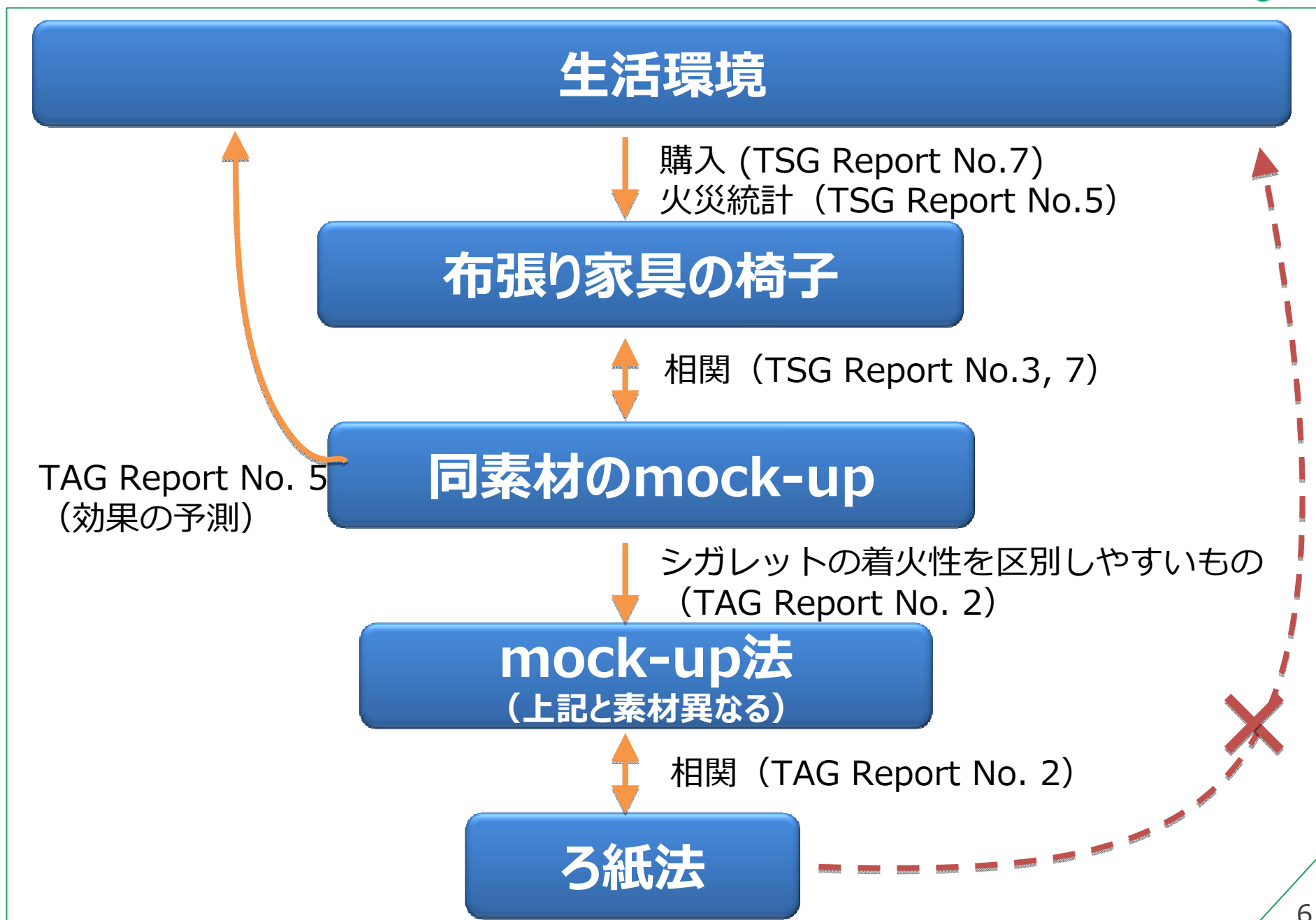
TSG Report の概要

TSG Report	主な内容
TSG Report No. 1	・市販シガレット12種の着火性の比較
TSG Report No. 2	・シガレットの着火性に関する既往の文献レビュー
TSG Report No. 3	・着火性に影響を与えるシガレットパラメータの特定
TSG Report No. 4~6	・経済影響・その他影響の評価
TSG Report No. 7	・実寸大の布張り家具（椅子）と同素材の小型mock-up上におけるシガレットの着火性の比較
TSG Report No. 8	・たばこ火災に関する現場データを収集することに関するフィージビリティ評価
TSG Final Report	・TSG Report No. 1~8 を統合し、技術的実現性、商業的・実現性、経済影響・その他影響の観点から記載 ・結論の概要は - 着火性を低減したシガレットの開発は技術的に実現可能 - 商業的にも実現可能である可能性あり - 経済影響、社会的影響はわずかである可能性あり

TAG Report の概要

TAG Report	主な内容
TAG Report No. 1	・Report No.2～6の概説
TAG Report No. 2	・標準試験法（Mock-up法・ろ紙法）の開発 ・20種の市販シガレットの着火性能測定
TAG Report No. 3	・シガレットの燻焼モデル、移動する熱源と接する支持体の熱モデルの開発
TAG Report No. 4	・火災を発生させた喫煙者とそうでない喫煙者の特徴、シガレットの設計特徴の比較
TAG Report No. 5	・着火性を低減したシガレットの毒性試験に関する計画策定 ・計画の妥当性確認のため5種のシガレットで毒性試験を実施
TAG Report No. 6	・たばこ火災の社会コストに関する最新の見積もり

標準試験法に関連するNIST研究



- NISTを中心とした米国研究は標準試験法策定に加え、メカニズムや経済影響、毒性評価等を包括的に実施
- 但し、現行のRIPシガレットの効果検証を扱ったものではない
 - TSGは、主に、着火特性に影響を与えるシガレットパラメータを特定
 - TAGは、シガレットの着火特性を区別しやすい条件にて規格化作業
※ 当時の研究用シガレットは、いずれも現行のRIP製品（市販品）と大きく異なるもの
 - また、「生活環境」は米国と日本で大きく異なる
- 以降の研究でも、RIPシガレットの効果は明確には示されていない
 - RIPの効果を主張する報告は、米国でRIP導入後に火災が減少したことを理由としている
 - しかしながら、1980年代以降、火災件数・死者数は減少傾向の一途をたっているため、RIPの効果と結論付けることは困難



日本の生活環境下での効果検証は必要

【参考】日本における効果検証に資するNIST研究内容

■ 参考となる研究例: TSG Report No.3

- 種類が異なるシガレット・支持体を用いて、延焼性を実験的に検討
- 日本でも使用が想定される綿も支持体（着火物）の一つとして採用

■ 概要

- 目的: 着火性に影響を与えるシガレットの設計パラメーターの特定
- 実験: 1. Mock-up試験により、顕著な低延焼性を示す試験用シガレットを特定
2. 上記で特定したシガレットを用いたFull-scale試験
(4種の市販シガレットから1種、41種の試製シガレットから4種を特定し試験)
- 結果: 次頁参照
- 結論: Mock-up試験とFull-scale試験の結果は同様の傾向

■ 参考となるポイント

- 市販シガレットに比べ、試験用シガレットの燻焼回数は明らかに少ない
→ 綿を用いた試験であっても、明確な差異が得られる可能性がある

■ 留意点

- 本研究では、パラメータ特定を目的としているため、試験用シガレットはパラメータを極端に変更したもの（現行のRIP製品とは大きく異なる）
- 綿での当時の市販シガレットの燻焼発生率が明らかに高い
(JT実験結果と傾向が異なる)

【参考】日本における効果検証に資するNIST研究内容

■ Full-Scale実験結果（詰物に綿を使用したもののみ抜粋）

支持体素材		設置条件	シガレット種				
詰物	側地		市販品	試験用A	試験用B	試験用C	試験用D
綿	綿1	Flat	12/12	9/12	12/13	10/12	5/12
綿	綿1	Crevice1	14/14	4/24	12/14	8/19	3/19
綿	綿1	Crevice2	10/10	0/10	7/15	2/17	0/14
綿	綿2	Crevice1	10/10	3/20	6/15	2/18	1/19
綿	綿2	Crevice2	10/10	0/20	2/19	1/20	1/20
綿	綿・ポリ	Crevice1	8/11	0/20	0/20	0/20	0/20
綿	綿・ポリ	Crevice2	2/12	0/20	0/20	0/20	0/20

試製A: 黄色緩和刻100% / 低通気度巻紙（4~6CU） / 助燃剤無添加 / 巻円周21mm

試製B: 黄色緩和刻100% / 低通気度巻紙（10CU） / 助燃剤0.8% / 巻円周25mm

試製C: 黄色緩和刻100% / 低通気度巻紙（10CU） / 助燃剤無添加 / 巻円周21mm

試製D: バーレー緩和刻100% / 低通気度巻紙（10CU） / 助燃剤無添加 / 巻円周21mm

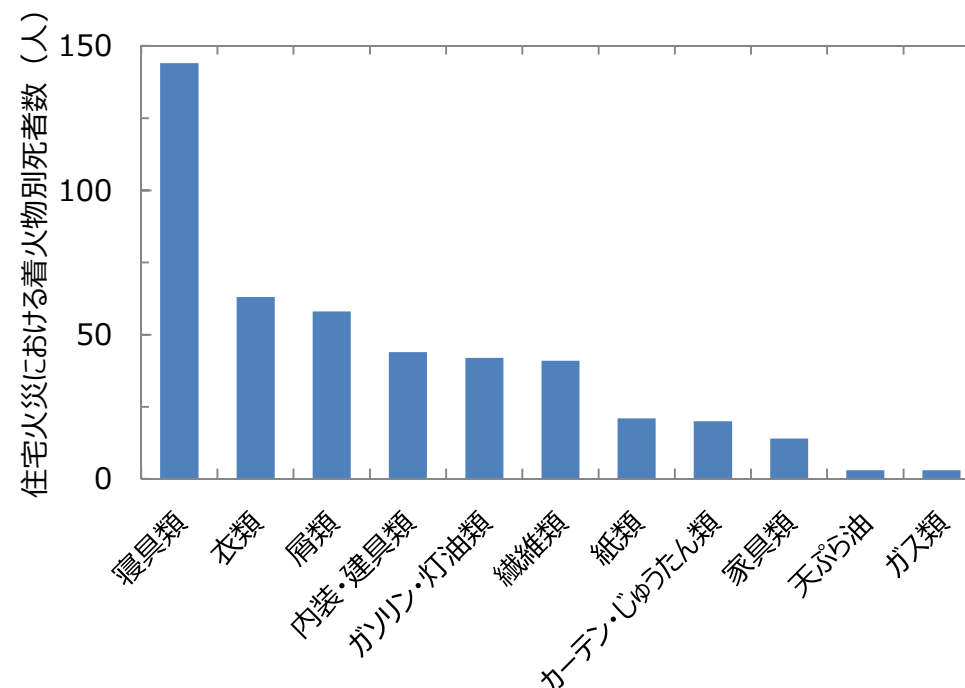
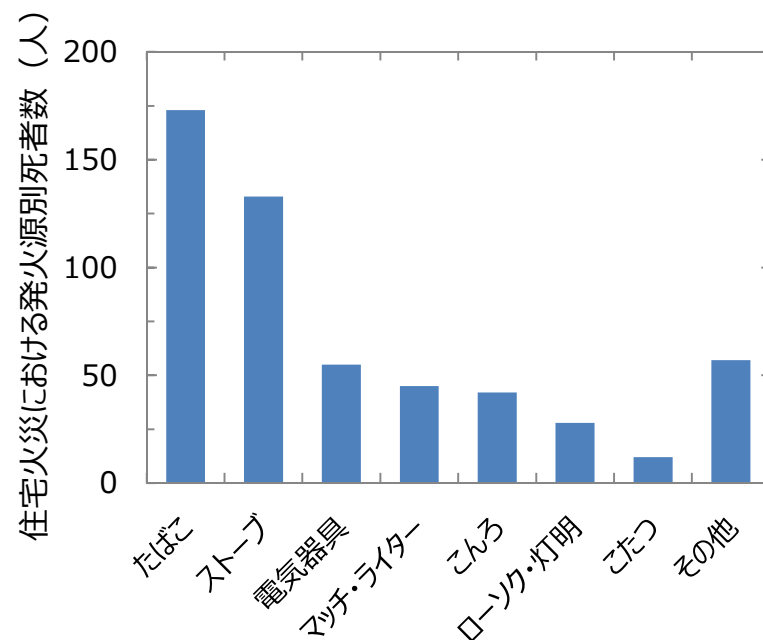
※通常、緩和刻を100%用いて、シガレットを製造することは困難

日本の生活環境を踏まえたRIPの 効果検証について

背景（日本における火災統計）

■ 住宅火災による死者の状況（平成23年度版 消防白書, 2011）

- 発火源：たばこが第1位（不明除く）
（出火件数においても、たばこは、放火、コンロに告ぐ第3位）
- 着火物：寝具類が第1位（不明除く）



住宅火災における発火源・着火物別死者数（不明、放火等除く）

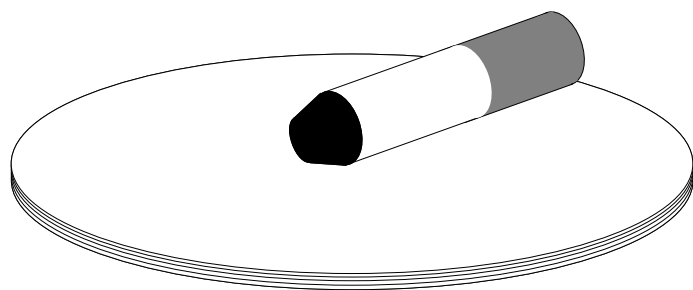
日本における住宅火災を検討する上では、まず、
寝たばこを想定した布団燐焼実験が適切

背景（日本の生活環境下における既往の研究）

- 日本生活環境下におけるRIPの効果検証を扱った研究は、シガレットが着火物上で自己消火するかどうかに着目

- RIP規格試験:

シガレット自体の消火が基準



- 実火災の状況:

着火物（布団、じゅうたん、畳等）が燃烧



日本の生活環境下におけるRIPシガレットの効果を
着火物のくん焼で検討した例は無い

- 日本の生活環境下におけるRIPシガレットの効果検証
- 布団を着火物としたたばこ火災に対するRIPシガレットの効果検証
 - 通常シガレットと比較したRIPシガレットの効果に関する基礎的データ収集
 - くん焼継続有無に影響を与えるパラメーターの検討

■ 概要

- シガレットを布団上に静置、布団のくん焼継続有無を観測
- 通常-RIPシガレット間の違いによる燻焼継続率を比較

■ 試験水準

- シガレット
 - ◆ 通常品:マイルドセブンスーパーライト
 - ◆ RIP品 :キャメルライトブルー (アルギン酸Naバンド巻紙を使用)
 - ◆ RIP品 :マールボロシルバーパック (セルロースバンド巻紙を使用)
- パラメータ
 - ◆ 布団の詰物素材、側地素材 (綿:ポリエステル混紡比率)
 - ◆ シガレットの設置状態 (以下3種)

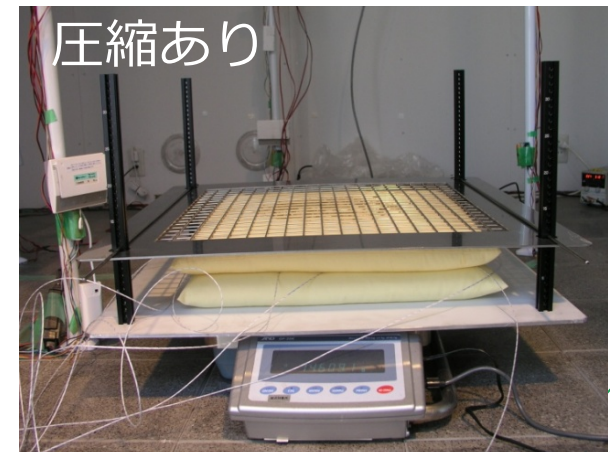
被覆なし



被覆あり



圧縮あり



■ 実験方法

1. 無作為にシガレットをサンプリング
2. シガレットを点火し、5 mmまで喫煙
3. 15 mm まで燃焼後、布団上に静置
4. (被覆時) もう一枚の布団にて被覆
5. (圧縮時) 圧縮装置にて圧縮
6. 測定・観察
 - ◆ 温度: 熱電対 (被覆なし時は不使用)
 - ◆ 重量: 重量計 (布団圧縮時は不使用)
7. 燻焼継続有無を目視にて確認

■ 代表的な試験後の布団外観



くん焼継続時



燃焼停止時

実験結果（布団詰物の影響）

■ 実験結果一覧

布団素材混紡比率 (綿：ポリ)		被覆	シガレット		
詰物素材	側地素材		MS（通常）	CB（RIP）	MB（RIP）
100：0	100：0	有	14/15	12/15	14/15
87.5：12.5	100：0	有	0/5	0/5	0/5
75：25	100：0	有	0/5	0/5	0/5
62.5：37.5	100：0	有	0/5	0/5	0/5
50：50	100：0	有	0/15	0/15	0/15

- 同一の試験条件下において、通常-RIPシガレット間に有意な差は認められない
- 布団詰物素材の違いは、くん焼継続有無に有意に影響

実験結果（布団側地の影響）

■ 実験結果一覧

布団素材混紡比率 (綿：ポリ)		被覆	シガレット		
詰物素材	側地素材		MS（通常）	CB（RIP）	MB（RIP）
100：0	100：0	有	14/15	12/15	14/15
100：0	50：50	有	1/15	1/15	0/15
100：0	0：100	有	10/15	9/15	7/15
50：50	100：0	有	0/15	0/15	0/15
50：50	50：50	有	0/15	0/15	0/15

- 同一の試験条件下において、通常-RIPシガレット間に有意な差は認められない
- 一定の条件下では、側地素材の違いは、くん焼継続有無に有意に影響

実験結果（布団被覆による影響）

■ 実験結果一覧

布団素材混紡比率 (綿：ポリ)		被覆	シガレット		
詰物素材	側地素材		MS（通常）	CB（RIP）	MB（RIP）
100：0	100：0	無し	2/15	2/15	5/15
100：0	50：50	無し	0/15	0/15	1/15
100：0	0：100	無し	1/15	0/15	0/15
50：50	100：0	無し	0/15	0/15	0/15
50：50	50：50	無し	0/15	0/15	0/15

■ 同一の試験条件下において、通常-RIPシガレット間に有意な差は認められない

■ 一定の条件下では、布団による被覆有無は、くん焼継続有無に有意に影響

※ p.17 布団側地の影響に記載の結果と比較

実験結果（布団圧縮による影響）

■ 実験結果一覧

布団素材混紡比率 (綿：ポリ)		被覆 ・ 圧縮	シガレット		
詰物素材	側地素材		MS（通常）	CB（RIP）	MB（RIP）
100：0	100：0	有	15/15	15/15	15/15
100：0	50：50	有	15/15	14/15	15/15
100：0	0：100	有	14/15	14/15	15/15
50：50	100：0	有	8/15	10/15	8/15
50：50	50：50	有	4/15	4/15	5/15
0：100	100：0	有	0/15	0/15	0/15
0：100	50：50	有	0/15	0/15	0/15

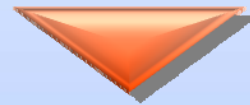
* 灰字：圧縮試験でのみ実施した布団素材

- 同一の試験条件下において、通常-RIPシガレット間に有意な差は認められない
- 一定の条件下では、布団による圧縮有無は、くん焼継続有無に有意に影響

※ p.17 布団側地の影響に記載の結果と比較

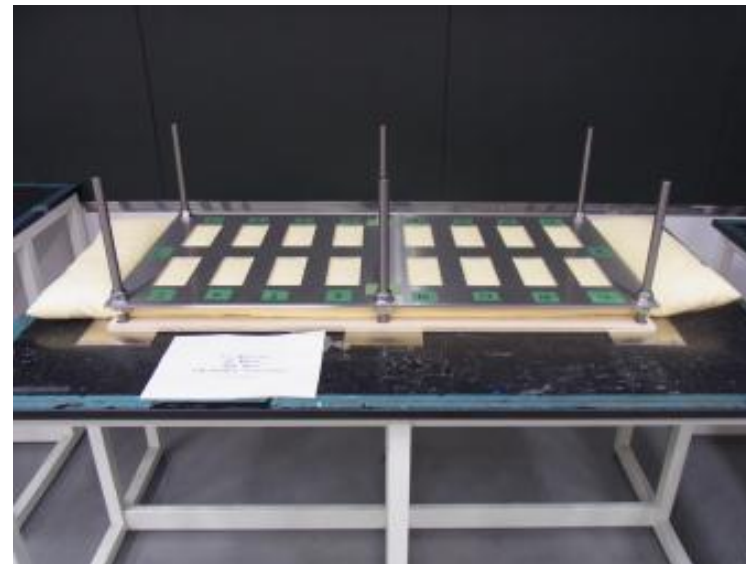
- 様々な条件下(複数の詰物・側地素材、たばこと布団の設置状況)にて布団くん焼実験を行い、通常 – RIPシガレットを比較

これまでの実験条件下では
通常-RIPシガレット間に有意な差は認められない



引き続き、更なる研究が必要であることから
今後、へり部（枕-布団、敷布団-掛け布団を想定）に
シガレットを設置した場合の影響を検討予定

■ 実験概観図



■ 実験概要

- 布団圧縮高さの検討（第一実験）
 - 通常シガレットの燻焼継続割合が50%程度となる条件の探索
 - 通常-RIPの比較（第二実験）
 - 上記条件下での、通常-RIPシガレットの比較
 - 探索型実験
 - シーツを用いた条件下での通常-RIPシガレットの比較
 - 低湿条件下で養生した布団を用いての通常-RIPシガレットの比較
- ※ 通常シガレット：MS, RIPシガレット：CB・MBを使用

【参考】消防庁協議会策定の実験系に基づく実験

■ 実験結果一覧（別紙）

■ 結論

- 被覆しない条件下においても、くん焼継続割合は増加（第一実験）
- 同一条件下においても、くん焼継続有無にばらつきが大きいいため、シガレット種の比較は困難（第一実験）

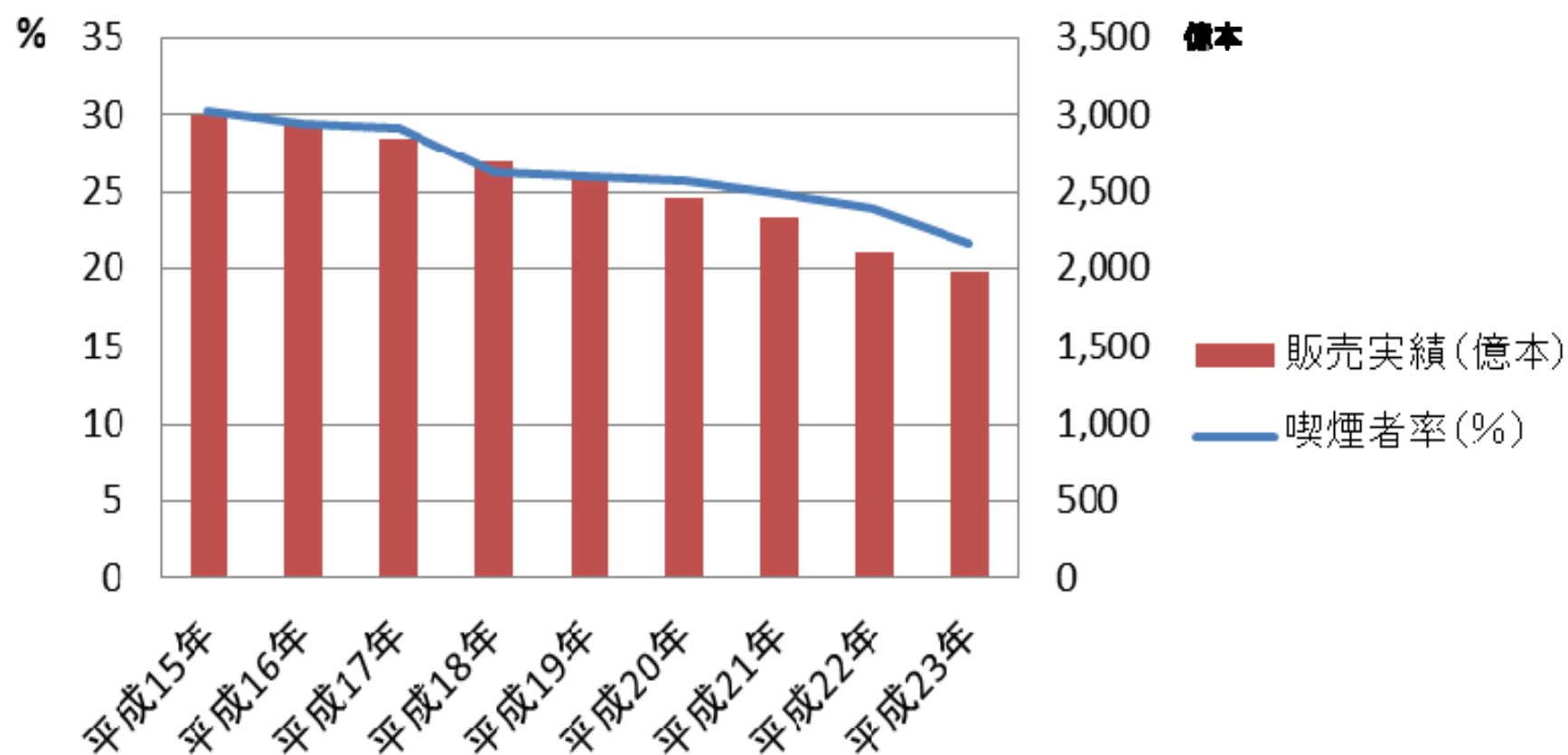
ばらつきを含めたまま、比較した場合

- 通常-RIPシガレット間で全ての条件下において、有意差は認められない
- シーツの使用により、くん焼継続しづらくなる傾向あり
- 低湿度下にて布団を養生した場合、くん焼継続割合の変化(微増) はばらつきの範囲内

【参考】日本における効果検証に資するその他研究

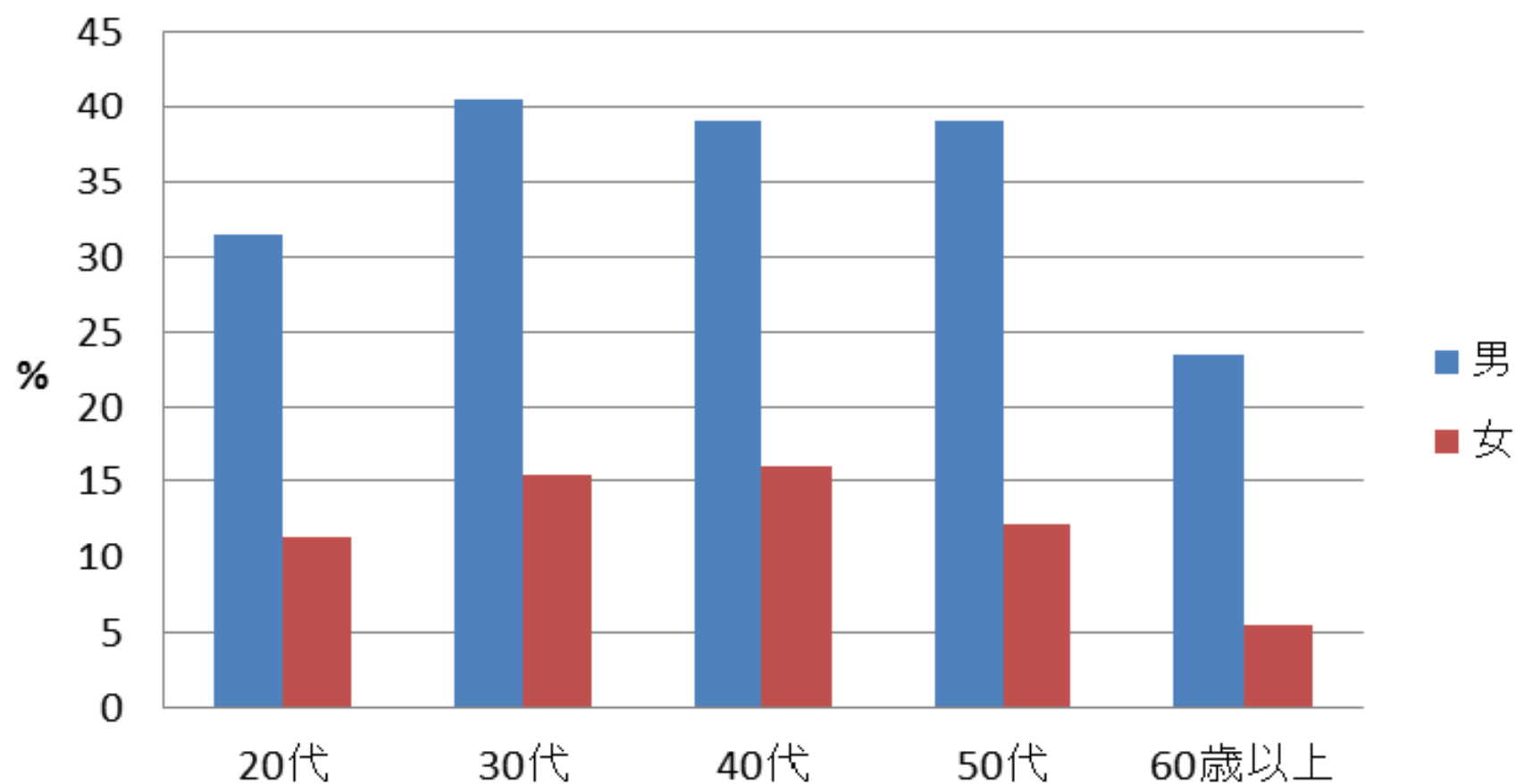
- 参考となる研究例：B&W（米国たばこ製造業者）による研究
 - Mock-up試験により通常シガレットと現行のバンド技術を用いたRIPシガレットを比較
(J.T. Wanna and P.X.Chen, J. Fire Science., 2001, 19, 355)
- 概要
 - 目的：市販の布地を用いたRIPシガレットの性能調査
 - 実験：mock-up試験により、通常シガレット1種とRIPシガレット2種を比較
 - 水準：NIST法指定の3種と市販品25種の布張り家具用布地（詰物：ポリウレタン）
フラットとクレビス2種の設置方法
 - 試行回数：各48回（一部の布地を除く）
 - 結果：市販の布地を使用した場合、NIST法と比べ、RIP-通常シガレット間の差異が小さくなる
(フラットの場合には有意差が認められ、クレビスの場合には傾向のみ)
 - 結論：規格試験（ろ紙法やmock-up法）は現実を反映していない
- 参考となるポイント
 - 現行のRIPシガレットを用いても通常製品と有意な差が認められる布地と詰物の組み合わせがある
 - 但し、その差異は想定されるよりもわずかである可能性があり、試行回数を検討する上で参考となる
- 留意点
 - 詰物：ポリウレタン（○：米国の生活環境、×：日本の生活環境）

紙巻たばこ販売実績および喫煙者率



(出典)紙巻たばこ販売実績: 社団法人日本たばこ協会
喫煙者率: JT調査

年代別喫煙者率(平成24年)



(出典)JT調査

火災被害低減に向けた総合的な
取り組みの枠組みについて
～『America Burning』の事例～

『America Burning』の概要

America Burning (1973)	National Commission on Fire Prevention and Control(国家火災対策委員会) が1973年にアメリカ大統領に提出した報告書 約180ページにおよぶ報告書のなかでは、包括的な火災対策案が講じられ、多数の勧告がなされている
America Burning Revisited (1987)	The U.S. Fire Administration/Federal Emergency Management Agency(アメリカ火災予防行政部/連邦緊急対策機構) が、1987年に、当時のアメリカの火災状況を踏まえて、1973年の「America Burning」を再度点検し、さらなる改善策を勧告したもの
America Burning, Recommissioned: Principle Findings and Recommendations (1999)	The Director of the Federal Emergency Management Agency(連邦緊急対策機構理事会) が、1999年に、1973年の「America Burning」の取り組み状況を再度点検し、さらなる改善策を勧告したもの

	1973年の提案	1999年の振り返り
発火源	・マッチ、たばこ、暖房機器等の改善 ・花火への法律的規制 ・火災データシステムの構築	・データの分析を担う中核機関を設け、組織に互換性を持たせるなど、さらなるデータの活用が必要 ・火災関連の研究に対する協調的で優先順位のはっきりした集中的な取り組みが必要
着火物	・非燃焼素材の消費者への普及 ・森林や牧草地の火災予防方法の改善	・消防隊や医療救急隊を守るための装備品等の不在
意識	・火災予防に携わる専門職員の育成 ・火災による犠牲者のケアに携わる専門職員の育成 ・火災に関連する分野の研究を促進する助成金の成立 ・国立火災専門学校の設定 ・火災予防教育の推進 ・陸・海・空運産業の火災予防基準の見直し ・各種メディアによる火災予防意識啓発 ・子どもや老人が集まる施設での火災予防強化	・議会や自治政府等によって、必ずしも十分には包括的な取り組みが支持されなかった ・火災予防に関する教育をより充実させるべき ・火災による被害は不可避ではないという意識を持たせることが重要 ・国を挙げた標準的な火災教育システムがない ・緊急医療の担い手や予算等の不足 ・火災予防に携わる女性やマイノリティのさらなる確保と多様性の向上 ・火災による被害者への十分な医療的ケアの不在
建物	・建築物ガイドラインの作成 ・火災報知器やスプリンクラー等の設置の義務化 ・然るべき機関の家庭訪問による火災予防診断の実施	・火災報知器やスプリンクラーは極めて効果的だが、それだけでは火災に対する取り組みとして不十分 ・建築物への法律や基準の適用が十分でない

ポイント

- ① 『America Burning』は、1973年当時のアメリカの火災状況を分析し、アメリカ独自の環境的視点に立った勧告を行っている
- ② 『America Burning』では、火災被害低減のどの取り組み(発火源・着火物・意識・建物)に際しても、啓発・教育の重要性を繰り返し指摘している
- ③ 1973年に最初の『America Burning』が報告されてから、14年後の1987年と、26年後の1999年にレビューが報告されるなど、十分な期間を確保してPDCAサイクルを回している
- ④ 『America Burning』では、火災低減には総合的な取り組みが不可欠であることが指摘されており、かつ、科学的根拠の重要性についても触れられている

	～1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
発火源	火災データシステム連邦法 成立:1974年 火災データシステム導入: 1976年 マッチブック規制: 1978年		ライター規制: 1994年	低延焼性たばこ規制の導入 ― NY州: 2004年6月 ― 全米: 2011年7月 花火規制: 2001年 FEMA(連邦危機管理庁)がDHS(国土安全保障省)に統合: 2003年
着火物	マットレス規制: 1973年 子供衣類規制: 1975年 布張り家具規制: 1978年 (自主基準) カーペット規制: 1978年			
意識	National Fire Academy連邦 法成立: 1974年 NBS火災研究センター連邦法 成立: 1974年 女性消防職員(ワシントン D.C.)の初採用: 1978年	NFPA Foundation設立: 1982年 キャンペーン実施 ・Great Escape: 1986年 ・National Arson Awareness Week: 1986年	火災予防に関わる専門家の 資格認定: 1998年 大都市圏医療応急チーム 成立: 1996年 キャンペーン実施 ・RISK Watch: 1998年	キャンペーン実施 ・A Fire Safety Campaign for Babies and Toddlers: 2003年 ・Fire Safety for People 50-plus: 2004年 ・Smoking & Home Fires Campaign: 2008年 ・Install.Inspect.Protect. Campaign: 2009年
建物	建築ガイドライン(自主基準) ・NFPA101: 1966年 スプリンクラー ・NFPA基準策定: 1975年 ・新築住宅への初の郡による 条例導入: 1978年 ※住宅用火災報知器の設置 義務化状況 1977年: 19/50州	スプリンクラー ・新築高層建築に対する設置 規定(NFPA101等改定): 1988 年 ※住宅用火災報知器の設置義 務化状況 1983年: 37/50州	スプリンクラー ・ホテル・モーテルに対して 設置義務付(連邦法): 1990 年 ※住宅用火災報知器の設 置義務化状況 1997年: 41/50州	

資料一覧

■ NIST 研究

- NIST 研究背景 + TSG 最終レポートの結論
- 各研究概要
 - ✓ TSG Report No. 1
 - ✓ TSG Report No. 2
 - ✓ TSG Report No. 3
 - ✓ TSG Report No. 5
 - ✓ TSG Report No. 7
 - ✓ TAG Report No. 2
 - ✓ TAG Report No. 3

■ WHO Technical Report 951

- 概要まとめ

■ その他

- TSG, TAG 以降の文献（B&W による検証試験）

米国における RIP 研究背景について

■ Cigarette Safety Act of 1984

- 1984 年、たばこ火災予防に向けて成立した連邦法
- TSG (Technical Study Group on Cigarette and Little Cigar Fire Safety) を設置し、以下を要請
 - 布張り家具、マットレスへの延焼性を最小限にするシガレット・リトルシガーの開発に向け、技術的フィージビリティ、商業的フィージビリティ、経済影響・その他影響に関する研究・活動に取り組むこと
- Interagency Committee を設置し、TSG の指導、監督、レビューを要請
- 1987 年までに、TSG は 8 報の報告書と、それを統合した最終報告書を提出 (TSG Report No.1~8, TSG Final Report)

■ Fire Safe Cigarette Act of 1990

- 死者発生火災のうちたばこ火災が依然として第 1 位であることを受け、1990 年に成立
- TSG が今後の課題とした研究について CPSC と NIST に完遂を要請
 - CPSC
 1. 火災におけるシガレット、着火物、喫煙者の特徴に関するデータ収集のための研究計画の策定及び実施
 2. たばこ火災の社会的コストに関する情報蓄積
 3. 煙中成分の毒性及び健康への影響の変化に関する情報蓄積
 - NIST
 4. シガレットの延焼性を測定する試験基準の策定
 5. 上記試験基準を用いたシガレットの性能評価データの収集
 6. 有効かつ利用しやすい予測能力を開発することを目的とした"ignition physics"に関する研究・コンピュータモデリング
- TAG (Technical Advisory Group)を設置し、CPSC と NIST への助言・協業を要請
- 1993 年までに CPSC, NIST は計 6 報の報告書を提出
 - 上記作業項目に対応した報告書 5 報: TAG Report No.2~6 (項目 4, 5 は 1 報の報告書に統合)
 - 全体概略: TAG Report No.1

■ 【参考】TSG 最終報告書の結論

- 概要
 - 布張り家具およびマットレスへの延焼性を著しく減少したシガレットの開発は
 - ✓ 技術的に実現可能である
 - ✓ 商業的に実現可能である可能性がある
 - ✓ 経済影響、社会的影響はわずかである可能性がある
 - 従って、シガレットを変更した商業的実用性を仮定すれば、潜在的な利益よりも少ないコストで問題を解決できる可能性がある。
- 各項目 (技術的フィージビリティ、商業的フィージビリティ、経済影響) の結論

- 技術的フィージビリティ
 - ✓ シガレットの延焼性を低減する設計特徴が存在（巻円周の低減・刻充填密度の低減・低通気度巻紙・助燃剤の低減）
 - － これらの組み合わせによって、延焼性を大きく低減可能
 - － いくつかの特許化されたアプローチは、更なる調査に向けた方向性を提示
 - － 根拠は限定的であるが、フィルターの有無も延焼性に影響を与えることを示唆
 - ✓ 現行市販されているシガレット間の延焼性の差異は、重要ではない
- 商業的フィージビリティ（モニタリング）
 - ✓ 布張り家具の **mock-up** 上での延焼性の測定は、同じ素材の実寸大の家具に対する延焼性の妥当な指標である
 - － 但し、素材のロット間で幅広いばらつきがあることから、長期間および異なる試験所での測定には制限がある
 - ✓ シガレットが延焼性を低減することを判断するためには、有効かつ信頼性のある測定法の開発が必要
 - ✓ 将来どの程度火災を低減するかを判断するために、たばこ火災に関する情報収集も重要
- （製造）
 - ✓ 延焼性を低減したシガレットの製造には、設計技術、製造技術にある程度の技術的進歩が必要となる可能性がある
- （消費者受容性）
 - ✓ 一般喫煙者への消費者受容性に関する試験は実施されていない
 - － しかし、延焼性を低減する物理的特徴のいくつかは、個別に数種の市販品に取り入れられている
 - － 最も延焼性を低減する設計特徴のすべてを組み合わせた市販品はない
- 経済・その他影響について
 - ✓ シガレット変更の全体的な影響は、価格、失業者数、医療費、平均余命、関係産業・職業の財務状態をわずかに変化させる程度のものになる可能性がある
 - ✓ 市販シガレットのいかなる変更であったとしても、市場に導入される前段階には、シガレット煙の毒性評価が必要

➤ 今後の課題

- シガレットの延焼性を決定するための標準試験法が必要。可能な限り早期に試験法を開発し、現行の試製品を用いて公定化すべき
- 上記試験法を用いて、現在の市販シガレットの性能データを取得すべき。当該データは将来のシガレットの性能を比較するために利用可能。
- シガレットの設計特徴、着火物、火災にあった喫煙者に関するベースラインデータ・追跡調査データを収集するための研究を計画・実施すべき
- シガレットの変更に伴う毒性・健康への影響の変化、たばこ火災による社会的コストに関する、体系的な知見を蓄積すべき
- 有効かつ利用しやすい予測能力を開発するために、"ignition physics"に関する基礎研究およびコンピュータモデリングを継続すべき。これにより、将来のシガレット

の延焼性を安価にスクリーニング可能となる。

TSG Report No.1.

"Relative Propensity of Selected Commercial Cigarettes to Ignite Soft Furnishings Mockups"

■ 目的

- 複数の支持体を用いて、12種の市販シガレットの延焼性にどの程度差異があるかを検討

■ 実験

- 実験方法
 - 以下の団体等が用いている mini-mock の試験系に基づいた方法:
mock-up 上にシガレットを設置し、mock-up 自体が燦焼するかどうかを観測
 - ✓ the California Bureau of Home Furnishing
 - ✓ the Upholstered Furniture Action Committee
 - ✓ the Business and Institutional Furniture Manufacturers Association
- 試験水準
 - 以下のような 12 種の市販シガレット（フィルターあり 10 種、なし 2 種）を選択
 - ✓ 現行の布張り家具・マットレスの難燃性評価に用いられているもの
 - ✓ 既往の研究において異なる延焼性を持っている可能性があると考えられているもの
 - ✓ 販売数量の大きいもの
 - 18 種の支持体（側地・詰物・設置位置が異なるもの）として、以下を選定
 - ✓ 詰物: 綿 (Cotton Butting)、ポリウレタンフォーム (PU foam)
 - ✓ 側地: CA Standard (綿 100%)
Dobby (市販品、綿 100%の縦糸にポリエステル 100%のストライプ)
Tulip (市販側地、レーヨン 100%の生地綿 100%のストライプ)
 - ✓ 設置条件: 平面 (flat)、へり (crevice)
 - ✓ 被覆有無: 有 (cover)、無 (uncover)

※ 側地については延焼性に影響を与える要因と考えられている Na, K, Ca, Mg も測定
- 試行回数
 - 各 4 回、計 864 回 (シガレット (12 種) × 支持体 (18 種) × 4 回)
- 解析
 - χ^2 検定
- 上記に加え、11 試験水準で湿度を変更した検討を実施 (30~45%RH v.s. 60~65%RH)

■ 結論

- 以下の支持体において、シガレット間の有意差が検出されるものあり
 - 側地 CA / 詰物 Cotton/flat/uncover
 - 側地 CA / 詰物 Cotton/flat/cover
 - 側地 Dobby/詰物 Cotton/flat/uncover
- 上記 3 種の支持体全てで低延焼性を示したシガレットはなし
- 試験時には、シガレットと支持体の両方の重量燃焼速度を記録したが、延焼性に関する信頼性の高い予測因子であるとはみられない

TSG Report NO.2

"Cigarette Ignition of Soft Furnishings - A Literature Review With Commentary"

■ 目的

- 低延焼性シガレットに関する検討の一助とするための背景情報の提示

■ 検討内容

- 概要
 - 布製家具および実生活上の物質へのくん焼シガレットによる着火に関する 1986 年初頭までの文献レビュー
- レビュー対象
 - 化学・繊維・シガレット・特許などに関する 13 のデータベース (Chemical Abstract, World Textile, Tobacco Abstracts, World Patents 等)
 - シガレットの設計特徴、布製家具等による火災に関する文献等
- レビュー分野
 - シガレットの設計特徴
 - 支持体上でのシガレットの燃焼温度・燃焼速度
 - 支持体のくん焼メカニズム
 - シガレットによる延焼の挙動
 - 市販シガレットの相対的な延焼性

■ 各分野で紹介されている内容

- シガレットの設計特徴
 - シガレットの延焼性に影響することが指摘されている設計因子 (巻長・巻の直径・葉たばこ刻充填密度)
 - 一般的なシガレットの設計 (巻長・巻円周・重量等)
 - シガレットの燃焼時の特徴 (燃焼温度・燃焼速度)
- 支持体上でのシガレットの燃焼温度・燃焼速度
 - 燃焼しない支持体にシガレットを静置した研究
 - 燃焼傾向のある支持体にシガレットを静置した研究 (熱電対による温度分布の把握等)
- 支持体のくん焼メカニズム
 - セルロース素材のくん焼メカニズム (化学反応式・着火温度等)
 - 可塑性ポリウレタンフォームのくん焼メカニズム (化学反応式・着火温度等)
- シガレットによる延焼の挙動
 - クレビス状の mock-up 試験系を用いた、延焼性に関連する諸要因 (側地・詰物・家具の形状等) の研究
- 市販シガレットの相対的な延焼性
 - 市販シガレットの延焼性に関する研究

■ 結論

- 最も関心のある、シガレットのパラメーターがどのように延焼性に影響を与えるかとい

う点については、十分な研究がなされておらず、更なる研究が必要

- 最も重要な発見は、支持体上と空中のシガレットでくん焼挙動が異なること
 - セルロース側地とポリウレタンフォーム詰物に着火する前は支持体上のシガレット中心部の温度が空気中でのそれに比べ明らかに低下し、その温度のままくん焼が継続
 - セルロース側地とポリウレタンフォーム詰物に着火したのち、くん焼した着火物から熱が移動し、シガレット中心部の熱は再上昇する
- 市販シガレットを用いたシガレットの延焼性に関する研究から、以下のことがわかる
 - シガレットの大部分は同様の延焼挙動を示した
 - 特定の側地 - 詰物の組み合わせにおいて、数種のシガレットがいくらかの低延焼性を示した
 - 低延焼性を達成する特定の要因は、未だ解明されていない

■ 目的（後述する Sec.1 より抜粋）

- “Cigarette Safety Act of 1984”に基づき、布張り家具、マットレスへの延焼性を最小限にするシガレット・リトルシガーの開発に向け、技術的フィージビリティ、商業的フィージビリティ、経済影響・その他影響に関する研究・活動に取り組むこと
- 市販シガレット間での布製家具への延焼性の違いについて調査し、その範囲を特定すること
- シガレットによる布製家具の延焼について把握し、延焼性低減に寄与するシガレットの特徴を見出すこと
- 特許取得済であるが市販されていないシガレットの延焼性測定を行うこと。
- 試験用シガレットを用いて、様々な支持体上での温度状態の解明すること
および、支持体の延焼過程を示すコンピューターモデルを開発すること
- シガレットの延焼性測定法を開発すること
- 布や詰物に含まれるアルカリ金属イオンの影響調査
- より現実的な費用対効果等の調査に向け、実際の家具を用いた試験結果と比較することにより、ベンチスケール試験から得られた延焼性データを検証すること

■ 検討項目

- Sec.1 : Introduction
 - 研究背景、研究目的
- Sec.2 : Material（試験体に関する検討）
 - 実験用シガレット①：以下の 5 つのパラメーターの中から、系統的に 2 つを変更した 32 種（ $2^5=32$ ）のシガレットをたばこ業界が試験製造（試製）
 - ✓ たばこブレンド（バーレー vs. 黄色）
 - ✓ 緩和刻（緩和刻なし&60cuts/inch vs. 緩和刻あり&30cuts/inch）
 - ✓ 巻円周（21mm vs. 25mm）
 - ✓ 巻紙通気度（10 C.U. vs. 75 C.U.）
 - ✓ 巻紙処理（未処理 vs. クエン酸塩を 0.8%添加）
 - 実験用シガレット②：巻紙のパラメーターを変更した 9 種のシガレットをたばこ業界が試製（巻紙を 2 重に重ねたもの（2 重巻紙）を用いたもの・低通気度の巻紙に開孔したもの・巻紙にエンボス加工を施したもの）
※上記のシガレットに関し、品質分析を実施（物性・燃焼速度・TNCO 等）
 - 実験用シガレット（その他）：特許取得済であるが市販されていないシガレット、TSG 報告.1 にて検討した 12 種の市販シガレットうち 4 種（延焼性の高いもの 2 種・延焼性の低いもの 2 種）
 - 支持体（布地）
 - ✓ ベンチスケール試験（mock-up 試験）5 種+1 : CA standard, Denim, Splendor, Haitian Cotton, Duck（側地に使用） + Sheeting（被覆に使用）
 - ✓ フルスケール試験および比較のためのベンチスケール試験 6 種 : CA standard, Velvet, Splendor, Damask1, Damask, Olefin
※上記に関し、綿密度・糸密度・含有イオン量（Na, K, Ca, Mg）等を分析

- 支持体（詰物）
 - ✓ ベンチスケール試験（mock-up 試験）2 種：綿（Cotton batting）, ポリウレタンフォーム（Polyurethane foam）
 - ✓ フルスケール試験および比較のためのベンチスケール試験 2 種+1：綿（Cotton batting）, ポリウレタンフォーム（Polyurethane foam）, Welt cord（支持体の縁部にある革製の紐）
上記に関し、綿密度を分析（綿では、含有イオン量も分析）
- Mock-up の設置条件
 - ✓ フラット:127mm×203mm×51mm
 - ✓ クレビス:下部はフラットと同一。90° の壁面（サイズ不明）を設置
 - ✓ welt cord 付クレビス:下部と壁面はクレビスと同一。シガレット接地面に welt cord を設置
※いくつかの条件では、綿製の Sheeting にて被覆を実施
- フルスケール試験に用いた椅子
 - ✓ サイズ:750×838×813
- Sec.3 : Performance Measurement（延焼性能の測定）
 - 41 種の実験シガレット、および 5 種の特許取得シガレットを用いて、3 つの設置条件下にて mock-up 試験による延焼試験をしたのち、相対的な延焼性をランク付け
 - 上記ののち、フルスケールの椅子（市販品）を用いて延焼試験を実施し、mock-up 試験での試験結果と比較
 - その他、布地の汚れ等に関する検討も実施
 - ベンチスケール試験（mock up 試験）の評価
 - ✓ ①布地:CA・詰物:綿・フラット・被覆なし、②布地:Splendor・詰物:ポリウレタン・被覆なし・フラット、③左記②と同一の条件でシガレットの巻長を 1/2 にしたものを使用、④布地:Denim・詰物:ポリウレタン・被覆あり・クレビスにて 5 回ずつ計 20 回の実験を実施
 - ➔ 典型的な市販シガレットでは 20 回中 18-20 回延焼するのに対し、41 種の実験シガレットのうち 5 種の延焼回数は 0-4 回であり、13 種のシガレットの延焼回数は 10 回以下であった
 - ➔ 延焼回数が少なかったシガレットの特徴は、影響の大きかった順に、たばこ刻充填密度が小さいもの、巻紙通気度が低いもの、巻円周の小さいもの、クエン酸塩を含有しないものであり、たばこブレンド（バーレー・黄色）の影響は見られなかった
 - ➔ 上記の②と③を比較した場合に、巻長が 1/2 のいくつかのシガレットでは延焼性が低い結果が得られた
 - ✓ 巻長およびフィルター有無の影響を検討するため、7 種の実験シガレットを用いて、布地:CA・詰物:綿・フラット・被覆なしの支持体にて、①フィルター付き全長、②フィルターなし・巻長 1/2、③フィルター付き・巻長 1/2、④フィルターなし・巻長 1/2 の条件で 5 回ずつ計 20 回の実験を実施
 - ➔ 巻長・フィルター有無により延焼性に差異はない結果が得られたことから、着火までに時間を要する支持体においては巻長が影響する可能性があることが示唆
 - その他の実験的研究として、既往の研究から、延焼しやすくすることで知られるア

ルカリ金属塩、および影響を与えないと考えられている布地の汚れに関する検討にも着手したが、明確な傾向は得られず

- フルスケールの布張り家具（市販品）とベンチスケール試験結果との比較
 - ✓ 実験シガレット 4 種（低延焼性を示したシガレット 3 種・低延焼性と市販シガレットの中等度の延焼性を持つもの 1 種）と市販シガレット 1 種にて、実物大の布張り椅子を用いた延焼試験を実施し、延焼する割合を先述のベンチスケール試験の結果と比較
 - ※実験シガレット 4 種のスペック：①黄色・緩和刻 100%・低通気度巻紙（4ー6 C.U.）・クエン酸塩無添加・巻円周 21mm、②黄色・緩和刻 100%・低通気度巻紙（10 C.U.）・クエン酸塩 0.8%添加・巻円周 25mm、③黄色・緩和刻 100%・低通気度巻紙（10 C.U.）・クエン酸塩無添加・巻円周 21mm、④バーレー・緩和刻 100%・低通気度巻紙（10 C.U.）・クエン酸塩無添加・巻円周 21mm
 - ✓ 布地・詰物・設置位置が異なる 15 の条件で、上記 5 種のシガレットをフルスケールの布張り家具（実物大の布張り椅子）に 10~20 回ずつ設置する実験を行い、Bench-scale 試験の n=5 と比較
 - ※試験結果の正確性に影響を与えうる懸念事項として、椅子の養生・実験室の気流・実験シガレットが設置直後に自己消火した場合の再設置・適切なクレビス形状の構築、等を挙げている
 - ➔ 延焼率の違いが 20%未満であれば差異なしと判断する場合、75 例中 64 例で差異なしとの結果が得られた（詰物が綿の時には、35 例中 27 例で差異なし）
 - ➔ 実験シガレットの延焼率が 7-35%（低延焼性の 3 種は 7-11%、中等度の延焼性の 1 種は 35%）であるのに対し、市販シガレットの延焼率は 73%であり、低延焼性のものとは異なる結果を示した。この傾向はベンチスケール試験単体、またはフルスケール試験単体をみても変わらなかった
 - ➔ 既往の研究が述べているように、市販シガレットはクレビス条件下にてより延焼しやすいとの傾向が本実験でも当てはまったものの、実験シガレットの場合は、当てはまらなかった
 - ➔ シガレットの自己消火は支持体および設置条件（フラット/クレビス/クレビス with welt cord）の影響を強く受ける。シガレットと支持体の設置条件が一定であれば、同一のシガレット種では、全て自己消火するか、全長燃焼するかのどちらかを示すものが多い
- 実験シガレットの 1 吸煙（puff）当たりの平均 TNCO
 - ✓ 実験シガレットの puff 回数が市販シガレットと大きく異なる場合には、仮に将来、低延焼性シガレットを市販する際、業界基準に適合するようにすることもあり得るため、41 種の実験シガレットについて 1puff 当たりの TNCO 収量を測定
 - ➔ 緩和刻の使用、刻幅の増加、巻円周の低減は、延焼性を低減すると同時に 1puff 当たりの収量を減少させる一方、巻紙通気度の低減は収量を増加
- 低延焼性を示す実験シガレットの特徴の要約
 - ✓ これまでの実験結果、燃焼速度、TNCO 収量をまとめた上で、実験に用いたシガレットサンプルの数が限られることを鑑み、全ての低延焼性シガレットの特徴に関してデータから推測される点を列挙

- ➔ 低延焼性を示した実験シガレットは、延焼しやすいものを含む広範囲な支持体を用いて実験した場合に、相対的に延焼性が低いとされる市販シガレットよりも低延焼性を示した
- ➔ 低延焼性を示す実験シガレットの空中での線燃焼速度は様々である。一般的に、空中で立消えるような燃焼速度の遅いシガレットは低延焼性を持つように推測されている。しかし、線燃焼速度が速く、空中で立消えせずとも、低延焼性を示す実験シガレットもある
- 特許取得シガレット(未市販)
 - ✓ 布地:HA・詰物:綿・設置条件:フラット等の 5 つの条件で、特許取得シガレット 5 種と、出願時に対照として提出されている 5 種のシガレットにて延焼試験を実施
 - ➔ 対照シガレットが 100%の延焼割合を示す一方、特許取得シガレットは 20-66%であった。
- 要約と結論
- Sec.4 : Thermo physics of the Ignition process (延焼過程の熱物理学)
 - 支持体への延焼が発生する際の、シガレットと支持体間の相互作用に着目し、どのようにして延焼が開始するかを検討
 - 主な目的：将来の低延焼性シガレット開発の一助とするため、延焼の過程における重要な物理現象を明確にする一助とすること
 - 具体的な検討内容
 - ✓ 支持体の熱伝導率の違いによるシガレットの線燃焼速度への影響
 - ✓ 設置条件（空中・フラット・クレビス）の違いによるシガレットの線燃焼速度への影響
 - ✓ 設置条件の違いによるシガレットの燃焼コーン長さへの影響
 - ✓ たばこ充填密度と燃焼コーン長さの関係
 - ✓ シガレットから支持体への熱を受ける範囲に関する設置条件の違いによる影響
 - ✓ 延焼回数とシガレットから支持体への熱の関係
 - ✓ 燃焼コーンの表面温度とシガレットから支持体への最大熱流束の関係
 - ✓ 燃焼コーン表面と支持体との垂直・水平方向の距離
 - ✓ 延焼回数とシガレットからの総熱量の関係
 - ✓ 延焼回数とシガレットの重量燃焼速度の相関
 - ✓ シガレットの重量燃焼速度と燃焼コーン長さの相関
 - ✓ シガレットの燃焼による布地の酸素損失の経時変化
- Sec.5 : Modeling Ignition (燃焼シガレットと支持体の着火に関する基礎的及び半経験的数式モデルの検討)
 - 延焼試験結果の予測を目的とした、個々のパラメーターの影響（たばこブレンド・たばこ刻充填密度・巻紙通気度等）を数値化した、シガレット、支持体、その相互作用に関する有効な数的モデルの検討を実施し、以下 3 つのコンピューターモデルを開発
 - ✓ TEMPSUB：移動する熱源に曝された支持体に関する時間依存の温度分布の数式モデル
 - ✓ CIG25：酸素濃度、gas velocity、燃焼速度の入力値に従った時間依存の温度分

布の数式モデル

- ✓ シガレットから支持体への熱流束に関する支持体に接触したシガレットの相互作用に関するモデル
- 既往の研究よりも優れた予備的な数的モデルを開発したものの、現時点では、処理速度が遅く、操作性がよいものではない
- **Sec.6 : Evaluation of Test Methods for Cigarette Ignition Propensity** (シガレットの延焼性に関する試験法の評価)
 - シガレットの延焼性に関する適切な測定法の初期的アプローチとして、既往の研究にて提案されている試験法の評価を実施
 - 本報では試験法の提案は行わず、候補を絞り込み、より有望なアプローチの将来の開発に向けた助けとなるもの
 - ✓ ポリウレタンフォームの重量減少による測定：ウレタンフォームの重量減少と延焼有無の相関は弱く、正確性に欠ける
 - ✓ アルファセルロースの支持体上に燃焼シガレットを設置：市販シガレットを設置した場合にはセルロースがくん焼するものの、低延焼性を示す実験シガレットを設置した場合には一律にセルロースがくん焼しないため、延焼性の幅を見る上で不適當
 - ✓ ガラスプレート上へのくん焼シガレットの設置：布地・詰物を支持体とした場合の再現性の問題は解決できるものの、放熱や酸素供給の阻害など布張りの支持体とは熱特性が大きく異なる
 - ✓ 布地と詰物を用いた試験法：既往の研究により用いられた布地と詰物については、ロット間、配送単位間に関し、再現性の問題を指摘する文献もあり、この試験法を採用する場合には様々な考慮すべき事項が存在
- **Sec.7 : Conclusions**
 - 詳細は個々のセクション参照
- **Sec.8 : Priority Further Research Directions**
 - 今後、優先して研究すべき項目として以下を提案
 - ✓ 試験法開発と基礎データの収集
 - ✓ 実験シガレットの試験
 - ✓ ベースラインの構築に向けた市販シガレットに関する性能データの収集
 - ✓ 延焼に関する物理現象の広範囲の調査
 - ✓ 延焼予測モデルの構築
- **Sec.9 : Acknowledgement**

“Expected Changes in Fire Damages from Reducing Cigarette Ignition Propensity”

■ 目的

- 火災被害に関するベースラインおよびシガレットの延焼性を低減した場合の変化の予測
- シガレットの延焼性を推定するモデル開発 (Appendix)
- 感度解析 (Appendix)

■ ベースライン

- 調査項目
 - 火災件数、死者数、負傷者数、負傷した消防士数、財産の損害額
 - 住宅火災、住宅を除く建物火災、車両火災、屋外・その他に分けて決定
 - 住宅火災・建物火災は着火物を布張り家具、マットレス・寝具、その他の 3 分類に分割
 - 1980-84 年は既存データに基づき計算、1986 年以降が予測
 - 火災件数/シガレット消費本数、及び火災件数当たりの各被害も計算
- 1980-84 年の全米における火災件数及びコストの見積もり方法
 - (National Fire Incident Reporting System に報告された火災のうち、発火源が喫煙製品のものの割合) × (NFPA による各消防署のランダムサンプリングによって見積もった全火災件数)
- 1986 年以降のデータの予測方法
 - 布張り家具、マットレス・寝具による住宅・建物火災件数:
 - ✓ 1980-84 年の (火災件数/シガレット消費本数) vs (ignitability*) を一次回帰
 - *ignitability: 布張り家具、マットレス等がシガレットによって延焼する確率
シガレットの延焼性を推定するモデルから導出 (以下で説明)
 - その他項目:
 - ✓ 1982-84 年の (各項目/火災件数) vs (year) を一次回帰

■ シガレットの延焼性を低減した場合の変化の予測

- 調査項目
 - ベースラインと同様
 - 1986 年以降の各項目を予測
- 予測方法
 - Appendix にて通常シガレットおよび 5 種の延焼性を低減した試製シガレットの ignitability を算出
 - 火災件数: 1986 年以降のベースライン予測式中の ignitability に用いる値を通常シガレットの値から、各試製シガレットの値に変更
 - その他項目: ベースラインで導出した予測式に、上記で導出した火災件数を使用

■ シガレットの延焼性を推定するモデルおよび ignitability の推定 (Appendix A~C)

- 概要
 - 上記の火災被害の予測で用いられている ignitability を計算するモデル式
 - 実験データ等から、1986 年以降の予測に用いた値を導出

- 最終的に火災被害予測に用いられている ignitability
 - 通常シガレットおよび 5 種の試製シガレットそれぞれに対する、布張り家具の ignitability およびマットレス/寝具の ignitability
- 推定方法

$$\text{Ignitability} = B \left\{ \sum_{i=1}^n q(i) \left[\sum_{j=1}^{k_f} R(i,j) u(j) \right] \right\}$$

- 基本となる推定式:

(着火物、シガレットとの接触状況が与えられたとき、火災が生じる確率)

- ✓ B: 実験室での試験と実火災とのスケーリングファクター
- ✓ i: シガレット種
- ✓ q(i): シガレット種 i のマーケットシェア
- ✓ j: 着火物の種類 R(i,j): シガレット種 i により着火物種 j が延焼する確率を実験室で試験した結果
- ✓ u(j): 着火物種 j のマーケットシェア
- 実際に用いる式

$$\text{Ignitability} = \sum_{i=1}^{k_f} R(i,j) u(j)$$

- ✓ 複数の仮定により簡略化:
 - 実際の確率ではなく、確率に比例した値があればよいことから、スケーリングファクター B は不要 (B が時間に依存しないことを仮定)
 - 通常シガレットは 1 銘柄にて代表、試製シガレットも各 1 銘柄であることから、n=1, q(i)=1
- R(i,j)について
 - ✓ 既往の研究等のデータを利用
 - ✓ データが無いものは類推
- j, u(j)について
 - ✓ マットレス/寝具
 - 防火基準導入後マットレスと防火基準導入前のマットレスの 2 種
 - シェア推移については CPSC による推定値を利用
 - ✓ 布張り家具
 - (5 種の支持体、設置方法) × (3 種の布地) の 15 種に分類
 - シェア推移については CPSC による推定値を利用

■ 感度解析: 割愛

TSG Report No.7.

"Tests of Smoldering Ignition of Chairs and Reduced-Scale Mock-Ups by Various Cigarettes"

Sec. 1

■ 目的

- シガレットによる延焼試験を布張り家具の最終製品（フルスケール; full-scale）で行った場合と小型 mock-up で行った場合の相関度合いの決定

■ 実験

- 実験方法
 - full-scale 試験: CA 州の防災基準（任意）の試験法
(Bureau of Home Furnishing Technical Bulletin Number 116)
 - mock-up 試験: CA 州の防災基準（義務）の試験法
(Bureau of Home Furnishing Technical Bulletin Number 117)
※いずれも、シガレットを設置後に綿シート 1 枚で被覆
- 試験水準
 - シガレット
 - 1 種のみ: Technical Bulletin Number 116 に規定されている標準シガレット
(フィルター無・巻長 $85 \pm 2\text{mm}$ ・直径 $0.3 \pm 0.02\text{inch}$ ・重量 $1.1 \pm 0.1\text{g}$)
 - 支持体
 - full scale: CA 州の市場から集めた 100 種の布張り椅子
 - mock-up: 上記の布張り椅子を解体して作成 (100 種)
 - 設置条件
 - 3 種: flat、seat/back crevice、seat/arm crevice
- 試行回数
 - full scale 試験: 各 1 - 4 回
 - 総計 496 回 (flat:287・seat/back crevice:66・seat/arm crevice:66)
 - mock-up 試験: 各 0 - 1 回
 - 総計 196 回 (flat:100・seat/back crevice:63・seat/arm crevice:33)
※試験材料の不足のため、mock-up 試験の繰り返し試験は実施せず
- くん焼の判断基準
 - くん焼痕の大きさがいずれの方向であっても、2 inch を超えてくん焼が継続; 又は
 - または明らかな有炎燃焼の発生

■ 結論

- full-scale 試験と mock up 試験は非常に良く相関（全体で 91.8%の結果が一致）
- 本試験の結果が、消費者の家庭にある家具のくん焼性能の全てを表しているわけではないことに留意が必要
- この試験手順は、特定の詰物および特定の布側地を持つ家具の最終製品が、平らな表面またはクレビス上で、くん焼継続するかを予測するための手法として有望
- 当該分野の研究継続を推奨
 - より大きなデータベースを構築するため

- 家具の最終製品がくん焼する可能性を評価するために小型 mock-up を用いることの有効性を確立ため

Sec.2

■ 目的

- シガレット間の延焼性を見出しやすい支持体条件の探査

■ 実験

- 実験
 - 小型 mock-up を用いた延焼試験
- 試験水準
 - シガレット
 - ✓ TSG Report No.1 にて使用した市販シガレット 12 種のうちの 10 種
(巻長:83-120mm、大部分がフィルター付き、巻紙は 7 種が白色、3 種がゴールドまたはブラウン)
 - 支持体
 - ✓ 詰物: ポリウレタンフォーム, 側地: Tulip fabric (綿を主材料とした布地), 設置: seat/back crevice
 - ✓ 詰物: 綿, 側地: California standard type (綿 100%の毛羽立った布地), 設置: flat
 - ✓ 上記 2 種それぞれについて、綿シートによる被覆あり・なし 2 水準の計 4 水準
 - 試行回数
 - ✓ 計 200 回実施
 - 燻焼の判断基準
 - ✓ 綿詰物の時: 燻焼痕の大きさがいずれの方向であっても、2 inch を超えてくん焼が継続した場合
 - ✓ ウレタンフォームの時: シガレットの自己消火後または人為的な消火後に重量が試験前の 80%を下回った場合

■ 結論

- 4 種の支持体で試験を行った結果、10 種のシガレット間で着火性に有意な差異は認められなかった
- 4 種の支持体条件の中ではポリウレタンフォーム/被覆なし/crevice の支持体条件が、最も 10 種のシガレットの性能の差異を与えるが、依然として差異は限定的

■ 推奨

- 相対的なシガレットの延焼性決定のための効率的な試験系確立、およびシガレットパラメータの影響の特定には、更なる研究が必要
- 試製シガレットや特許化されたシガレット等の異なるシガレット群を試験するために、これらの布地/支持体による試験系が用いられるべき

Sec.3

■ 検討項目

- 本文なし、以下の表のみ

- National Bureau of Standards (N.B.S) と Bureau of Home Furnishing (B.H.F)
がそれぞれ同じシガレットで試験した結果

TAG Report No.2.

"Test Method for Quantifying the Propensity of Cigarettes to ignite Soft Furnishing"

■ Executive Summary

- シガレットの延焼性に関する試験法が果たす役割：①可能な性能基準のための基礎、②規制のターゲットの遵守、および品質保証試験に関してのシガレット業界に対する支援
- Mock-up 試験**：3種の布地、5cm厚のポリウレタンフォーム、試行回数48回
- 自己消火法：標準化されたセルロース製のろ紙を使用、枚数は3,10,15枚の3種、この手法により得られた性能はこれまで実施したシガレットの着火性の直接法におおよそ相当、試行回数16回
- 設置条件：実生活では、**crevice** 条件が考えられるものの、**flat** の支持体のみを検討。
- 外部からの空気流入：なしの状態で行った試験を実施。実生活では、不明であるとともにおそらくランダムと想定される。多くの着火は深い **crevice** で発生するため、空気流入は少ない
- サンプルシガレット：シガレット業界が本研究での使用を目的として製造した実験シガレット。シガレットの延焼性は多様であり、本研究及び業界による試験において、現行の市販シガレットと同等のものから、あらゆる試験体の支持体に対し殆ど又は全く着火しないものもあり
- 2つの試験法は9つの試験所にて、有効な **reproducibility** を示す
- ラボ内ばらつき・ラボ間ばらつきの検討
- 長期的な再現性の観点から、利用可能と思われる試験材料は4種
- くん焼可能性に大きな影響を与える布地のパラメーター：面密度、含有カリウムイオン
- ロット内、ロット間、2製造者間のサンプル分析によれば、それらによるバラつきは許容可能
- 延焼性の上限と下限を設定するための **calibrate** も実施。
 - 上限：最もくん焼回数が多い布地:#4 cotton duck、全長燃焼が多い枚数:15枚（誤植と推察 ※p.122）
 - 下限：最もくん焼回数が少ない布地:#10 cotton duck、全長燃焼が少ない枚数:3枚（誤植と推察 ※p.122）
- 製品基準として好ましいのは **Mock-up** 試験だが、試験に要する人員を考慮するとどちら一方の試験をするのが実用的
- 20種の市販シガレットによる実験
 - うち14種は、1990年当時で市場シェア40%を占めるものであり、これらで、2つの手法による試験を実施。これらは一貫して **mock-up** 試験では着火し、自己消火法では全長燃焼
 - うち6種は、既往の研究で延焼性が低いと示唆されている1ないし2の物性パラメーターを持つもの（巻円周・巻紙通気度・葉たばこ充填密度が小さい等）であり、これらでも、2つの手法による試験を実施。6銘柄すべてが **mock-up** 試験では低延焼性を示した。4種は着火しづらい支持体では、殆ど着火せず、2種は40-70%で着火した。一方、自己消火法は、着火性に関する感度は低いものの、6種のうち3種は著しく全長燃焼が少なかった。なお、6種のシガレットの **TNCO** の平均値は、14種の売り上げの大きいシガレットの平均値より小さい

■ 序論

- TSG によるこれまでの研究にて指摘されている点
 - 低延焼性を評価するための有効かつ信頼性ある試験法が必要であること
 - 現行の **mock-up** 試験は布地と詰物のロット間にばらつきがあり、標準試験法として採用すべきでないこと
 - 現在開発中にあるソファ家具のシガレットによる延焼性を測定するための候補として使用可能な代替の試験法は存在しないこと
- **Fire Safe Cigarette Act of 1990** にて **NIST** 要請されている作業
 - シガレットの延焼性を測定するための標準試験法の開発
 - 当該試験法を用いたシガレットの性能データの集積
- 試験法に関する一般的な考え方として、以下に言及
 - 試験法の役割：①可能な性能基準のための実用的基礎の構築の一助となること、②規制のターゲットの遵守、および品質保証試験に関してのシガレット業界に対する支援
 - 最終成果物のイメージ：継続して実施可能で、評価が明確であり、可否を設定できるもの
 - 性能指標について：①葉たばこ充填密度、巻円周、巻紙通気度の上限・下限値を規定する、または数値化して積み上げたものを使用する。②**Mock-up** 試験のような性能試験により、製品の使用による（望ましくない）結果をシミュレートする。③性能試験から得られる傾向と、布張り家具に着火する傾向との相関を示すシガレットの特徴を測定する
 - 有効性について：性能試験から得られる結果は、実生活と結びつかねばならない
 - 長期的な実用性について：試験法の長期的な再現性に関する十分な検討はこれまで行われてはいない。これまで研究で使用された試験材料および一般的な布張り家具の材料は、シガレットによる延焼に影響を与える品質管理がなされていない。ろ紙を用いた自己消火法では、試験材料の再現性を得ることと引き換えに、実生活の火災シナリオとの物理的な相似が犠牲にされた。従って、セクションIVに示すように、試験法の有効性を確立するため、布張り家具試験との相関を観測することが必要

■ 本研究で策定された試験法

- 実験用シガレット
 - 実験用シガレット① (**Series100**) : TSG の研究 (**Report No.3**) で用いられた 5 つのパラメーターを変更した 32 種のシガレットから 8 種のシガレットを選定
※シガレットのパラメーターと既往研究の試験結果は表に記載
 - 実験用シガレット② (**Series500**) : **Series100** の数量が予定しているラウンドロビン試験に使用するには不十分だったため、5 つのパラメーターを同様に変更した 8 種のシガレット (**NIST** がシガレット業界に対し製造を依頼)
 - ➔ 実験用シガレット①と②について、布地 **cotton**/詰物 **polyurethane foam** の **mock-up** 試験を行い、正確に一致とは言えないまでも、ほぼ同様の結果が得られた

■ Mock-up 試験法

- 既往研究の要約：**mock-up** に用いられる布地物性のバリエーションは、シガレット間の延焼性を差別化する上で有益な手段を与える
- **Mock-up** 試験法に用いる布地の検討

- 本研究の焦点：既往の研究から得られた知見よりも、**mock-up** の製作に係る長期的な再現性を重視
- 適切な布地の特定に用いた **criteria**: 数千ある布張り家具の布地の相対的な需要を明らかにする実用的な方法はなく、布地製造業者や顧客への販売データもないことから、実生活の布地の代表例を試験布地として特定することは現実的でない。従って、次の 9 つを **criteria** とした。①シガレットの着火のしやすさから、**cotton・linen**（リネン：亜麻布）・**mod acrylic**（モダクリル）・**acrylic**(アクリル) が候補と思われる。②多様な種類のシガレットの延焼性を差別化可能。③試験結果の再現性を担保可能。④現在および将来において、シガレットの延焼性評価に必要な一定数量が準備可能。⑤製造上、化学組成・物性が再現可能。⑥表面の設計が一定であること。⑦（例えば、縦糸または革製の糸のように）一方向にくん焼する傾向がないこと。⑧（例えば、難燃化、パーマネントプレス加工、耐久加工等の）最終加工が可能。⑨布地の重量は、一般に市販されている布地の重量の範囲であること（0.17-0.85kg/m²、5-25oz/yard²）
- ➔ 上記の **criteria** に基づき、関連機関と協議の上、6 種の布地を選定
- くん焼延焼をコントロールする手法としての物質の添加：市販の布地には、ロット間の化学組成・物性上のばらつきがあることが示されていることから、品質を安定させるため、アルカリ金属、アルカリ土類塩の添加を検討
- ➔ 布地が安定して延焼する場合でも、シガレットの差別化につながるものではなかったため、最終的には全て不採用
- **Cotton Duck** 布地に関する継続的な使用可能性:**Cotton duck** の消費量が多いこと、米国防衛省が軍用（キャンプ製品・バッグ等）に多くの標準布地を開発していること、多くの繊維会社によって供給されていること等から、継続的な使用可能性は高い
- ➔ 経時的金属イオン含有量:**cotton** のアルカリ金属、アルカリ土類塩の含有量は、土壌、肥料、生育環境等によってばらつく可能性があることから、**cotton duck** のイオン含有量のばらつきに関する調査を実施
- ➔ 経時が長くなることによりばらつきが増加する傾向はあるものの、一部の例外を除き、ばらつきは大きくないことを確認
- **Cotton duck** 布地の物性上のばらつき：**cotton duck** のくん焼のしやすさに最も影響を与える物性と考えられている面密度のばらつきを検討。また、ASTM D737-75 を用いて通気度を測定。
- ➔ 本研究で用いた **cotton duck** の物性上のばらつきは小さい。**TSG** の研究(Report No.3)で用いられた布地は、本研究で用いたものに比してばらつき大
- ➔ **TSG** の研究(Report No.3)で用いられた布地は、本研究で用いたものに比して、10 - 20 倍の通気度を持っていたこともわかった
- その他の **Mock-up** に用いる試験体
 - ポリウレタンフォームとポリウレタンフィルム（布地と詰物の間に位置）に関する検討
 - **TSG** の研究で用いた詰物と同様のポリウレタンフォーム（密度：32kg/m³・通気度：2.0×10⁻³m³/s）
 - フォームの物性がシガレットの延焼に与える影響を検討するため、密度の小さいポ

リウレタンフォーム（密度：24kg/m³・通気度：2.4×10⁻³m³/s）との比較も検討
➔ 本研究で用いたフォームのばらつき（±5%）は、密度の差異による影響を検討した結果よりもずっと小さいことから、フォームのばらつきによる影響は小さいと結論

➤ ポリウレタンフィルムについては、ラボ間の試験結果を受けて、2 種から 1 種を選択

- Mock-up の形状

➤ 実生活を再現する程度、布地の貼り易さ、試験結果の再現性に影響することから、Mock-up の形状について、布地と詰物の接触状況・flat と crevice のいずれを採用するか（実生活を反映するのは crevice だが、設置に係る再現性担保が困難）・延焼確率の程度・mock-up の表面積等の検討を実施

➤ 検討の結果、flat 条件を採用することとし、4 種の布地（duck#6,8,10,12）を用いて、7 種の研究用シガレットを試験

➔ 厚みがあり、密度の大きい布地の使用により、接触熱が大きくなることから、上記に加え、最も重量のある duck#4 および、放熱効果を増加するための厚みのある熱可塑性のフィルムを取り入れることに決定

- 密閉に関する設計；気流に関する検討

➤ くん焼挙動に関する再現性に影響すると思われることから、既往研究に改良を加え、排煙用フードを付けた試験用の chamber を作成

➤ 気流がシガレットの延焼性に与える影響に関する研究結果をレビューした上、試験時に人為的に気流を発生させるかの検討を実施

➔ 実生活における気流の状態はランダムであり、延焼の発生が予見されるクレビスのような条件下では、気流の影響は小さいことから、人為的に気流を発生させないことに決定

- 試験のばらつき

➤ 試験法の仕様を最適化するため、試験法を最終化する前に、試験結果のばらつきを生む可能性のあるパラメーターを支持体種・試験条件・試験者・試験手順に分類し、リスト化

➤ リスト化した上で、それぞれのパラメーターに関し、A（影響しにくい）、B（影響すると思われる）、C(影響不明)にて評価

- Mock-up 延焼試験法の概説

➤ 試験測定に不可欠なもの：基礎的な試験技術を持つ試験者・シガレット及び mock-up 試験体の調和のための試験室/chamber・制御された試験環境・シガレットの点火器具・試験 chamber・mock-up 試験体・試験対象となるシガレット

➤ Appendix B に記載されている試験手法を概説

- Mock-up 試験法のラボ間研究

➤ 本試験法に関し、r（ラボ内の結果のばらつき）と R（ラボ間の結果のばらつき）を検討するため、9 か所のラボにて、ASTM E691-87,"Standard Practice for Conducting an Interlaboratory Study to Determine the Precision of a Test Method（試験測定法の正確性を決定するためのラボ間研究を実施する際の標準化された手法）"に従い、ラボ内およびラボ間研究を実施

➤ 選定済みの実験用シガレット（Series500）8 種から、延焼性が比較的高いものから低いものまで、5 種を選定

※実験シガレット 5 種のスペック：①バーレー・緩和刻なし・低通気度巻紙・クエン酸塩添加・巻円周 21mm、②バーレー・緩和刻なし・高通気度巻紙・クエン酸塩添加・巻円周 21mm、③黄色・緩和刻 100%・低通気度巻紙・クエン酸塩添加・巻円周 25mm、④黄色・緩和刻 100%・低通気度巻紙・クエン酸塩無添加・巻円周 25mm、⑤黄色・緩和刻 100%・高通気度巻紙・クエン酸塩添加・巻円周 25mm

- 試験体の材料（布地・ポリウレタンフォーム等）の生産履歴（ロット番号等）を確認および記録したのち、試験所ごとに試験体を無作為抽出
- 3 つのラボにて、予備的なラボ間研究を実施し、5 種のシガレット、3 種の支持体（詰物：ウレタンフォーム 1 種、布地：Cotton duck#4,6,10）を用いて、延焼試験（各ラボあたり、試行回数:48×シガレット種:5×支持体種:3=720 回）を実施し、いくつかのパラメーターがくん焼有無に与える影響の程度、および、くん焼有無に関する試験結果のばらつきを検討

※検討手法：パラメーターがくん焼有無に与える影響の検討にはロジスティック回帰分析、ラボ間の差異の比較には Cochran-Mantel-Haenszel 検定を使用

※目的変数：くん焼有無、主要な説明変数：ラボの違い・シガレット種の違い・支持体種の違い、補助的な説明変数：試験 Chamber・試験実施日・試験者・午前午後・試験時の温湿度・調和時の温湿度

- ➔ 予備的なラボ研究の結果、本試験手順は、1 つ以上のラボにおいても十分に再現可能であり、3 つのラボによる試験結果から、 r と R は受容可能な範囲で再現可能と期待できる
- 予備的なラボ間研究とほぼ同様の形式で、たばこ業界のラボ、連邦政府系のラボ、独立試験ラボを含む 9 つのラボで本研究を実施
- ➔ 本試験法は多様なシガレット種の延焼性の差異を有効に差別化することが可能
- ➔ 一部のシガレットと布地の組み合わせにおいて、くん焼有無の結果が有意に異なるものがあるものの、 r および R の値は、規制に用いられている他の火災に関する現行の試験測定法と同程度

■ シガレットの消火試験法

- 布張りの試験体での延焼を判断基準としない既往研究
 - シガレットの延焼性を推定するパラメーターとして言及されている項目（重量減少速度等）、および布張りの支持体の代替となる物体（glass plate 等）を紹介
- 本研究にて検討されたアプローチ
 - 幅広い延焼性を差別化可能である支持体の特定に向け、Reactive な支持体（Glass Beads・Glass Rods・Non-Woven Glass Paper）および Non-reactive な支持体（lens paper・いくつかの等級の filter paper・bond paper）を用いて、シガレットを設置する試験を実施
 - ➔ 支持体による吸熱はシガレットの燃焼速度を低減し、吸熱量が一定を超えれば、自己消火する可能性もあることから、延焼性評価の指標となりえる可能性あり
 - ➔ 支持体の枚数の増加に伴い、燃焼速度が遅くなることが期待できることから、シガレットの燃焼速度と支持体の厚さに関する研究を実施することに決定
- 標準の試験体
 - Whatman#2 のろ紙を 3,10,15 枚重ねたものを採用
 - ※通気度・ろ過速度が明確に定義され、面密度（ $9.8 \times 10^{-2} \text{kg/m}^2$ ）のばらつきが小

さい等の特徴を持ち、単一素材（アルファセルローズ）から作られ、将来にわたって取得可能であるため

※ろ紙枚数を 3 種としたのは、Mock-up 法が 3 種であり、統計比較を可能とするため

- 密閉に関する設計
 - Mock-up 試験時と同様
- 試験法の概説
 - 試験条件・試験手順は Mock-up 法と同様
 - 判断基準：シガレットの全長燃焼の有無
- 試験法のラボ間研究
 - 試験法および試行回数（Mock-up:48 回、消火法:16 回）が異なる点を除き、Mock-up 法と同様にラボ間研究を実施

■ 2 種の試験法を用いる際の配慮点

- Mock-up 延焼試験法
 - 本試験法は、序論で述べた criteria を広範に満たすもの。但し、将来に向けては、試験体の選択やコントロールに関し、以下のような配慮点を考慮して、より安定した性能基準を提供すべき
 - ✓ 実火災を反映した気流条件の検討
 - ✓ 将来の布張り家具が、現行の Mock-up 試験との相関を示さなくなった場合の布地の再選択
 - ✓ 延焼性の差異をより見出すための、ラボ間の試験結果のばらつきを考慮した試行回数増加の検討
 - ✓ 1 種の支持体において高い延焼性を持つシガレットは、他の 2 種の支持体においても同様の反応を示す傾向があることから、1 種の支持体での試験結果が得られたのちには、2 種目以降の試行回数を減少できる可能性あり
 - ✓ 現時点、実生活で使用されている家具のうち、cotton duck と大きく異なる延焼挙動を示す布地を用いたものの割合を推計する利用可能なデータは不十分
 - ➔ 将来、利用可能となったデータにより、cotton duck と異なる布地が実生活においてかなりの割合であることが示された場合、本試験法を用いて、他の布地を用いて試験し、両者の結果を比較することも選択肢の一つとなりうる

■ シガレットの消火試験法

- 実火災時の気流の状況、差異を見出すための試行回数の増加の検討等、配慮点の多くは Mock-up 試験法と類似。本試験法の特記事項として以下を記載
 - 15 枚重ねたろ紙を 20 又は 25 枚に変更しても、シガレットの燃焼挙動に変化はみられないことを示す限定的なデータあり
 - 本試験法は、Mock-up 試験法に比べ、幾分少ないリソースで実施可能
- 許容可能な試験体のばらつき
 - 試験の再現性を担保するため、本研究で行われた支持体に用いる材料のばらつきの限度は、将来のあらゆる支持体材料においても適用すべき
 - ✓ Mock-up 試験法において、最も決定的な試験材料は布地であり、求められる物性パラメーター（面密度・通気度等）を満たさねばならない
 - ✓ シガレットの消火試験法においては、決定的な試験材料はろ紙となる。最も重

要な物性は、吸熱に関係する面密度であるが、熱伝導率も寄与している可能性あり

- 試験法の標準化
 - 一般的な慣習では、専門家が使用可能なものとして、火災に関する試験測定法を策定する上では、ASTM または NFPA にて自発的合意基準として採択される
 - Fire Safe Cigarette Act of 1990 の期間中には標準化は不可能であるが、ASTM および NFPA での標準化作業を開始するために必要な情報は、本報告書に記載済
- 試験法の有効性
 - 規制当局に想定される役割として、試験対象とするシガレット、試験機関、試験の頻度、および何を要件とするかの決定があるが、最終的に必要となるのは、望ましい安全の程度の設定と思われる
 - TSG の full-scale 家具による試験結果を含め、これまで行った研究は、本試験法において、実生活への性能に関するガイダンスを与えるもの
 - 試験法を calibrate したこれまでの研究データで、延焼性の上限と下限が設定可能
 - ✓ 2 種の試験法で最も延焼性の高いもの（延焼・全長燃焼例が多いもの）：Cotton duck#~~4~~10・ろ紙 ~~15~~3 枚
 - ✓ 2 種の試験法で最も延焼性の低いもの（延焼・全長燃焼例が少ないもの）：Cotton duck#~~4~~04・ろ紙 ~~3~~15 枚

※筆者注：p60,93 の図より、報告書の記載が誤記と推察（上記修正）

➔ 上限及び下限の範囲で、試験所で得られた延焼回数の低減結果から、火災がどの程度減るかを予測可能となりうる

■ 市販シガレットの試験

- Fire Safe Cigarette Act of 1990 での規定に基づき、製造シガレットのルーチン試験に関する試験法の実用性の検討、将来の市販シガレットと比較するためのベースラインとなるデータの蓄積、および、延焼性データの推奨される報告書式例の提示を実施したもの
- 市販シガレット選択にあたっての根拠
 - 以下のようなシガレットを選択
 - ✓ 市場の大部分を占める製品（あわせて 38%の市場シェアを占める 14 種のシガレット）
 - ✓ 売り上げの大きいものと比較して、延焼性が低いとされているいくつかの市販シガレット（市場シェアはあわせて 1%以下の 6 種のシガレット）
- 試験手法
 - Mock-up 延焼試験法（n=48）とシガレット消火試験法（n=16）を実施。但し、最も延焼しづらい組み合わせ（Duck#4・ろ紙 15 枚）から試験し、明らかに延焼または全長燃焼する場合には、それ以外の支持体では試行回数を減少
 - ※低延焼傾向のある市販シガレット C は、支持体上に設置する前の垂直方向の空中での自然燃焼時に自己消火する傾向あり
- データ分析
 - 売り上げの大きいシガレット 14 種はほぼ全て延焼または全長燃焼
 - Mock-up 延焼試験法では、低延焼傾向を示すシガレット 6 種のうち 4 種は、Duck#4 に設置した際に、殆どまたは全く延焼せず
 - シガレット消火法では、低延焼傾向は観測しづらく、低延焼の傾向を最も示したシ

ガレット C でさえ、ろ紙 10 枚・3 枚上では自己消火せず

➔ ラボ間研究での結果と一致して、Mock-up 延焼試験法は、高/中程度のシガレット間の差異を判別可能

➤ 先述したラボ間研究の結果と本章の市販シガレットの試験結果を整理し、2 種の試験法の整合度合い、および多様な支持体を通じてシガレットの性能が一貫性をもつかを確認

➔ 一部の例外はあるものの、多くのシガレットが一貫して、延焼しづらい順に次の通りとなった。ろ紙 3 枚⇒Duck#10⇒ろ紙 10 枚 ⇒Duck#6 ⇒ろ紙 15 枚⇒Duck#4

■ 結論及び提言

- 本報告書内容のまとめが記載

“Modeling the Ignition of Soft Furnishings by a Cigarette”

■ 目的

- Fire Safe Cigarette Safety Act of 1990 によって NIST へ要請された作業『有効かつ利用しやすい予測能力を開発することを目的とした “ignition physics” に関する研究・コンピュータモデリング』の研究結果を記載。

■ 概要

- 以下の 2 つのプログラムを開発
 - 移動する熱源と接する支持体の熱モデルの開発
 - シガレットの燻焼モデル（熱、物質移動）の開発
- 上記を交互に用いることで、着火過程をシミュレーション
 - ※ 当時の PC では、2 つのプログラムを組み合わせで着火近辺を計算することは不能
- 上記モデルのユーザーガイドの作成

■ 移動する熱源と接する支持体の熱モデル

- モデル概要
 - 詰物と側地から成る 2 層の長方形のクッションで、2 層の間には空気の隔たり
 - 移動する熱源は、定速で移動する熱流束
 - 温度が高温に加速するときに、着火と判断
- 熱収支
 - 表面から流入する熱流束（熱源）
 - 熱移動（伝導、対流、放射伝熱）
 - 支持体の熱分解
 - 物質移動: 多孔質体モデルによる気体の拡散
 - ※ 酸素拡散、表面の融解は考慮しない
- 実験データとの比較
 - ヒータを熱源とした際の、支持体表面への熱流束
 - ヒータを用いて加熱した際の、着火までの時間

■ シガレットのくん焼モデル

- モデル概要
 - 円筒対称の 2 次元モデル
 - ※ 支持体と接する場合、本来は非円筒対称となるが、ここでは円筒対称で取り扱う
 - 非吸引時の孤立した静的くん焼状態のモデル。
 - たばこ充填部は均一な固体と気体の混合物、巻紙は境界条件として取り扱う
 - 特に、外部への熱流速、熱源の範囲、くん焼速度、およびシガレットのパラメータによってこれらがどう変化するかを予測
- 支配方程式
 - 質量保存
 - ✓ 熱分解速度、char の酸化を考慮

- ✓ ash, char, たばこ, 酸素について保存の式
 - 酸素については、軸方向の対流は無視し、反応と拡散を考慮
 - 運動量
 - ✓ 理想気体の状態方程式を満たすよう、圧力差を 0 と仮定
 - ✓ この時、状態方程式を用いて、質量保存の式から直接速度を決定
 - エネルギー保存
 - ✓ 内部の熱移動は、多孔質体の放射・伝導伝熱モデル
 - ✓ たばこの熱分解および char の酸化による反応熱
 - 反応
 - ✓ たばこの熱分解、char の酸化をそれぞれ一つの Arrhenius 式で代表
 - 結果
 - 結果の一例として以下を記載
 - ✓ char line 位置の計算結果
 - ✓ 長さ方向の温度分布
- 2つのモデルを用いた着火過程のシミュレーション
- 上記2モデルを交互に計算することで、着火過程をシミュレーション
 - それぞれのモデルのアウトプットが、もう一方のモデルのインプット
 - 互いのモデル間の相互作用は以下のように考慮
 - シガレットから支持体への伝導伝熱、放射伝熱
 - ✓ シガレットのモデルから支持体のモデルへのインプット
 - 支持体が存在することによるシガレットからの熱損失
 - ✓ シガレットのモデルは孤立した系における静的くん焼状態を取り扱うため、支持体があることによる熱損失の増加分を見積もり、その分が空気へ損失するように扱う
 - ✓ シガレットから支持体への熱損失は以下を考慮
 - 対流伝熱
 - 放射伝熱
 - 反応する酸素の流入阻害
- ユーザーガイド
- それぞれのモデルの使用方法等をまとめたユーザーガイドを記載

■ 構成と主な内容

2.1. 目的

- たばこ火災について WHO、加盟国、関心のある研究者への指針提供

2.2. 背景・歴史

- 米、EU、ノルウェー、豪、加の火災被害の現状（米以外は未出版資料）
- 1984年及び1990年の米国連邦法
- Mock-up法とこれを受けて策定された基準の概略
- たばこ業界の研究（業界内部文書）
- 低延焼性と関連するシガレットパラメータ（NIST）
- バンドシガレットの説明

2.3. 規制による対応

- RIP導入の動き概説（米国 NY州等、カナダ、豪、南ア、NZ、EU）
- ASTMの基準、試験・測定用件等の紹介
- NY、カナダの遵守状況等の紹介

2.3.1 集団における規制措置の有効性

- たばこ火災撲滅は見込まれていないが、規制導入自体は各国にとって有益
- NY州で規制導入後の2年間でたばこ火災数と死亡者数が低下
- カナダのインパクトアセスメントは34~68%の火災低減を予測

2.3.2 規制上の配慮点

- RIPによる毒性変化の懸念が提示されているが、生物活性に有意な差異は無い（NIST、未出版データ、業界による毒性バッテリー試験）
- 火種落ちのクレームが多いと業界は主張するが、BAT研究によればRIPは関係ない
- ‘fire-safe’シガレットは安全に関する誤解を与えるという主張があるが、RIP導入前後で不適切な行動をとる喫煙者の割合にほとんど変化は無い
- 経済影響についてNY州でのRIP導入前後で、販売数量、消費者受容性に变化なし
- NY州及びカナダの遵守・監視状況紹介

2.4. 研究ニーズ

- RIPを達成するための製造業者の技術を監視すべき
- 試験には熱画像分析等の方法が必要であり、法令に採用の可能性を規定してもよい
- 政策成果の判断及び基準の必要性検討のため、火災数とその損害を調査すべき **2.4.4**
- 排出物への曝露と喫煙行動の評価、ベースライン人口調査への推奨
（但し、おそらくRIPは通常のシガレットと同様に毒性を有するであろうと記載）

2.5. 研究成果及び勧告

- 火災及び火災による死亡はシガレットにより引き起こされる
- RIP規制を義務とすべき
- リスクに関する訴求一切認めてはならない
- RIPシガレットの有効性を監視せねばならない
- 国際間協力が必要

■ 備考

- RIPの効果について

- RIPの効果に関する参考文献は以下の2つ
 - ✓ NY州で規制導入後2年間、たばこ火災が減少
 - － 引用は学会発表データであり入手不能（但し、一般的な火災統計のグラフ）
 - ✓ カナダはインパクトアセスメントにて34-68%のたばこ火災低減を試算
 - ✓ ろ紙法-mock up法はよく相関、mock up法は実際の家具の着火とよく相関することから、ろ紙上消火率75%をmock-upに換算したものが68%
 - ✓ 不確定要素を考量して上記の1/2のシナリオを検討したものが34%
 - ✓ カナダのインパクトアセスメント自体は米国NISTの研究結果を引用
- 本文の構成は既往の研究と規制の状況、Recommendationから成るが、Recommendationに引用は無い。
- 参考文献について
 - リファレンスの大半は、RIP導入時に懸念される悪影響に関する仮説を否定するためのもの（毒性、消費者受容性、消費者意識の低下、火種落ちクレーム等）
 - 学術論文以外にも多数引用
 - ✓ 23の引用のうち、論文は10個（火災統計やインパクトアセスメント含む）
 - ✓ 学会発表やその要旨の引用が6件（一部、入手できないものがある）
 - ✓ ひどい例としては
 - － RIPが重量燃焼速度に関係していることを業界が特定したことを記載するところで、PMの内部文書（メール）を引用
 - リファレンスに記載されたもの以外に、本文中で未出版データを多数引用
- その他（記載が不適切な点等）
 - 火種落ちクレームに反論するためにBATの内部文書を引用しているが、ロジックが不適切
 - ✓ BAT研究は通常シガレットを対象とし、シガレットパラメータと火種落ちの関係を網羅的に調べたもの
 - ✓ 通常シガレットの巻紙通気度は火種落ちと関係ないという結論が、RIPと直接結びつくわけではないはずである
 - 消費者受容性へ悪影響を与えるという業界主張に反し、RIP導入は喫煙行動に影響を与えていないとしている点に違和感
 - ✓ 喫煙行動の差異は見られていないが、その他項目には差異があり、消費者受容性には悪影響を与えるということ主張に反してはいない。
 - RIP技術の例として業界特許も引用しているが説明が正しくない

Cigarette Ignition Performance

■ 文献

- Title: Cigarette Ignition Performance
- Author: J. T. Wanna and P. X. Chen (Brown & Williamson Tobacco Corporation)
- Journal: Journal of FIRE SCIENCES, 2001, 19, 355-368

■ Introduction

- RIP シガレットは「火災安全たばこ」と考えられてきたが、支持体に着火しないことを保証するには不十分である可能性が多数報告されている[1]-[4]
- くん焼開始までの時間は支持体により異なり、およそ 1 分程度と短い場合もある
- NIST は“ろ紙法”は“Mock-Up 法”との相関がそれほど高いわけではないことを認めている（“ろ紙法”で用いる試験体の再現性を上げるために、現実との相関が犠牲となった）

■ Objective

- RIP シガレット(ろ紙上)の布張り家具用布地上でのパフォーマンスの調査

■ Experimental

- 試験概要
 - Mock-up 法
 - ろ紙法
 - 25 種の市販布張り家具用布地を用いた Mock-up 試験
 - 22 種の市販の布張り家具用布地を用いた Crevice 試験
- 試験サンプル
 - シガレット (Table 2 参照)
 - ✓ Control Cigarette C: バンド無し
 - ✓ RIP Cigarette B: バンド幅: 5.5 mm, バンド間隔 20 mm
 - ✓ RIP Cigarette D: バンド幅: 6.5 mm, バンド間隔 20 mm
 - 市販の布張り家具用布地 (Table 1 参照)
 - ✓ 計 34 種
 - ✓ 綿密度、及び K, Na Ion 含有量をパラメータとして記載
- 試験方法 1
 - Mock-up 法、ろ紙法
 - ✓ NIST 試験方法参照
 - 市販の布張り家具用布地を用いた Mock-up 試験
 - ✓ Mock-up 法で用いるポリウレタンフォーム上の duck fabrics を 8 inch × 8 inch の市販布地で置き換えて試験
 - ※: Mock-up 法では 8 inch × 8 inch × 2 inch のポリウレタンフォーム上に、8 inch × 8 inch の duck fabrics を被せて試験
 - 市販の布張り家具用布地を用いたクレビス (Crevice) 試験
 - ✓ 参考文献[7]の試験法を参照
- 試験方法 2

- 設置前のシガレット燃焼時の取り扱い: シガレットを 5 mm まで吸煙燃焼後、15 mm 燃焼するまでのシガレット自然燃焼時の向きについて
 - ✓ 全ての条件: より現実を反映するため、水平方向にて試験
 - ✓ Mock-up 法、ろ紙法: NIST 規定どおりの垂直方向でも試験を実施
- 調和条件 (全試験)
 - ✓ 全試験体を温度 $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 5\% \text{RH}$ で 48 時間以上調和後に試験
- 試行回数
 - ✓ Mock-up 法、シガレット垂直方向: 各 48 回 (Cig. C, Duck#4 のみ 56 回)
 - ✓ Mock-up 法、シガレット水平方向: 各 48 回
 - ✓ ろ紙法、シガレット垂直方向: 各 16 回
 - ✓ ろ紙法、シガレット水平方向: 各 16 回
 - ✓ 25 種の市販布張り家具用布地を用いた Mock-up 試験: 各 48 回^{*1,2}
 - ✓ 22 種の市販布張り家具用布地を用いた Crevice 試験: 各 48 回^{*1}
 - *1 #5, #16, #23, K10 に対しては各 56 回
 - *2 A94, A74 については各 48 回未満
- 試験結果間の比較方法
 - ✓ ロジスティック回帰分析による有意差検定

■ Result and Discussion (各条件の詳細データは原文 Appendix 参照)

1. Mock-up 法、ろ紙法、シガレット自然燃焼時の向き

Table 3. Test results on duck fabrics and filter paper.

	Duck #4		Duck #6		Duck #10		3 Layers		10 Layers	
	Vertical Smolder									
Code	%IGN ¹	%SEV ²	%IGN	%SEV	%IGN	%SEV	%BC ³	%SEV	%BC	%SEV
C ⁵	79	0	100	0	100	0	100	0	100	0
B	21	17	46	23	65	27	50	25	6	19
D	15	27	38	23	58	21	31	38	0	19
	Horizontal Smolder									
Code	%IGN	%SEH ⁴	%IGN	%SEH	%IGN	%SEH	%BC	%SEH	%BC	%SEH
C	81	0	100	0	100	0	100	0	100	0
B	29	0	67	4	83	4	69	13	6	6
D	23	8	69	4	69	8	56	0	0	0

¹Ignition.

²Self-extinguishment in the vertical position.

³Burn to completion.

⁴Self-extinguishment in the horizontal position.

⁵Sample C had 56 replicates on duck #4.

Table 4. Logistic regression analysis for B, D and C on duck fabrics.

Duck Fabric	Comparison	P-Value	Odds Ratio
#4	B vs. C	0.001*	0.08
	D vs. C	0.001*	0.05
	B vs. D	0.294	1.45
	Horizontal vs. vertical	0.135	1.54
#6	B vs. C	0.001*	0.05
	D vs. C	0.001*	0.04
	B vs. D	0.653	1.15
	Horizontal vs. vertical	0.001*	2.82
#10	B vs. C	0.005*	0.12
	D vs. C	0.001*	0.07
	B vs. D	0.116	1.65
	Horizontal vs. vertical	0.033*	1.95

*Significantly different at the 95% confidence level.

- ろ紙法: RIP シガレット B, D はろ紙 3 枚で約 50%、ろ紙 10 枚で約 100%自己消火
- Mock-up 法:
 - ✓ 通常シガレット C と比べ、B, D はそれぞれ有意に Ignition が低下
 - ✓ RIP シガレット同士の B – D 間に有意な差は観測されない
- 自然燃焼時のシガレット向きについて
 - ✓ 水平方向にした場合、Duck Fabric #6, #10 に対し、有意に Ignition が増加

2. 市販布張り家具用布地を用いた Mock-up 試験（flat configuration）、Crevice 試験

Table 5. Percent ignitions for the three cigarettes in the flat and crevice configurations.

Code	Flat Configuration	Crevice Configuration
C	80	42
B	77	38
D	75	41

Table 6. Logistic regression analysis for B, D and C on commercial fabrics.

Configuration	Comparison	P-Value	Odds Ratio
Flat	B vs. C	0.027*	0.83
	D vs. C	0.002*	0.73
	B vs. D	0.33	1.10
Crevice	B vs. C	0.182	0.84
	D vs. C	0.69	0.95
	B vs. D	0.35	0.86

*Significantly different at the 95% confidence level.

- 市販布張り家具用布地を用いた Mock-up 試験、Crevice 試験について
 - ✓ flat configuration: 通常シガレット C に比べ RIP シガレット B, D による Ignition は有意に低下 (C: 80%, B: 77%, D: 75%)
 - ✓ crevice Configuration: 通常シガレット C に比べ RIP シガレット B, D による Ignition は低下するものの有意差なし (C: 42%, B: 38%, D: 41%)
- (注) flat and crevice configuration での試験をそれぞれ総じた議論であり、布地種ごとの比較・議論は無い

■ Conclusion

- fire-safe cigarette is misleading
 - 10 枚ろ紙上ではほぼ 100%自己消火しても、市販の布地を使った Mock-up 試験では 70%以上、Crevice 試験では 40%程度、Ignition が生じる
 - 10 枚ろ紙上で 0%の自己消火のシガレットの場合、市販の布地を使った Mock-up 試験では 80%、Crevice 試験では 42%の Ignition が生じる
- ろ紙上での試験は恣意的であり、現実の布張り家具を模した試験の必要性和一致しない。RIP の試験法は、シガレットの不注意がリスクをもたらす現実世界をより反映したものであるべき。

Report No	Title	Author	Content
TSG Report No.1	Relative Propensity of Selected Commercial Cigarettes to Ignite Soft Furnishings Mockups (布張り家具のmock-upに対する市販シガレットの相対的な延焼性)	Krasny, J.F. Gann, R.G.	・複数の支持体を用いたmock-up試験により、12種の市販シガレットの延焼性を比較
TSG Report No.2	Cigarette Ignition of Soft Furnishings - A Literature Review With Commentary (布製品へのシガレットによる延焼 - 論評を含むレビュー)	Krasny, J.F.	・検討を助ける背景情報の提示を目的とし、1986年初頭までの文献をレビューしたもの ・主な取扱い分野は以下の通り - シガレットの設計特徴 - 支持体上でのシガレットの燃焼温度・燃焼速度 - 支持体の燻焼メカニズム - シガレットによる延焼の挙動 - 市販シガレットの相対的な延焼性
TSG Report No.3	The Effect of Cigarette Characteristics on the Ignition of Soft Furnishings (布張り家具への延焼へのシガレットの設計特徴の影響)	Gann, R.G. Harris, Jr.R.H. Krasny, J.F. Levine, R.S. Mitler, H.E. Ohlemiller, T.J.	・以下の分野に渡る(半)実験的研究をまとめた報告書 1. 性能試験（複数のシガレット、支持体を用いたmock-up試験、及び支持体と同材料の椅子を用いたfull-scale試験、及び両者の比較） 2. 延焼の熱物理学（支持体上での温度、熱流束の測定および各燃焼パラメータと低延焼性性能との比較） 3. 延焼のモデリング（延焼試験結果の予測を目的とした数学モデルの開発 4. 低延焼性試験法の評価（過去の研究で用いられている低延焼性の試験方法（mock-upを含む）に関する問題点の指摘と改善方法の示唆）
TSG Report No.4	Improving the Fire Safety of Cigarettes: An Economic Impact Analysis (シガレットの火災安全性の向上: 経済影響の分析)	Ruegg, R.T. Weber, S.F. Lippiatt, B.C. Fuller, S.K.	・シガレットの延焼性を低減した場合の以下の経済影響を評価するためのモデルの提示、及び評価結果 - たばこ火災による死傷者数、損害額の低減 - たばこ会社、葉たばこ耕作者、健康影響(たばこ消費の低減による疾病低減)、消費者余剰、雇用、税収への影響 ・延焼性低減による火災低減効果については、研究が完了していないため、ベンチマークとして25%, 50%, 75%で計算 ・巻円周、緩和刻、添加物、巻紙重量、巻紙通気度のパラメータでそれぞれ低延焼性を実現した場合の経済影響を計算 ・TSG Report No 5, 6で特定された値を利用
TSG Report No.5	Expected Changes in Fire Damages from Reducing Cigarette Ignition Propensity (シガレットの延焼性低減による火災被害の変化の予測)	Hall, Jr., J.R.	・火災被害に関するベースラインおよびシガレットの延焼性を低減した場合の変化の予測 ・シガレットの延焼性を推定するモデル開発 ※ 最低で見積もっても、1996年の火災死者数を64%低減と予測
TSG Report No.6	Economic Sector Data for Modeling the Impact of Less Ignition-Prone Cigarettes (低延焼性シガレットの影響のモデリングのための経済部門データ)	Sumner, D.A. Greenberg, D. Lago, A.L. Shannon, J.A. Oster, G.O. Ford, G.T. Brown, J.P. Calfee, J.E.	・シガレットの延焼性を低減した場合の以下の経済影響を評価するためのモデルの提示、及び評価結果 - たばこ会社 - 雇用 - 葉たばこ耕作者 - 健康影響(たばこ消費の低減による疾病低減) - 消費者余剰
TSG Report No.7	Tests of Smoldering Ignition of Chairs and Reduced-Scale Mock-Ups by Various Cigarettes (様々なシガレットによる椅子・小型mock-upの燻焼試験)	Damant, G.H. McCormack, J.A. Claire, B.	・CA州の市場から集めた100の布張り椅子のFull-scale試験と、これを解体して作成した支持体上でのmock-up試験 - 全て同一の両切りシガレット - Full-Scale 異なる設置方法含め計496試験（n=1-4） - Mock-up 異なる設置方法含め計196試験（n=1） -> 非常によく相関すると結論付けている ・4種の支持体条件、10種のCig、n=5の mock-up 試験を行い、シガレット間の延焼性を見出しやすい支持体条件を探索 -> 綿側地/ウレタンフォームのクレビス条件が最も見出しやすいが、依然として差異は限定的との結論
TSG Report No.8	Feasibility Study of Obtaining Field Data on Cigarette-Initiated Fires (たばこ火災に関する現場データ収集のフィージビリティスタディ)	Harwood, B. Fansler, L.	・たばこ火災に関する現場データ収集のフィージビリティを評価することを目的として、3か月間のパイロット研究 ・9の消防署が参加し、以下のデータを適切に収集可能かを評価 - 延焼を発生させたシガレット（ブランド、巻長、メンソール/ノンメン、フィルター有無、ハード/ソフトバック） - 最初にシガレットから延焼した家具 - 喫煙者の人口動態的特徴 ・結果はフルスケールでの研究が実行可能であり、望ましいことを示している
TSG Final Report	Toward a Less Fire-Prone Cigarette (低延焼性シガレットの開発に向けて)	TSG	・TSG Report No.1～No.8 を統合し、技術的フィージビリティ、商業的フィージビリティ、経済影響・その他影響に分けて論じている。 ・結論の概要: > 延焼性を低減したシガレットの開発は技術的に実現可能 > 商業的にも実現可能である可能性がある > 経済影響、社会的影響はわずかである可能性がある ・後にTAGによって取り組まれた6項目を将来の技術的な検討に関するRecommendationとして挙げている
TAG Report No.1	Overview: Practicability of Developing a Performance Standard to Reduce Cigarette Ignition Propensity (概説：シガレットの延焼性を低減するための性能基準策定の実行可能性)	US CPSC	・連邦法によってCPSC、NISTに課せられた6つの作業項目に対応する形式で、Report No. 2～6 の概要をまとめたもの
TAG Report No.2	Test Methods for Quantifying the Propensity of Cigarettes to Ignite Soft Furnishings (布張り家具へのシガレットの延焼性を定量するための試験法)	Ohlemiller, T.J. Villa, K.M. Braun, E. Eberhardt, K.R. Harris, Jr., R.H. Lawson, J.R. Gann, R.G.	・NIST作業項目『シガレットの延焼性を測定する試験基準の策定』、『当該試験基準によるシガレットの性能評価データの収集』について扱ったもの - シガレットの延焼性の標準試験法として、Mock-up法と濾紙法を開発 - 9つの研究所間でのラウンドロビン試験による繰り返し性/再現性の確認 - 20種の市販シガレット（うち6種は既存研究により低延焼性があると示唆されていたもの）を上記試験法で測定
TAG Report No.3	Modeling the Ignition of Soft Furnishings by a Cigarette (シガレットによる布張り家具の延焼のモデリング)	Mitler, H.E. Walton, G.N.	・NIST作業項目『有効かつ利用しやすい予測能力を開発することを目的とした“ignition physics”に関する研究・コンピュータモデリング』について扱ったもの。 - シガレットの燻焼モデル（熱、物質移動）の開発 - 移動する熱源と接する支持体の熱モデルの開発 - 上記モデルのユーザーガイドの作成
TAG Report No.4	Cigarette Fire Incident Study (たばこ火災研究)	Harwood, B. Kissinger, T.L. Karter, Jr., M.J. Miller, A.L. Fahy, R.F. Hall, Jr. J.R. Eisenhower, D. Forbes, P. Hall, J.	・CPSC作業項目『火災におけるシガレット、着火物、喫煙者の特徴に関するデータ収集のための研究計画の策定及び実施』について扱ったもの。 - 8都市において、たばこ火災を発生させた564人の喫煙者と、そうでない1611人の喫煙者を対象とし、喫煙者の特徴およびシガレットの設計特徴を比較 > 喫煙者の特徴: 収入、教育、年齢、性別、人種 > 設計特徴: フィルター有無、単巻長、フィルター長さ、巻円周、刻充填密度、刻たばこ量、メンソール、クエン酸、巻紙通気度、パッケージタイプ（HP/SP） - 喫煙者特徴による影響を調整後、火災リスクと関係するシガレット設計特徴を決定 > 4つの設計特徴（フィルター有無、フィルター長さ、巻紙通気度、パッケージタイプ）が火災発生と大きく相関
TAG Report No.5	Toxicity Testing Plan (毒性試験計画)	Lee, B.C. Mishra, L.C. Burns, D.M. Gairola, C.G. Harris, J.E. Hoffman, D. Pillsbury, Jr., H.C. Shopland, D.R.	CPSC作業項目『煙中成分の毒性及び健康への影響の変化に関する情報蓄積』について扱ったもの。 - 低延焼性シガレットの毒性試験を行うにあたっての計画策定 > 第1段階: 煙中成分量の測定 > 第2段階: <i>in vitro</i> 試験（Ames、マウス胎児由来繊維芽細胞を用いた形質転換試験） > 第3段階: 喫煙行動（コチニン、CO量、パフ容量、頻度、吸引速度） > 第4段階: <i>in vivo</i> 試験（マウスの肺延焼反応、ハムスターの気道発がん性、マウスの皮膚塗布の発がん性） - 1シガレットあたりのコストは第2段階までで6900ドル、包括的試験で330万ドル - 5種のシガレットで毒性試験を実施し、計画の妥当性とコスト予測の妥当性を確認
TAG Report No.6	Societal Costs of Cigarette Fires (たばこ火災の社会コスト)	Ray, D.R., Zamula, W.W., Miller, T.R., Brigham, P.A. Cohen, M.A. Douglass, J.B. Galbraith, M.S. Lestina, D.C. Nelkin, V.S. Pindus, N.M. Smith-Regojo, P.	・CPSC作業項目『たばこ火災の社会的コストに関する情報の蓄積』について扱ったもの - たばこ火災の社会的コスト（死傷傷に関する経済コスト、財産への被害）の最新の見積もりデータを提示

WHO Technical Report 951 The Scientific Basis of Tobacco Product Regulation

本文	引用
第2章 'fire-safer'シガレットに関する注意書 (Advisory note) : 低延焼性へのアプローチ	
2.1 目的	
・本章は以下を目的に作成 > WHO及び加盟国に対し、シガレットの火災リスクを低減させ得る措置に関する指針を提供すること > シガレットによる火災関連の死亡・傷害に対する理解促進に関心ある研究者へ指針を提供すること	
2.2 背景及び歴史	
・米、EU、ノルウェー、豪、加の火災被害の現状 (たばこ火災による死亡・負傷者数、損害金額に関する調査結果の紹介)	・米国以外 (EU、ノルウェー、オーストラリア、カナダ) は未出版データ ・北アメリカ: Hall, 2006: 全米防火協会によるたばこ火災の統計データ
・米国における1984年及び1990年の関連連邦法、並びにこれを受けて策定された基準 (mock-up法とろ紙法) の概略	・ASTM E2187
・たばこ産業は低延焼性に対し異論を唱え、立法を妨害。一方で、当該技術開発を行っていたとの主張	・業界の特許件数
・米国企業による研究や成果の説明	・Gunja, 2002: 業界内部文書を解析した論文 ・PM内部文書 (メール)
・TSGと業界が特定したシガレットの燃焼速度 (延焼性と関係) に関するパラメータ	・NIST Special Publication 851 = TAG Report No.2
・その後の業界の動き	・Gunja, 2002: 業界内部文書を解析した論文
・バンドシガレットの説明と製造方法	・Connolly, 2005: RIP導入後のNY州のシガレットと、当時未導入のマサチューセッツ州、カリフォルニア州のシガレットに関して以下項目を比較した論文。ここではバンドシガレットの概説部を引用。 > 全長燃焼率 > 巻紙のバンド > 消費者受容性の一つとして販売量の変化 (税収から計算) > 価格 > 煙中成分量 ・Thelen, 2006: オーストラリア製紙会社の発行している雑誌 (製造方法を引用)
2.3 規制による対応 (Regulatory responses)	
これまでのLIP関連法導入の動き概説 (米国 NY州等、カナダ、豪、南ア、NZ、EU)	
「ASTM法に基づく基準」、試験・測定要件等の紹介	
NY、カナダの遵守状況等の紹介	・ Mueller, 2006 (未出版) : NY州における報告や査察に関する規則、違反品の廃棄に関する規則の説明部 ※ セクション2.3.1の引用に同年、同著者のものがあるが、学会データのため取得不能 ・ New York Office of Fire Prevention and Control, 2008: 米国NY州に証明書が提出された銘柄のリスト ・ Health Canada, 2008a: カナダ当局によるサンプリング+試験結果 ・ D. Choinière, 2006 (未出版) : カナダでほぼ全てのブランドで設計変更があった旨の説明 ・ Connolly, 2005 (セクション2.2の引用と同一) : NY州とRIP未導入のマサチューセッツ州、カリフォルニア州のシガレットの全長燃焼率 ・ Tobacco Control Research Program, Harvard School of Public Health (入手不能) : 図2.3の引用、Connolly, 2005のデータにタイ、オーストラリアのデータを加えたもの
2.3.1 集団における規制措置の有効性	
・LIP規制によりシガレット関連火災による死亡を撲滅することは見込まれていないが、規制導入自体は各国にとって有益。同時に、火災発生頻度に関するデータ収集や製品設計規制の改善を行うべき	・引用なし
・シガレット関連の火災に関する統計を正確に記録することにより、ASTM法に基づく基準の有効性を継続的にモニターする必要あり	・引用なし
・NY州で規制導入後、最初の2年間でシガレットに起因する火災数とそれによる死亡者数が低下 (図2.4)	・Muller, 2006: 図2.4の引用、NY州の火災件数 (2001-2005年)と死者数 (1997-2005年)、学会データのため入手不能
・カナダではRIP導入により34~68%の火災低減を予測	・Health Canada, 2008b: カナダのインパクトアセスメント - ろ紙法-mock up法はよく相関、mock up法は実際の家具の着火とよく相関するとし、ろ紙上消火率75%をmock-upに換算したものが68% - 不確定要素として、空気の流れやクレビス、ごみ箱や紙類が第一着火物の場合があることを考慮し、その1/2のシナリオも検討ものが34% ※Health CanadaはTSG, TAGのレポートを引用
・今後規制が各国で導入されることにより、LIPの有効性検証が容易になるだろう	
2.3.2 規制上の配慮点	
排出物と生物学的検定 (biological assays)	
・製品設計の変更が曝露も変化させ健康影響を悪化させるのではないかと懸念があるが、現在入手可能な予備データでは上記は深刻な問題であるとは示されていない	
> TNCOに大きな違い無し	・ NIST Special Publication 851 = TAG Report No.2
> カルボニル及びTNCOに微細な違い	・ Kaiserman, 2006 (カナダでの予備データ, 未出版)

> たばこ業界による試験でも、毒性学的エンドポイントは実質的に同じ	・ Theophilus, 2007a&2007b (RJR の論文2報) : 1. > in vitro: 遺伝毒性 (Amesと姉妹染色分体交換)、細胞毒性 (NR) > in vivo: SDラットを用いた13週の吸入試験: SENCARマウスを用いた30週の皮膚発癌プロモーション試験 2. > in vivo: SDラットを用いた13週の曝露試験と回復試験 (Endpoint: 臨床観察、呼吸生理学、血液学、血中物質、一酸化炭素ヘモグロビン、血中ニコチン、体重/臓器重量、病理、組織病理) ・ Patskanら, 2000 (PMの学会要旨) : > in vitro: 変異原性試験 (Ames)、細胞毒性試験 (NR) > in vitro: SDラットを用いた90日間の曝露試験 ・ Appetonら, 2003 (B&Wの学会要旨) : > in vitro: 変異原性試験 (Ames)、細胞毒性試験 (NR)、小核試験 > in vivo: 13週の吸入試験 (体重、臨床、病理) > Hoffman Analyte量 ※要旨が見つけれないため、発表スライドから記載 ・ Misra, 2005 (Lorillardの学会要旨) : > in vitro: 変異原性試験 (Ames)、細胞毒性試験 (NR) > in vivo: ラットを用いた13週の吸入試験 (臨床、血液、病理、生理) SENCARマウスを用いた26週の皮膚発癌プロモーション試験
・ たばこ産業は火種落ちのクレームが米国で多いと主張するが、1988年のBAT調査は巻紙の通気度は火種落ちに関係なしと結論	・ Dittich, 1988 (BATの内部文書) : > 火種落ちに影響を当てるパラメータを網羅的に探索した研究 > 年代からもわかるとおり、これはRIPシガレットを対象としたものでない -> 通常シガレットの巻紙通気度は火種落ちに影響しないというのが結論であり、RIPが火種落ちに影響しないかのような記載は不適切
・ オンタリオ州の喫煙者42名のバフ行動や吐吐COに大きな違いなし	・ Hammondら, 2007 (学会ポスター発表の要旨) > オンタリオ州の41名の喫煙者のバフ行動や吐吐COを規制導入前後 (規制導入直前 vs 導入1年後) で比較した研究
安全確保に関する感覚	
・ fire-safeシガレットは安全に関する誤解を与えると、たばこ会社は主張するが、RIP導入前後で不適切な行動をとる喫煙者の割合にほとんど変化は無い	・ M.J. Kaiserman, 2006 (未出版データ) : > RIP導入前の不適切な行動をとる喫煙者の割合 ・ O'Connorら, 2007: > RIP導入前の不敵な綱行動をとる喫煙者の割合 (無作為の電話調査) ・ O'Connorら, 2008 (学会発表) : > 一年後に同様の電話調査RIP導入後の不適切な行動をとる喫煙者の割合 >ほとんど変化なし ※ 学会発表を引用しているため、入手不能 ※ 当該研究は2010年に論文として発表されている (Reference)に関する解説参照
経済影響	
・ NY州でのRIP導入後、販売数量に変化なし	・ Connolly, 2005 (セクション2.2の引用と同一)
・ 別の調査でも規制導入に伴う喫煙者の認知、喫煙行動等に変化はない	・ O'Connor, 2006 : > 米国の2088名 (うちNY州143名) の調査データ (ITC-4) を解析 > NY州 (RIP導入済み) とその他の州 (未導入) で以下を比較 - 立ち消えに気づいたか (有意差あり) - 12か月以内に喫味の変化に気づいたか (有意差なし、傾向あり) - 禁煙試みと意思 (意思は有意差あり、試みは同等程度) > 結論は、「消費者受容性に影響するという業界主張と反対に、喫煙行動に大きな影響はない」というもの
・ カナダ保健省による製造コスト上昇の試算 (営業利益2.9-5.9%の低下、1カートン当0.13-0.26 USD) 紹介。コスト上昇を消費者に転嫁するか否かは市場競争次第	・ Health Canada, 2008c (カナダ保健省によるインパクトアセスメントの第7章) : > 経済影響関する適切なモデルが存在しないとして、上記コスト上昇と価格弾力性値 0.4を元に単純に計算 (リテーラー、サプライヤー、消費者、輸出、税収への影響等) ※ WHOレポート内では消費者への転嫁の部分のみを引用 ※ WHOレポート本文で述べられた、製造コスト上昇は4章にて以下の通り試算 - 1カートン当たり0.13ドル: TSG研究結果を引用 - 1カートン当たり0.26ドル: たばこ業界へのアンケート結果から試算
法施行 (Implementation) 及び遵守	
・ NY州及びカナダでは遵守状況 (上記2.3とほぼ同一の内容、引用もほぼ同様)	
・ 米国NY州の公開している証明書が提出された銘柄リストを引用	・ 米国NY州の公開している証明書が提出された銘柄リストを引用 ・ カナダでほぼ全てのブランドに設計変更があったとする未出版資料 (D. Choinière, 2006)
・ 当局による試験に関する説明 (米国状況、NISTの取り組み、コスト、ラボ数)	
・ ISOにて、ASTM法と同一の基準採択の可能性あり (1~2年程度かかる見込)	
2.4 研究ニーズ	
2.4.1 技術	
・ RIP規制の有効性保証と将来の政策に根拠を与えるため研究が必要。低延焼性を達成するための製造業者の技術 (リバーシブルコリング等) による各種設計特徴の測定により) 監視すべき	
・ たばこ産業による研究成果を監視する上で、さらなる研究や文献、業界文書等のレビューが重要	

・出願特許例： 超低通気度巻紙に穿孔を加えたもの、たばこロッドの中心部に難燃剤追加、セルロース製バンド付巻紙、巻紙外部への化学物質塗布、膨張剤添加、加熱中の密度減少の利用等	・Stevenson, 1988 > 最新の特許事例として引用 > 特許の内容 - 水安定のアルカリ金属ケイ酸塩を刻に添加することで、燃焼を阻害 - 水安定であるため、空気中の水分による喫味劣化が無い ※ WHOレポート本文では、加熱中の密度減少を利用と記載しているが誤り
2.4.2 試験方法 ・延焼性試験には熱画像分析（thermal imaging）等の方法が必要。法令には当該手法の採用可能性を規定してもよい	
2.4.3 調査・モニタリング ・政策成果の判断及び基準の必要性検討のため、火災数とその損害を調査すべき。NY州の措置はたばこ火災を低減しているように見えるが、より質の高い火災事故調査とデータが必要。その際、正確性、適時性及び十分な数の調査対象が重要。 ・RIP措置の影響を、公衆衛生や火災数減少目標等の指標に基づき長期間追跡すべき ・3-4年単位で技術革新のレビューと法改正検討を認めているNY州法の規定と同様の措置を採択すべき	・Hemenway, 2006（未出版）： > 調査すべきデータは火災件数、損失、死傷者
2.4.4 排出物への曝露及び喫煙行動 ・排出物への曝露と喫煙行動の変化に関する更なる評価には、製品設計、TNCOの排出、喫煙行動、フィルター分析、曝露のバイオマーカーを含めるべき ・ベースライン人口調査やそのフォローアップでは、シガレットによる火災が発生したことがあるか、および調査対象者の喫煙するシガレットの自動消火頻度、火種落ちの頻度を質問するとともに、分析時には調査30日前までの火災を招きかねない行動の割合を評価すべき。 ・たばこ業界はいくつかのRIP手法は煙リバーリーを増加し、毒性を増加させ得るとは主張するが、RIPが疾病リスクを増加させるとのエビデンスは存在しない。おそらくRIPは通常のシガレットと同様に毒性を有するであろう	
2.5 研究成果及び勧告 火災及び火災による死亡はシガレットにより引き起こされる ・シガレットによる火災及び関連死亡は世界的公衆衛生問題の主要なものの一つ。喫煙による死亡よりはるかに少ないものの高いことになりなく、死亡数減少のための政策が必要 RIP規制を義務とすべき ・シガレットは火災の主な原因でありRIP技術も存することから、WHO加盟国はNISTの基準等に従い規制を導入すべき。 ・各国は有効性に関するデータに基づき基準を変更する権利を保持すべき ・カナダは公衆衛生関連法として、豪州及び米国各州は火災予防関連法として規制導入済。EUでは消費者保護の枠組で検討が進められている ・エビデンスが得られた場合、当該措置を葉巻等他製品にも適用すべき。 ・規制検討の際には、資金充当、認証及び監査の所管機関の特定、監査の範囲・頻度、国民への影響の評価、費用・罰則等に関する項目を含めるべき。 ・製造業者に対し、試験実施、当局への報告、実施にかかる費用負担を求めるべき ・独立ラボの試験能力はわずかであるものの、国で測定法を採択した際には、ISO17025を取得した独立ラボでの試験を求める措置を求めるべき。たばこ産業が実施した試験結果は別途独立ラボで精査されるべき ・責任ある機関に対し、規準遵守に関する適切な法的措置を取る為の手段を与えるべき リスクに関する訴求一切認めてはならない ・健康上のリスク低減と誤解される虞があることから、たばこ産業による火災のリスク低減との訴求を認めるべきでない。いかなるシガレットも致命的であり禁煙すべきとの周知キャンペーンも、延焼性低減プログラムの一部として必要 RIPシガレットの有効性を監視せねばならない ・RIP技術に関する有効性記録のため、適切なモニタリング、報告、データ保管が必要 国際間協力が必要 ・教育・啓発・試験・研究・評価のため、関心のある機関・当局間での協力が必要	

リファレンス一覧

No.	Reference	引用場所	論文の内容等	備考
6	Hall J (2006) The smoking-material fire problem. Quincy, Massachusetts, National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division.	2.2 Background and history ・米国のたばこ火災被害	・米国の喫煙製品による火災の火災統計 ・同氏による、より最近の火災統計もある（2010, 2012）	・2012の火災統計では、RIPが導入前の2003年と比べたばこ火災による死者数が30%減少していることを理由にRIPの効果に言及 -> 1980年と比較したばこ火災は90%減少しており、そもそも減少傾向にあった。30%のうちRIPの効果がどの程度かは不明です。
1	American Society for Testing and Materials International (2004) ASTM E2187-04. Standard test method for measuring the ignition strength of cigarettes. West Conshohocken, Pennsylvania, ASTM International.	2.2 Background and history ・RIP基準の策定の経緯概略においてる紙法で引用	・ASTM法そのもの	
17	Ohlemiller TJ et al. (1993) Test methods for quantifying the propensity of cigarettes to ignite soft furnishings. Gaithersburg, Pennsylvania, Technology Administration, National Institute of Standards and Technology, Department of Commerce (NIST Special Publication 851).	2.2 Background and history ・TSGが特定した、シガレットの燃焼速度に関係するパラメータの説明部 2.3.2 Regulatory Considerations ・通常-RIP間でTNCOに有意差なし	・TAG Report No.2 ・別途、資料作成中	
5	Gunja M et al. (2002) The case for fire cigarettes made through industry documents. Tobacco Control, 11:346–353.	2.2 Background and history ・1970s-1980sの業界の研究の説明 ・RIP導入以前にバンドシガレットをPMがテスト販売したことがある旨、説明している箇所	・RIPシガレットに関する業界の内部文書を解析した研究	
19	Philip Morris (1987) Project Tomorrow—status and plans, 25 November 1987. Richmond, Virginia (Bates No. 1002816087-6088).	2.2 Background and history ・業界研究の説明において、RIPが重量燃焼速度と関係していることを説明している箇所	・PM内部文書 ・Project Tomorrowという案件の進捗について、RIPが最高温度と関係し、最高温度は重量燃焼速度に関連していることを説明しているメール	
21	Thelen VK (2006) Fire-safe cigarettes: an overview. Top paper: performance by understanding. Traun, Delfort Group. Available at: http://www.delfortgroup.com/toppaper/archive/toppaper_0206.pdf .	2.2 Background and history ・バンド巻紙の製造方法に関する記載箇所	・オーストリアの製紙会社 Delfort Groupが発行している雑誌に掲載された記事 ・RIPの概説とDelfort Groupの巻紙の紹介	
13	New York Office of Fire Prevention and Control (2008) List of cigarettes certified by manufacturers. Available at: http://www.dos.state.ny.us/fire/pdfs/cigaretteweblist.pdf . Accessed 23 October 2008.	2.3 Regulatory Responses ・NYにおけるコンプライアンス状況の説明部 2.3.2 Regulatory Considerations ・NYにおけるコンプライアンス状況の説明部	・NY州でたばこ会社が証明書を提出した銘柄リスト	・URLは現在、以下が正しいが、最新のデータに代わっている http://www.dhses.ny.gov/ofpc/cigarette/documents/manufacturers-list.pdf
8	Health Canada (2008a) Laboratory analysis of cigarette for ignition propensity. http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/tobac-tabac/legislation/reg/ignition-allumage/index_e.html . Accessed 23 October 2008.	2.3 Regulatory responses ・カナダ当局によるサンプリングと試験の説明	・Health Canadaが市場品をサンプリングし、試験所で測定した結果をWebで公開している。	
11	Mueller J (2006) Cigarette fire safety standards. In: Second international conference on fire safer cigarettes. Boston, Massachsetts, Harvard School of Public Health.	2.3.1 Effectiveness of regulatory measures ・RIP導入後、2年間でたばこ火災件数と死者数が減少したというグラフ（図2.4）	・学会発表の引用、当該学会のHPが無いため入手不能 ・グラフが引用されており、2001-2005年のたばこ火災件数と1997-2005年の火災による死者数の推移を示したものの	
9	Health Canada (2008b) Industrial Economics, Inc. (2004) Economic evaluation of Health Canada's regulatory proposal for reducing fire risks from cigarettes. Prepared for Health Canada. Available at: http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/pubs/tobac-tabac/evaluation-risks-risques/benefits-avantages5-eng.php#3 . Accessed 23 October 2008.	2.3.1 Effectiveness of regulatory measures ・RIP導入の効果として、カナダが34-68%の火災低減効果を試算した旨の説明	・カナダのインパクトアセスメント ・想定される火災低減効果ということで引用されている ・68%の火災低減と34%の低減という2シナリオ - ろ紙法-mock up法はよく相関、mock up法は実際の家具の着火点とよく相関 -> ろ紙上消火率75%をmock-upに換算したものが68% - 不確定要素として、空気の流れやクレビス、ごみ箱や紙類が第一着火物の場合があることを考慮し、その1/2のシナリオも検討	・カナダのインパクトアセスメント中の火災低減効果の試算は、TSG, TAGの結果に基づいたもの
3	Appleton S, Krauter GR, Lauterbach JH (2003) Toxicological evaluation of a new cigarette paper designed for lowered ignition propensity. In: 57th Tobacco Science Research Conference, Program Booklet and Abstracts, No. 16, p. 27. Raleigh, North Carolina, North Carolina State University, Tobacco Literature Service.	2.3.2 Regulatory considerations ・たばこ業界による試験結果によれば、毒性学的エンドポイントは実質的に等しい旨の説明	・B&Wによる学会発表の要旨 ※要旨が見つけられないため、発表スライドから記載 ・RIPシガレットの毒性に関する研究 - in vitro: 変異原性試験（Ames）、細胞毒性試験（NR）、小核試験 - in vivo: 13週の吸入試験（体重、臨床、病理） - Hoffman Analyte量	要旨が見つけられないため、発表スライドから記載
12	Misra M et al. (2005) Toxicological evaluation of a cigarette paper with reduced ignition propensity: in vitro and in vivo tests. Toxicologist, 84 (Suppl. 1):1186.	2.3.2 Regulatory considerations ・たばこ業界による試験結果によれば、毒性学的エンドポイントは実質的に等しい旨の説明	・Lorillardの学会発表要旨（SOT Annual Meeting, 2005） - in vitro: 変異原性試験（Ames）、細胞毒性試験（NR） - in vivo: ラットを用いた13週の吸入試験（臨床、血液、病理、生理） - SENCARマウスを用いた26週の皮膚発癌プロモーション試験	
18	Patskan G et al. (2000) Toxicological characterization of a novel cigarette paper. Toxicologist, 54:398.	2.3.2 Regulatory considerations ・たばこ業界による試験結果によれば、毒性学的エンドポイントは実質的に等しい旨の説明	・PMの学会要旨（SOT Annual Meeting, 2000） ・RIPシガレットの毒性試験 - in vitro: 変異原性試験（Ames）、細胞毒性試験（NR） - in vitro: SDラットを用いた90日間の曝露試験 -> 煙成分にわずかな違いは見られるも、生物活性に変化は無い	
22	Theophilus EH et al. (2007a) Toxicological evaluation of cigarettes with two banded cigarette paper technologies. Experimental Toxicology and Pathology, 59:17–27.	2.3.2 Regulatory considerations ・たばこ業界による試験結果によれば、毒性学的エンドポイントは実質的に等しい旨の説明	・RJR研究者の論文 ・RIPシガレットの毒性試験 - in vitro: 遺伝毒性（Amesと姉妹染色分体交換）、細胞毒性（NR） - in vivo: SDラットを用いた13週の吸入試験: - SENCARマウスを用いた30週の皮膚発癌プロモーション試験	
23	Theophilus EH et al. (2007b) Comparative 13-week cigarette smoke inhalation study in Sprague-Dawley rats: evaluation of cigarettes with two banded cigarette paper technologies. Food Chemistry and Toxicology, 45:1076–1090.	2.3.2 Regulatory considerations ・たばこ業界による試験結果によれば、毒性学的エンドポイントは実質的に等しい旨の説明	・RJR研究者の論文 ・RIPシガレットの毒性試験 - in vivo: SDラットを用いた13週の曝露試験と回復試験（Endpoint: 臨床観察、呼吸生理学、血液学、血中物質、一酸化炭素ヘモグロビン、血中ニコチン、体重/臓器重量、病理、組織病理）	
2	Dittrich DJ (1988) Influence of cigarette design on coal retention. Southampton, BAT (UK and Export) Ltd. Research and Development Centre (Report No. RD. 2125).	2.3.2 Regulatory considerations ・火種落ちクレームが増加するという業界主張があるが、内部文書によれば巻紙通気度と火種落ちは関係がないという説明部	BATの内部資料 ・火種落ちとシガレットのパラメータとの関係を網羅的に検討	・巻紙通気度（すなわちRIP）と火種落ちに関係は無いという趣旨で引用されているが、この研究はあくまで通常シガレットを対象とした研究であり、WHOLレポートの記載はミスリード
4	Connolly GN et al. (2005) Effect of the New York State cigarette fire safety standard on ignition propensity, smoke constituents, and the consumer market. Tobacco Control, 14:321–327.	2.2 Background and history ・バンドシガレットの概説 2.3 Regulatory responses ・NY州でRIP導入後の市販のシガレットの全長燃焼率の割合 2.3.2 Regulatory considerations ・NY州のRIP導入前後でシガレット販売数量は変化していない	当時、RIP導入済みのNY州と未導入のMA州、CA州の市販のシガレットについて以下を比較した研究 - 全長燃焼率 - 巻紙のバンド - 消費者受容性の一つとして販売量の変化（税収から計算） - 価格 - 煙中成分量	
7	Hammond D et al. (2007) The impact of Canada's lowered ignition propensity regulations on smoking behaviour and consumer perceptions. In: Society for Research on Nicotine and Tobacco 13th Annual Meeting Proceedings. Available at: http://www.srnt.org/meeting/2007/pdf/onsite/2007srntabstractsfinal.pdf . Accessed 23 October 2008.	2.3.2 Regulatory Considerations ・カナダオンタリオ州でRIP導入前後において喫煙者のパフ行動や吐出COに有意差は認められない	・学会ポスター発表の要旨を引用 ・オンタリオ州の41名の喫煙者のパフ行動や吐出COを規制導入前後（規制導入直前 vs 導入1年後）で比較した研究	
16	O'Connor RJ et al. (2007) Prevalence of behaviors related to cigarette-caused fires: a survey of Ontario smokers. Injury Prevention, 13:237–242.	2.3.2 Regulatory Considerations ・RIP導入前の、不適切な行動をとる喫煙者の割合	・無作為の電話調査にて不適切な行動をとる喫煙者の割合を調べた研究（RIP規制導入前）	・2010年の論文の内容は以下の通り ・無策煮の電話調査にてオンタリオ州の喫煙者を規制導入前後で比較（n=435） - 喫煙行動 >1日の喫煙本数: 有意差なし > 禁煙: 有意差なし - 不適切な行動 > 衣服の燃焼、家具の燃焼、放置、寝たばこ等6項目 > いずれも有意差なし、但しむしろ減少傾向にある - 火災への懸念 > 複数項目で減少も有意差なし - 喫煙者の認知 > 立ち消えに気づいたか: 優位に増加 > シガレットの変化に気づいたか: 優位に増加
14	O'Connor RJ (2008) New research on fire safe cigarettes. In: Third international conference on fire 'safer' cigarettes. Norwood, Massachusetts, National Fire Protection Association and Harvard School of Public Health.	2.3.2 Regulatory Considerations ・RIP導入後の不適切な行動をとる喫煙者の割合、規制導入前後ではほとんど変化していない旨の説明	・無作為の電話調査にて不適切な行動をとる喫煙者の割合を、RIP規制導入前後で比較した研究 ・学会発表を引用しており、当該資料はweb上で発見できず -> しかし、2010年に論文となっており、そちらは入手	

15	O'Connor RJ et al. (2006) Smokers' reactions to reduced ignition propensity cigarettes. Tobacco Control, 15:45-49.	2.3.2 Regulatory considerations ・消費者受容性へ悪影響を与えるという業界主張に反し、NY州のRIP導入は、喫味の認知や喫煙行動、禁煙に影響を与えていない	・米国の2088名（うちNY州143名）の調査データ（ITC-4）を解析 ・NY州（RIP導入済み）とその他の州（未導入）で以下を比較 - 立ち消えに気づいたか（有意差あり） - 12か月以内に喫味の変化に気づいたか（有意差なし、傾向あり） - 禁煙試みと意思（意思は有意差あり、試みは同等程度） ・消費者受容性に影響するという業界主張と反対に、喫煙行動に大きな影響はないという結論	・喫煙行動に大きな影響はないようであるが、その他の項目では違いが見られており、消費者受容性に悪影響を与えるという主張には反していない。
10	Health Canada (2008c) Industrial Economics, Inc. (2004) Economic evaluation of Health Canada's regulatory proposal for reducing fire risks From cigarettes. Prepared for Health Canada. Available at: http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/pubs/tobac-tabac/evaluation-risks-risques/ecoimpacts-impactseco7-eng.php#2 . Accessed 23 October 2008.	2.3.2 Regulatory Considerations ・カナダ当局による製造コスト上昇の試算結果と、消費者へのコスト転嫁可能性に関する言及	・製造コスト上昇は4章にて以下の通り試算 - 1カートン当たり0.13ドル: TSG研究結果を引用 - 1カートン当たり0.26ドル: たばこ業界へのアンケート結果から試算 ・経済影響については、適切なモデルが存在しないとして、上記コスト上昇と価格弾力性値 0.4を元に単純に計算（リテラー、サプライヤー、消費者、輸出、税収への影響等）	・WHOLレポートの構成は「経済効果」となっているが、経済効果には触れられておらず、消費者への転嫁の部分のみを引用
20	Stevenson WW, Graham J (1988) Reduced ignition propensity smoking article. United States Patent No. 4 776 355, 11 October 1988.	2.4.1 Research needs - Techniques ・業界の最近の特許事例、加熱中の密度減少を利用してRIPを達成している特許として説明	・現3M社の特許 ・特許の内容は以下 > 水安定のアルカリ金属ケイ酸塩を刻に添加することで、燃焼を阻害するというもの > 水安定であるため、空気中の水分による喫味劣化が無い	・加熱中の密度減少を利用しているわけではないことから、WHOLレポート本文の記載は誤り

本文中で引用もリファレンスへの記載無し

No.	引用先	引用内容
-	J. Vogelgesang, 2006, 未出版	2.2 Background and history ・EU14か国とルウェーの2005-2006のたばこ火災被害
-	D. Choiniere, 2006, 未出版	2.2 Background and history ・カナダのたばこ火災被害 2.3 Regulatory responses ・RIP規制導入後、カナダでほとんどのシガレットが改良された旨の説明 2.3.2 Regulatory considerations ・RIP規制導入後、カナダでほとんどのシガレットが改良された旨の説明
-	J. Mueller, 2006, 未出版 ※同年、同氏による学会発表もリファレンスに存在、但し入手不能	2.3 Regulatory responses ・NY州における報告や査察に関する規則、違反品の廃棄に関する規則の説明部
-	Harvard School of Public Health, Tobacco Control Research Program	2.3 Regulatory Responses ・図2.3の出典、地域ごとの市販シガレットの全長燃焼率の棒グラフ ※引用に存在するConnoly(2005)の論文にある図に類似
-	M.J. Kaiserman, 2006, 未出版	2.3.2 Regulatory considerations ・通常-RIP間で、TNCO、カルボニル量にわずかな違いがある ・カナダ規制導入前の不適切な行動をとる喫煙者の割合
-	D. Hemenway, 2006, 未出版	2.4.3 Research needs - Surveillance and monitoring ・調査すべきデータは火災件数、損失、死傷者と説明している箇所

4月予備試験結果一覧

1.布団圧縮高さの決定

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】		【参考2】	
							自己消火 本数	自己消火率	立消本数 (15mm後)	立消率 (15mm後)
100：0	18/100mm	MS（通常）	14/14	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	30/100mm	MS（通常）	14/14	100.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	50/100mm	MS（通常）	10/14	71.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	60/100mm	MS（通常）	8/14	57.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	60/100mm	MS（通常）	7/14	50.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
70：30	25/115mm	MS（通常）	2/14	14.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	25/115mm	MS（通常）	0/14	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%

2.通常-RIP比較実験

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】		【参考2】	
							自己消火 本数	自己消火率	立消本数 (15mm後)	立消率 (15mm後)
100：0	60/100mm	MS（通常）	7/28	25.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		CB（RIP）	5/14	35.7%	0	0.0%	0	0.0%	2	7.7%
		MB（RIP）	6/14	42.9%	4	10.0%	0	0.0%	11	42.3%
70：30	25/115mm	MS（通常）	3/28	10.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		CB（RIP）	1/14	7.1%	2	5.0%	1	7.1%	12	46.2%
		MB（RIP）	0/14	0%	3	7.5%	1	7.1%	18	69.2%

3.探索型実験（高湿度：30℃、85%RH程度）

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】		【参考2】	
							自己消火 本数	自己消火率	立消本数 (15mm後)	立消率 (15mm後)
100：0	60/100mm	MS（通常）	7/28	25.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		CB（RIP）	3/14	21.4%	2	5.0%	2	14.3%	5	19.2%
		MB（RIP）	2/14	14.3%	8	20.0%	0	0.0%	10	38.5%

4.探索型実験（綿シート）

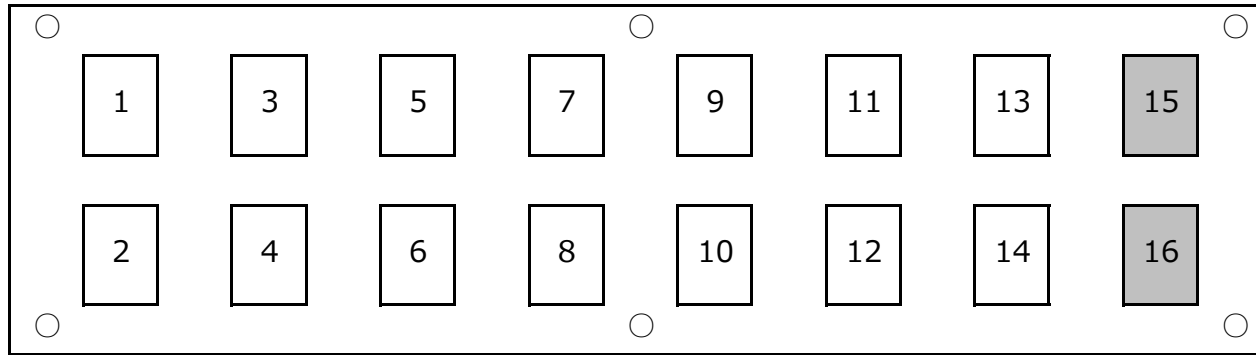
詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】		【参考2】	
							自己消火 本数	自己消火率	立消本数 (15mm後)	立消率 (15mm後)
100：0	60/100mm	MS（通常）	0/14	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		CB（RIP）	0/14	0.0%	3	7.5%	2	14.3%	4	15.4%

5.探索型実験（汚れシート）

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】		【参考2】	
							自己消火 本数	自己消火率	立消本数 (15mm後)	立消率 (15mm後)
100：0	60/100mm	MS（通常）	2/14	14.3%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
		CB（RIP）	1/7	14.3%	1	5.0%	1	14.3%	7	53.8%
		MB（RIP）	1/7	14.3%	2	10.0%	1	14.3%	5	38.5%

【消防WG実験】4月参考

【参考】たばこ設置位置（図）



【参考】設置位置ごとの燻焼継続回数（全39回 ※NO.15・16は1回のみ）

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
回数	6	6	7	7	10	3	8	10	8	6	8	5	5	4	1	1

【参考】上段と下段での燻焼継続回数比較

設置位置	燻焼継続回数	燻焼継続率
上段設置（T）	53	19.3%
下段設置（B）	42	15.3%

【参考】フィッシャーの正確確率検定

検定対象	p値
NO.6設置：3/39 vs. No.5設置：10/39	0.06542
上段設置：53/274 vs. 下段設置：42/274	0.25906

6月試験結果一覧

1.布団圧縮高さの決定

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】	
							自己消火 本数	自己消火率
100：0	40/100mm	MS（通常）	12/16	68.8%	0	0.0%	0	0.0%
			10/16				0	0.0%
			11/16				0	0.0%
	45/100mm	MS（通常）	4/16	47.9%	0	0.0%	0	0.0%
			12/16				0	0.0%
			7/16				0	0.0%
	50/100mm	MS（通常）	6/16	31.3%	0	0.0%	0	0.0%
			7/16				0	0.0%
			2/16				0	0.0%
70：30	25/115mm	MS（通常）	0/16	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
			0/16				0	0.0%
			0/16				0	0.0%

2.通常-RIP比較実験

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】	
							自己消火 本数	自己消火率
100：0	45/100mm	MS（通常）	18/40	48.8%	0	0.0%	0	0.0%
			21/40					
		CB（RIP）	14/40	35.0%	2	2.0%	2	5.0%
		MB（RIP）	21/40	52.5%	6	6.0%	1	2.5%
70：30	25/115mm	MS（通常）	0/40	2.5%	0	0.0%	0	0.0%
			1/40					
		CB（RIP）	0/40	0.0%	3	3.0%	2	5.0%
		MB（RIP）	0/40	0.0%	9	9.0%	1	2.5%

3.探索型実験（低温度: 16℃、50%RH程度）

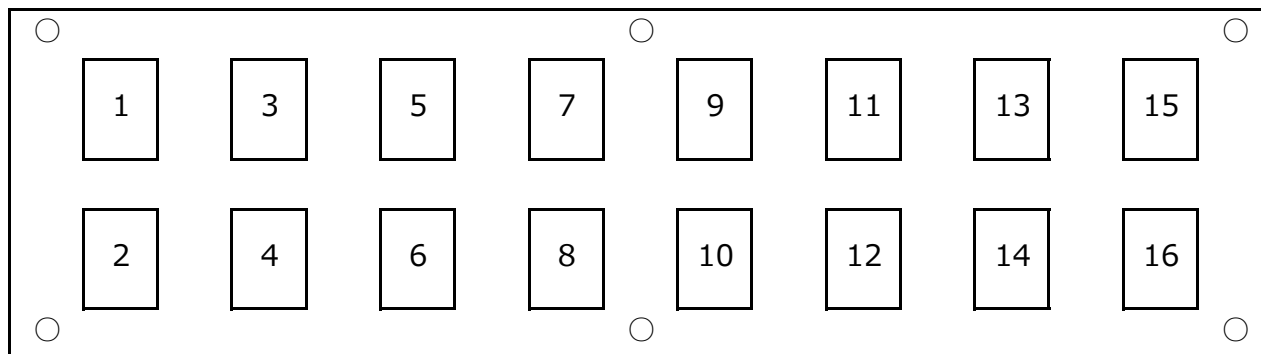
詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】	
							自己消火 本数	自己消火率
100：0	60/100mm	MS（通常）	21/40	51.3%	0	0.0%	0	0.0%
			20/40					
		CB（RIP）	26/40	65.0%	6	6.0%	3	7.5%
		MB（RIP）	19/40	47.5%	10	10.0%	0	0.0%

4.探索型実験（綿シャツ・冬）

詰物混紡比率 (綿：ポリエステル)	圧縮時 布団高さ	たばこ	燻焼継続回数	燻焼継続率	立消本数 (15mm前)	立消率 (15mm前)	【参考1】	
							自己消火 本数	自己消火率
100：0	45/100mm	MS（通常）	2/16	12.5%	0	0.0%	0	0.0%
			2/16					
		CB（RIP）	5/16	31.3%	5	12.5%	2	12.5%
		MB（RIP）	0/16	0.0%	6	15.0%	0	0.0%

【消防WG実験】6月参考

【参考】たばこ設置位置（図）



【参考】設置位置ごとの燻焼継続回数（全80回）

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
回数	15	17	19	13	12	16	22	15	16	14	18	18	20	13	4	9

【参考】上段と下段での燻焼継続回数比較

設置位置	燻焼継続回数	燻焼継続率
上段設置（T）	126	19.7%
下段設置（B）	115	18.0%

【参考】フィッシャーの正確確率検定

検定対象	p値
NO.15設置：4/80 vs. No.7設置：22/80	0.00017
上段設置：126/640 vs. 下段設置：115/640	0.47468