

令和3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

## 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

- ①排煙上有効な開口の設置位置について、従来の「天井又は天井から下方80cm以内」に加え、避難安全検証法で「限界煙層高さとしている床面から1.8m以上」にある開口部についても、排煙上有効な開口部とカウントすることができないか検討する。加えて、給気口となる開口部がある場合は、排煙効率を向上させる効果を考慮して、排煙開口面積を緩和する措置が可能か検討する。
- ②自然排煙時における排煙口の不燃化措置について、既存建築物を用途転用する際に、令第126条の3第1項第二号の規定に基づき、木製建具からアルミサッシへの取替えを求められることや、新築時においても省エネ基準に対応した樹脂窓やアルミ樹脂複合窓が使用できないことが課題となっているため、合理化を検討する。
- ③防煙壁・防煙垂れ壁に求められる性能を確認し、防煙区画を構成する防煙壁・防煙垂れ壁の不燃化措置、および防煙区画と1対1対応が前提とされている排煙口の設置数について、防煙壁・防煙垂れ壁に求められる性能を確認し、合理化を検討する。

## WG2の検討概要

- ① 現行の内装制限では室内の内装材を難燃材料又は準不燃材料で仕上げることを要求している。これらの防火材料で仕上げられた室と同等の FO 抑制性能を期待できる木製内装材の仕様（貼り方および面積等、難燃同等仕様および準不燃同等仕様と呼ぶ）を検討する。
- ② スプリンクラー設備（SP）の作動が木質内装空間の火災拡大性状に与える影響を確認する。
- ③ 無窓居室の内装制限に関する現行規定の「天井下 80cm 以内に床面積の 1/50 以上の開口からの排煙」の代替策を検討する。

## WG3の検討概要

- ① 建築基準法施行令第126条の3第1項第三号にて、「排煙口は、防煙区画部分のそれぞれについて、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以下となるように、天井又は壁の上部に設け、直接外気に接する場合を除き、排煙風洞に直結すること」と規定されている。排煙風量を変化させてこの合理化について検討する。
- ② 省エネ性能の向上により外壁等の気密性が高まり、機械排煙作動時に設けられた避難扉が開放できない事案が発生している。機械排煙が計画された建築物の部分において、排煙起動時に避難扉の開放障害が生じないための対策を検討する。

# WG1 排煙設備の設置基準の合理化

## 背景

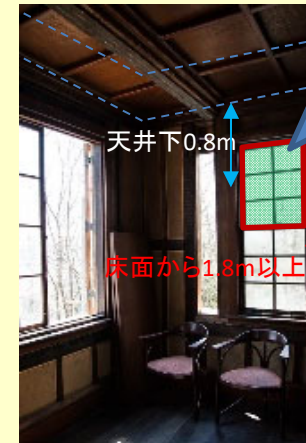
○不特定多数が利用する特殊建築物や大規模建築物等には、火災初期の煙伝播を遅らせる観点から、避難安全上、排煙設備を義務付けている。既存建築ストックの有効活用、新築の木質内装化、省エネ対応という近年の社会的要請・変化を念頭に、これらの施策を推進するに当たって障害となっている排煙設備の設置基準について、更なる合理化を検討する。

## 方針

- 既存建築物の改修に加え、CO2削減の取り組みに障壁となっている排煙基準の緩和策を検討
  - i .給気口の追加や効率的な開放できる部分の設置位置を評価可能な開口面積の算定式の提案、  
(令第116条の2関係)
  - ii .自然排煙口の不燃化を免除し、  
省エネ対応や既存ストック活用を推進、  
(令第126条の3関係)



【従来】排煙口を不燃化するため、木サッシからアルミサッシへ改修  
→【改正】木サッシをそのまま活用



【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

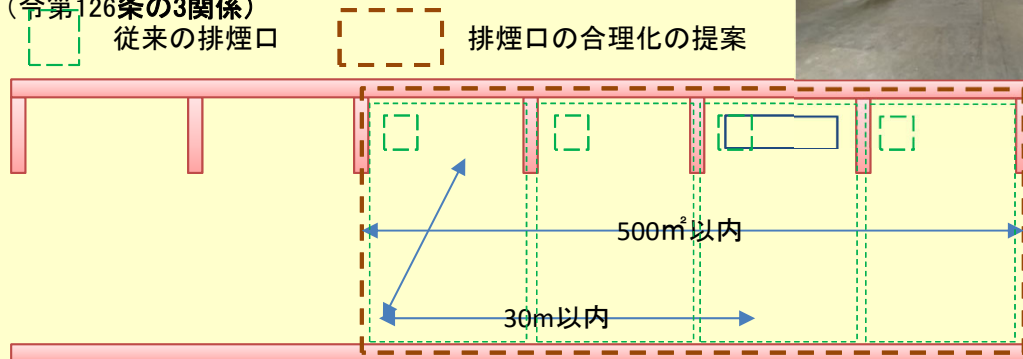
### iii .防煙垂れ壁の合理化

- ① 中層大規模木造では、梁せいが大きくなるため、垂れ壁の不燃化要求を緩和して、木梁を防煙垂れ壁として活用  
(令第126条の2)関係



【従来】木製はりを防煙垂れ壁として用いる場合は、表面を不燃材料で覆う必要があった  
→【改正】木製はりをあらわしのまま、防煙垂れ壁として活用可。

- ② 耐火建築物では、50cm以上の突出毎に排煙口が要求されているが、防煙区画の一体みなしの合理化で設計自由度を拡大  
(令第126条の3関係)



【従来】立体駐車場など、せいの大きな梁が連続する空間では、梁で囲まれた空間ごとに排煙口が要求されていた  
→【改正】防煙区画を一体みなしすることで、床面積に応じた排煙風量/面積とすれば、排煙口を1つに集約可。

# 検討①排煙上有効な開口部に、床面から1.8m以上を追加

## 検討にあたっての考え方

### ○限界煙層高さによる判定

開口できる部分は、排煙上有効な限界煙層高さ1.8m以上にある開口部とし、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。

天井下80cmに1/50A<sub>f</sub>開口をベンチマークに、同等の排煙量となる開口設置高さ・面積を算出した。

### ○対象建物規模

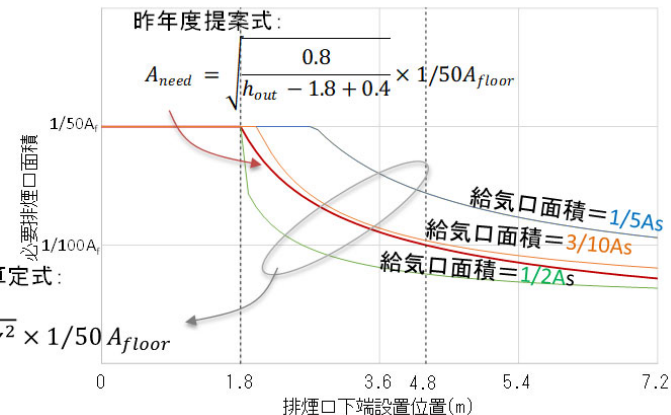
昨年度の検討に加え、延べ面積500㎡超の建築物(排煙設備の規定がかかる規模の建築物)も対象に追加した。そのため、避難安全性能検証法の式を基にした計算式に変更。

## 検討内容

設置位置の他に、給気口面積をパラメータとして、必要開口面積のケーススタディを行った。

給気口面積もパラメータとした算定式:

$$A_{need} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{0.8}{H_c - 1.8}} \sqrt{1 + \gamma^2} \times 1/50 A_{floor}$$



## 検討結果

令第116条の2第2号ほか排煙無窓居室の判定基準を合理化し、建築物の規模に関係なく、現行の①の他に②を位置づける。

### ○排煙上有効な開口部を有する居室の判断基準:

①開放できる部分(天井又は天井から下方80cm以内の距離にある部分)の面積の合計が、当該居室の床面積の1/50以上の居室

②(床面から1.8m未満にある開口を給気口、床面が1.8m以上にある開口を排煙口とみなしたうえで、)以下の避難安全性能検証法の式に基づき算出された必要開口面積以上の開口を有する居室

○必要排煙口面積A<sub>need</sub>の算定式:  $A_{need} = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{0.8}{H_c - 1.8}} \sqrt{1 + \gamma^2} \times 1/50 A_{floor}$

ここにH<sub>c</sub>: 排煙口中心の高さ(m)、γ: 給気口面積に対する排煙口面積の比

	開放できる部分の面積	設置位置	給気口面積	給気口設置位置
現行	1/50A <sub>floor</sub>	天井下80cm以内	×	×
提案	1/50A <sub>floor</sub> から緩和 (給気口との高低差による)	床面から1.8m以上	大きいほど開口面積を緩和	床面から1.8m以下

※天井を設ける場合は、天井開口面積=1.5×必要開口面積



## 検討② 自然排煙口の不燃化要求の免除

### 検討にあたっての考え方

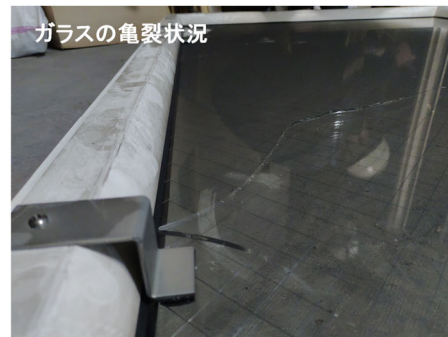
令第126条の3第1項第2号の規定に基づき、排煙口には自然/機械排煙の別なく、不燃化措置が求められている。煙が高温となった際に、排煙口の開閉による起動および排煙自体が期待できなくなる恐れがある機械排煙に対し、自然排煙口は開放されてしまいさえすれば、排煙の機能は容易に損なわれまいと考えられる。そこで自然排煙口に限定して、不燃化免除の措置が可能なか検討する。

### 検討内容

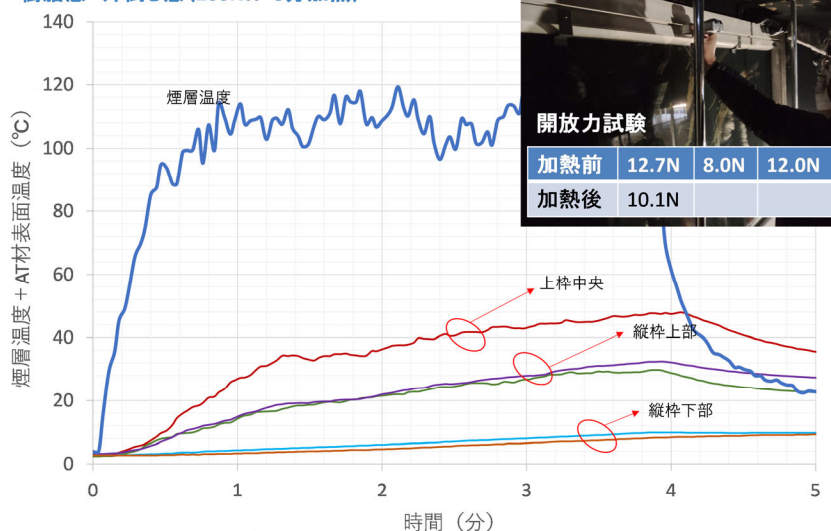
業界団体へのニーズ調査から、省エネ対応や既存建築物の利活用の為、不燃化免除に大きなニーズがある一方、溶着などで開放性が損なわれる材料の使用は避けるべきとの課題も把握した。

生産団体への使用可燃物調査を行い、窓枠や障子およびエアータイト(AT)材などの副構成部材について、材質と熱物性値を特定した。

防火上不利倒と判断された枠種・開閉形式・AT材等を組合せた試験体2体について、排煙起動時に想定される加熱条件での実験を行い、問題がないことを確認した。



樹脂窓 外倒し窓(200kW・3分加熱)



居室避難のタイミングでは、枠表面＝煙層温度は120°C程度。奥まった位置に設置されるAT材の温度は50°C程度。劣化も溶着も見られず。

### 検討結果

令第126条の3第1項第2号の排煙口の材質について。

	排煙方法の種類別	排煙口の材質	排煙風道の材質
現行	自然排煙/機械排煙	不燃材料	不燃材料
提案	自然排煙	熱で粘着するもの以外※	—
	機械排煙	不燃材料	不燃材料

※新・排煙設備技術基準に記載の「排煙時においても熱のため粘着して開放できなくなる恐れのないものを使用する」について、排煙口に用いられている樹脂・木材について、現行の市場流通品は問題がないことを確認した(熔融温度が130°C以上の樹脂・木材は問題がない)。



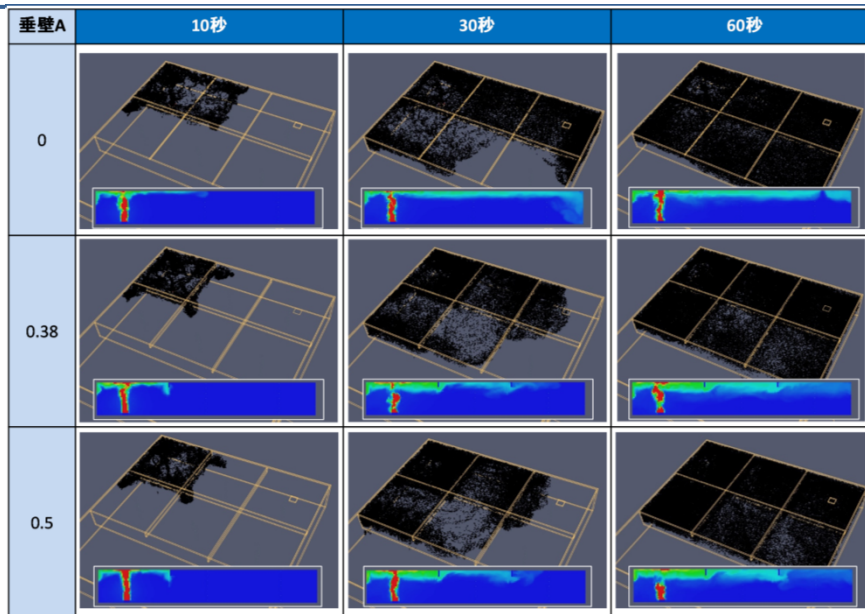
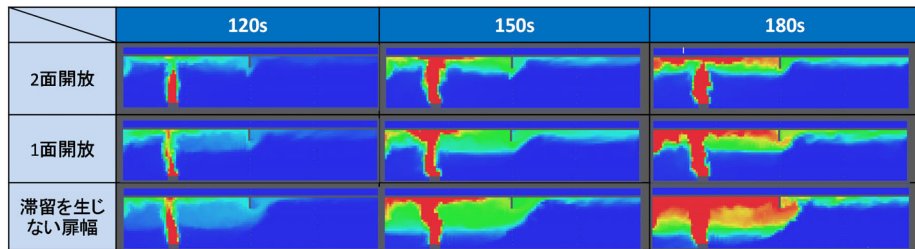
# 検討③ 防煙垂れ壁の合理化

## 検討にあたっての考え方

排煙設備の設置が必要な場合、建築物を床面積500㎡以内ごとに不燃材料で造り、又は覆われた防煙壁・防煙垂れ壁で区画することが求められている。また防煙区画毎に排煙口(その床面積に応じた面積・風量)が要求される。中層大規模木造の普及に伴い、大きくなった梁せいを活かして、防煙垂れ壁としたいニーズに対し、不燃化要求の合理化および防煙区画毎の排煙口設置要求について合理化を検討する。

## 検討内容

- ①せいの高い木梁の防煙垂れ壁みなしについて、関連法規の整理から、**不燃材料に加え、一定時間燃え抜けない「準耐火構造の梁」も対象とできることを確認。** 続いて、上記が可能となった場合に、垂れ壁区画毎に排煙口が要求されてしまうと、余計に不合理な結果を生むため、
- ②**煙流動上の一体みなしが可能な開放空間を定義し、同防煙区画に1以上の排煙口と、床面積に応じた排煙量(面積・風量)を要求する形で検討をおこなった。** 避難安全上の開放空間の検討に加えて、防煙垂れ壁の高さや、隣接区画との開放性をパラメータに、煙流動実験とFDSを用いた解析を行い、**大空間が梁によって天井部分のみ小区画化されているような状況であれば、防煙上の一体みなしが可能(=排煙口は必要排煙量が満たされれば、1以上で可)**と判断した。



## 検討結果

令126条の2に準耐火構造でできた防煙壁/防煙垂れ壁を加える。令126条の3で防煙区画の一体みなしが可能な開放空間を定義する。

	対象となる建物規模	煙の拡散防止			煙の排出
		区画面積	防煙壁		
			間仕切り壁	垂れ壁	
現行 令126条の2 【排煙設備の設置の要否】	3階以上で500㎡超の建築物で 31m以下にある居室 2階以下1000㎡超の建築物で 31m以下にある居室	100㎡以下 200㎡以下	不燃材料	不燃材料／50cm以上突出	天井下80cm以内に 自然排煙口1/50Af以上
令126条の2 改正案	同上	同上	準耐火構造*	準耐火構造※別途、内装制限を満たす必要がある。 ／50cm以上突出	床面から1.8m以上に 自然排煙口1/50Af以上
現行 令126条の3 【排煙設備の仕様】	(500)1000㎡超の(特殊)建築物 3階以上で500㎡超の建築物 排煙無窓居室	500㎡以下	不燃材料	不燃材料／50cm以上突出 防煙垂れ壁毎に、別の防煙区画とみなし、排煙口を複数要求	突出長さで強制的に決まる防煙区画 毎に 防煙垂れ壁下端より上部に 機械排煙or自然排煙口1/50Af以上
令126条の3改正案	同上	同上	不燃材料	不燃材料／50cm以上の梁状の突出が複数ある場合は、500㎡以下 で防煙区画を任意に設定可能。 床面積に応じた排煙風量/面積を設定すれば、排煙口は1以上で可。	設計防煙区画毎に MAX(最外縁or床上1.8m)より上部に 機械排煙or自然排煙口1/50Af以上 <b>9</b>

## WG2 内装制限(仕様規定)の合理化

低炭素社会の早期実現 → 木材の利用促進

木材:可燃物 → 火災安全に対する十分な配慮が必要



火災初期では内装材表面の燃え広がりが火災拡大を助長する恐れ

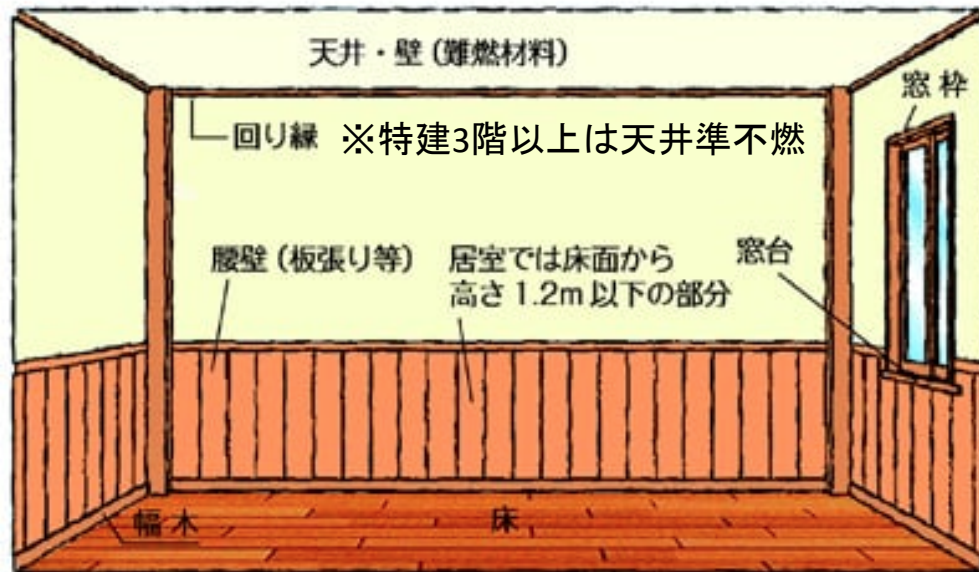


壁や天井を難燃材料や準不燃材料仕上げ(内装制限)

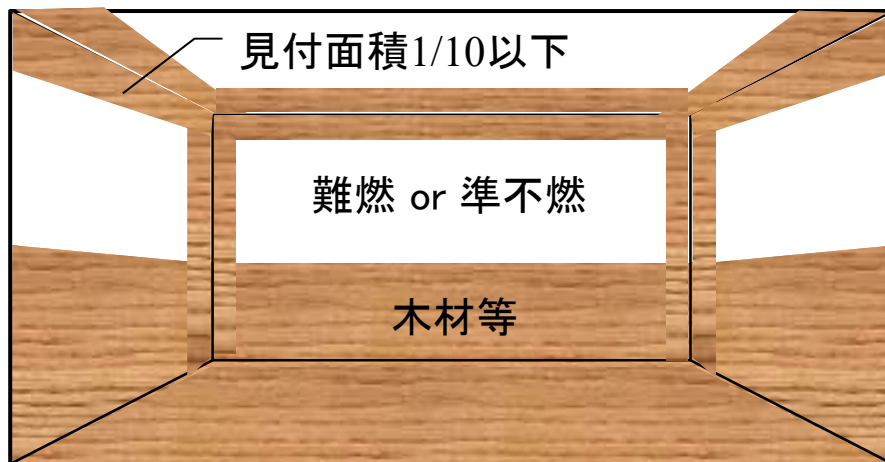
建築基準法



# 現行の内装制限

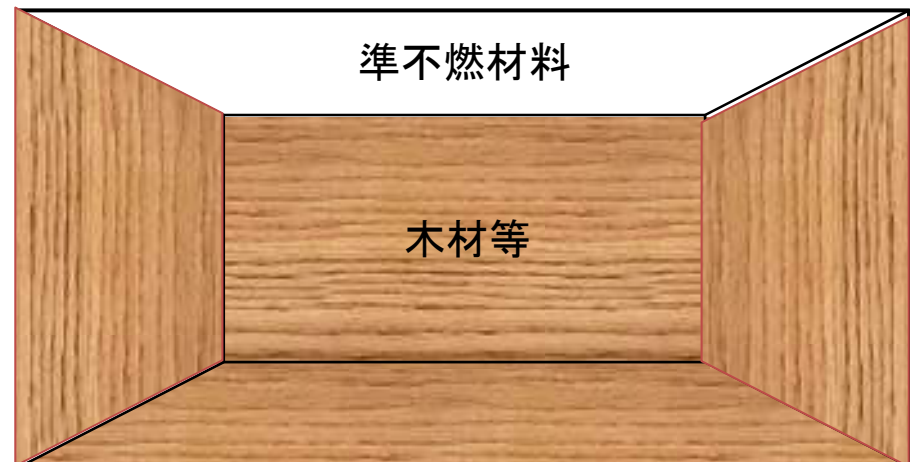


↓ 現行で運用されている  
内装制限の緩和



壁・天井の見付面積の1/10以下の  
木材は内装制限の対象としない。

※一部の告示を除く。



天井を準不燃化することで  
全面難燃材料同等とみなせる



# 近年の木材現しのニーズ：部分的な木材現し

## ①木製の壁のあらわし



例：木製の耐震壁

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：化粧板、ルーバー

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

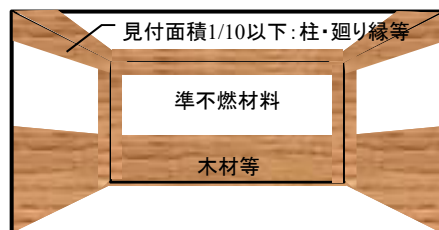


例：木製の梁

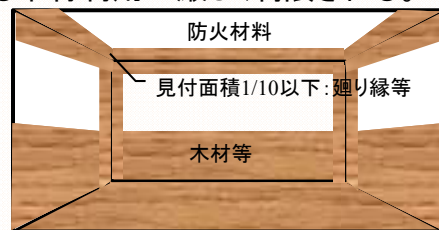
近年の基準改正により、これまでよりも大規模かつ高層の建築物にも燃えしろ設計が適用範囲できることとなっている。

現行の内装制限の緩和では対応しきれない。

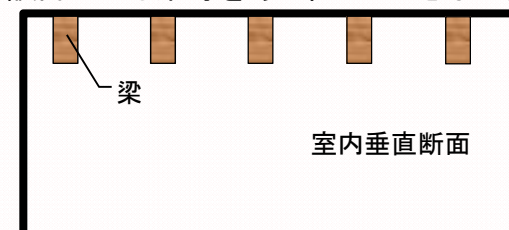
準不燃材料が要求される居室において、緩和規定がないため、壁を木のあらわしとすることができない。  
※難燃要求はH21年建告第1439号で対応可



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天井における木材利用が厳しく制限される。

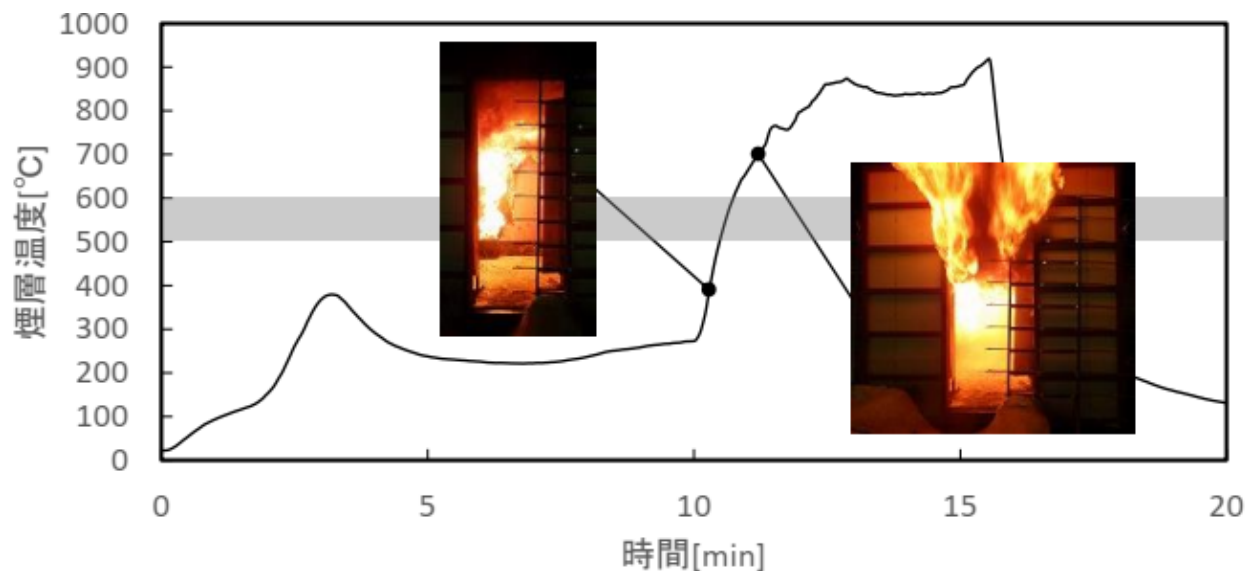
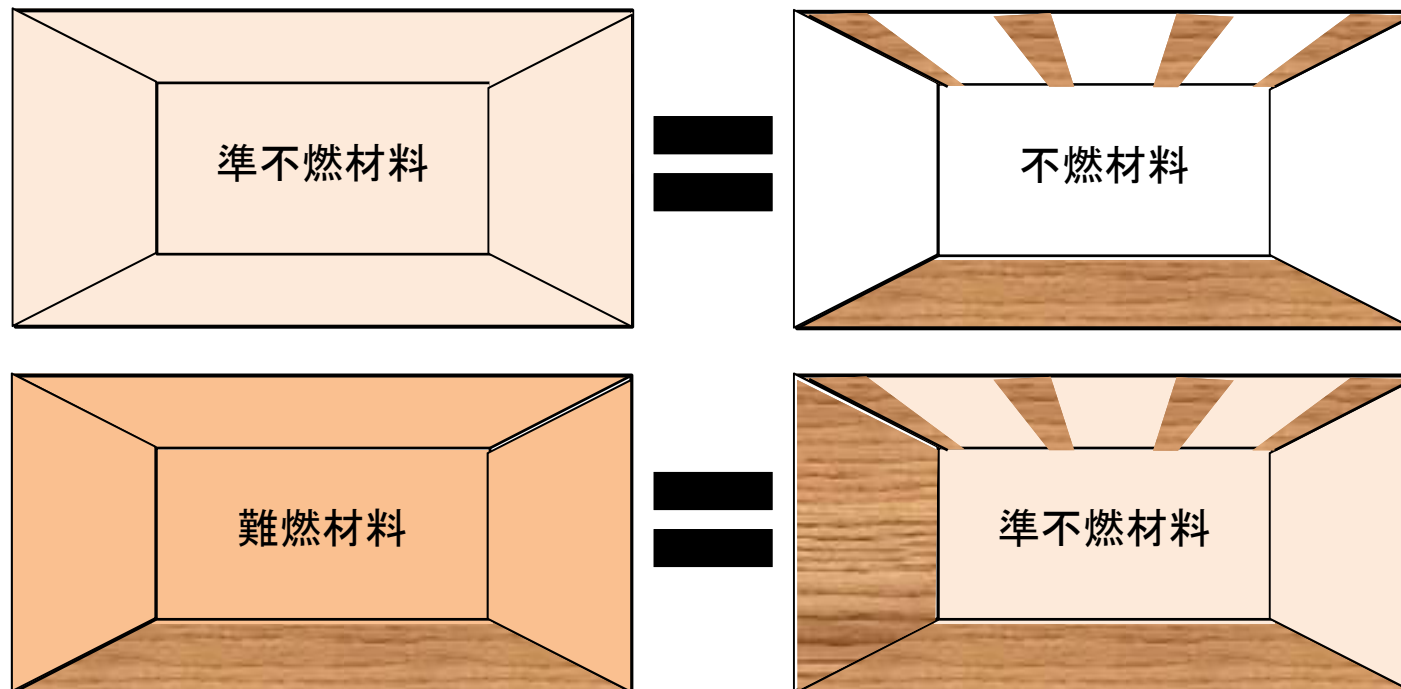


梁等については底面と両側面の合計面積が天井面積の1/10以下である必要があるが、通常の梁の寸法・設置間隔では当該条件を満たすことが難しく、燃えしろ設計による梁等をあらわしにできない。



# ニーズの実現に向けた検討方針

○本来、難燃材料仕上、準不燃材料仕上のそれぞれの火災拡大抑制性能に応じて木材現しが可能な範囲を設定すべきと考えられる。



○フラッシュオーバー(FO)  
→ 炎、熱、煙の大量発生  
→ 避難や消防活動の脅威

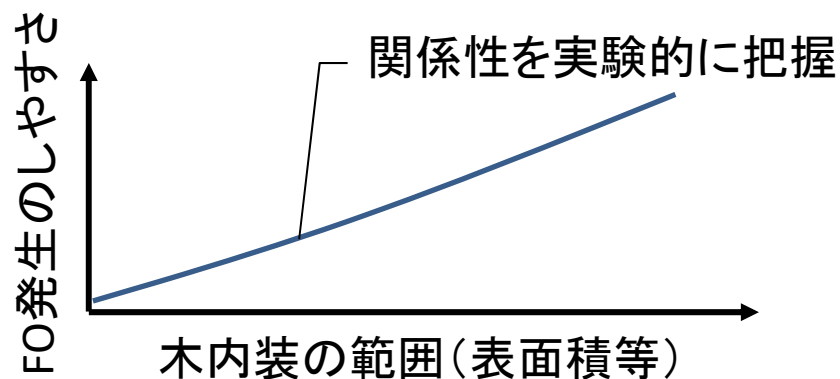
内装制限ではFOの抑制を図っている。

# 部分的な木質内装空間の火災拡大性状確認実験

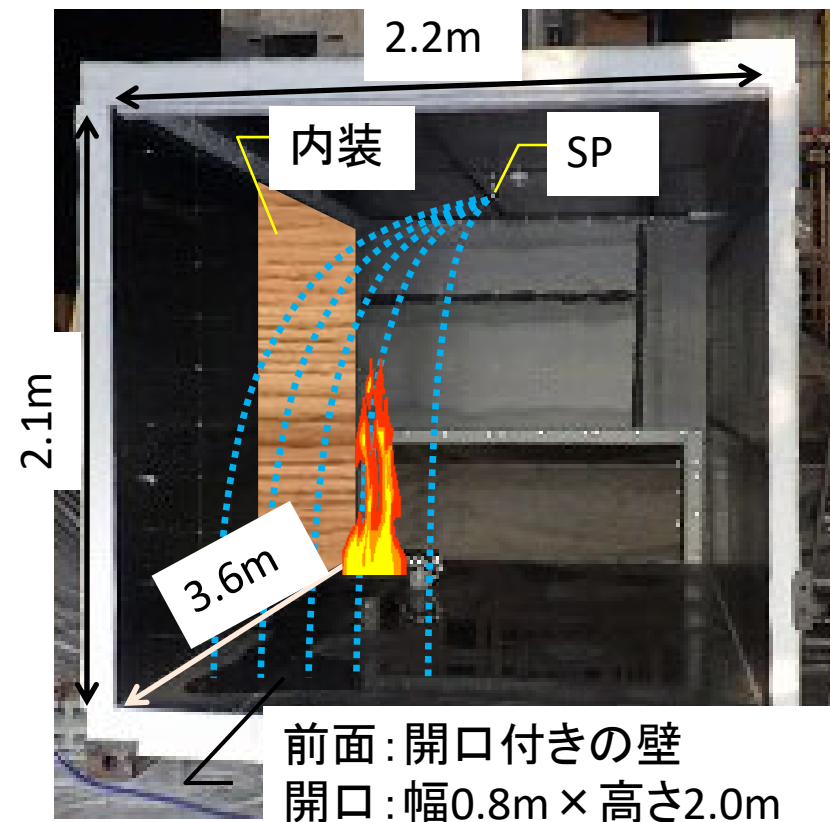
## ○木内装の範囲と急速な燃え拡がり(FO)性状の関係を実験的に確認する。

→縮小模型では火源の規模も小さくする必要はあるが、火炎から内装に与えられる入射熱は火炎の厚みとの相関が強いことが知られていることや気体や気流の流れそのものを縮小化することは難しいので、**実大規模の燃焼実験で確認**する。

→**試験区画の規模と火源条件(位置と発熱量)の観点で最も危険な火災シナリオを想定していると考えられるルームコーナー試験(ISO9705)に準拠した実験**とした。



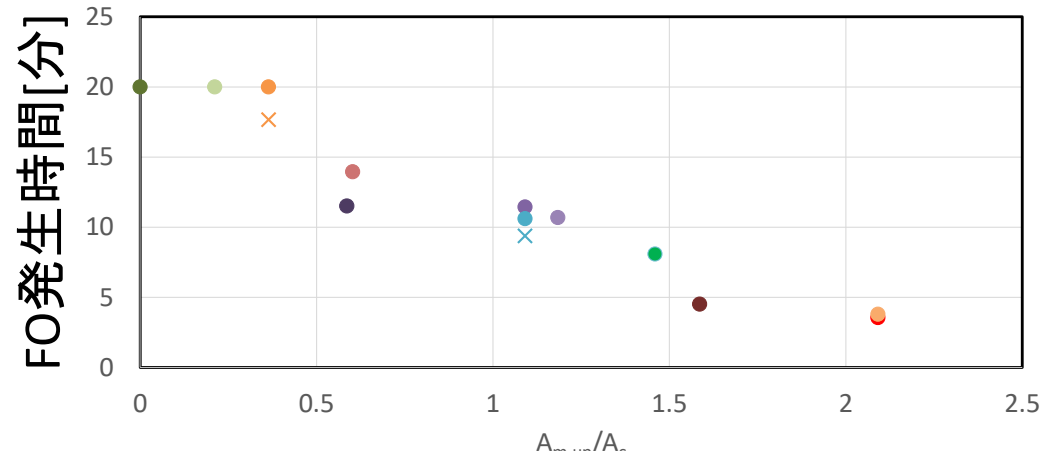
- ・天井および天井近傍に集中して木内装を設置(比較検討のため意図的に下部に設けた条件を除く)。
- ・100kW火源時に木内装に接炎しないと思われる条件においては火源際の壁に木製内装材を少し配置し、天井面に接炎させた。





# 部分的な木質内装空間の火災拡大性状確認実験(R2年度)

- 木内装の設置面積が大きい  
→ FO発生 早い
- 室内の上部に設置された  
木内装がFO発生の早さに関係
- 大半のデータはR2年度に収集済み



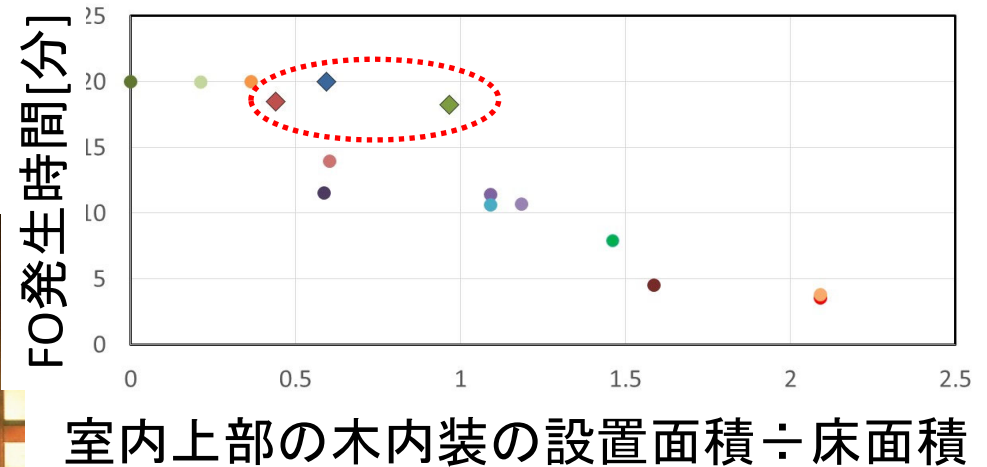
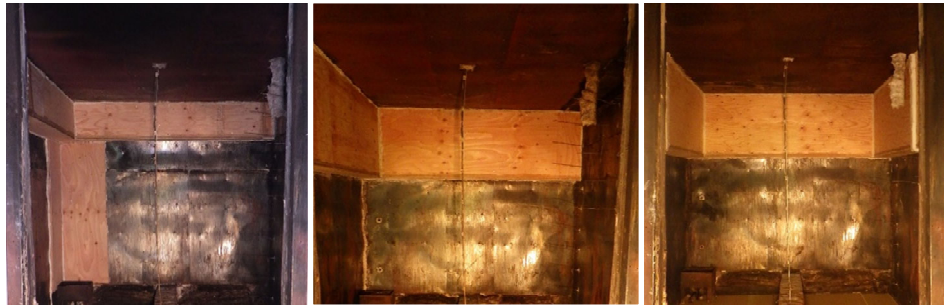
室内上部の木内装の設置面積 ÷ 床面積

Photographs showing fire progression in a room with different wood interior configurations over time. The configurations are: 全面木材 (All wood), 壁天井木材 天井不燃 (Wall and ceiling wood, ceiling non-combustible), and 壁一面木材 其他不燃 (Wall one-side wood, other non-combustible). The photographs are labeled with time intervals: 3分, 5分, 10分, 11分, 15分, and 20分. A vertical label 'フラッシュオーバー' (Flashover) is positioned next to the 10分 and 11分 photos. A horizontal arrow at the bottom indicates '点火からの時間' (Time from ignition).

# 部分的な木質内装空間の火災拡大性状確認実験(R3年度)

## 木製梁

同じ木材の表面積で比較すると梁は板張りの条件に比べFOしにくい。



## 開口因子の影響について

ルームコーナー区画で開口高さを半分(1m)とした結果(下記)、開口因子が低い方がFO発生が早くなる。

○壁全面木材天井不燃

開口全開 → 10分以上20分未満にFO

開口半分 → 10分以内にFO

○壁一面木材残り不燃

開口全開 → 20分間FOせず

開口半分 → 10分以上20分未満にFO

壁全面木材

開口半分

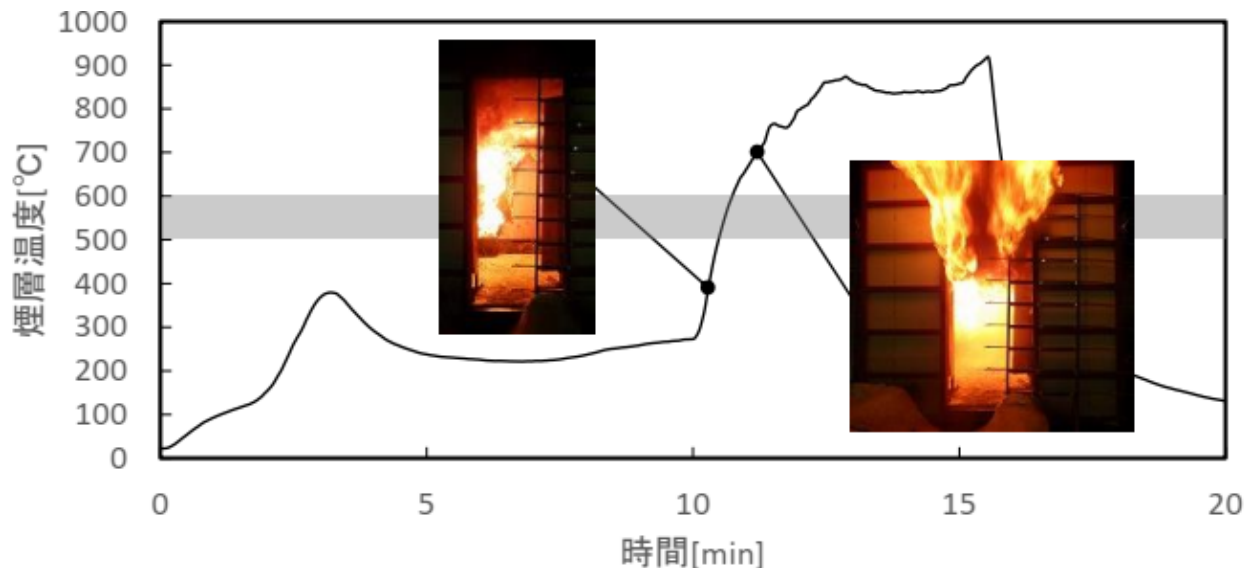


開口全開



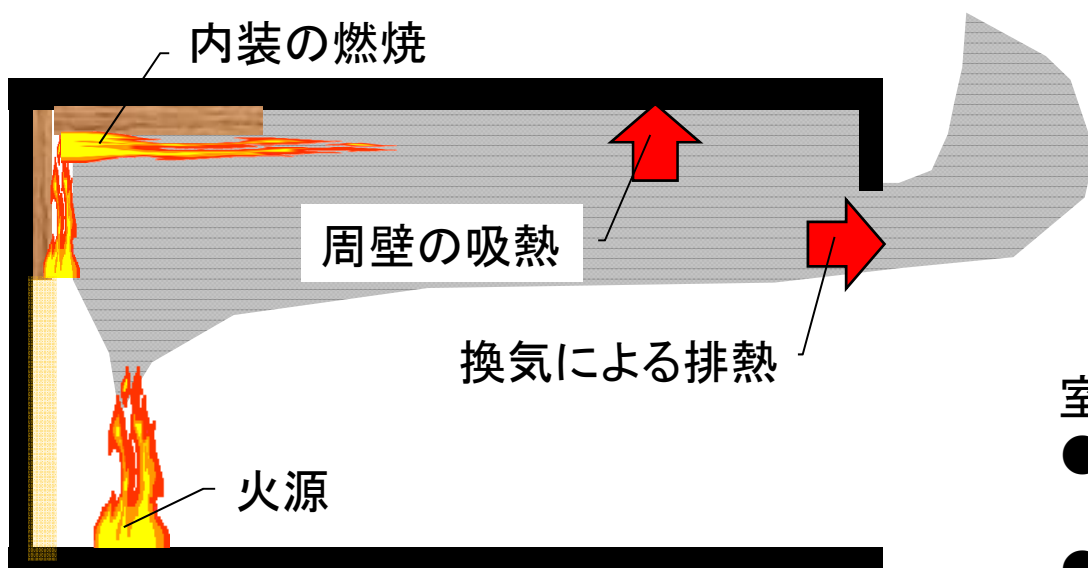
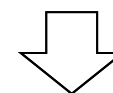
# 実験結果等を踏まえた防火材料仕上同等の木材現し面積

- フラッシュオーバー(FO)は煙層が高温(500~600°C)となると発生する。
- 煙層の温度は、「可燃物の燃焼発熱」「周壁の吸熱」「換気による排熱」のバランスで決まる。



FO発生前後の煙層温度

- 煙層の熱収支の概念
- 部分的な木質内空間の火災拡大性状確認実験の結果



煙層の熱バランスの概念図

室の周壁面積と開口条件に応じた

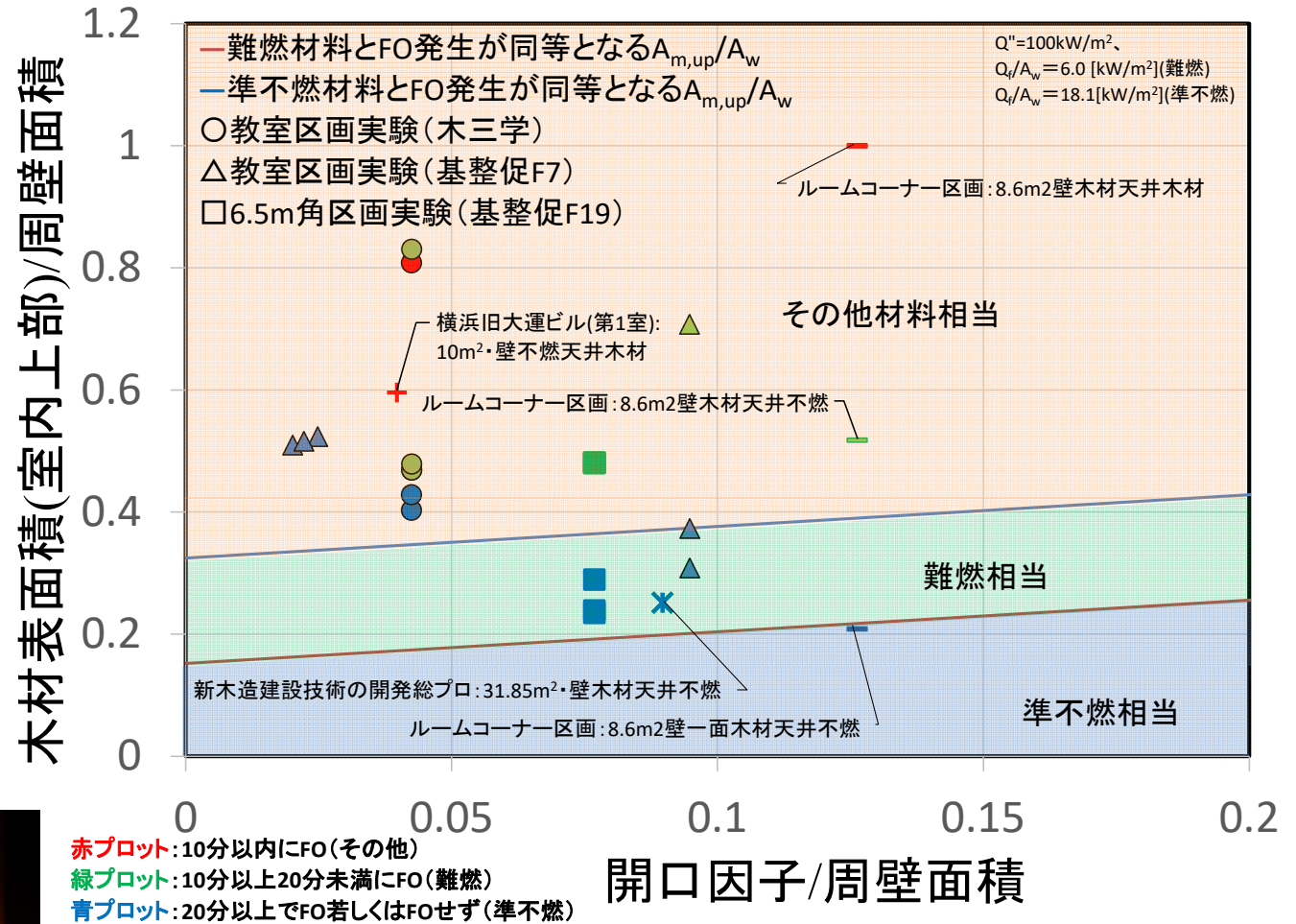
- 出火から10分までFOしない木材現し面積の上限値=難燃同等※
- 出火から20分までFOしない木材現し面積の上限値=準不燃同等※

※R2年度の検討結果より



# 実験結果等を踏まえた防火材料仕上同等の木材現し面積

- 難燃材料仕上相当の木材現し表面積の上限は周壁面積の30%程度、準不燃で15%程度
- 開口が大きいかほど上限値が増加
- 当該方法で評価対象となる木材現し部の範囲は室内の上部(煙層内)のみ→開口部の大きさ等に応じて設定



- 当該方法は標準的な試験方法(ルームコーナー)の結果に基づいている。→ より広い室における適用可能性についても検討した。

← 大きな室における部分的な木質内装空間の火災拡大性状の検証実験(区画内寸:6.5m角、天井高さ:2.7m)

# 天井面の局所的な燃え拡がりの抑制について

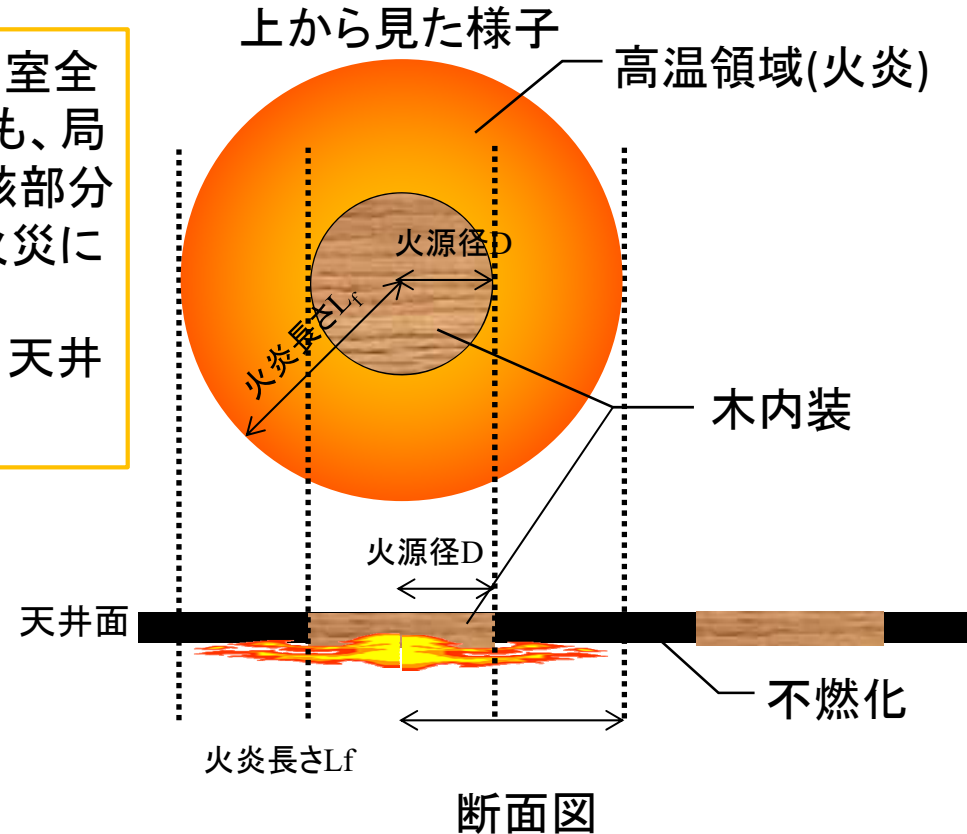
室内全体の木内装の上限面積を制限し、室全体の煙層温度の昇温を抑制できたとしても、局所的に多くの木内装が設置されると、当該部分で出火した場合に局所的に勢力の強い火災に発展しかねない。

→ 連続した燃え拡がりが生じないように、天井における木内装の密集配置を避ける。



$Q''$ : 内装材の単位面積当たりの発熱速度[kW/m<sup>2</sup>]  
 D: 内装材の代表径[m]、 $L_f$ : 火炎長さ [m]

横林優、長谷見雄二ほか: 天井燃焼による火炎・熱気流の加熱性状および火炎伝播性状、日本建築学会計画系論文集、No.519、pp.1-7、1999.5



$$L_f = 0.01 \sim 0.02 Q'' D$$

<H11 総プロ 防耐火性能評価技術の開発>

・ $Q'' = 50 \text{ kW/m}^2$  未満なら  $L_f < D$  となり、過度な燃え拡がりが生じない → 強い自消性のある材料

<本検討>

・ $L_f - D$  の範囲を不燃化 → 過度な燃え拡がりの防止

→ 木材の  $Q'' = 100 \text{ kW/m}^2$  とすると  $L_f = 2D$

→ 一定範囲内の木部の面積を当該面積の  $1/4 = (1/2)^2$  以下

# 天井面の局所的な燃え拡がりの抑制について

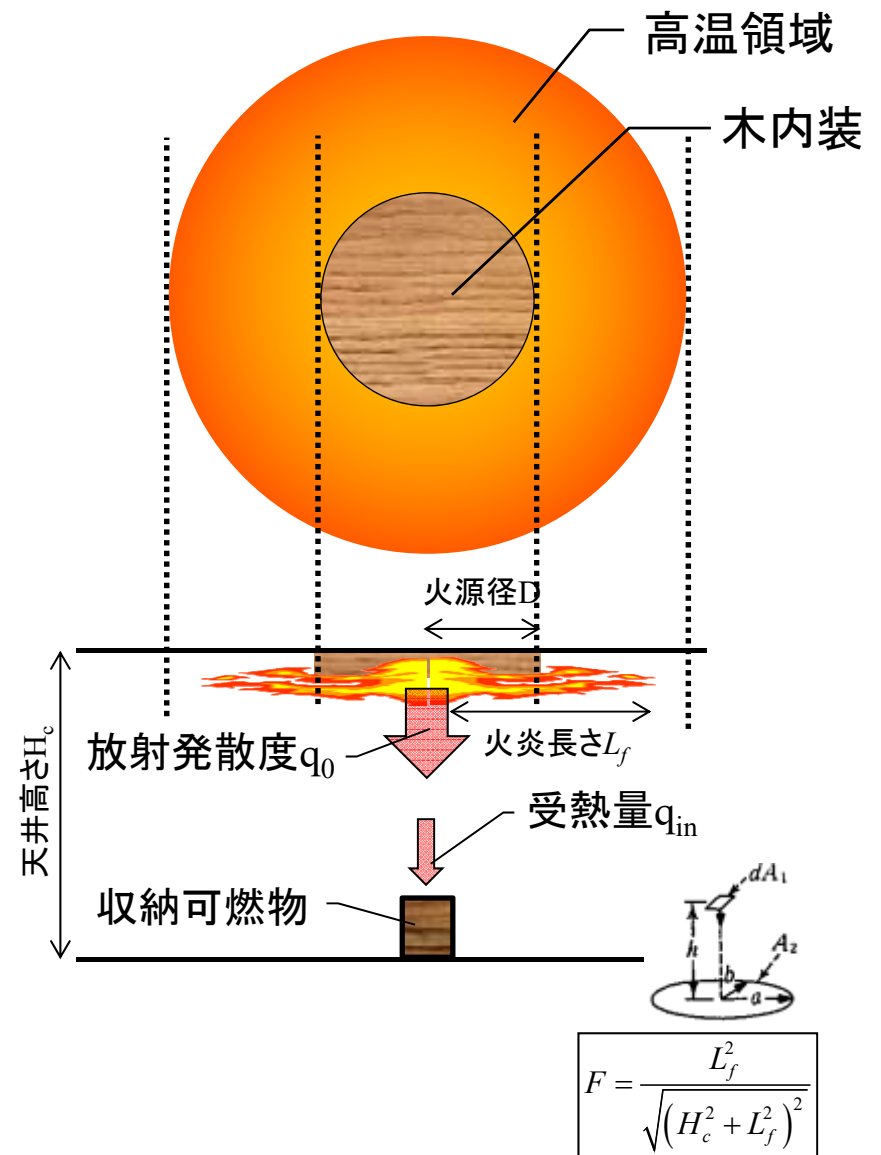
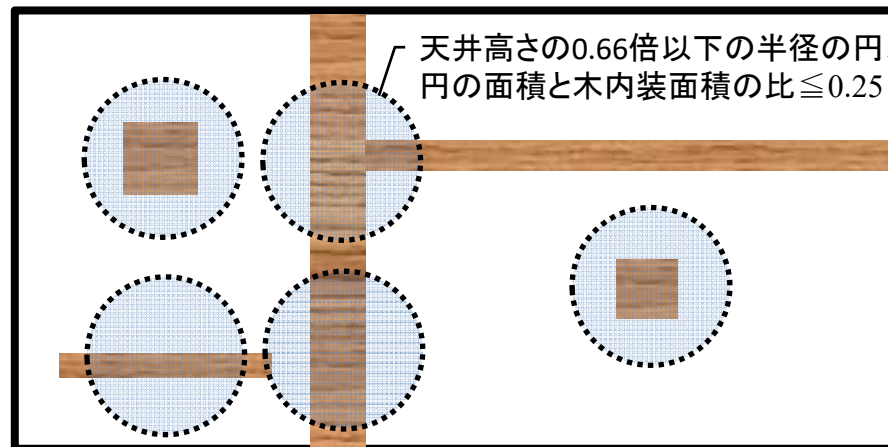
確認対象とする領域(何m<sup>2</sup>ごとに確認するか?)

→ 火炎からの放射熱が床面の着火を誘発しない範囲

<計算条件>

○ 燃焼木材の放射発散度 $q_0$ は50kW/m<sup>2</sup>とし(天井木内装の燃焼実験結果から計測した値に幾分の安全率を掛けた)、形態係数 $F$ を右図に示す計算方法とすると、収納可燃物の受熱量 $q_{in}$ が着火限界15kW/m<sup>2</sup>となる $L_f$ は天井高さの0.66倍(天井高さ3mで2.0m)となる。

○ したがって、下図のように居室の任意の位置に天井高さの0.66倍以下の半径の円を描き、当該円の面積とその円の中に含まれる木内装面積の比が1/4以下となることを確認する。なお、設計上は最も木材が密集した部分(梁の直交部など)で評価すればよい。





# 難燃材料に準ずる室内の木材仕上げに係る基準(提案)

見付面積1/10以下との併用不可

## 材料の組合せ

- ① 当該居室の室内側表面積(天井の周長に天井高さを乗じた面積と床面積の合計(当該居室の開口部の面積を除く。))に次の式によって計算した数値Xを乗じて得た面積が居室の天井および壁の室内に面する部分(床上1.2m以上に限る。ただし、火災初期に主たる燃焼部分以外の部分を除く)の仕上げに使用した木材等の表面積を超えないこと。

$$X = a A_{op} \sqrt{H_{op}} \div A_w + b$$

$A_{op}$ : 当該居室に存する開口部(常時開放された部分または建築基準法施行令第126条の3第六項に定める開放装置を有し、開放できる部分に限る。ただし、防火設備が設置されている部分を除く。)(単位 平方メートル)

$H_{op}$ : 当該居室に存する開口部の高さ(単位 メートル)

$A_w$ : 当該居室の室内側表面積(天井の周長に天井高さを乗じた面積(開口の部分を除く)と天井面積の合計)(単位 平方メートル)

a: 0.518

b: 0.32(スプリンクラー設備(水道連結型を除く)を設置している場合にあつては、さらに加算予定)

- ② 天井の室内に面する部分(水平投影部分に限る)の仕上に使用した木材等のうち、当該区画内の任意の位置において室内の可燃物の延焼に危害を及ぼすと想定される範囲として次の式によって計算された半径の円の内部に含まれる木材等の部分の面積が当該円の面積の1/4以下であること。

$$R = 0.66H$$

R: 室内の可燃物の延焼に危害を及ぼすと想定される範囲(単位 メートル)

H: 当該居室の天井高さ(単位 メートル)

- ③ 居室の天井および壁の室内に面する部分(床上1.2m以上に限る。ただし、火災初期に主たる燃焼部分以外の部分を除く。)の仕上げに木材等を使用した部分以外の部分の仕上げにあつては準不燃材料ですること。

## 仕上げの方法 ※平成12年建告1439号で規定

- ④ 木材等の表面に、火炎伝播を著しく助長するような溝を設けないこと。
- ⑤ 木材等の取り付け方法は、次の(1)又は(2)のいずれかとする。ただし、木材等の厚さが25mm以上である場合においては、この限りでない。
- (1) 木材等の厚さが10mm以上の場合にあつては、壁の内部での火炎伝搬を有効に防止することができるよう配置された柱、間柱その他の垂直部材およびはり、胴縁その他の横架材(それぞれ相互の間隔が1m以内に配置されたものに限る。)に取り付け、又は難燃材料の壁に直接取り付けること。
- (2) 木材等の厚さが10mm未満の場合にあつては、難燃材料の壁に直接取り付けること。

# 準不燃材料に準ずる室内の木材仕上げに係る基準(提案)

見付面積1/10以下との併用不可

○前項①、③、⑤を以下のとおり置き換え。

①: 0.32→0.15

③: 準不燃材料→不燃材料

⑤: 25mm→35mm[P]

⑤(2): 難燃材料→準不燃材料

# 実際の建物を想定した基準案に基づくケーススタディ

難燃材料相当であれば、

○大梁＋柱現し → 一定程度の断面寸法は実現可

○大梁(一方向掛け)＋柱現し → 同上

○大梁＋小梁現し → 燃えしろ厚さや排煙上有効な開口部の面積、天井の位置(梁の現し部位)に応じて実現可能な仕様が異なる。

→大きな開口部があれば実現性UP。

○天井全面現し(CLT・NLT等) → 不可  
(これまでも防火上の危険性が高いとされてきた。)

○木ルーバーや格子天井等の細い木材の集合体  
→ 水平投影面積率のクライテリア(条文②)を満足するケースもあるが、露出表面積が大きいいため条文①でNGとなりやすい。

→ 木材の設置間隔の広いルーバー等や開放的な空間であれば実現性UP

※高天井であり、空間の上下にガラリや排煙窓がある空間では、煙層下端高さが高く保てるので、木ルーバー等を煙層下端高さより下(火災初期に燃焼しない領域)に設置することで本告示の適用範囲外である。

○開放的な(開口が大きい)スタジアム等では木内装を実現しやすい。



# スプリンクラー(SP)の影響について

○火災初期には主に区画上部の内装が燃焼するのに対し、SPは主に壁面の下部を散水する。

< 基準案への反映の素案 >

壁面に散水が供給される部分を木材の主たる燃焼範囲 $A_{m,up}$ の算入対象外とする。

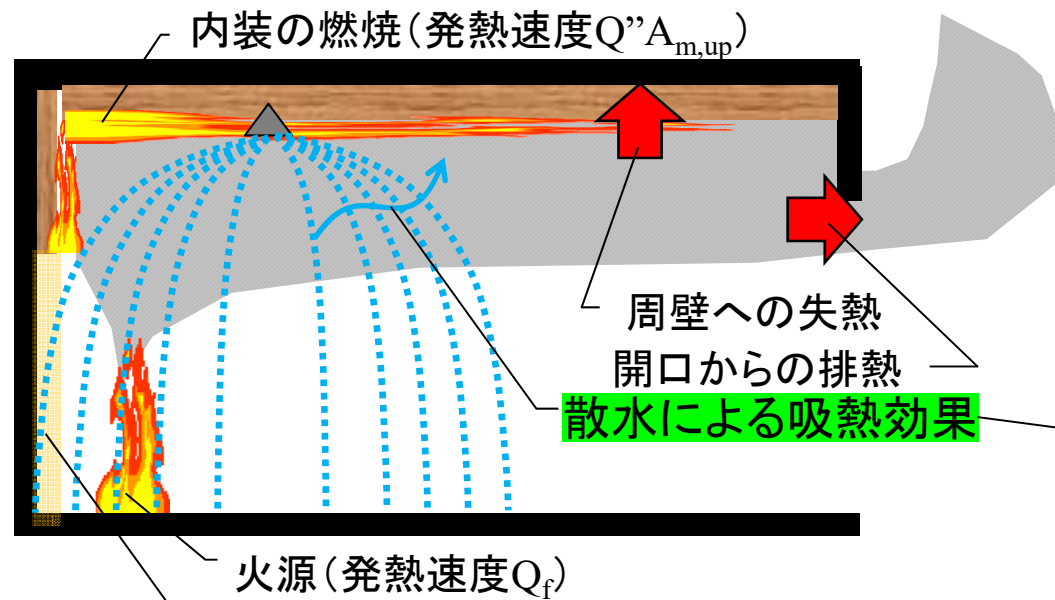
→ 高天井の場合においても壁面下部が消火可能か否かを検証する必要がある。

○散水が直接壁に当たらなくても(煙層のみが散水されても)、FOは抑制される。

< 基準案への反映の素案 >

区画上部の内装の燃焼に対するスプリンクラー設備の直接的な抑制効果を考慮せず、散水による冷却効果および火源の燃焼抑制を煙層の熱収支に取り込むこととする。

→ SPによる煙層の温度低下が木質内装空間のFO抑制に与える影響を確認する必要がある。



SPによる木製内装材の燃焼抑制効果のうち、下記の要素についての技術的知見の収集を目的とした実験を実施。  
→ 告示案への当該結果の反映は今後の課題

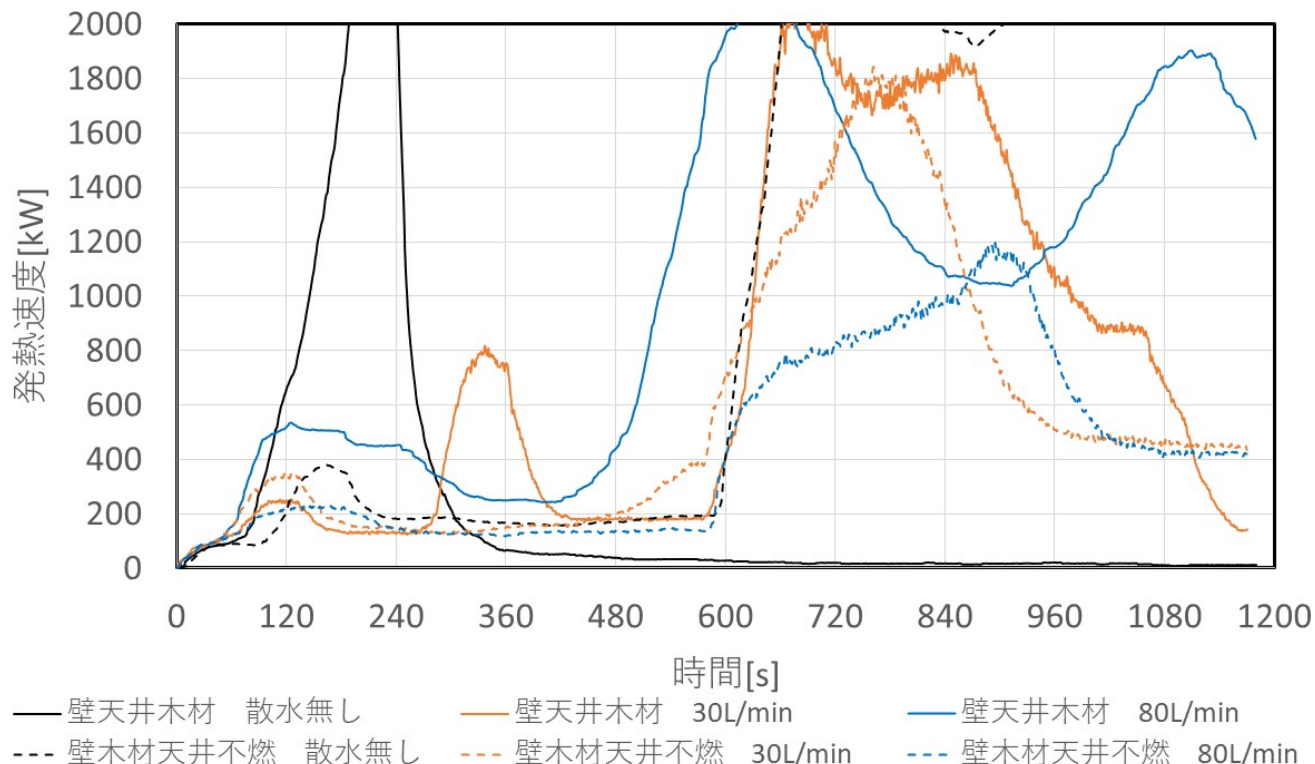
SPによる煙層の温度低下が木質内装空間のFO抑制に与える影響

散水による壁内装の消火 → 高天井空間における壁面下部の消火性状



# スプリンクラーによる煙層の温度低下が木質内装空間のFO抑制に与える影響

内装へ直接散水せず、煙層にのみ水を散布(ルームコーナー区画の中央にヘッドを設置)



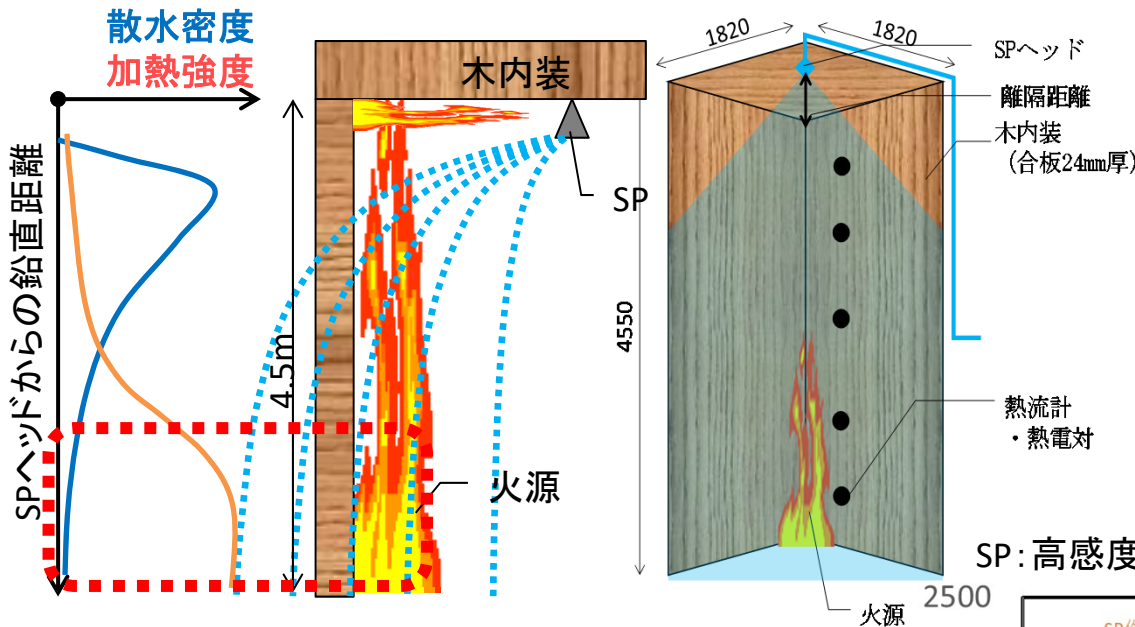
1MW到達時間[min]	0L/min	30L/min	80L/min
壁木材天井木材	2.7	5.9	9.1
壁木材天井不燃	10.7	10.8	14.3

※壁木材天井木材30L/minのみHRRが極大値を示した時間とした。

木内装の設置面積が少なく、散水量が多いほどFO発生時間が遅くなる傾向にある。→ 煙層の温度抑制や水蒸気による燃焼抑制効果等の影響と思われる。

# 高天井空間における壁面下部の消火性状

壁内装下部は散水が少なく燃焼抑制が弱いのに対し、火源からの加熱が強い。  
 →内装下部の燃焼抑制効果が弱いため散水開始後も速く燃え広がるか？  
 →壁面上部から流れ下る水の影響により下部はそれほど燃え広がらないか？



散水前



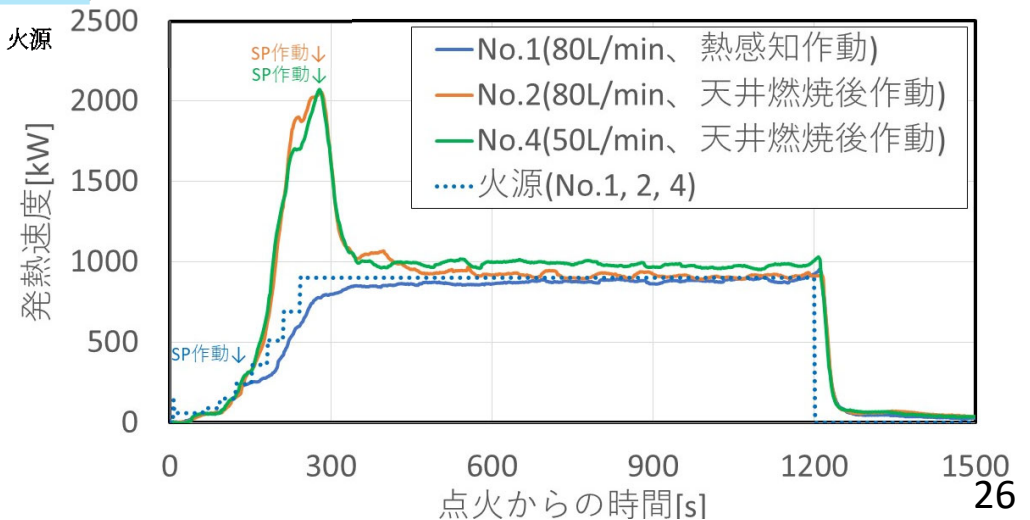
散水中

SP: 高感度型または小区画型、1種、公称作動温度: 72°C

## ＜実験結果＞

○天井着火以前にSPが作動(熱感知)し、その後上方への燃え広がりほとんどみられない。(ただし、天井接炎まで火源が大きくなると天井は燃焼)

○天井燃焼後にSPを作動しても壁木内装の燃焼発熱はほとんどない。(壁面を流下する水による燃焼抑制効果が強い。)





## WG2 まとめ

WG2では、建築基準法施行令128条の4および令128条の5が内装材に求める防火性能を整理した上で、当該防火性能を満足した上で利用可能な木製内装材の設置条件を検討しており、R3年度は以下の検討を実施した。

- (1) R2年度に引き続き、室の内表面が部分的に木材で仕上げられた室の火災拡大性状の把握を目的としたルームコーナー試験に準拠した実験を実施した。R3年度は以下の実験を実施した。
  - ・木材現しの梁を設置した条件の実験を実施し、その燃え拡がり動態を確認すると共に、梁の木材現し条件の方が壁天井に直接木製内装材を張り付けた条件に比べてフラッシュオーバー(FO)発生時間が遅い傾向にあることを確認した。
  - ・開口部の大きさをパラメータとした実験を実施した。その結果、開口部が小さいほどFO発生が早くなることを確認した。

- (2) 煙層の熱収支に基づき、昨年度の実験結果および(1)の結果を用いて、室の周壁面積当たりの木製内装材の表面積とFOの発生時間の関係式を導出した。また、当該関係式より、内装全面が難燃材料で仕上げられた空間または準不燃材料で仕上げられた空間と同等のFO抑制(昨年度の検討結果よりそれぞれ10分間、20分間と想定)を達成するために木材現し可能な面積(火災初期に主たる燃焼部分) $A_{m,up,crit}$ の算定式(下記)を得た。

$$A_{m,up,crit} = 0.518 \times A_{op} \sqrt{H_{op}} + b \times A_w$$

ここで、 $b$ : 定数(難燃で0.32、準不燃で0.15)、 $A_{op} \sqrt{H_{op}}$ : 開口因子(開放できる部分に限る) [ $m^{5/2}$ ]、

$A_w$ : 当該居室の室内側表面積 [ $m^2$ ]

- (3) (2)の算定式が広い室においても適用可能であるか否かを検討するため、壁および天井面を部分的に木材現しとした内寸6.5m角の室における火災拡大性状確認実験を実施した。その結果、過去に実施された実大規模実験の結果も含め、(2)の算定式で得られたFO発生時間が実態よりも短い、すなわち安全側の結果を導出することを確認した。

- (4) (2)の算定式において、検討対象となる内装材の範囲(火災初期における内装材の主たる燃焼領域)や開口因子に加算できる開口部の条件および排煙設備の排煙量を開口因子に換算する方法を検討した。
- (5) 天井面における局所的かつ急速な燃え拡がりが生じないように、天井における木内装の密集配置を避ける手法を検討した。具体的には、居室の任意の位置に天井高さの0.66倍の半径の円を描き、当該円の面積とその円の中に含まれる木内装面積の比が0.25以下となることを確認する。
- (6) (1)~(5)の結果を踏まえた防火材料仕上げ同等告示の素案(図1)を作成した。また、実設計においてニーズが高いと予想される木製内装空間について当該案に基づくケーススタディを行い、実現可能性の高い条件を確認した。
- (7) スプリンクラー設備(SP)の作動が木質内装空間の火災拡大性状に与える影響を確認するため、R3年度は以下の実験を実施した。
- ・内装材に直接散水せず、煙層にのみ散水を行った結果、散水量および内装の条件に応じて数分程度のFOの遅延効果があることを確認した。
  - ・天井高さ約4mを有する室の隅角部の木製内装材の燃え拡がり過程においてSPを作動させる実験を実施した結果、散水される部分の壁の木製内装材の燃え拡がりや燃焼発熱がほとんど生じないことを確認した。
- (8) 令128条の3の2の適用対象となる居室の無窓の判定条件について、当該規定の趣旨を踏まえ、同等の安全性が確保できると想定される開口条件の見直し案を検討した。具体的には、床上1.8m以上に床面積の1/50以上(給気口が有る場合は必要面積を緩和)の開口部の有無を無窓の判定条件とする。

# WG3① 排煙設備の構造規定の合理化

## 背景

(第126条の3第3項)  
 現行排煙設備の構造規定は、固定的な使用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、規定の合理化が強く求められている

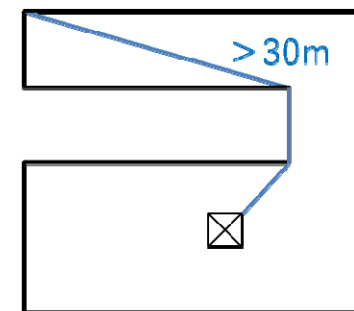
## 目的

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  
 排煙口を増設する代わりに排煙風量を増すなどの方法により同等の排煙効果を確認できないか検討  
 今年度は天井高さが高い空間でも適用可能かを検討

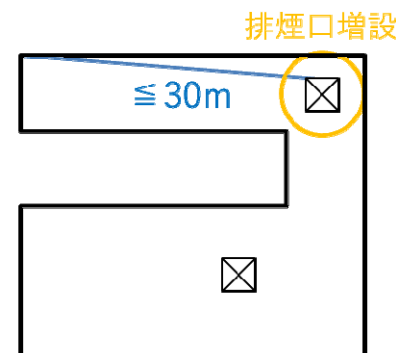
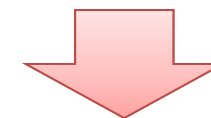
## 最終成果のイメージ

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	$\geq 30\text{m}$	緩和	$\geq 30\text{m} + \alpha$
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 $\leq 30\text{m}$ 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

## WG3の検討内容、成果

### 検討内容

天井高さ、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24通りの模型実験を実施

(参考：R2年度は一般的な天井高さの空間を対象とした実大実験を実施)

#### 実験の目的①

相似則の確認（実大実験結果と比較）

#### 実験の目的②

天井高さが高い空間における火源と排煙口までの距離と煙性状の関係の把握

#### 実験の目的③

一般的な天井高さの空間において、火源と排煙口までの距離が非常に長い場合の距離と煙性状の関係の把握

(R2年度は15mまでデータであったが、R3年度は25mまでのデータを補完)



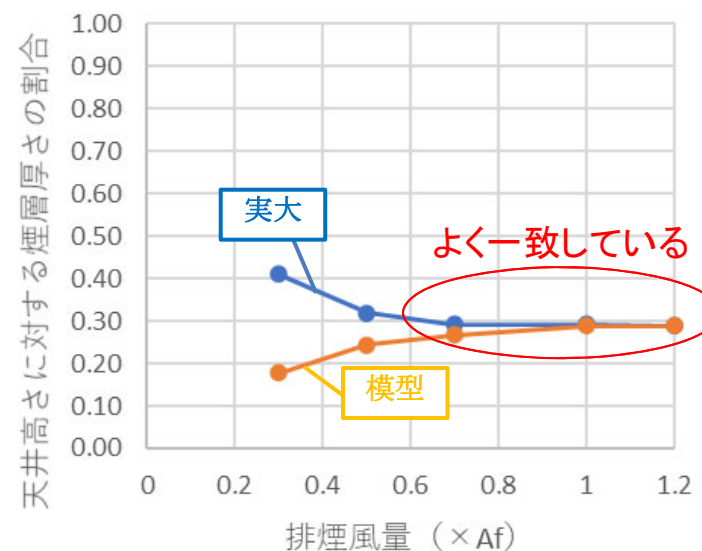
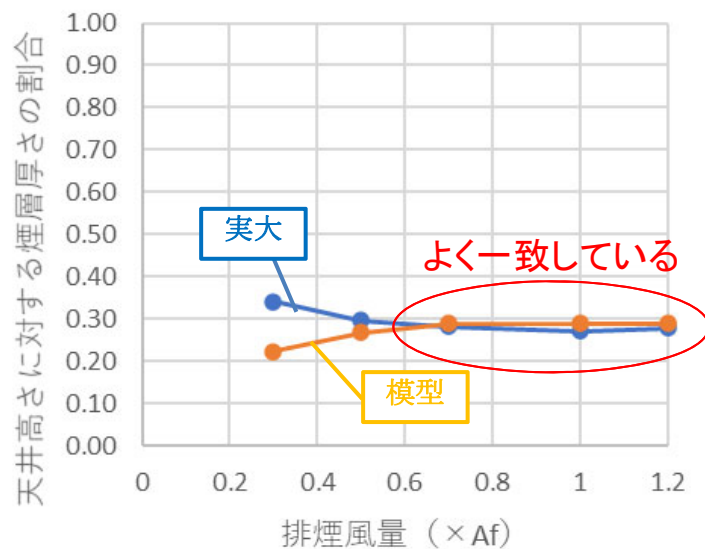
## WG3の検討内容、成果

### 検討結果①

#### 相似則の確認（実大実験結果と比較）

- 排煙風量が $0.7A_f$ 以上の条件では、実大実験と模型実験の結果がよく一致（排煙風量が小さい模型実験は気流が層流になっていたため一致しなかった）

→排煙風量 $0.7A_f$ 以上の条件で検討する





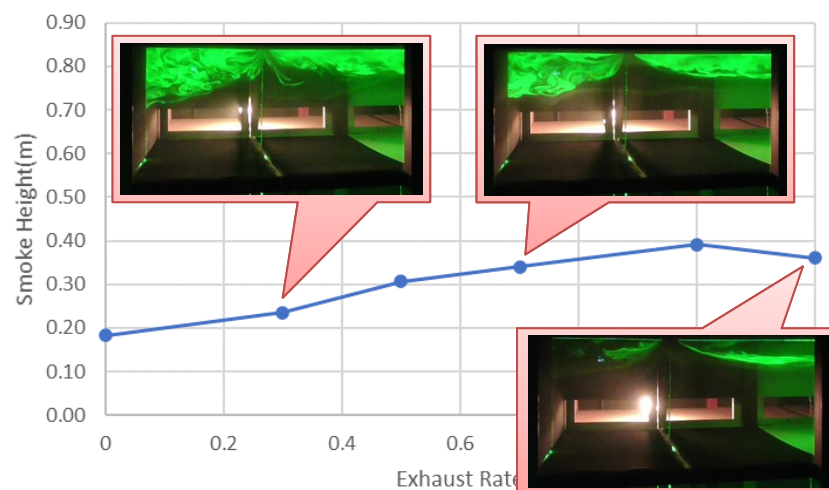
# WG3の検討内容、成果

## 検討結果②

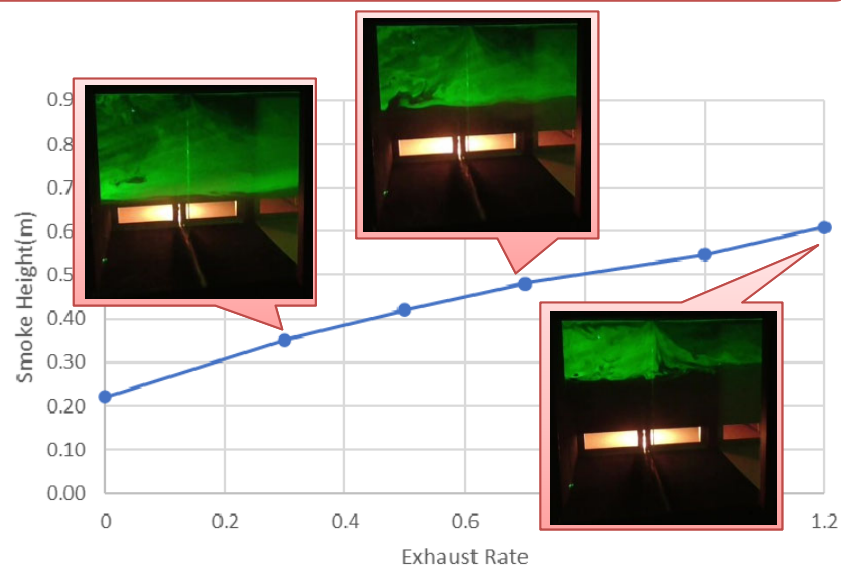
天井高さが高い空間における火源と排煙口までの距離と煙性状の関係の把握

天井高さによらず、排煙風量の増加により排煙口近傍の煙層下端高さが上昇するなどの定性的な傾向は確認できたものの、天井高さに関連付けた定量的な傾向を得ることができなかった

ただし、天井高さが高いほど、蓄煙スペースが増加し、排煙効率が低下しにくい傾向があることから、天井高さが高いほど煙層下端高さは高い位置で保持されるといえる



CH=2.7m相当



CH=5.4m相当

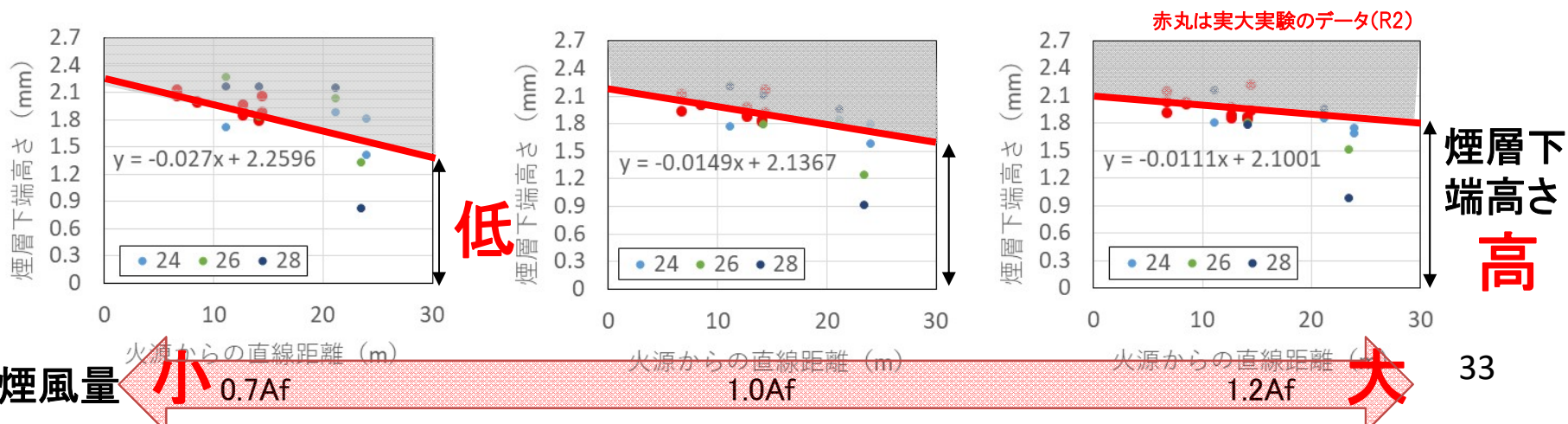
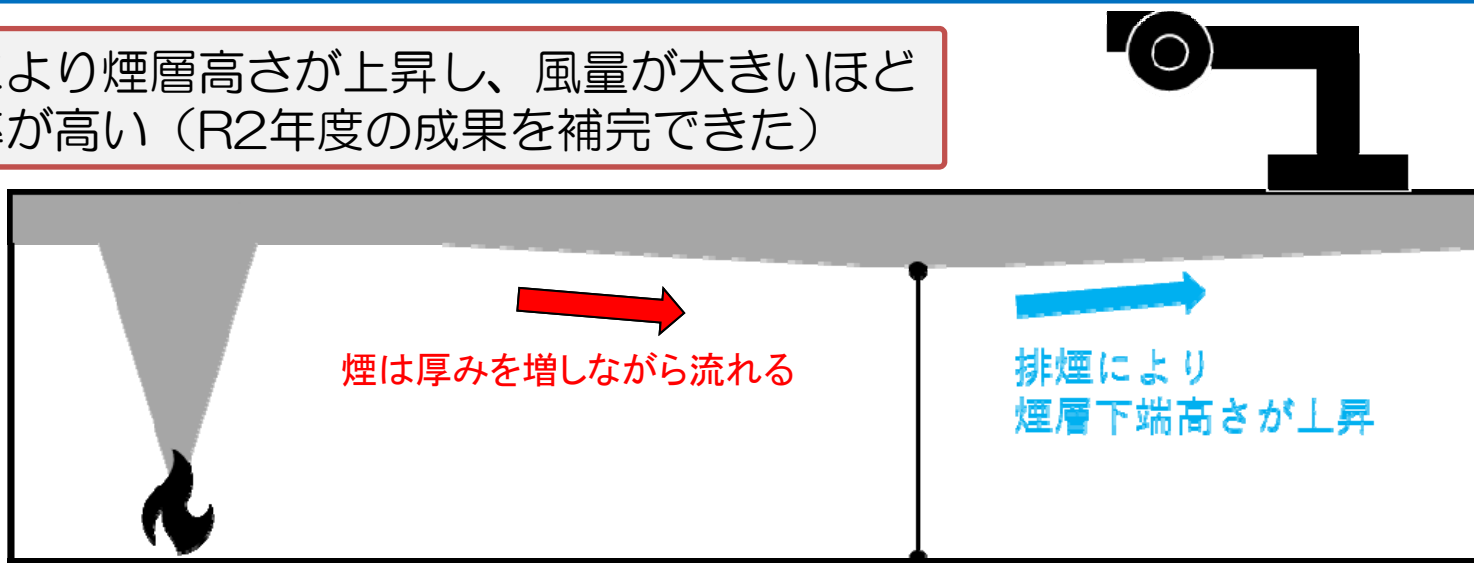


# WG3の検討内容、成果

## 検討結果③

一般的な天井高さの空間において、火源と排煙口までの距離が非常に長い場合の距離と煙性状の関係の把握（R2年度の成果の補完）

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（R2年度の成果を補完できた）



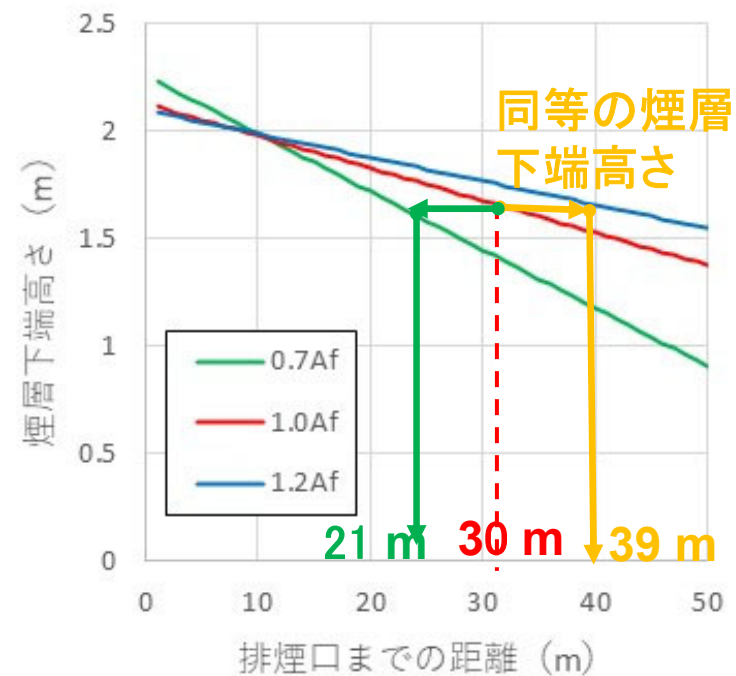
## WG3の検討内容、成果①

### 検討結果(まとめ)

排煙風量の増減に応じて、排煙口までの距離も増減させることが可能であることが明らかとなった  
 また、天井高さが高い空間ほど避難安全性がたかまり、一般的な天井高さを想定すれば、天井高さの影響は保守的に評価できることが分かった

	排煙口までの距離(m)	排煙風量(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> 分)
現行規定	30以下	1以上
提案する代替案	20以下	0.7以上
	30以下	1.0以上
	35以下	1.2以上

※現行規定と同様に天井高さに依存しない



例えば、排煙風量を1.2A<sub>f</sub>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1.0A<sub>f</sub>、距離30mと同等の煙層下端高さを維持できる

## WG3② 扉の開閉障害に配慮した排煙設備

### (1) 背景

近年、省エネ性能の向上により外壁等の気密性が高まり、機械排煙作動時に付室や階段に設けられた避難扉が開放できない事案（以後、避難扉の開放障害）が発生していることから、扉の開閉障害に配慮した排煙設備の検討を行った。

### (2) 前提条件

- 本構造方法の前提条件を以下に示す。
- ・排煙設備の設置条件は現行と同じである。
  - ・構造方法は階単位で規定する。
  - ・内装は準不燃とする。
  - ・自力避難困難な用途（病院、児童福祉施設）、不特定多数の者が利用する用途（劇場等）を除く。

### (3) 検討結果

図1に構造方法の概念図を示す。また、表1に各対策の説明を示す。本構造に基づく場合、防煙区画の構造を強化すること前提として、排煙風量は $0.3\text{m}^3/\text{分}/\text{m}^2$ 、排煙ファンの容量は最大防煙区画(1区画)の風量が確保できるものとする。

## 検討にあたっての留意事項

### (1) 200㎡以下の居室

本検討は子室など、当該居室を通らなければ避難できない居室を有しない居室を対象とする。検討は、高さ判定法(告示第475号)の居室避難検証に従い、排煙なし、内装準不燃の条件を固定し、床面積、天井高さ、出口幅をパラメータとした。歩行距離、壁周長は事前に行った実態調査の結果に基づき与えた。なお、劇場、病院、保育所・こども園、児童福祉施設は対象外とした。在館者密度、可燃物密度等の設定は告示第475号に従った。

### (2) 200㎡超の居室

検討方法は「(1)200㎡以下の居室」と同じである。なお、親室・子室を一室と見なして検証した。排煙なし、内装準不燃、劇場、病院、保育所・こども園、児童福祉施設は対象外とした。

### (3) 歩行距離の制限

排煙なし、内装準不燃の条件において、居室床面積を最大1500㎡とした場合に居室避難検証が成立する条件として、全体的な傾向は200㎡以下の居室と同じであるが、当該防煙区画から当該防煙区画以外の部分への出口までの歩行距離の制限が必要となる。



# WG3の検討内容、成果②

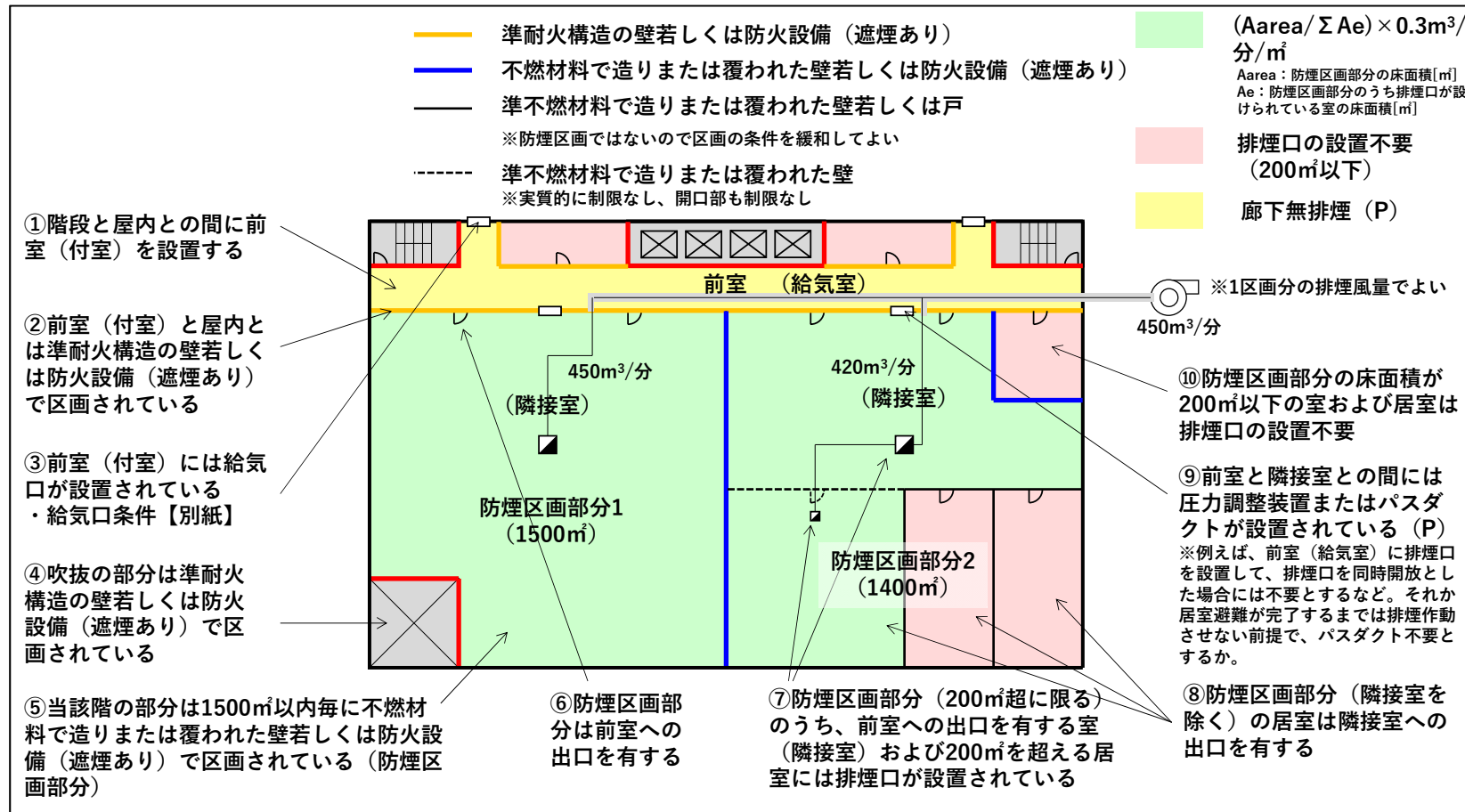


図1 避難扉の開放障害に配慮した排煙設備の構造(案)

## WG3の検討内容、成果②

項目	説明
①直通階段と屋内との間に前室(付室)を設置する。	直通階段は火災階以外の階の在館者の避難経路であることから、前室(付室)を設置することで、直通階段への漏煙防止性能を向上させることが目的である。その代わりに、防煙区画面積や排煙風量の緩和を可とする。
②前室(付室)と屋内とは準耐火構造の壁若しくは防火設備(遮煙あり)で区画されている。	前室(付室)の構造方法を定めたものである。全館避難が完了するまでの安全性確保が必要であることから、準耐火構造の壁若しくは防火設備(遮煙あり)で区画されていることとした。
③前室(付室)には給気口※ <sup>1</sup> が設置されている。	避難扉の開放障害を防止するためのものである。給気口の大きさは排煙量等に応じて定める(詳細は今後検討)。
④吹抜の部分は準耐火構造の壁若しくは防火設備(遮煙あり)で区画されている。	当該排煙設備の前提条件である。令第112条に規定する竪穴区画が形成されていることを求めている。
⑤当該階の部分は1500㎡以内毎に不燃材料で造りまたは覆われた壁若しくは防火設備(遮煙あり)で区画されている(以後、防煙区画部分)。	防煙区画の大きさ(床面積)を定めたものである。防煙壁の構造は現行法に定められるものより高い性能を求め、不燃材料で造りまたは覆われた壁若しくは防火設備(遮煙あり)で区画することとした。代わりに、防煙区画面積を1500㎡まで拡大した。1500㎡は時間判定法(B1)で定められた防煙区画面積の上限値等を参考に定めた。
⑥防煙区画部分は前室への出口を有する。	当該防煙区画部分の在館者の避難安全性に配慮したもので、前室に直接避難できることを求めたものである。
⑦防煙区画部分(200㎡超に限る※ <sup>2</sup> )のうち、前室への出口を有する室(隣接室)および200㎡を超える居室には排煙口が設置されている。	前室への出口を有する室(隣接室)に排煙口の設置を求めることで、前室への漏煙防止性能を向上させることが目的である。また、隣接室以外の居室において200㎡を超えるものは当該居室の避難安全性向上のため排煙口の設置を求めるものである。 ※200㎡超の居室の避難安全性については、検討にあたっての留意事項、(2)参照。
⑧防煙区画部分(隣接室を除く)の居室は隣接室への出口を有する。	防煙区画部分の内部に間仕切り壁を設置する場合に、奥まった部分に居室が計画されると火災覚知の遅れが生じるため、防煙区画部分に設けられる居室に隣接室への出口の設置を求めるものである。
⑨前室と隣接室との間には圧力調整装置またはパスタクトを設置する(P)。	前室と隣接室との間の扉開放障害を防止するためのものである。当該扉が内開き扉である場合(避難者数が50人以下の場合に限る)、防煙区画部分からの避難が完了するまでの間の排煙を見込まない場合にはパスタクトを設置を不要とする。
⑩防煙区画部分の床面積が200㎡以下の室および居室※ <sup>2</sup> は排煙口の設置を不要とする。	天井高さ等の条件を満足する室および居室にあつては、床面積が200㎡以下のものに限り排煙口の設置を不要とする。 ※200㎡以下の居室の避難安全性については、検討にあたっての留意事項、(1)参照。

表1 避難扉の開放障害に配慮した排煙設備の構造の説明