

平成24年度建築基準整備促進事業  
15.防火・避難対策等に関する実験的検討

---

平成25年4月16日

事業主体

清水建設(株), 早稲田大学, 東京理科大学, 東京大学,  
(株)大林組, 鹿島建設(株), 大成建設(株), (株)竹中工務店

共同研究機関

(独)建築研究所

# 調査内容・体制

---

## □調査内容

- (イ) 建築物(及び室)の用途分類, 人口密度, 可燃物密度に関する実態調査
- (ロ) スプリンクラーの消火効果に関する調査検討
- (ハ) 可燃性外装の影響を考慮した上階延焼危険検証法に関する調査検討
- (ニ) 検証法を用いた認定の適用範囲と検証内容等に関する調査検討

## □体制

調査内容ごとにWGを設置

# (イ) 建築物(及び室)の用途分類, 人口密度, 可燃物密度に関する実態調査

## □ 課題

新たな用途及び既存の用途に応じた用途分類, 人口密度, 可燃物密度を見直すための実態調査を行う。

## □ 内容

- (1) 用途等の分類の方法
- (2) 人口密度, 可燃物密度に関する実態調査
- (3) 災害時要援護者避難評価法と病院火災の実態の比較
- (4) 超高層オフィスの階段数等に関する実態調査

# (1) 用途等の分類の方法

## □ 目的

避難安全の観点から用途分類の考え方を整理する。

## □ 検討内容

① 避難安全性に関わる基本特性として、火災特性と避難特性を示した。

② 火災特性として「火気・熱源の有無」、また避難特性として「就寝/非就寝」、「自力避難可能/困難」、「特定/不特定」が得られた。

③ 火災特性および避難特性に従い従来の用途分類の再整理を行った。


表 用途分類の再整理結果

		火災特性 <sup>※1,2</sup> 避難特性 <sup>※3</sup>		火気・熱源あり		火気・熱源なし		
				可燃物(中)	可燃物(小)	可燃物(大)	可燃物(中)	可燃物(小)
自力 避難 困難	就寝	特定	在館者 密度 (小)					老人福祉施設 の個室、病院 (病室)
	非就寝		在館者 密度 (小)					児童福祉施設
自力 避難 可能	就寝	不特定	在館者 密度 (小)				インターネット ネットカ フェ、個室ビ デオ	ホテル・旅館 (客室)、簡 易ホテル
			特定	在館者 密度 (小)	下宿、共同住 宅、寄宿舎			宿直室、仮眠 室
	非就寝	不特定	在館者 密度 (特大)	劇場			映画館、演芸 場、観覧場、 公会堂、集会 場(客席)	
			在館者 密度 (大)	キャバレー、 カフェー、ナ イトクラブ、 バー			ダンスホー ル、遊技場	
			在館者 密度 (中)	飲食店の客席 (熱源あり)		家具・書籍・ 倉庫型店舗 (売場)	百貨店、マー ケット、展示 場、飲食店の 客席(熱源な し)、カラオケ ボックス	博物館、美術 館、図書館、 貸会議室
	特定	不特定	在館者 密度 (小)		公衆浴場			診療室、病院 (待合室)、 ボーリング 場、ロビー、 待合、ホワイ エ
			大				事務所(大会 議室)、学校 (講堂)	
			在館者 密度 (中)				学校(教 室)、カル チャースク ール	
	特定	不特定	在館者 密度 (小)	飲食店等の (厨房)	簡易な厨房、 給湯室、喫煙 所		事務室、役員 室、守衛室、 防災セン ター、ユール センター	手術室、学校 の体育館、会 議室、応接 室、休憩室

※1 在館者密度の分類：特大(>1.0人/㎡)、大(≤1.0人/㎡)、中(≤0.7人/㎡)、小(≤0.3人/㎡)

※2 日常的な喫煙や暖房は火気・熱源なしとした

※3 可燃物密度の分類：大(>720MJ/㎡)、中(≤720MJ/㎡)、小(≤240MJ/㎡)

 新たに調査した用途

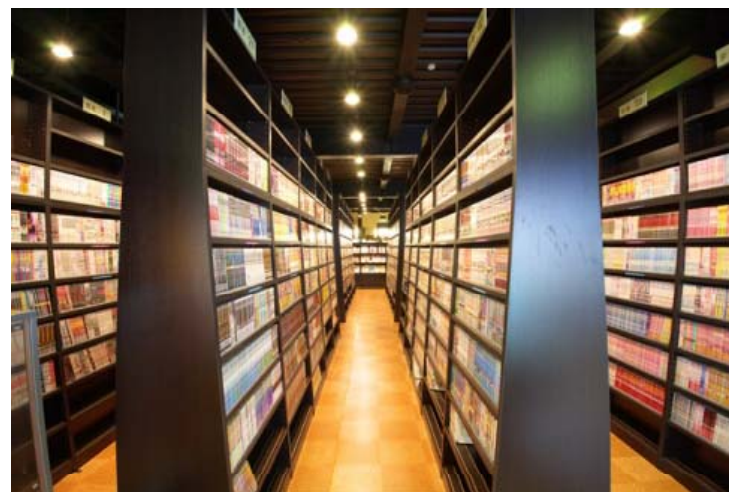
## (2) 人口密度, 可燃物密度に関する実態調査

### □ 目的

インターネットカフェなど近年新たに発生した用途および現状の用途分類, 実態に違いが見られる用途における人口密度および可燃物密度の実態調査を行う。

### □ 調査対象

- ① インターネットカフェ (13件)
- ② カラオケボックス (10件)
- ③ オフィス (事務所) (41件)
- ④ カルチャースクール・クリニック (1件)
- ⑤ 老人福祉施設 (4件)
- ⑥ 児童福祉施設 (15件)
- ⑦ 病院 (4件)



インターネットカフェの書棚

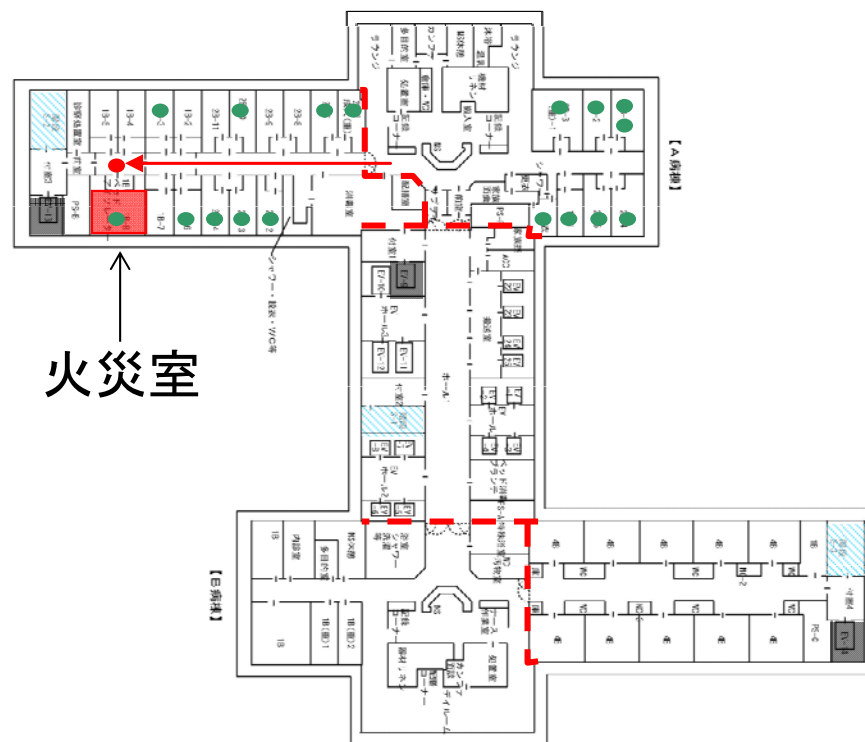
### (3) 災害時要援護者避難評価法と病院火災の実態の比較

#### □ 目的

災害時要援護者が入居する建築物において実態に即した用途分類や火災安全対策の考え方を整理する。

#### □ 調査内容

- ① 火災時の避難の実態調査
- ② 初期対応, 防災設備, 避難施設等の状況と効果の調査
- ③ 災害時要援護者避難評価法に基づく病院火災の避難行動の分析
- ④ 奏功理由の分析



病院火災の実態調査(火災発生直後)

## (4) 超高層オフィスの階段数等に関する実態調査

### □ 目的

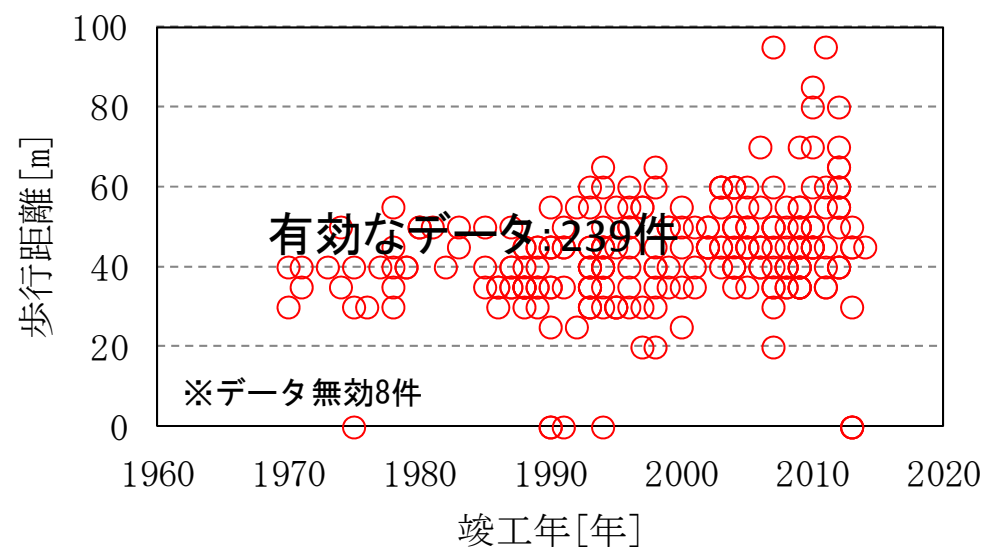
超高層オフィスの避難安全上の課題を整理する。

### □ 調査内容

不動産会社のホームページから15階建て以上の賃貸オフィスの情報を検索し、建物階数、竣工年、延べ面積、階段数、歩行距離等を調査した。

### □ 調査結果

- ① 建物階数、基準階面積は年々増加傾向している。
- ② 階段数は基準階面積に関わらず概ね2本である。
- ③ 階段に至るまでの歩行距離は年々増加傾向にある。



階段に至るまでの歩行距離の調査結果

# (ロ)スプリンクラーの消火効果に関する 調査検討

## □課題

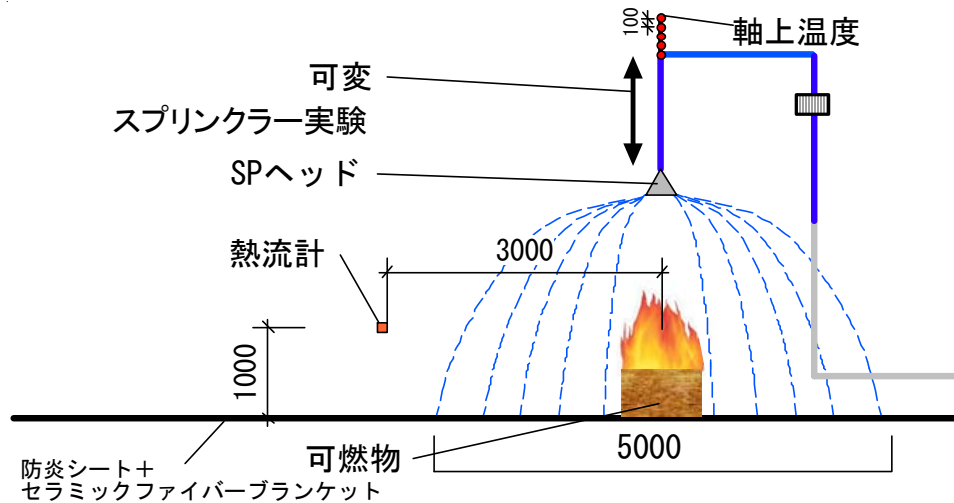
平成23年度の調査結果に基づき、スプリンクラー(SP)の消火効果に関する実験的な調査を実施する。

## □内容

- (1) SPが可燃物の燃焼性状に及ぼす影響を把握することを目的とした燃焼実験の実施
  - (1-1) 単体可燃物の燃焼実験
  - (1-2) 可燃性内装材の燃焼実験
- (2) SP設備作動環境下における燃焼性状(発熱速度)の推定方法の提案



# (1-1) 単体可燃物の燃焼実験

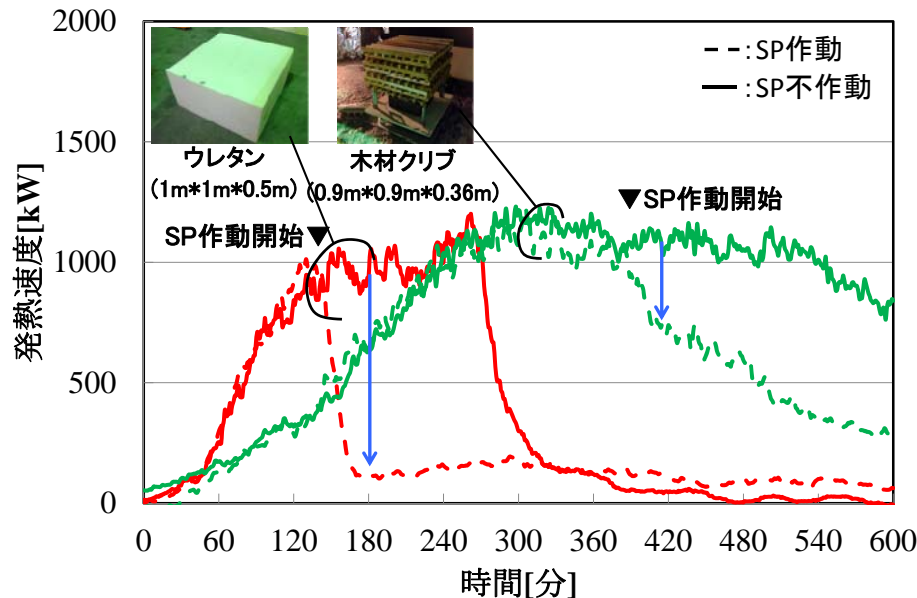


## □ パラメータ

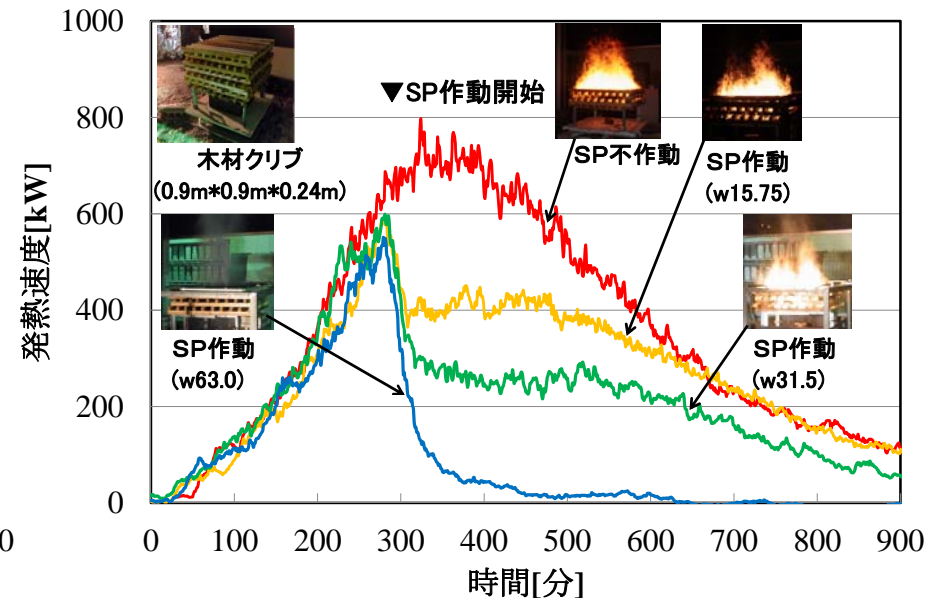
- ・ 散水密度
- ・ 散水開始時間
- ・ 可燃物の種類 など

## □ 測定項目

- ・ 発熱速度 など

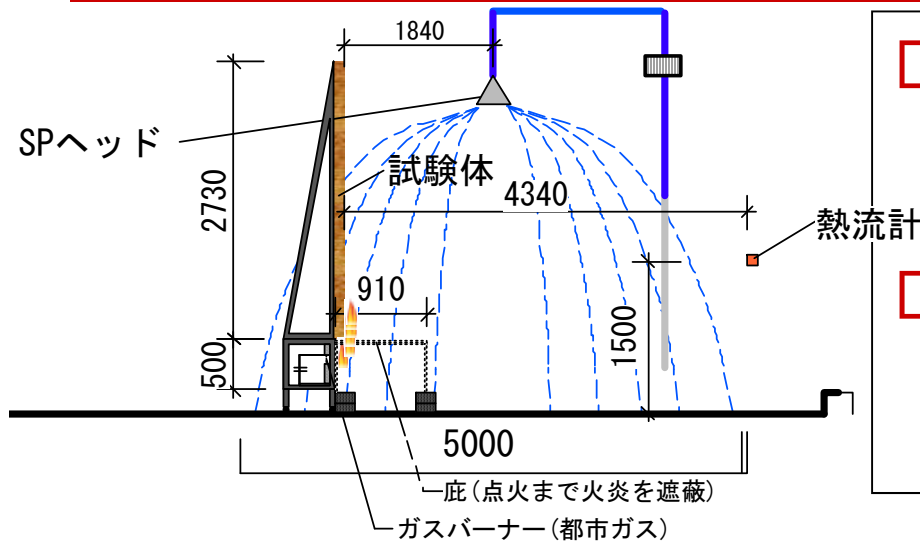


散水による発熱速度の低減量  
ウレタン > 木材ク립



散水による発熱速度の低減量。  
散水量: 大 ⇒ 発熱速度の低減量: 大

# (1-2) 可燃性内装材の燃焼実験

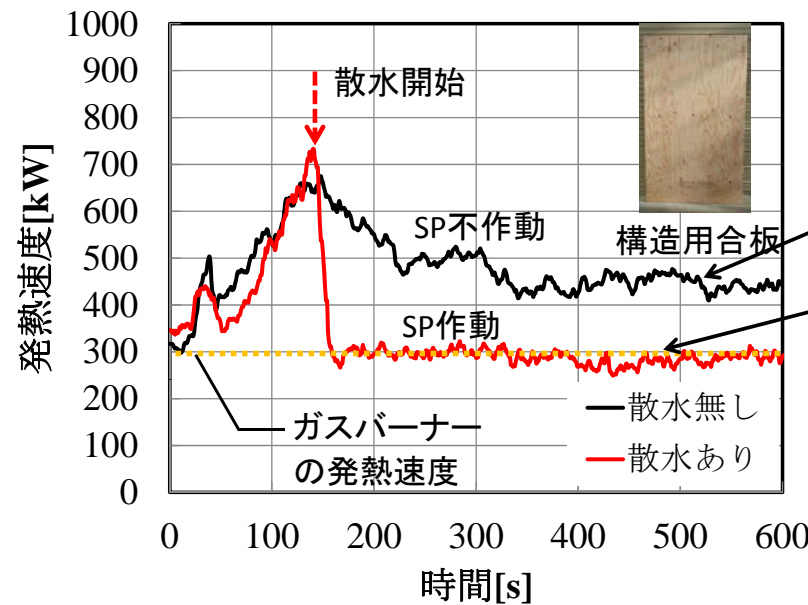
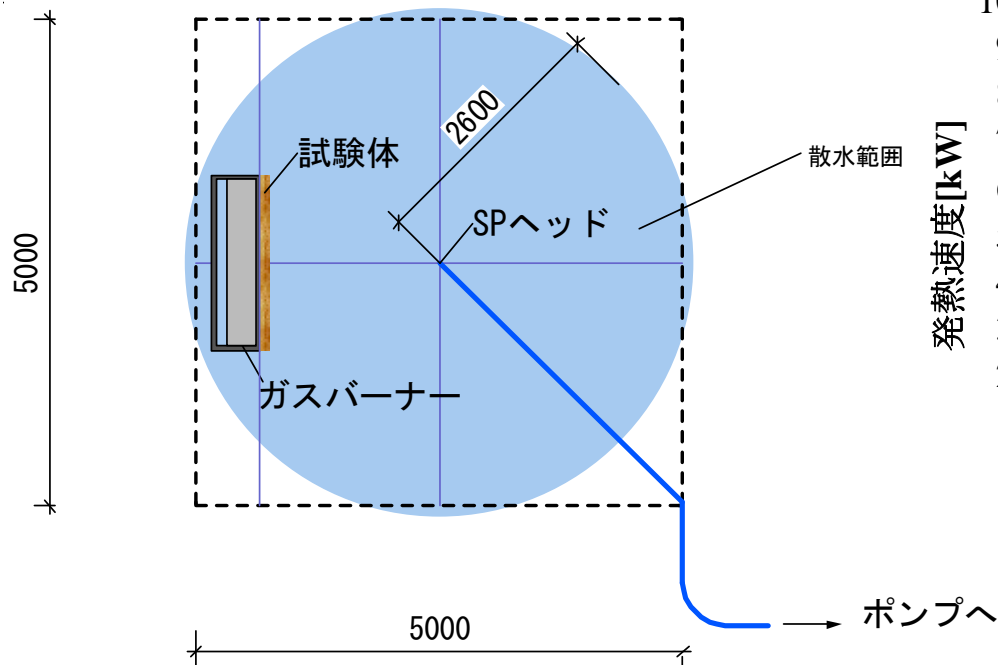


## □ パラメータ

- ・内装材の種類(構造用合板, 化粧合板, ケイ酸カルシウム板)

## □ 測定項目

- ・発熱速度
- ・試験体の表裏面温度 など

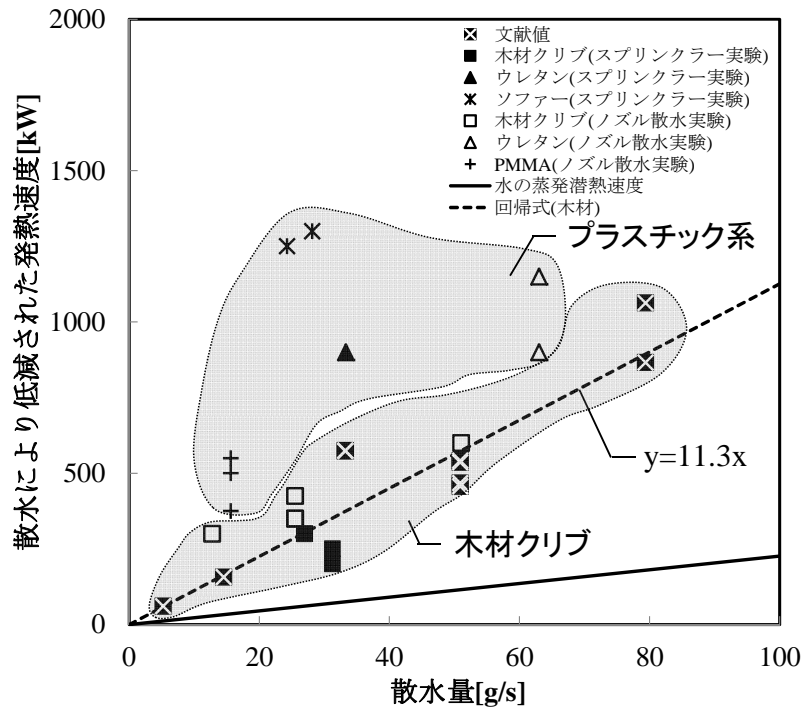


散水により内装材を消火

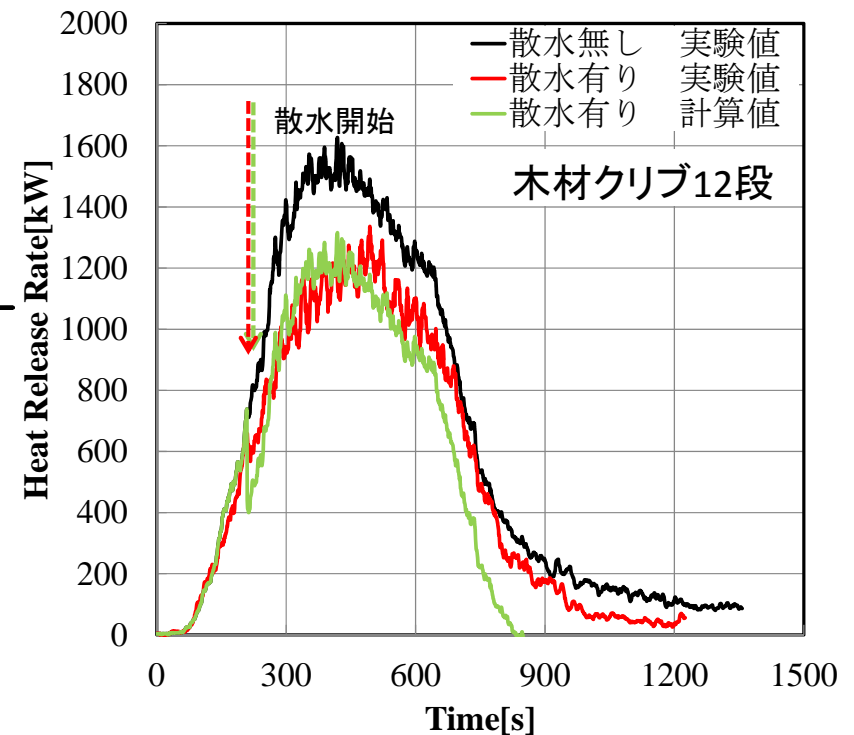
## (2) スプリンクラー設備作動環境下における発熱速度の推定方法

平成23年度に提案された，散水された可燃物の発熱速度推定モデルを基に，スプリンクラー設備作動環境下の発熱速度の計算方法を提案した。

### □ 散水量と発熱速度の低減量



### □ 発熱速度の実験値と計算値の比較



### □ 散水された可燃物の発熱速度推定モデル

$$Q_w'' = Q_{w=0}'' - w \cdot L_w \cdot \frac{\Delta H}{L}$$

## (ロ)のまとめ

---

### (1-1) 単体可燃物の燃焼実験

- ① 散水密度が多いほど、発熱速度は低くなる。
- ② 散水量に対する発熱速度の減少勾配は可燃物の種類によって異なる。
- ③ プラスチック系可燃物における散水による発熱速度の低減効果は木材よりも大きい。

### (1-2) 可燃性内装材の燃焼実験

- ① 散水によって可燃性内装材は消火された。
- ② 散水によって可燃性内装材の炭化の進行が抑制された。
- ③ 散水によって可燃性内装材の対向面への放射熱は低減された。

### (2) スプリンクラー設備作動環境下における発熱速度の推定方法を提案

## (ハ)可燃性外装の影響を考慮した上階延焼危険検証法に関する調査検討

### □課題

平成23年度の調査結果について、検証法で必要となる可燃性外装の燃焼性状データを再検討し、検証法の妥当性について実験的な調査を行う。

### □内容

- (1)可燃外装・開口部を再現した大規模ファサード試験を実施
- (2)上階延焼検証法を拡充して実験結果と比較検討
- (3)上記検討から、判定基準案の実設計での適用手法を提示

# 大規模ファサード試験の実施(可燃性外装試験体)



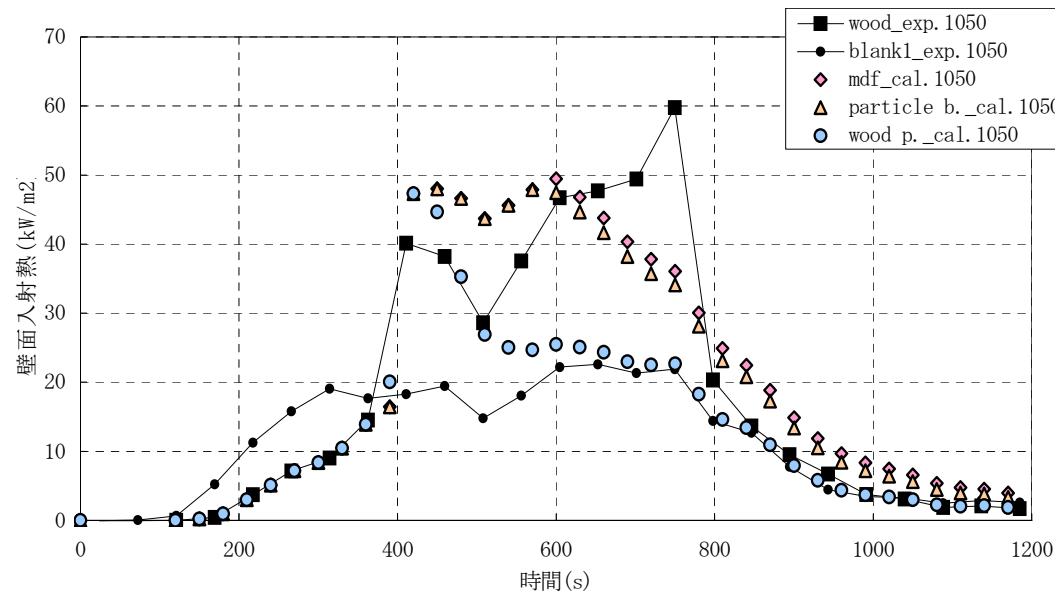
合板



外断熱(EPS)

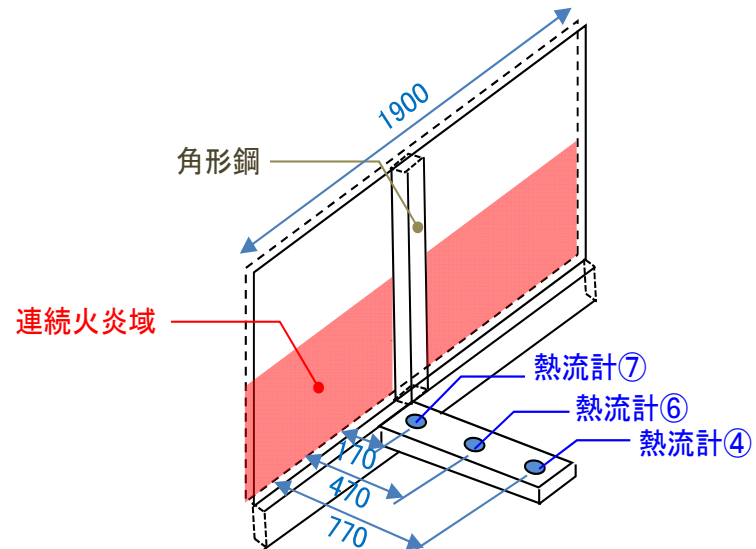
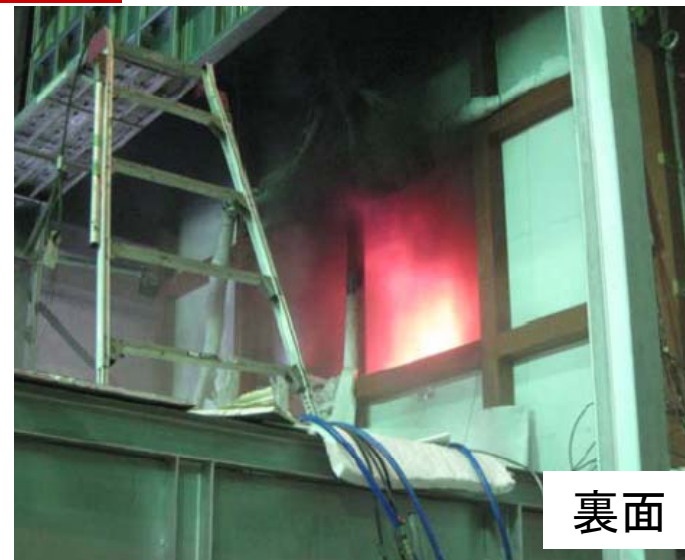


燃焼チャンバー内の  
ウレタンブロック(火源)

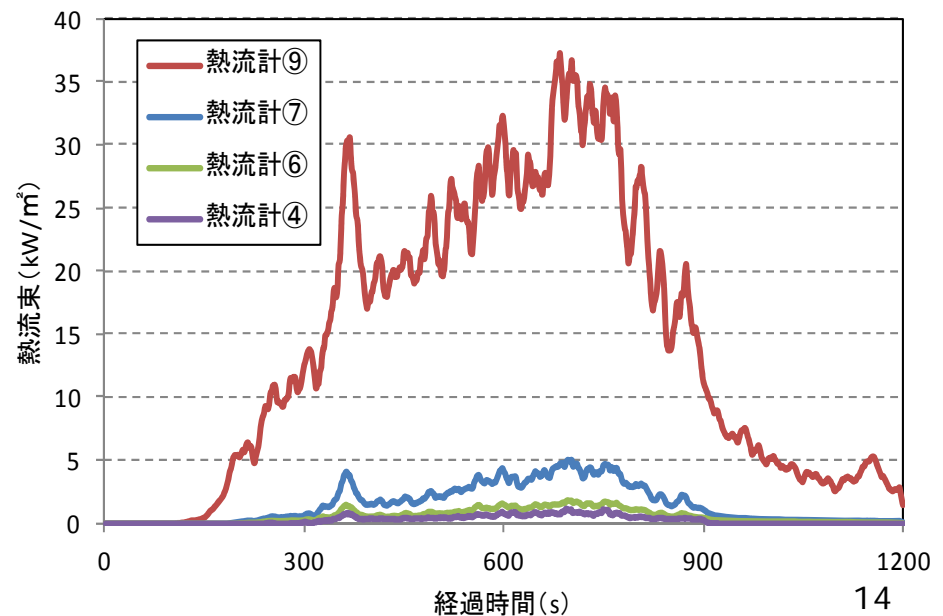


壁面入射熱の計算結果  
及び実測値  
(開口上端より1050mm)

# 大規模ファサード試験の実施(開口部付き試験体)

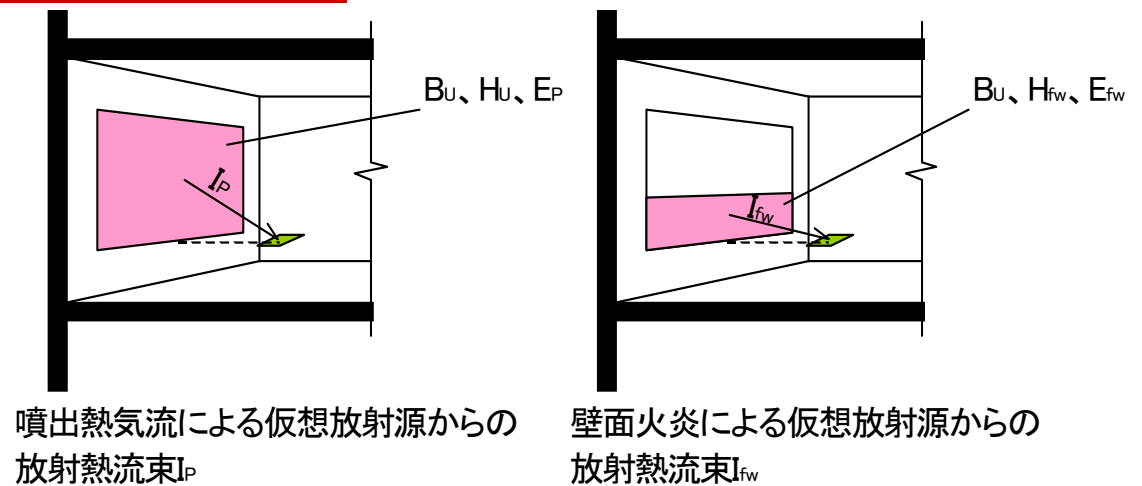
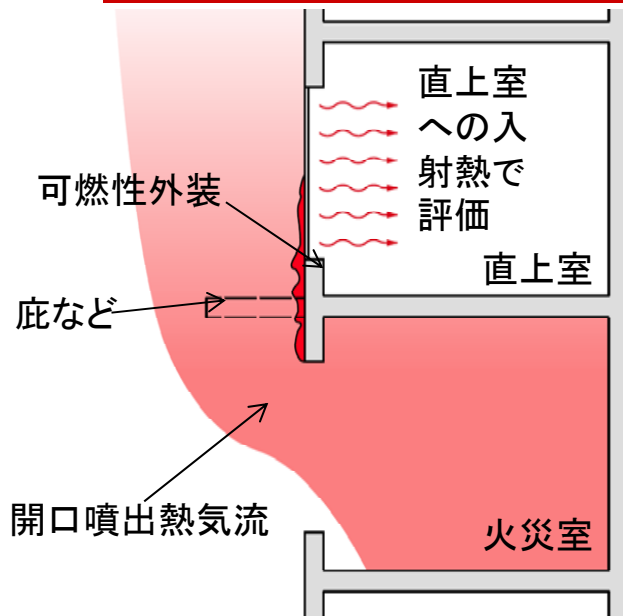


熱流計と開口を介して見える連続火炎域の位置関係



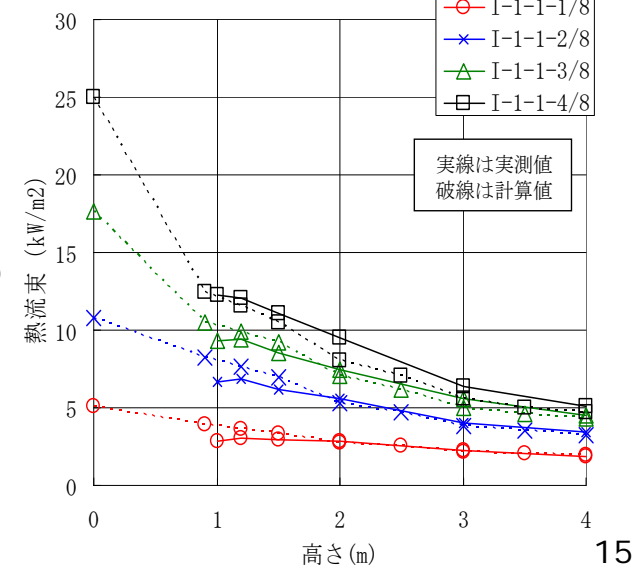
開口内部の熱流束実測値

# 可燃性外装の影響を考慮した上階延焼検証



- 手順1) 評価対象となる直上室開口面の範囲(仮想放射源の範囲)
- 手順2) 火災室温度 $T_F$ の算定
- 手順3) 庇の有無の判断
- 手順4) 火災室開口からの噴出熱気流の熱量 $Q_{EX}$ の算定
- 手順5) 開口噴出熱気流による仮想放射源の設定
- 手順5a) 有効庇が無い場合の開口噴出熱気流による仮想放射源のふく射能の算定
- 手順5b) 有効庇が有る場合の開口噴出熱気流による仮想放射源のふく射能の算定
- 手順6) 外装を火源とする壁面火炎による仮想放射源の設定
- 手順7) 直上室内への入射熱流束の算定
- 手順8) 直上室への延焼の判断

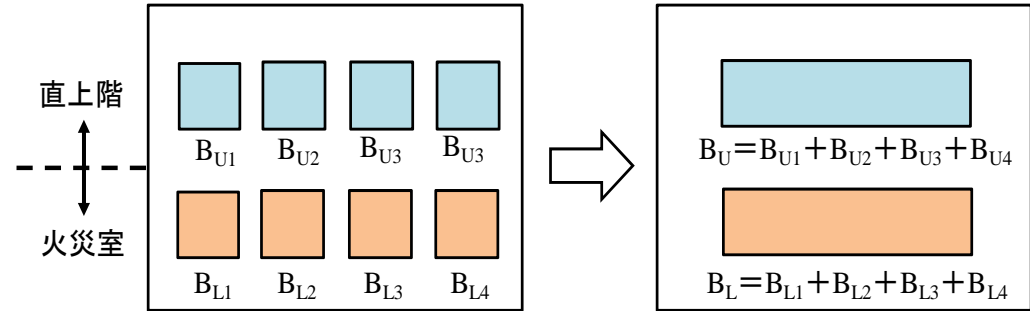
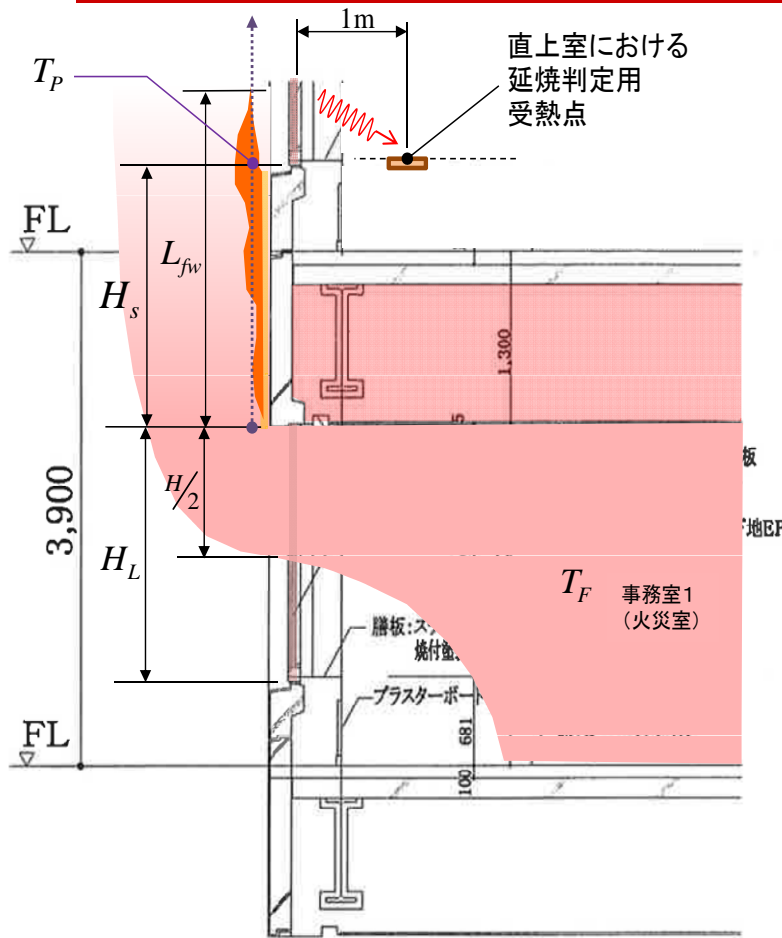
直上室内への放射熱流束 $I_{tot}$



熱流束実測値と計算値



# 上階延焼防止に関する判定基準案・ケーススタディ



上階延焼評価における開口部の統合

延焼判定受熱点における入射熱流束計算の結果例

		火災室温度 (K)					
		800	900	1000	1100	1200	1300
ス パ ン ド レ ル 高 さ ( m )	0.15	6.30	7.96	9.84	11.95	14.30	16.89
	0.3	6.30	7.96	9.84	11.95	14.30	16.89
	0.45	6.33	8.00	9.89	12.01	14.37	16.97
	0.6	5.87	7.40	9.14	11.08	13.23	15.61
	0.75	5.29	6.65	8.19	9.92	11.84	13.95
	0.9	4.69	5.90	7.25	8.77	10.46	12.32
	1.05	4.13	5.18	6.37	7.70	9.17	10.79
	1.2	3.58	4.49	5.51	6.65	7.92	9.31
	1.35	3.03	3.79	4.65	5.61	6.67	7.84
	1.5	2.47	3.09	3.79	4.57	5.43	6.38

- 判定の対象となる可燃物は、火災室の直上階の室内部に置かれた可燃物。
- 判定対象とする受熱点は、直上階の開口下端レベルにおいて開口から水平方向に1m離れた点（鉛直上向き）。
- 判定対象とする受熱面は鉛直上向き。
- 受熱点における着火限界放射強度は10kW/m<sup>2</sup>とする。
- 直上階の開口部の窓の遮熱性能を考慮する。

## (ハ)のまとめ

---

### (1) 大規模ファサード試験の実施

- ① 可燃性外装の上階延焼検証手法の妥当性確認のためデータ収集・整理
- ② 上階延焼発生の判定基準を検討するためのデータ収集・整理

### (2) 可燃性外装の影響を考慮した上階延焼評価検証

- ① 開口噴出火炎と壁面火炎の仮想放射源を考え、直上室内に入射する入射熱流束の合計を算出する検証手法を開発
- ② 大規模ファサード試験結果における開口上部壁面の熱流束実測値について、噴出気流温度から求める熱流束計算値と概ね対応する事を確認

### (3) 上階延焼防止に関する判定基準案

- ① 直上階の開口下端レベルにおいて水平方向に1m離れた点の鉛直上向き方向を判定対象の受熱面に設定
- ② スパンドレル高さを変化させたケーススタディを実施

## (二) 検証法を用いた認定の適用範囲と 検証内容等に関する調査検討

### □ 課題

現行法の検証法(耐火性能検証, 避難安全検証)による認定について, 主として平成10年の改正前の旧建築基準法第38条及び第67条の2により認定を受けた建築物との関係から, 適用範囲や検証内容, 検証のための確認方法等を調査し整理する。

### □ 内容

- (1) 旧38条認定建築物を対象とした認定項目, 性能評価内容に関する事例調査
- (2) 認定項目・用途毎の問題点の抽出
- (3) 問題解決のための対応策の提案

# 旧38条認定建築物の事例調査

## □目的

現行法に適合させた場合の問題点の抽出

## □調査項目

- ①認定項目
- ②計画内容
- ③現行法による対応
- ④検証上の問題点

## □抽出された主な問題点

- ・加圧防排煙設備については圧力逃し口の増設が必要となる。
- ・外壁の30分耐火仕様が耐火性能検証法に適合しない。
- ・火災室-廊下間の扉仕様が不燃扉の場合、避難安全検証法に適合しない場合がある。

建物記号	用途	認定項目
A	事務所・店舗・駐車場・診療所等	階段の寸法、加圧防煙
B	事務所・店舗	耐火構造、面積区画、堅穴区画、異種用途区画
C	事務所・店舗・駐車場	加圧防煙
D	事務所・店舗	耐火構造
E	事務所・ホテル・ショールーム・ホール	堅穴区画、排煙設備、昇降機、加圧防煙
F	事務所・店舗・店舗・駐車場・共同住宅	加圧防煙、排煙設備
G	事務所・通信施設・店舗	加圧防煙、排煙設備、耐火構造、面積区画、堅穴区画
H	展示場	耐火構造、面積区画、堅穴区画、直通階段、排煙設備
I	航空旅客取扱施設	面積区画、堅穴区画、排煙設備、加圧排煙

# 加圧防排煙設備に関する告示の運用方法に関する検討

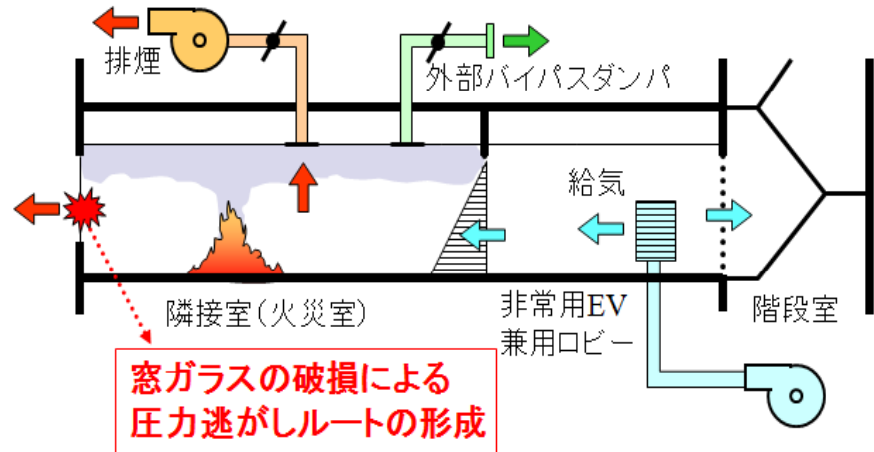
## □課題

- ・旧38条認定における非常用EV乗降ロビーの加圧防排煙設備についてはルートCの適用対象外である。
- ・旧38条認定における加圧防排煙設備と告示における加圧防排煙設備は設計方式が異なるため、現行法に適合させることができない。

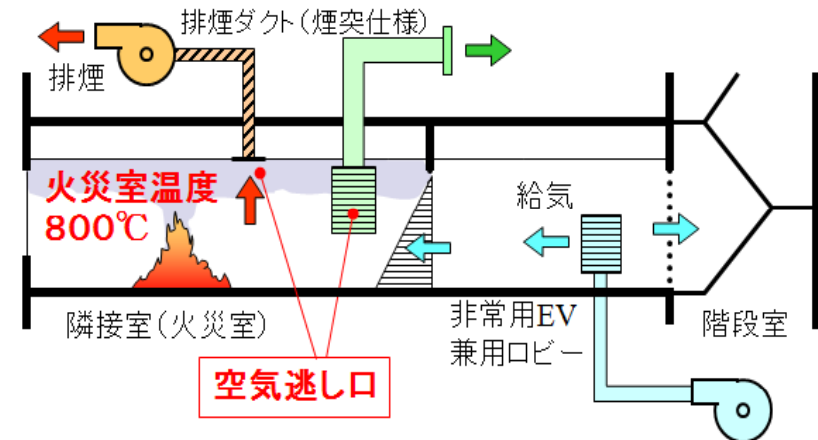
## □解決方法の例

- ①告示の運用方法を見直す。
  - ・火災室のフロートガラスによる外部開口面積を圧力逃し口の面積に算入する。
  - ・圧力逃し用の排煙ダクトの耐火仕様を見直す(断熱材厚さ25mmを可とする)。
- ②政令を改正し、非常用EV乗降ロビーの排煙設備をルートCの対象とする。

旧38条認定による方式



告示による方式



# 耐火性能検証の部分適用に関する検討

## □ 部分適用のケース分類

適用単位, 検証要求の対象, 火災外力の設定方法に応じて5ケースに分類した。

	適用単位		検証要求の対象		火災外力の設定方法		備考			
	部材	室	旧38検証部材のみ	+左記以外の仕様規定部材も含む	旧38認定時の条件	ルートCの手法による				
	[1]	[2]	[A]	[B]	[a]	[b]				
① ケース1-A-a	●		●		●		・ほぼ全ての旧38認定建物の再評価(救済)が可能			
② ケース1-A-b	●		●			●	・火災外力の大きさが旧38認定時の想定条件を超えるとNG			
③ ケース2-A-a		●	●		●		・基本的には上記①(ケース1-A-a)と同じ ・上記①に加え, 部分適用を行う空間範囲の明確化を課す			
④ ケース2-A-b		●	●			●	・基本的には上記②(ケース1-A-b)と同じ ・上記②に加え, 部分適用を行う空間範囲の明確化を課す			
⑤ ケース2-B-b		●		●	境界部材のみ 室内すべての主要構造部	●	<table border="1"> <tr> <td><math>t_f &gt; 60</math>分</td> </tr> <tr> <td><math>t_f \leq 60</math>分</td> </tr> <tr> <td><math>t_f \leq 30</math>分</td> </tr> </table> ・等価火災時間 $t_f$ が長い場合, NGが多発するおそれがある	$t_f > 60$ 分	$t_f \leq 60$ 分	$t_f \leq 30$ 分
$t_f > 60$ 分										
$t_f \leq 60$ 分										
$t_f \leq 30$ 分										

# 避難安全検証の部分適用に関する検討

## □ 部分適用の基本的考え方

①異なる検証ルートを適用する部分に分割する。

②分割された部分はそれぞれ避難が独立している。

③各部分の避難が完了するまでの間、火災の影響が相互に及ばない。

### 【境界部の構造的要件】

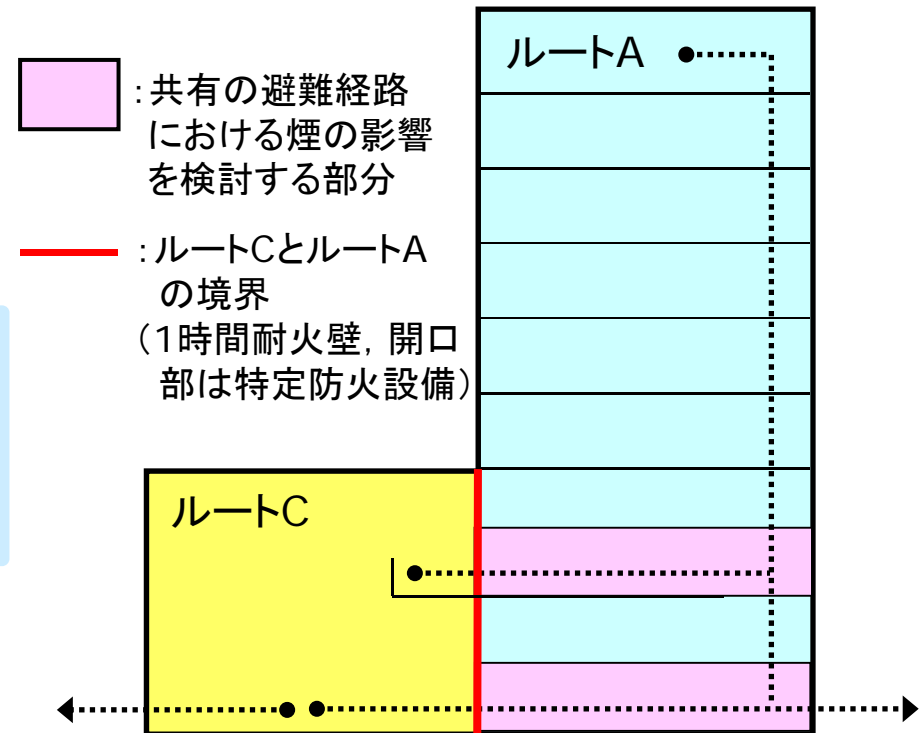
(a)境界は防火区画とし、区画(壁・スラブ)の耐火性能は1時間耐火以上とする。

(b)境界に設けられた開口部の遮炎性能は1時間以上とする。

### 【避難が独立していない場合】

(c)ルートC部分の避難者がルートA部分を通過しなくても外部に避難できる経路が少なくとも1つ存在する。

(d)ルートC部分の避難者がルートA部分を通過しても避難に支障がない。



## (二)のまとめ

---

### (1) 旧38条認定建築物の事例調査

既存の旧38条認定建築物(9件)の事例調査, 及び用途別の旧38条認定建築物(伝統木造建築, ドーム建築等)の事例調査と対応方法の整理

### (2) 検証法の適用範囲・検証内容に関する検討

①耐火性能検証, 及び避難安全検証の部分適用についてルートCの運用において行うための要件整理

②スプリンクラーや管理状況を考慮した火源設定をルートCの運用において行うための要件整理

### (3) 法令(告示)の運用方法に関する検討

加圧防排煙告示の運用方法の検討, ならびに直通性が問題となる直通階段についてルートCで性能評価を行うための要件整理