

令和2年度建築基準整備促進事業

F19 内装制限及び排煙設備の 設置基準の合理化に係る検討報告

一般財団法人 日本建築防災協会
共同研究：国立研究開発法人建築研究所

検討の目的

令和元年の政令改正により、スプリンクラー設備と排煙設備に加えて、建築物の部分の高さや区画の状況等を加味して、当該部分の避難安全性を評価し、内装制限の規制対象外とすることが可能となった。

本改正を踏まえて、既存建築物等の内装制限及び排煙設備の設置の基準を合理化するため、必要な避難安全性能確保のための方策の検討や安全性確保に必要な措置の検討及び必要な火災実験等を行う。

検討体制

本事業は建築研究所との共同研究である。本委員会及び、WG1、WG2、WG3の3つのWGを設け、WG間で相互に緊密な連携をとり、かつ、建築研究所の他、建築指導課及び国土技術開発総合研究所とも連携を取りつつ検討を進めた。

WG1の検討概要

既存建築物の利活用を想定し、用途変更時に排煙規定が抵触した事例を調査し、小規模建築物について、早期避難対策や煙発生防止対策の措置を講じて排煙免除とする基準案と、現行規定で要求している居室の床面積の1/50の排煙開口に対し、排煙効率に応じて設置位置が高い場合に排煙要求面積を計算する方法や、居室での早期避難対策と避難経路での排煙対策により居室での排煙要求面積を緩和する基準案を提示した。大規模建築物については、スプリンクラーを設置することで排煙設備代替策となっている防火区画と内装制限を緩和する基準案や、直接屋外に避難できる小規模室に対しての緩和規定の対象用途を拡大する検討を行った。

WG2の検討概要

意匠上の観点から、部分的な木材現しとしてのニーズが多いことを踏まえ、壁天井等の部分的な木材「あらわし」を想定し、室内の仕上げを難燃材料または準不燃材料とした空間と同等の性能となる部分的な木製内装の方法や、スプリンクラーを活用した場合の効果について実験により調査を行った。

WG3の検討概要

現行法令では、排煙口までの距離が30mを超えた場合、複数の排煙口を設置する必要があるが、ダクトの取り回しなど施工、コスト面での負担が大きいため、排煙口までの距離の緩和の検討を行った。

WG1 排煙設備の設置基準の合理化

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

背景

- 不特定多数が利用する特殊建築物や大規模建築物等には、避難安全上の観点から、火災初期の煙伝播を遅らせるために排煙設備を義務付けられている。
- 近年、古民家等の既存建築物をホテル等に用途転用するといった需要が拡大しているが、排煙設備の後設置が予算上の高いハードルとなっていることから、市場ニーズの高い小規模木造建築物等の用途転用を念頭に、排煙設備の設置基準の更なる合理化を検討する。

方針

- 既存木造建築物の改修を想定し、規模に応じた緩和策を検討→ i . 避難安全検証等により安全性が確認された小規模建築物の適用除外、 ii . 上層階の天窓や避難経路での排煙対策による排煙開口面積の緩和、 iii . SPの活用による適用除外や内装制限の緩和

対象建築物の規模・用途等		排煙上の対策	
小規模	階数2階以下で、延べ面積500㎡以下の建築物	本則	天井下80cm以内に居室の床面積の1/50以上の排煙上有効な開口部を有すること
		緩和策①	歩行距離の短い小規模建築物は自火報設置で適用除外 就寝用途についてはさらにスプリンクラー設備の設置で適用除外
		緩和策②	排煙口を排煙効率の高い位置に設けた場合は面積緩和
		緩和策③	避難経路の排煙強化で居室の排煙口面積緩和 ただし、歩行距離を制限し、自火報を設置
大規模	本則		排煙設備を設けなければならない
	避難階又は直上階で床面積100㎡以下の特建以外・児童福祉施設		直接屋外への出口かバルコニー等安全な避難経路(歩行距離10m以下)を有すること
	緩和策④		上記の既存緩和策の用途を拡大
	階数が3階以上、延べ面積500㎡超の建築物	高さ31m以下の建築物の部分	床面積100㎡以内ごとに準耐火構造の床若しくは壁又は20分間防火設備で区画されていること+壁及び天井の仕上げを準不燃材料ですること
		緩和策⑤	早期避難可能な対策および用途制限により内装制限を不要化 SPを設置した場合は区画の要求性能緩和

WG1 現状の課題と成果のイメージ

天井が低い小規模な町屋

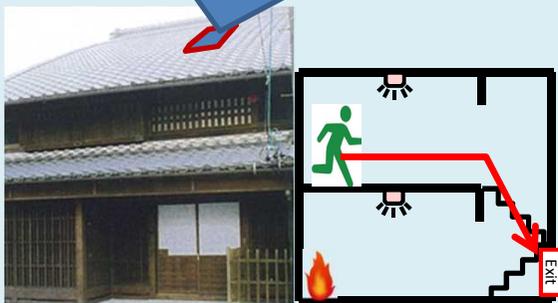
【転用ニーズと課題】

- ・用途としては、**住宅から旅館やホテル等への転用ニーズ**がある。
- ・階数2以下で、延べ面積が200㎡以下の住宅はH12建告第1436号第4号イに規定する床面積の1/20の採光開口を確保していれば良いが、**旅館やホテルの場合は天井下80cm以内に床面積の1/50以上の排煙開口が必要**となり天井高が低い町屋では**十分な開口面積を取ることができない**。

【提案】

- [①]小規模建築物で避難が容易な建物については**排煙設備の設置を免除**
- [②]排煙効率の高い位置に設けた排煙口は設置高さに応じて必要な開口面積を緩和(給気口の排煙効果も加味)

【従来】天井を取り払い天窓を設ける
→【改正】排煙口面積を緩和
→【改正】避難容易なら免除



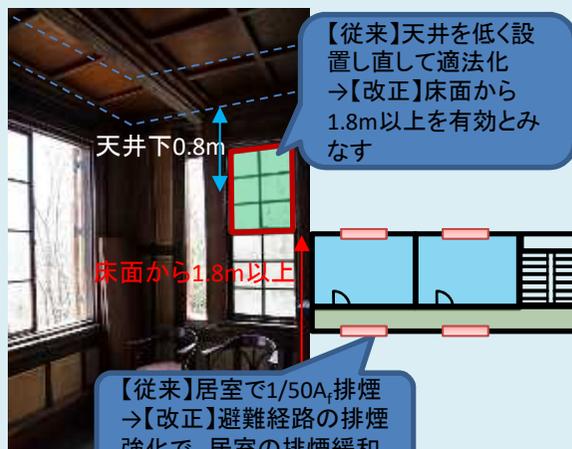
天井が高い延べ面積500㎡以下の洋館

【転用ニーズと課題】

- ・用途としては、**住宅からカフェや結婚式場等への転用ニーズ**がある。
- ・洋館は天井が高いため、開口はあるものの、令第116条の2第1項第2号に規定する「開放できる部分(天井から下方80cm以内の距離にある部分に限る。)の面積の合計は、居室の床面積の1/50以上」を満たせず、**排煙設備の設置が必要**。

【提案】

- [②]床面から1.8m以上も読めるよう緩和
 - [③]現行規制対象外の避難経路の排煙を強化し、居室の排煙口面積を緩和
- ※避難方向下流側での排煙対策強化と、上流側での避難対策強化で、一室みなし規定を2室から避難経路毎に合理化



【従来】天井を低く設置し直して適法化
→【改正】床面から1.8m以上を有効とみなす

【従来】居室で1/50_F排煙
→【改正】避難経路の排煙強化で、居室の排煙緩和

延べ面積500㎡超の木造建築物

【転用ニーズと課題】

- ・用途としては、**学校から老人ホーム等への転用ニーズ**がある。
- ・学校は令第126条の2第1項第2号で排煙設備の設置が免除されているが、**廃校利活用時には排煙設備の設置が必要**。

【提案】

- [④]小規模室で避難が容易であれば**排煙設備の設置を免除**
- [⑤]現行の緩和規定について、SP設置により防火区画に用いる防火設備の遮炎性能を緩和及び内装準不燃措置を不要化



【従来】既存の木仕上げを撤去し、準不燃材料を新たに張る
→【改正】一部用途を除き、木のあらかわのまま活用



検討①小規模建築物 無排煙時における避難安全性の確保

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

検討にあたっての考え方

○リスク低減

火災が発生した場合の避難リスクを一定以下とする観点から現行基準の排煙設備設置が要求されない規模(延べ面積500m²以下2階以下)を対象とする。(在館者に自力避難困難な人が多く含まれる病院等は対象外)

○避難安全対策

対象は延べ面積500m²以下2階以下の無窓居室、一律に排煙設備を要求されているところ、避難の早期化や火災拡大抑制、フェイルセーフとしての脱出・救助等を考慮した排煙設備以外の避難安全対策(階数制限、警報設備、屋外出口に至る歩行距離制限等)を講じる。

検討内容

避難上支障の無い建物規模・用途、避難経路、警報設備、開口条件、火災拡大抑制対策(スプリンクラー、内装制限)の組合せを検討した。なお、検討に当たってはR2年国交告第251号第二号(小規模建築物における内装制限免除基準)の条件を参考とした。検討の結果、避難上支障の無い対策の組合せは下表のとおりである。



検討結果

		現行(排煙設備設置無し)	提案	(参考)R2年国交告第251号第二号
リスク低減	建物規模	・500m ² 以下の特殊建築物 ・階数2以下で、延べ面積500m ² 以下の建築物 ・延べ面積が ¹ 1000m ² 以下の建築物	階数2以下で、延べ面積500m²以下の建築物の居室	階数2以下で、延べ面積500m ² 以下の建築物の居室
	対象用途	—	劇場等、病院・福祉施設等以外	劇場等、病院等・児童福祉施設以外
避難計画	避難経路	—	・居室の各部分から屋外までの歩行距離が 20m以下(バルコニーの場合は10m以下) であること ・ 1階においては、各居室に屋外または屋外に面する縁側等への出口が有すること	・居室の各部分から屋外までの歩行距離が20m以下(バルコニーの場合は10m以下)であること ・各居室に屋外または屋外に面する縁側等への出口を有すること
	警報設備	—	設置が必要	設置が必要
煙拡散抑制・火災拡大抑制	開口条件	居室の床面積の1/50以上(天井下80cm以内に限る)	—	—
	スプリンクラー	—	2階に居室がある建築物若しくは就寝用途に供する建築物については設置が必要	設置が必要
	内装制限 [※]	—	—	—

※別の基準: 令128条の4等で要求がかかる内装制限については対象外

検討②小規模建築物 排煙口位置により必要開口面積の緩和

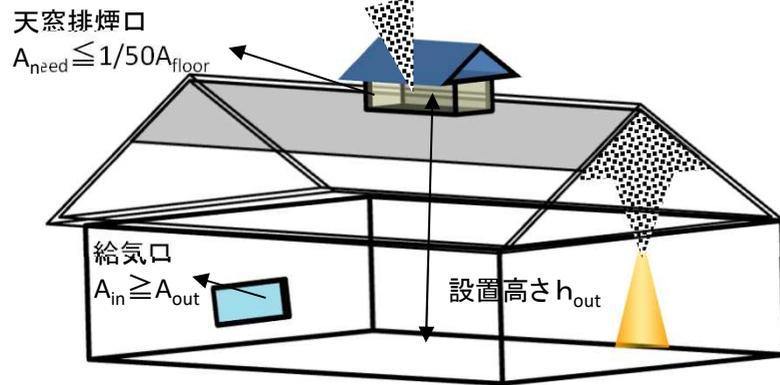
令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

検討にあたっての考え方

令第116条の2第1項第2号(排煙上の無窓居室)に規定されている「天井下80cm以内にある開放できる部分が居室の床面積の1/50以上」の基準を満たすためにあえて天井を排煙上不利となる低い位置に設置し直す事例が散見されたことから、**排煙上有効となる排煙口の設置位置の基準を見直す**と共に、本来設置位置により必要な開口面積が異なることから、**排煙口の設置位置に応じた必要開口面積の算定方法を追加**する。

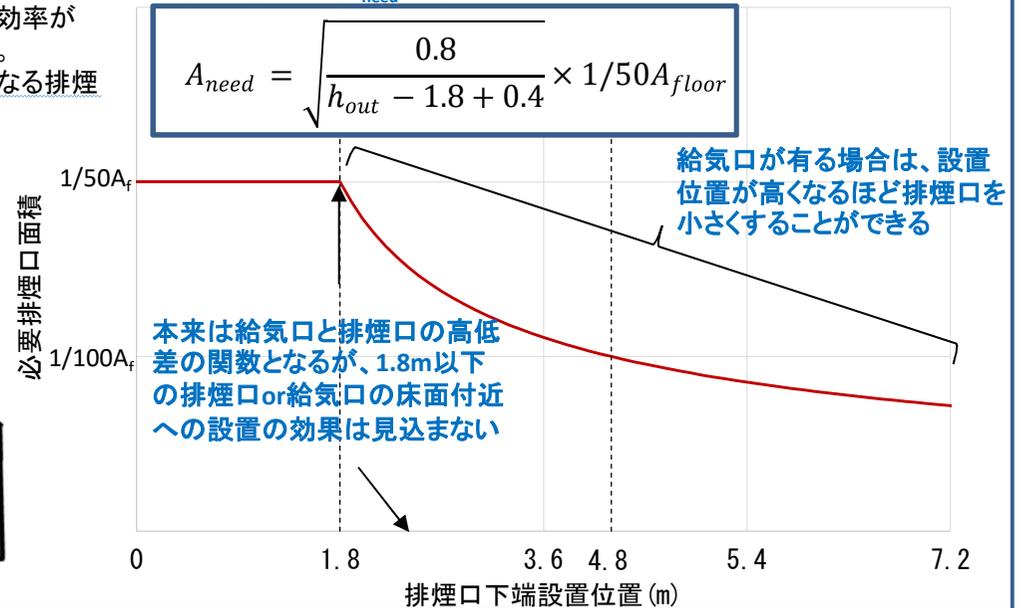
検討内容

限界煙層高さ1.8m以上にある開口部は、**排煙口とみなす**こととし、排煙効率が
高い位置では、面積を緩和して、合理的な改修へと誘導することを検討。
現行の天井下80cmに1/50A_f排煙口を要求水準として、**同等の排煙量となる排煙口**
設置高さ及び面積を算出した。



必要排煙口面積A_{need}の算出式

$$A_{need} = \sqrt{\frac{0.8}{h_{out} - 1.8 + 0.4}} \times 1/50A_{floor}$$



検討結果

現行の規定と同等の排煙能力を確保できる仕様を簡易な計算式で提案する。

	排煙口面積	排煙口設置位置	給気口面積	給気口設置位置
現行	1/50A _{floor}	天井下80cm以内	×	×
提案	1/50A _{floor} から緩和 (給気口との高低差による)	床面から1.8m以上	必要排煙口 面積以上	床面から1.8m以下 (給気口を低く設置することでの緩和は見込まない)

※天井を設ける場合は、天井開口面積 = 1.5 × 必要排煙口面積

検討③小規模建築物 避難経路排煙による必要開口面積の緩和

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

検討にあたっての考え方

現行は排煙の規制対象外である避難経路(廊下のみに限る。)と隣接する居室において一体で排煙措置を講ずることで、居室の必要開口面積を緩和する。

検討内容

避難方向下流側での排煙対策強化と、上流側での避難対策強化で、一室みなし規定を2室までから避難経路毎の検証へと合理化することを検討。

避難経路排煙方式1:1接続の場合における煙層高さの比較

現行規定水準の①③(扉の開閉の有無の違い)に対し、居室と廊下一体で排煙を行う②④の方が、廊下まで到達した際の避難安全性は上がる。ただし④の場合で現行よりも居室内の煙層高さが低くなる(=危険側になる)可能性があることから、**早期避難のため自火報の設置等を追加で要求**する。

①遮煙なし、居室排煙 $1/50A_{f,室}$ (現行)



③遮煙あり、居室排煙



②遮煙なし、居室+廊下排煙 $1/50(A_{f,室}+A_{f,廊下})$

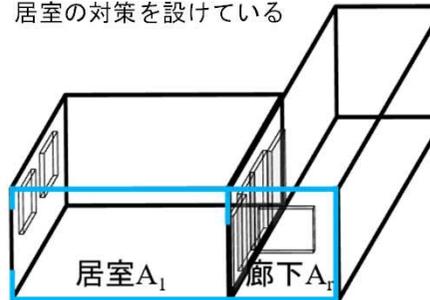


④遮煙あり、居室+廊下排煙



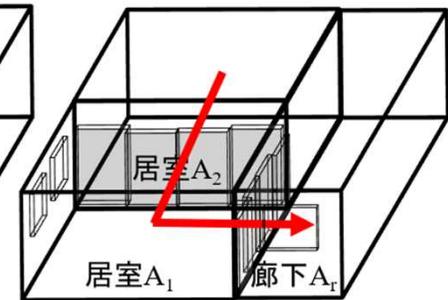
居室-廊下1:1接続

避難方向下流側の出火を想定しない空間との1室みなしは安全側。合計排煙量も強化される。 $1/50A_{f,廊下}$ に満たない居室には、無窓居室の対策を設けている



居室群-廊下直列接続

左記に加え、居室A1で出火した際に、それより奥の居室で逃げ遅れが生じないように、居室間の1室みなしは2室までに制限している(現行どおり)



出火を想定しない空間との1室みなしは、扉の遮煙の有無(開閉)によらず、**居室避難担保の条件下では安全側であることを確認**した。ただし、階段を通じて意図せず煙が拡大するのを防ぐため最上階のみを対象とする、居室避難に対しては無窓居室の連動自火報&歩行距離制限を要求する。

検討結果

居室+隣接する避難経路で必要排煙開口面積を確保する場合の防火対策を提案する。

	排煙口の必要面積			居室の避難対策
	居室	廊下	合計	
現行	$1/50A_{f,室}$	×	$1/50A_{f,室}$	×
提案	$1/50A_{f,室}$ を緩和	居室に隣接する廊下で不足分の排煙口面積を担保	$1/50(A_{f,室}+A_{f,廊下})$	特定小規模施設用自動火災報知設備の設置 居室から出口等までの歩行距離が30m以下であること又は居室の床面積が30㎡以下であること

※1階で当該措置を講じた場合は階段を通じて意図せず煙が拡大するおそれがあるため、最上階のみを緩和の対象としている。

検討④大規模建築物 避難安全性を担保に排煙設備の設置免除

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

検討にあたっての考え方

現状では避難が容易な小規模建築物として排煙設備の設置が免除されている用途は、住宅、長屋、児童福祉施設等（入所利用を除く）、博物館、美術館、図書館、特殊建築物以外の用途に供するもののみであるため、避難安全検証により用途拡大を検討するとともに、現行認められている用途の対象規模の拡大を検討する。

検討内容

現行告示で規定されている規模と屋外への経路を想定したモデル建築物において、避難安全検証法により、床面積、在館者密度、歩行距離、出口幅、出火位置をパラメータに避難時間を計算し、**限界避難時間2分以内に避難完了できる用途および室の床面積を検討した。**



■ケーススタディモデルプラン(各用途共通)

- ・各居室及び直通階段は直接屋外へ避難できる出口を有する
- ・各居室の床面積は100㎡ or 200㎡、室内の歩行距離は10m or 20mとする
- ・直通階段内の歩行距離は10m or 20mとする
- ・バルコニー＋外階段内の歩行距離は10m or 20mとする

用途	床面積	避難時間	検討結果
展示場	100㎡	最大1.81分	○
	200㎡	最大3.23分	×
飲食店	100㎡	最大1.95分	○
	200㎡	—	×
物販	100㎡	最大1.81分	○
	200㎡	最大3.01分	×
事務所	100㎡	—	○
	200㎡	最大1.98分	○

※物販は特異火災事例が少なくないことから緩和対象から除外

改正案の検討においては、**就寝使用を含まない等避難安全性が現行規定と同等以上の用途の追加**を検討し、展示場と飲食店を追加した。また特建に比べ、**在館者特性、出火危険性ともに安全性が高い非特建用途の事務所は対象規模の拡大**を検討し、100→200㎡に緩和した。

検討結果

既存の緩和措置に用途を追加するとともに、非特建用途については居室の床面積及び出口等までの歩行距離を見直す。

	対象用途	規模	室の床面積	屋外への経路	出口までの歩行距離
現行	・児童福祉施設(入所利用を除く) ・博物館、美術館、図書館 ・特殊建築物以外	避難階・直上階	100㎡	直接屋外かバルコニー＋外階段か区画された直通階段(廊下や他の居室経由はNG)	10m
提案	展示場・飲食店 (法別表第一(イ)欄第3項)	避難階・直上階	100㎡	同上	10m
	事務所 (特殊建築物以外)	避難階・直上階	200㎡	同上	20m

検討⑤大規模建築物 SPによる区画と内装準不燃化の緩和

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

検討にあたっての考え方

○出火室の在館者の安全性

→ 煙層が避難上支障のある状態となるまでに避難が完了する。

○避難経路(廊下)の安全性

→ 壁・扉の防火性確保により避難経路への煙拡散を抑制する。なお、廊下-階段間の煙拡散抑制は縦穴区画により担保される。

検討内容

○出火室の在館者の安全性が確保できる居室(区画)の規模、避難対策(天井高さ・出口幅)、煙拡散および火災拡大抑制対策を検討した。なお、検討にあたっては、現行のH12建告1436号四号二(3)およびR2国交告251号第一号や避難安全検証法-煙高さ判定法を参考とした。
→ 検討の結果、在室者の少なさや歩行距離の短さ、万が一火災が拡大した際の他への火害の影響の少なさ等に配慮し、**小規模区画(100m²以下)**を対象とした。また、**居室避難に支障のない天井高さまたは出口幅・煙拡散および火災拡大抑制対策の組合せは下表のとおり。**

○階避難程度の時間(20分程度)の煙拡散防止を図るため、スプリンクラー設備による火災抑制効果も踏まえ、扉および間仕切壁に要求する耐火性能の組合せを既往の見に基づき検討した。その結果、要求性能を満足する扉・間仕切壁の仕様は下記の通り。

- ・扉：20分防火設備[現行]、**水道連結SP+10分防火設備[追加案]**
→基整促F15の実験的検討より、20分防火設備と10分防火設備の同等性については検討済みであり、準縦穴区画の基準にも反映済み
- ・壁：45分準耐火構造[現行]、**水道連結SP+30分準耐火構造[追加案]**
→30分準耐火構造：間柱・下地の両側に国交告203号第5第一号(i)(ii)または(iv)～(vii)に示す防火被覆を設けたもの

検討結果

		現行(H12建告1436号四号二(3))	提案(H12建告1436号四号二(3))	現行(R2国交告251号第一号)
リスク低減	適用部位	高さ31m以下の建築物の部分	高さ31m以下の建築物の部分	—
	対象用途	—	—	劇場等・病院等・児童福祉施設等・自動車車庫等以外
	防火区画面積	床面積100m ² 以下	床面積100m ² 以下	—
避難計画	早期避難対策	—	・天井高さ3.0m以上	天井高さ3.0m以上
煙拡散抑制・火災拡大抑制 ^{※2}	扉(居室-廊下)	20分防火設備	以下のいずれか ・20分防火設備 ・10分防火設備(SP有りのみ)	以下のいずれか ・20分防火設備 ・10分防火設備(SP有りのみ)
	壁(居室-廊下)	45分準耐火構造	以下のいずれか ・45分準耐火構造 ・30分準耐火構造(SP有りのみ)	—
	スプリンクラー	—	—	—
	内装制限 ^{※1}	準不燃材料	— (劇場等、病院等は従来どおり準不燃材料)	—

※1 別の基準：令128条の4等で要求がかかる内装制限については対象外、※2 H12建告1436号四号二(4)では室内に面する部分の仕上および下地に不燃材料を要求

木材現しのニーズと現行基準における課題

①木製の壁のあらわし、木材仕上げ



例: CLTの耐震壁

CLTやLVL等の厚板木材を仕上げ兼耐震要素として利用するニーズがある。

②天井の木材部分仕上げ



例: 天井の部分木材仕上げ

建物利用者の居住性(快適性や汚れや傷がつきにくいこと、など)の観点から天井の木材現しのニーズが多い。

③木製の柱・梁のあらわし



例: 木製の梁

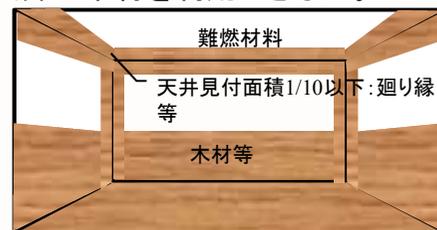
近年の基準改正により、これまでよりも大規模かつ高層の建築物にも燃えしろ設計が適用範囲できることとなっている。

火災初期の急速な火災拡大抑制の観点から建築基準法では建物の規模・用途等に応じて内装材の難燃性(難燃材料・準不燃材料)が要求され木材の利用可能な範囲が制限されている。<内装制限>

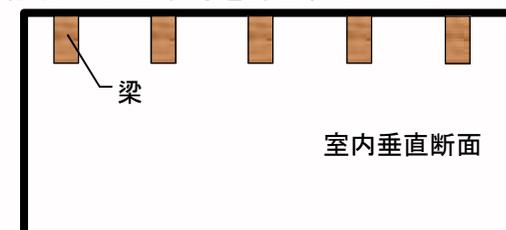
準不燃材料が要求される居室において、緩和規定がないため、壁を木のあらわしとすることができない。
※難燃要求はH21年建告第1439号で対応可



天井木材現しは接炎直後から急速に燃え広がり、在館者の避難安全や消防活動の障碍となるため、内装制限が適用される建築物の部分については原則として天井に木材を利用できない。



梁等については底面と両側面の合計面積が天井面積の1/10以下である必要があるが、通常の梁の寸法・設置間隔では当該条件を満たすことが難しく、燃えしろ設計による梁等をあらわしにできない。



○室内の大部分を木材現しとすると圧迫感や閉塞感があるので部分的な現しとするニーズも少なくない。木材の利用位置や空間の開放性によっては、木材の利用範囲が限定的であれば過度に急速な火災拡大が生じない可能性がある。

○室内の仕上げを現行基準(難燃材料・準不燃材料)と同等の火災拡大抑制効果を期待できる部分的な木材現し仕様を検討し、決定した仕様を現行基準において同じレベル(難燃材料または準不燃材料)が要求される建築物の部分に適用できることとする。
(現行では建告1439号:壁木材+天井準不燃が難燃材料同等)

室	建築物の用途・規模	内装における不燃性の要求レベル	本検討の対象
居室	特建(2階以下)※	難燃材料	○
	特建(3階以上)※	準不燃材料	○
	非特建 中大規模	難燃材料	○
	無窓居室	準不燃材料	○
	地階	準不燃材料	×
	火気使用室	準不燃材料	×
廊下・階段		準不燃材料	×

※主要構造部の耐火性に応じて内装制限の適用がかかる規模が異なる。
なお、自動車車庫等は規模に依らず準不燃要求

○ 既往の文献¹⁾において、内装制限は主に、在館者の避難安全性確保や消防活動支援性向上、大規模な物損の抑制等のため、早期のフラッシュオーバー(FO)抑制が趣旨であることが記述されていることや、他の研究・検討²⁾³⁾においても防火材料の火災拡大抑制性能をFOの発生時間で評価する方法が提案されていることを踏まえ、FOの発生のしやすさ(時間)で難燃・準不燃との同等性を評価する。
ただし、出火防止を主目的とする火気使用室や地階、廊下・階段の内装制限は対象外

1)建築物の総合防火設計法の開発 第2巻、2)火災と建築 第7章、3)長谷見雄二ほか:火災伝播モデルに基づく室内装火災性状の質的分類(その2) コーンカロリー計によるルームコーナー試験におけるフラッシュオーバー発生時間の簡易予測、日本建築学会大会学術講演梗概集、1999

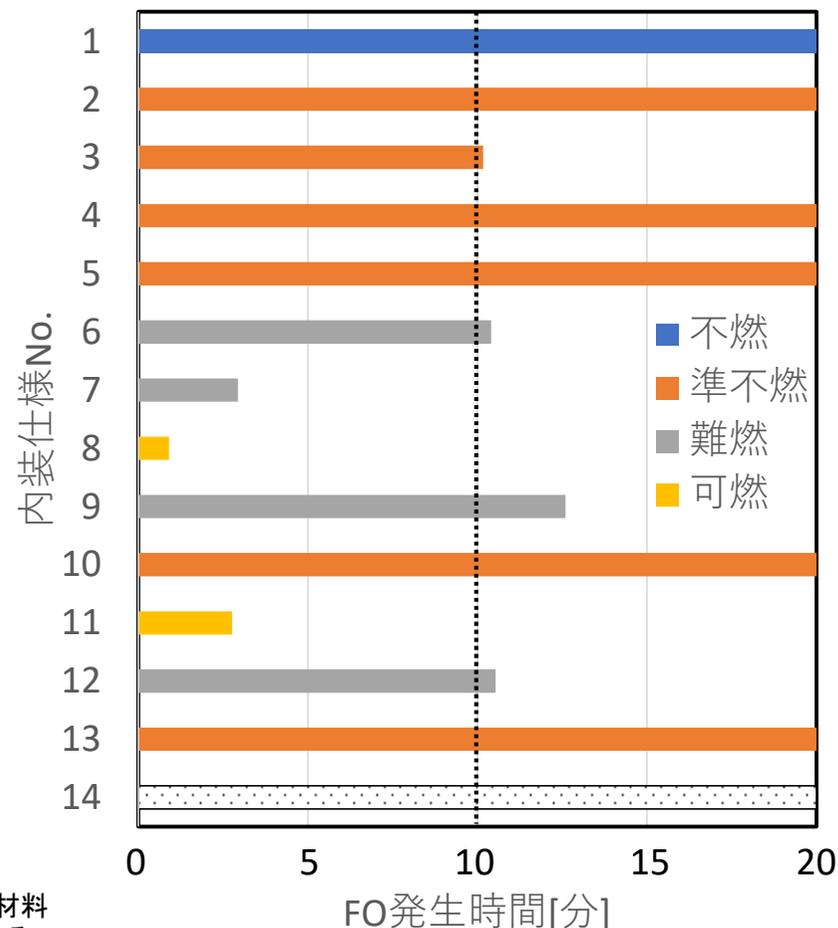
難燃材料・準不燃材料による 内装仕上と同等の火災拡大抑制性能

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

現行基準(難燃材料・準不燃材料)の火災拡大抑制効果(FO抑制効果)を調査した → ルームコーナー試験の結果

- 難燃材料仕上や壁木材・天井準不燃仕上(みなし難燃) → 10分以内にはFOせず、20分以内にはFOする。
- 準不燃材料仕上 → 20分でもFOせず。

No.	内装材の条件	防火等級	出典
1	全面:突板化粧スラグ石膏板5.7mm厚	不燃	4)
2	全面:石膏ボード9.5mm厚	準不燃	4)
3	全面:石膏ボード9.5mm厚+塩ビ塗装300g/m ²	準不燃	4)
4	全面:フェノール樹脂発泡体10mm厚	準不燃	4)
5	全面:ロックウール化粧板15mm厚(外国製)	準不燃相当	4)
6	全面:石膏ボード9.5mm厚+塩ビ塗装500g/m ²	難燃	4)
7	全面:化粧難燃合板5.5mm厚	難燃	4)
8	全面:軟質繊維板9mm厚	可燃	4)
9	全面:薬剤処理木材(難燃材料)18mm厚	難燃	5)
10	全面:薬剤処理木材(準不燃材料)18mm厚	準不燃	5)
11	全面:木材12mm厚	可燃	本基整促
12	壁:木材12mm厚 天井:石膏ボード12.5mm厚	難燃相当	本基整促
13	壁・天井(見付面積1/10):木材12mm厚 その他:鉄板1.6mm厚	準不燃相当	本基整促
14	壁一面:木材12mm厚 その他:鉄板1.6mm厚	未定	本基整促



※1 石膏ボード+塩ビ壁紙300g/m²(No.3)は準不燃であるが、基整促F10による準不燃材料の例示仕様案では性能に余裕が少ないので300g/m²相当は対象としない提案がされている。
 ※2 通則認定品の難燃合板(No.7)は現行の発熱性試験や模型箱試験でも難燃材料の性能が達成されにくいことは他の実験でも確認されている。

4)高橋済ほか:ルームコーナー試験による材料の評価と内装防火設計法への応用、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.265-268、1997

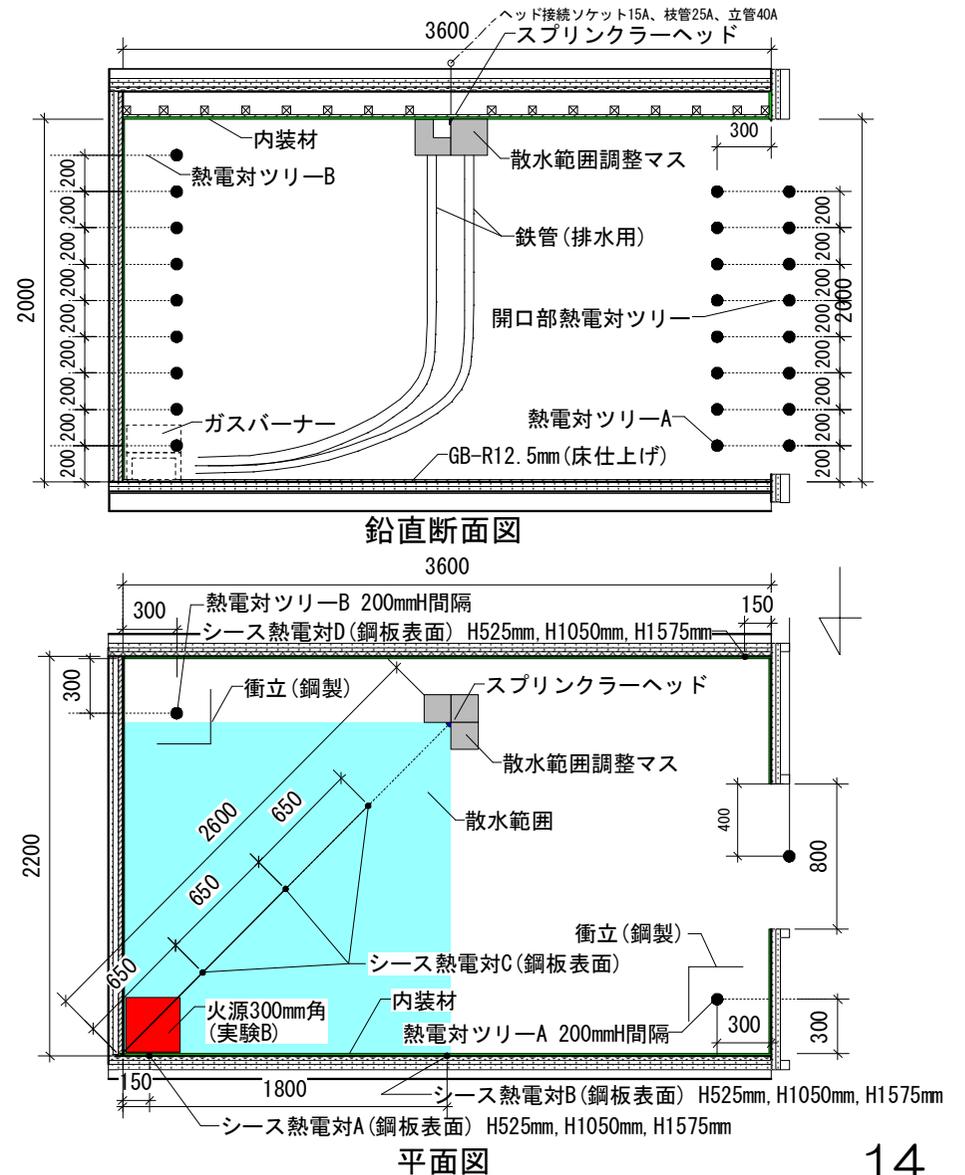
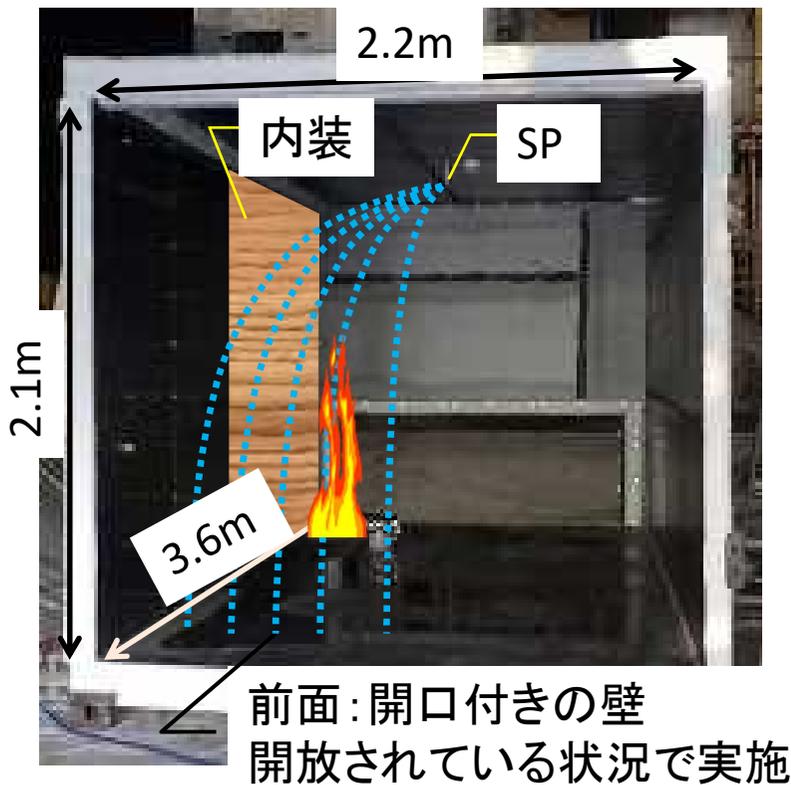
5)日本木材防腐工業組合:平成21年度地域材利用加速化緊急対策支援事業 建築物の耐火性能試験報告書

※基準上は難燃材料が5分間、準不燃材料が10分間の燃え拡がり抑制性能を要求している。

木製内装材の貼り方およびSPが室内の火災拡大性状に及ぼす影響に関する実験概要

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

10分間または20分間のFO抑制を達成できる木製内装材等の仕様を把握するため、実大規模(ルームコーナー試験装置に準拠)の区画を用いて、木製内装材の設置条件、開口条件、スプリンクラー設備(以降、SP)の仕様等をパラメータとした木製内装材の火災拡大性状確認実験を実施した。



木製内装材の貼り方およびSPが室内の火災拡大性状に及ぼす影響に関する実験条件

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

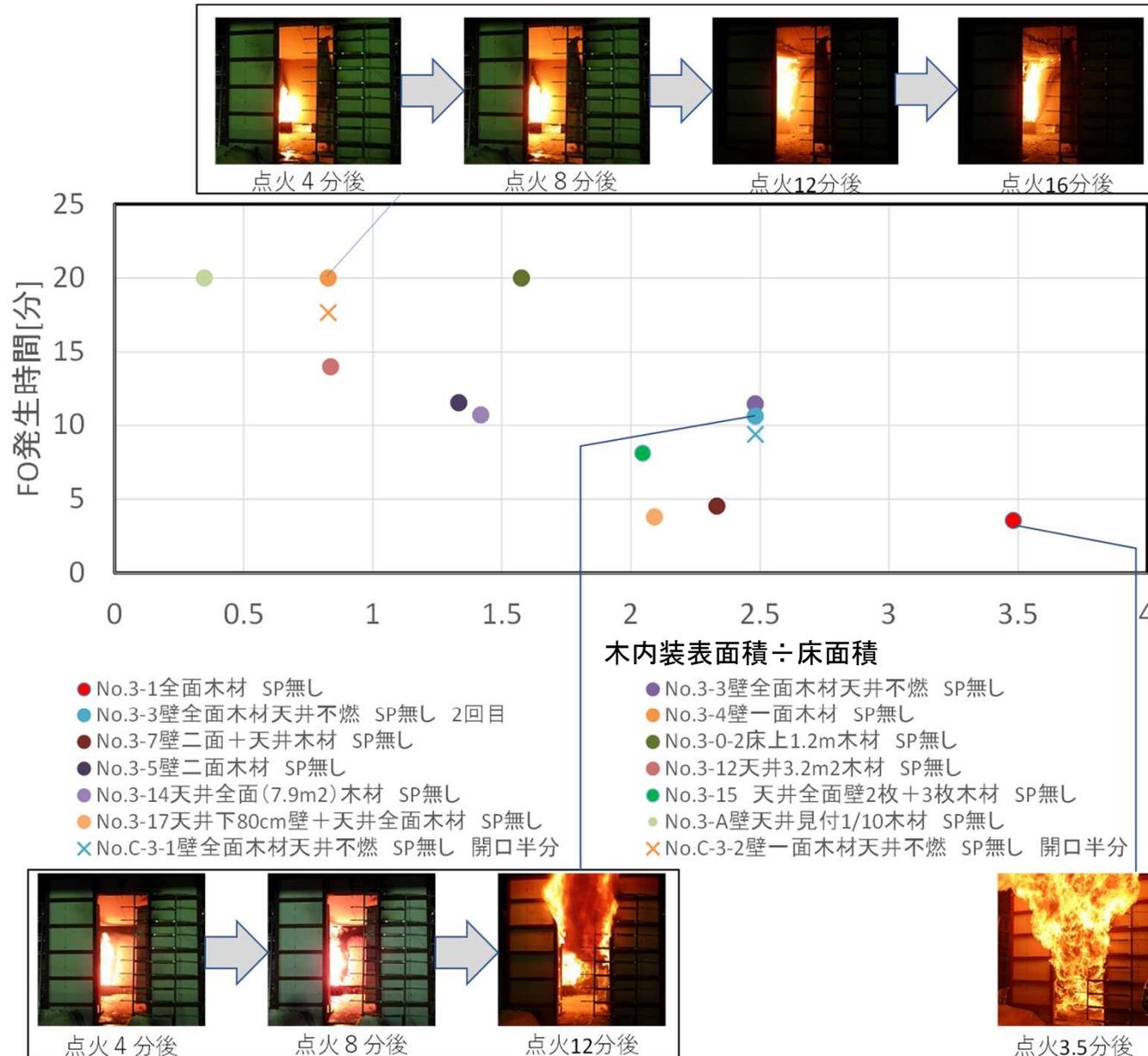
実験No.	内装可燃の範囲				スプリンクラー設備	床面の着火時間[min]	1MW到達時間[min]	床面15kW/m ² 到達[min]	限界総発熱量到達※ ² [分]	最大発熱速度[kW]	最大床面受熱量[kW/m ²]	最大総発熱量[MJ]	代表F.O時間※ ³ [min]
	壁	天井	表面積(全面)	表面積(天井下80cm以内)									
No.3-1※ ¹	全面	全面	27.6	16.6	無し	3.6	2.8	未計測	4.3	3481	未計測	265	3.55
No.3-2※ ¹	全面	全面	27.6	16.6	KSR 30lpm	15.3	14.9	未計測	16.3	1335	未計測	443	15.51
No.3-3※ ¹	全面	無し	19.7	8.6	無し	11.5	10.8	未計測	12.1	3469	未計測	673	11.44
No.3-3'	全面	無し	19.7	8.6	無し	11.0	10.5	10.3	到達せず	3667	118	198	10.61
No.3-4※ ¹	一面	無し	6.6	2.9	無し	到達せず	到達せず	未計測	到達せず	545	未計測	125	20.00
No.3-7	二面	全面	18.5	12.6	無し	5.3	3.3	未計測	5.0	2553	未計測	258	4.52
No.3-0-2※ ¹	腰壁1.2m	無し	12.5	0.0	無し	到達せず	到達せず	到達せず	到達せず	382	6	70	20.00
No.3-5	二面	無し	10.6	4.6	無し	10.9	11.1	10.1	14.1	1353	67	235	11.52
No.3-12	火源際	3.2m ²	6.6	4.8	無し	11.6	20.0	12.3	11.9	860	24	400	13.95
No.3-14	火源際	全面	11.2	9.4	無し	11.1	10.9	10.2	10.7	1209	29	272	10.69
No.3-15	北3枚東2枚	全面	16.2	11.6	無し	8.4	7.8	7.5	8.7	2491	60	287	8.10
No.3-17	天井下80cm	全面	16.6	16.6	無し	4.8	3.6	3.0	到達せず	2325	48	223	3.79
No.3-22	二面	全面	18.5	12.6	KSR 30lpm	到達せず	到達せず	到達せず	18.5	838	14	262	18.48
No.3-23	全面	全面	27.6	16.6	KQS 50lpm	到達せず	到達せず	到達せず	到達せず	506	8	105	20.00
No.3-18	全面	全面	27.6	16.6	KQR 80lpm	到達せず	到達せず	14.8	16.7	983	16	335	15.72
No.3-25	全面	無し	19.7	8.6	KSR 30lpm	19.4	16.0	18.7	17.5	1833	19	412	17.89
No.3-29	火源際	全面	11.2	9.4	KSR 30lpm	到達せず	到達せず	到達せず	到達せず	747	13	178	20.00
No.3-26	全面	全面	27.6	16.6	KQR 80lpm	到達せず	9.1	未計測	10.2	2125	未計測	953	9.67
No.3-A	1/10	1/10	2.8	1.7	無し	到達せず	到達せず	到達せず	到達せず	516	12	159	20.00
No.C-3-1	全面	無し	19.7	8.6	無し	9.5	9.5	9.1	到達せず	1564	65	173	9.38
No.C-3-2	一面	無し	6.6	2.9	無し	16.3	19.7	17.0	到達せず	1016	20	177	17.67
No.3-3-1	準不燃	準不燃	6.6	2.9	無し	到達せず	到達せず	到達せず	到達せず	524	10	84	20.00

開口半分

※1 No.3-1、No.3-2、No.3-3、No.3-4、No.3-0-2は建築基準整備促進事業F15の成果であるが比較のため併記している。
 ※2 壁および天井の区画内側表面積1m²あたりの総発熱量が、模型箱試験における総発熱量の合否判定値を模型箱試験の壁および天井の区画内側表面積で除した値と等価となる時間
 ※3 床面の着火時間、1MW到達時間、床面15kW/m²到達時間、限界総発熱量到達時間の平均値としている。

木製内装材の貼り方およびSPが室内の火災拡大性状に及ぼす影響に関する実験結果

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討



F.O発生の指標は文献によって異なるので、次の4つの時間を平均した。

「床面の着火時間」「1MW到達時間」「床面受熱量15kW/m²到達時間」「総発熱量6MJ/m²到達時間 (模型箱試験のクライテリア30MJ÷内装表面積約5m²)」

○総じて木内装の表面積が多いほどFO発生が早くなる傾向にある。

・木内装表面積 極大(ex. No.3-1, 3-7)→ 天井及び天井近傍で急速に燃え拡がり、早期にFOに至る。

・木内装表面積 大(ex.No.3-15)→ 急激な燃え拡がりの後、一旦火勢が弱まり、数分後に再び燃焼拡大しFOに至る。

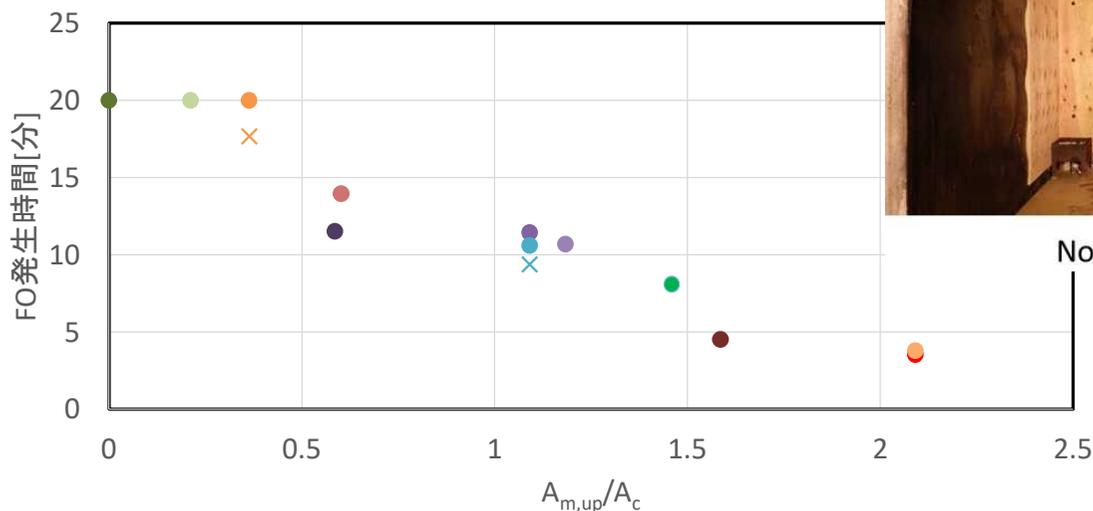
・木内装表面積 中(ex. No.3-3, 3-14)→ 実験開始10分後に火源が300kWに移行してから早期にFOに至る。

・木内装表面積 小(ex. 3-4, 3-A)燃え拡がり領域は限定的で20分間でもFOに至らず。

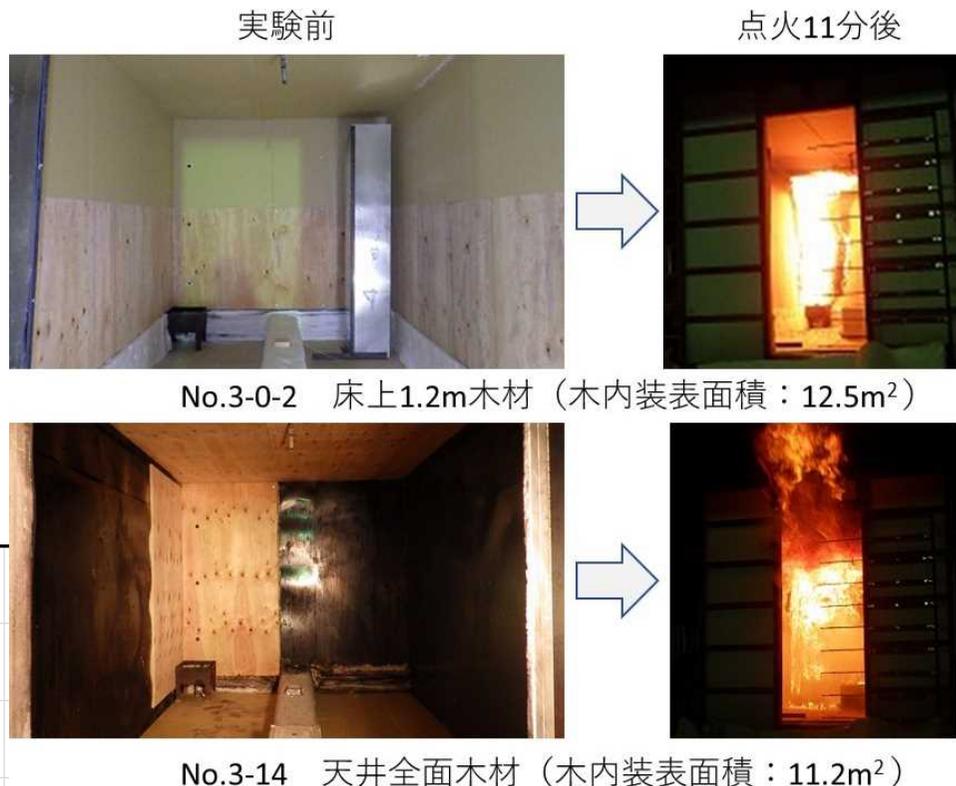
木製内装材の貼り方およびSPが室内の火災拡大性状に及ぼす影響に関する実験結果

○右の写真に見られる通り、木内装の設置面積が概ね等しい条件であっても、木内装が区画の上部に設置された条件の方がFOが早い傾向にある。

○そこで、目視観察より火災初期において燃焼が顕著であった天井下80cmより上の範囲にある木内装の表面積 $A_{m,up}/A_c$ を基準としてFO発生時間を整理すると下図に見られるとおり、 $A_{m,up}/A_c$ に対するFO発生時間は概ね一本の曲線状に整理される。



- No.3-1全面木材 SP無し
- No.3-3壁全面木材天井不燃 SP無し 2回目
- No.3-7壁二面+天井木材 SP無し
- No.3-5壁二面木材 SP無し
- No.3-14天井全面(7.9m²)木材 SP無し
- No.3-17天井下80cm壁+天井全面木材 SP無し
- × No.C-3-1壁全面木材天井不燃 SP無し 開口半分
- No.3-3壁全面木材天井不燃 SP無し
- No.3-4壁一面木材 SP無し
- No.3-0-2床上1.2m木材 SP無し
- No.3-12天井3.2m²木材 SP無し
- No.3-15 天井全面壁2枚+3枚木材 SP無し
- No.3-A壁天井見付1/10木材 SP無し
- × No.C-3-2壁一面木材天井不燃 SP無し 開口半分



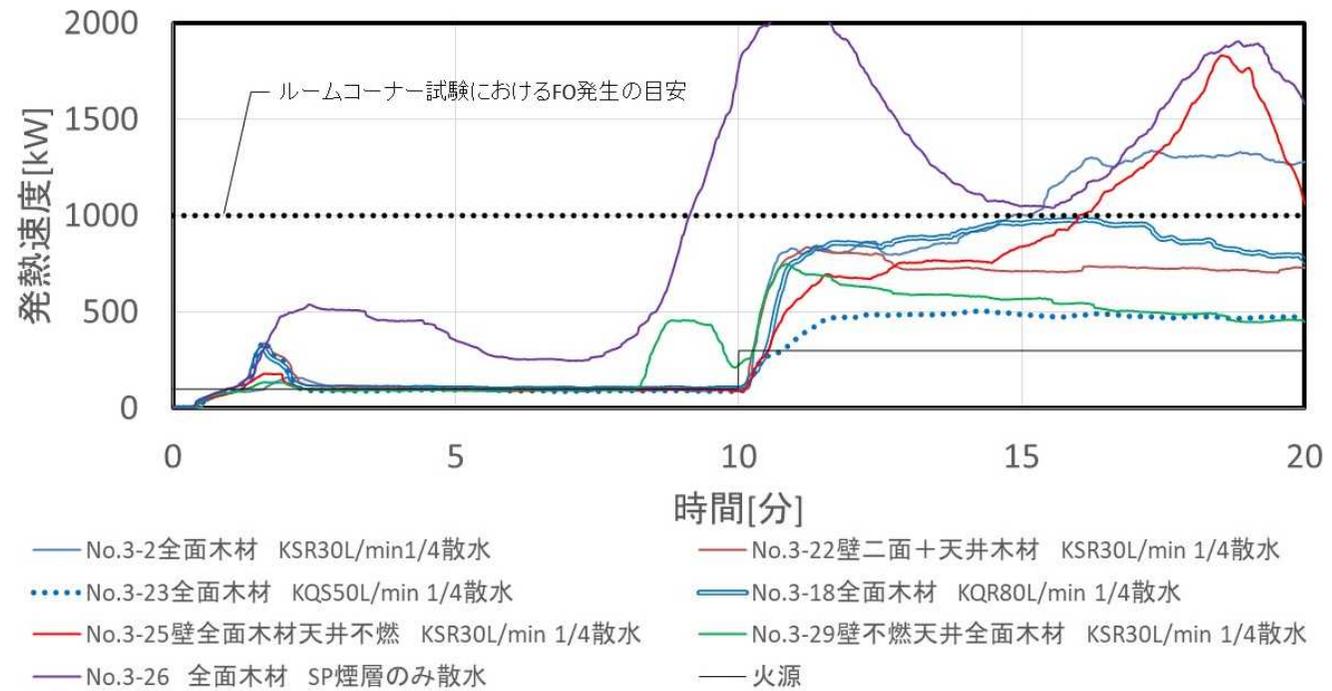
○同じ木内装の設置条件で開口因子が異なる条件 (No.3-3とNo.C-3-1、No.3-4とNo.C-3-2)を比較すると開口因子が小さい条件の方がFO発生が早くなる傾向にある。これは開口からの排熱が小さくなり、煙層が比較的早期に高温に至ったためと考えられる。

木製内装材の貼り方およびSPが室内の火災拡大性状に及ぼす影響に関する実験結果

令和元年度・2年度 建築基準整備促進事業成果報告会
F19 内装制限及び排煙設備の設置基準の合理化に係る検討

○天井または天井近傍の壁の着火直後にSPを作動
→ 火源の火炎を残して、木製内装材表面は早期に消炎。壁の上部及び天井木内装については直接散水されないものの壁下部の燃焼が弱まったことにより壁の上部及び天井木内装への加熱が弱くなり、自消したと考えられる。

○火源を300kWに上昇
→ 火源上部の天井が再燃し、水道連結型(No.3-2)や高感度型ヘッド(No.3-18)では天井および壁の上部で燃え広がり、散水が当たらない部分の壁で燃え下がりが生じた。一方、小区画型ヘッド(No.3-23)では天井及び天井近傍の壁の燃え下がりには火源近傍のみ。



SP作動時の木内装の燃焼状況の一例: 壁天井全面木材 スプリンクラー有り(30L/min)



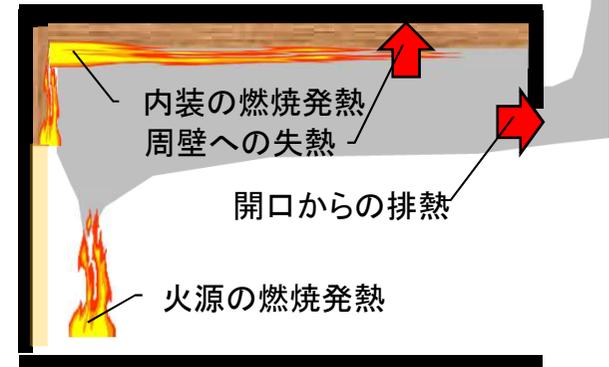
点火5分後 点火10分後 点火15分後 点火20分後

実験結果等を踏まえた 内装制限の合理化方針案

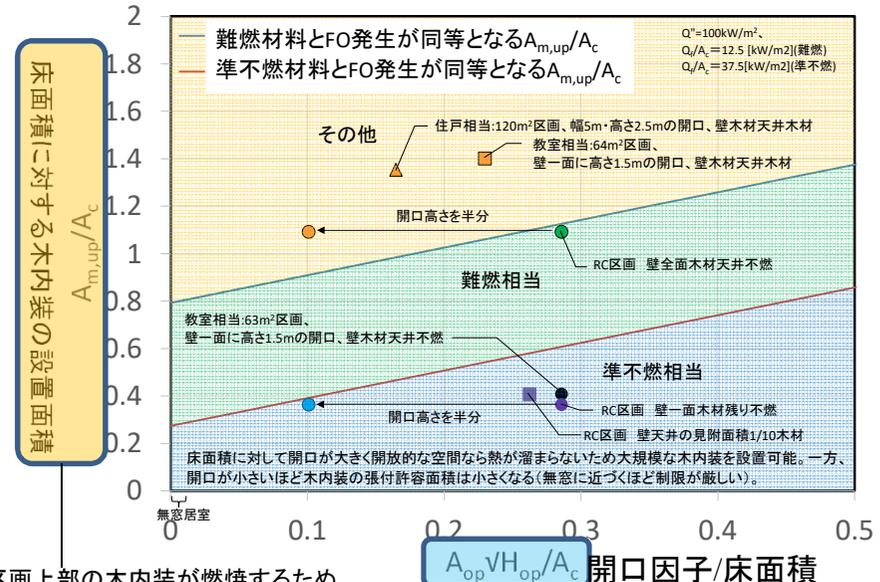
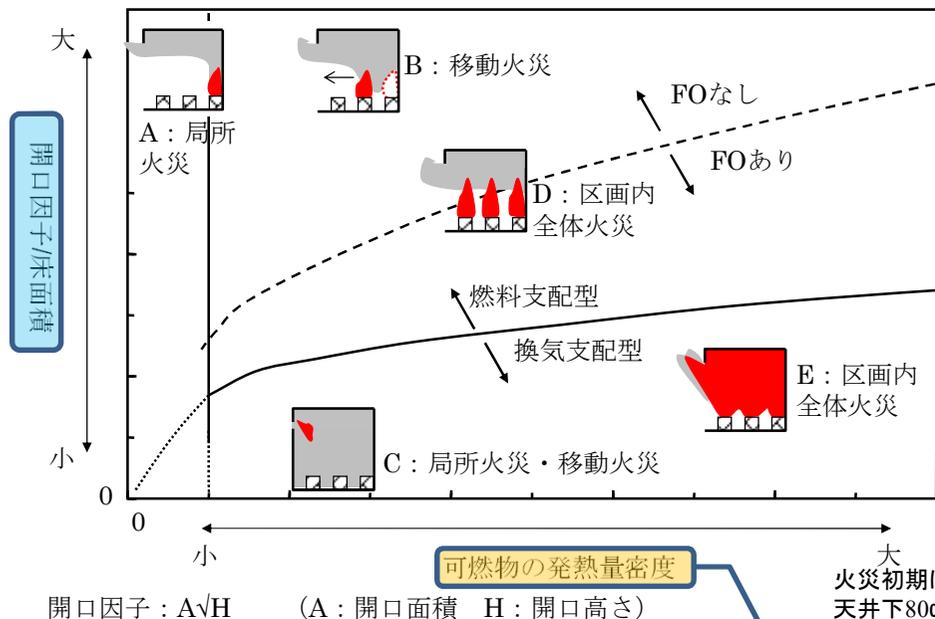
木製内装材の燃焼発熱によりFOにつながる煙層の昇温抑制のための木製内装材の設置可能面積の検討

- 難燃材料仕上 → 10分以内にはFOせず、20分以内にはFOする。
- 準不燃材料仕上 → 20分でもFOせず。
- 10分間または20分間FOが発生しない部分的な木内装等の条件を検討

FOは煙層が高温となることで生じることが知られており、煙層の温度は煙層の熱収支(右図)で凡そ推定できる。巨視的には左下図のように、室内のFOのしやすさ等は床面積当たりの開口因子や床面積当たりの可燃物の表面積で評価できる。



→ 左下図の可燃物は収納可燃物を意図したものであるが木内装に置き換わっても本質的には同様の概念が適用できると考えられるが、燃え拡がり性状が異なるため、木内装の貼り方や面積をパラメータとした先の実験結果に基づき検討する(右下図のイメージ)。なお、大規模居室における実験(木三学教室実験、基整促F7)の結果も踏まえて検討。



火災初期には区画上部の木内装が燃焼するため、天井下80cm以内の木内装の面積とする。

火災荷重・設計火災性状指針案より

火災の激しさには可燃物の露出表面積が大きく影響するが、 $A_{surf} \propto q_1^{1/3}$ となる関係があることが知られており、同図ではこの関係を利用。

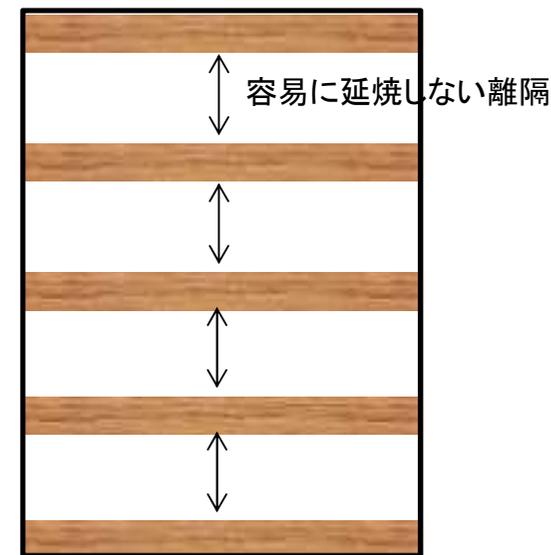
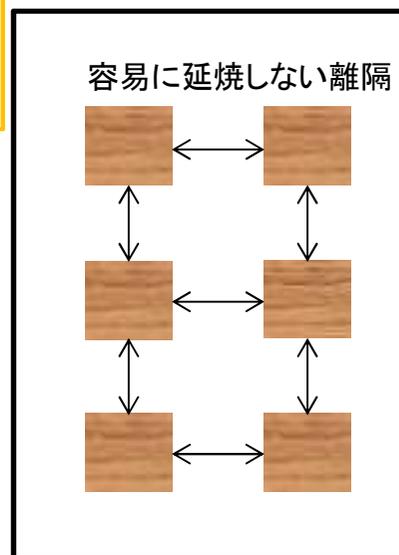
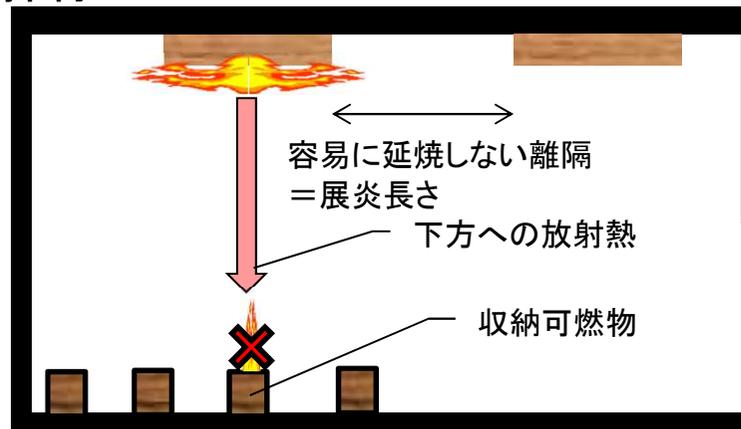
$A_{op} \sqrt{H_{op}}$: 開口因子[m^{5/2}]、 T_c : 煙層温度[K]、 A_c : 天井(床)面積[m²]、 t_{FO} : FO発生時間[s]、 A_{surf} : 可燃物の露出表面積[m²]、 q_1 : 可燃物の発熱量密度[MJ/m²]、 $A_{m,up}$: 区画の上部に設置された木製内装材の面積[m²]、 Q^* : 木製内装材の単位面積当たりの発熱速度[kW/m²]

実験結果等を踏まえた 内装制限の合理化方針案

燃焼した天井木内装から収納可燃物への過度な放射熱抑制

煙層全体が高温でなくても燃焼した天井木内装からの放射熱により収納可燃物の着火やFOを助長する恐れがある。

- 天井木内装からの過度な放射熱を抑制するため天井に集中的に利用可能な木内装の面積も制限する。
- 集中的に利用可能な木内装の部分は容易に延焼しない離隔距離を確保することでそれぞれ独立した部分とみなす



天井に木内装が設置可能な範囲のイメージ(左:部分天井、右側:梁現し)

天井木内装および木製梁について表面積や形状をパラメータとして放射熱を計算し、収納可燃物が着火に至らない条件や容易に延焼しない離隔距離を計算した。

<まとめ>

本WGでは近年の木材を**室内側に現しとして利用する上でのニーズ**とそのニーズを実現する上での現行の内装制限の課題点を把握するとともに、現行の内装制限で要求される火災安全性を整理し、当該**要求性能を確保することが可能な部分的な木材現しの仕様(面積や貼り方など)の確認**を目的として、次に示す技術的な検討を行った。

- a) 実大規模火災実験(ルームコーナー試験)において、室内を難燃材料または準不燃材料で仕上げた場合のFO発生時間を調査し、多くのケースにおいて、**難燃材料の場合10分間のFO抑制効果があり、準不燃材料の場合20分間のFO抑制効果**があることを確認した。
- b) 10分間のFO抑制を達成できる仕様を難燃材料仕上相当、20分間のFO抑制を達成できる仕様を準不燃材料仕上相当とし、それぞれの仕上に相当する部分的な木現し等の仕様を把握するため、ルームコーナー試験装置に準拠した**実大規模火災実験を実施し、区画内の火災拡大性状に及ぼす木内装の設置条件、開口条件、スプリンクラー設備の仕様に関する技術的知見を収集**した。
- c) 火災時における煙層内の熱収支の概念に基づき、木内装空間の火災拡大性状確認実験の結果を用いて、**開口条件と木内装の設置面積に応じたFO発生時間の推定式を導出**した。また、当該推定式を用いて、難燃材料仕上相当(10分間のFO抑制)、準不燃材料仕上相当(20分間のFO抑制)となる開口条件と木内装の設置面積の組合せを検討した。
- d) **燃焼した天井木内装から収納可燃物への過度な放射熱によりFOが助長されないようにするために、天井に集中的に利用可能な木内装の面積および集中的な木内装部分同士が容易に延焼しないための離隔距離を制限**すべきと考え、天井木内装の面積及び細長比や木製梁の幅およびせいをパラメータとした放射熱及び展炎長さを検討した。

<課題>

- ・上記c)に関連し、火災時における煙層内の熱収支の概念に基づく開口条件と木内装の設置面積に応じたFO発生時間の推定式の精緻化の観点から、上記b)に示す実験条件(木製内装材の設置条件、開口条件、スプリンクラー設備の仕様条件)の拡充
- ・上記c)に関連し、火災時における煙層内の熱収支の概念に基づく開口条件と木内装の設置面積に応じたFO発生時間の推定式へのSPの影響の考慮
- ・上記c)に関連し、火災時における煙層内の熱収支の概念に基づく開口条件と木内装の設置面積に応じたFO発生時間の推定式の木製梁設置条件に対する適用可能性の検討
- ・上記d)に関連し、燃焼中の天井木内装からの放射発散度の把握

背景

現行排煙設備の構造規定は、仕様の基準となっているため、建築物によっては設置上の不都合や障害も生まれており、規定の合理化が求められている。

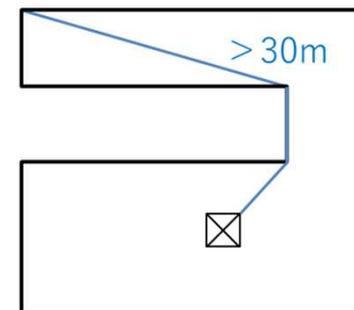
目的

排煙口は「当該防煙区画部分の各部分から排煙口の一に至る水平距離が30 m以下となるよう」設置しなければならないが、排煙口を増設はコスト面等での負担が大きいため、排煙風量を増すなどの方法により同等の排煙効果を確保できないかを検討する。

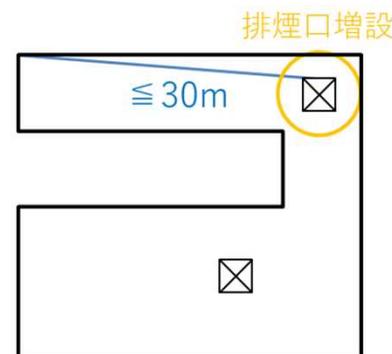
最終成果のイメージ

現行規定値と同等の排煙効果を得る距離と排煙風量			
排煙口までの距離	$\geq 30m$	緩和	$\geq 30m + \alpha$
排煙風量	$\geq 1.0Af$	強化	$\geq 1.0Af + \alpha$

トレードオフ



排煙口までの距離（青線）> 30m



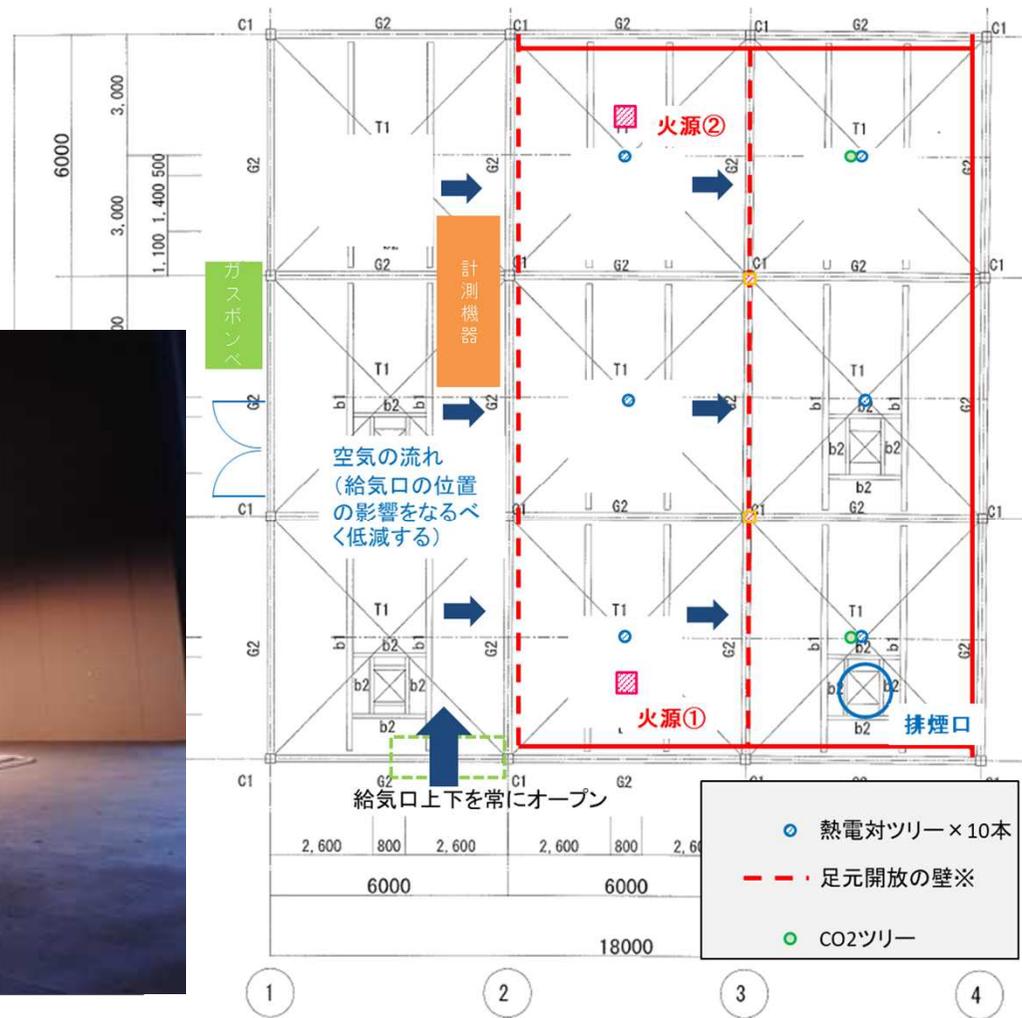
排煙口を増設して、青線 $\leq 30m$ とする

排煙口の増設はコスト、スペース等の面で負担が大きい

検討内容

実大煙流動実験による火源と排煙口までの距離と煙性状の関係の把握

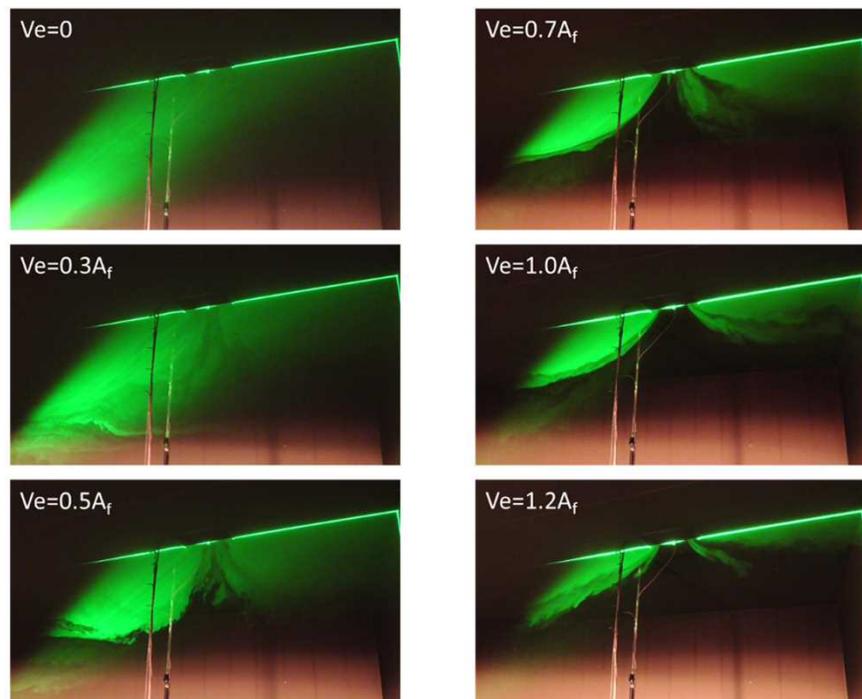
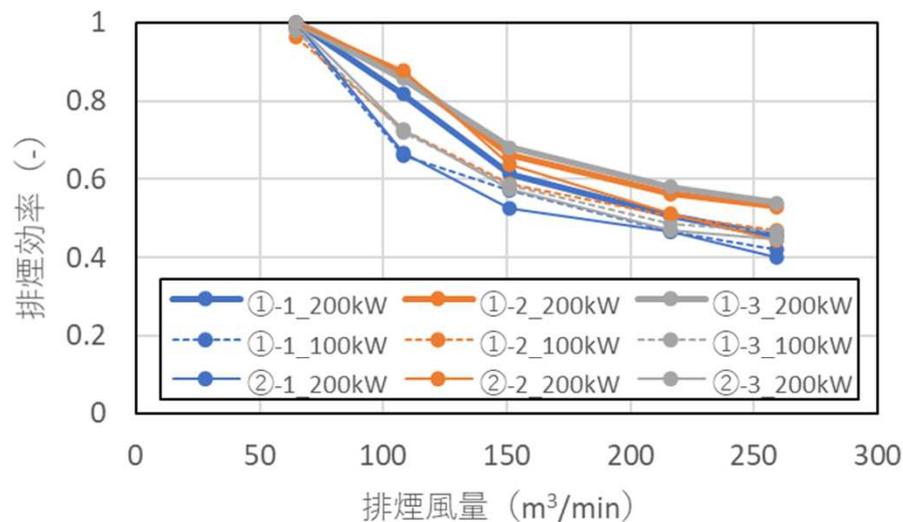
火源位置、火源の発熱速度、排煙風量等をパラメータとする計27通りの実験を実施



検討結果①

排煙効率と排煙風量の関係

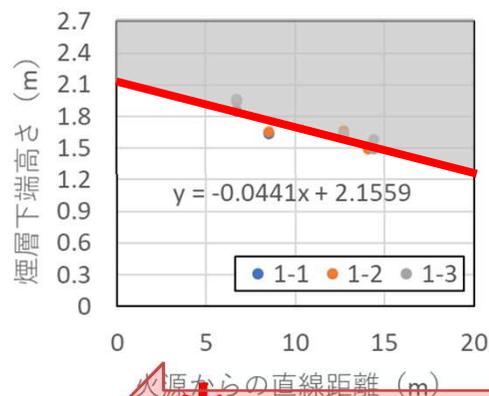
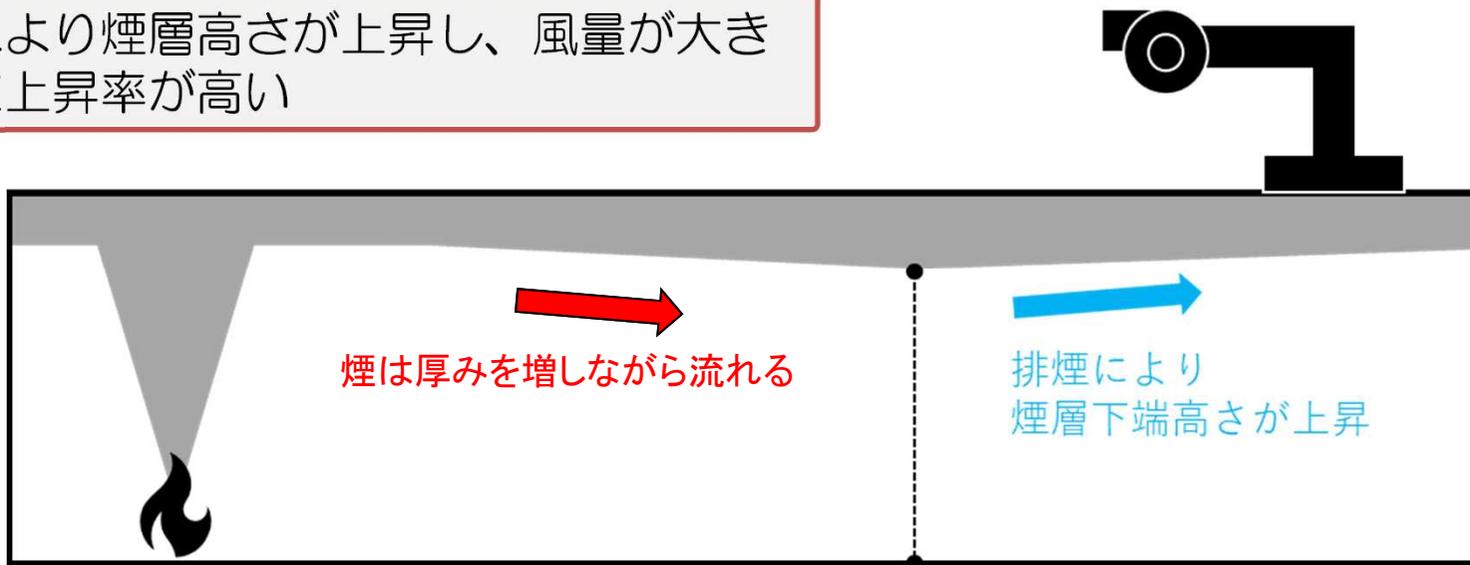
- ・ 排煙風量の増加に伴い排煙効率（排気量に対する煙の割合）は低下
→ 排煙風量を増やした分だけ煙の排出量も増えるわけではない



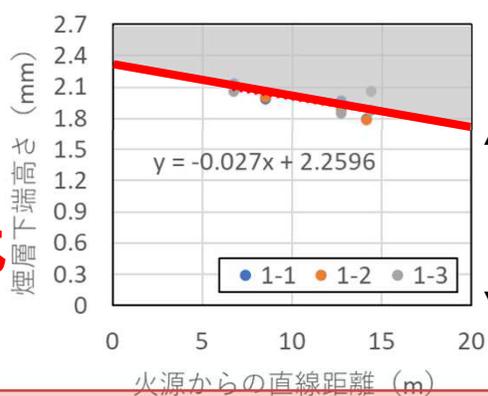
検討結果②

排煙口までの距離と煙層下端高さの関係

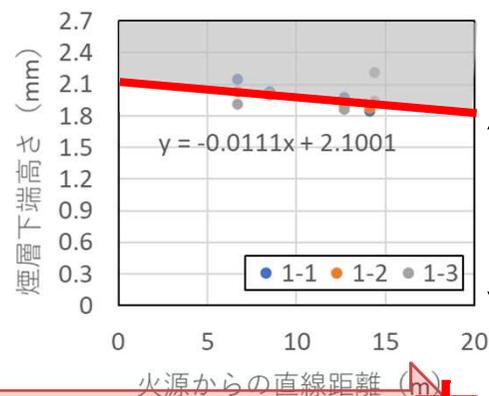
排煙により煙層高さが上昇し、風量が多いほど上昇率が高い



低



煙層下端高さ
高



排煙風量 **小** 0.3Af

0.7Af

1.0Af

大

検討結果(まとめ)

煙層下端高さが同等となる排煙口までの距離と排煙風量の関係

排煙風量の増加に応じて、排煙口までの距離を増加させることが可能であることが明らかとなった

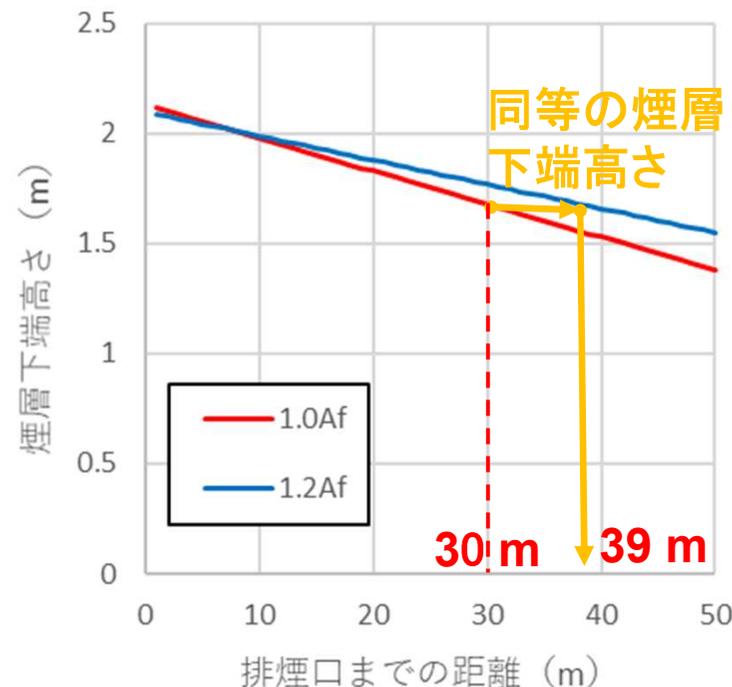
今後の課題

煙層下端高さの同等性だけでは評価できない項目の検討

Ex.) 排煙口の起動装置の位置

天井高さの影響

Ex.) アトリウムなどの高天井空間



排煙風量を1.2Afに増加することで、排煙口までの距離を39mまで増加しても、現行規定の排煙風量1.0Af、距離30mと同等の煙層下端高さを維持できる