

平成27年度建築基準整備促進事業 F7 木質内装空間の部分的な不燃化 による避難安全・延焼防止の効果 に関する検討

事業主体

早稲田大学

株式会社竹中工務店

大成建設株式会社

桜設計集団一級建築士事務所

共同研究機関

国立研究開発法人建築研究所

調査内容

- (イ) 室の用途に応じた火源・空間等の条件整理
- (ロ) 内装の部分的な防火性能制御による火災成長の抑制に関する実験的検討
- (ハ) 延焼防止に関する実験的検討

調査内容

- (イ) 室の用途に応じた火源・空間等の条件整理
- 各種特殊建築物について、火災成長・開口噴出火炎に重大な影響を与えると考えられている収納可燃物の特性及び室空間の代表的な寸法体系・開口条件を、文献及び設計資料から把握する。
- (ロ)内装の部分的な防火性能制御による火災成長の抑制に関する実験的検討
- 室・開口部の空間条件や内装条件を変化させた火災実験を実施し、室内での火災成長の相違を明らかにする。木造で予想されるはり等の軸組部材の内装としての露出の影響も検討する。
- (ハ)延焼防止に関する実験的検討
- 盛期火災加熱を受ける防火設備等の裏面側の表面温度・周囲空間の入射熱分布及び可燃物等の表面温度を測定し、加熱による延焼防止条件を検証する。

木3学実大火災実験 (H23-25) 火災性状

H23 予備実験の経過



H24 準備実験の経過



H25 本実験の経過(速報)

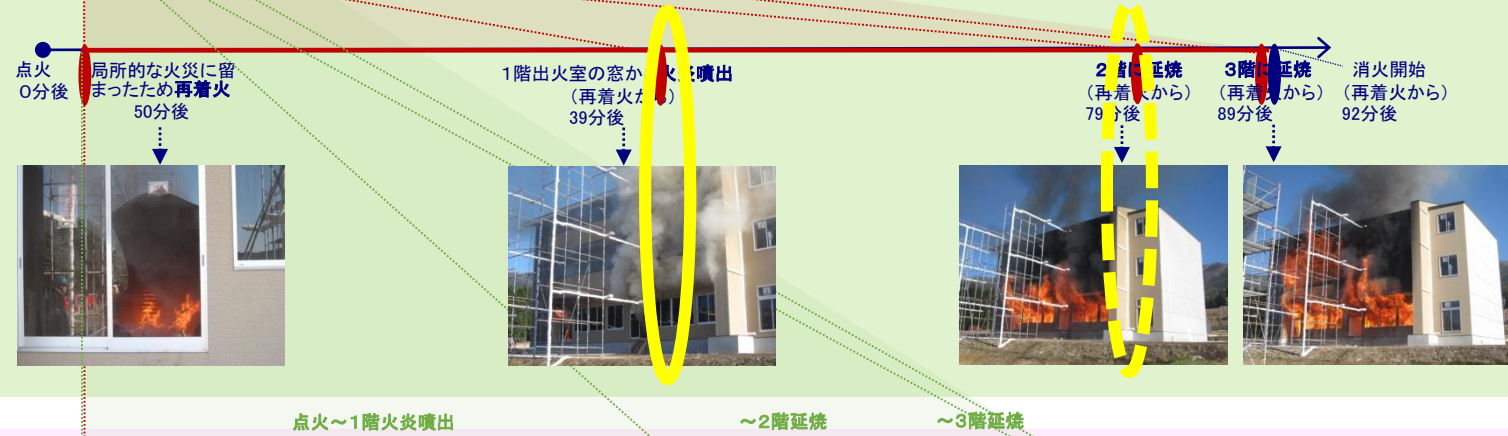


木3学実大火災実験 (H23-25) 火災性状

H23 予備実験の経過



H24 準備実験の経過



H25 本実験の経過(速報)



木3学実験で、大規模木造の火災拡大性状に関して明らかになったこと

- 開口噴出火炎により、盛期火災時の上階延焼が防火区画性能の要求時間より短くなる可能性がある。

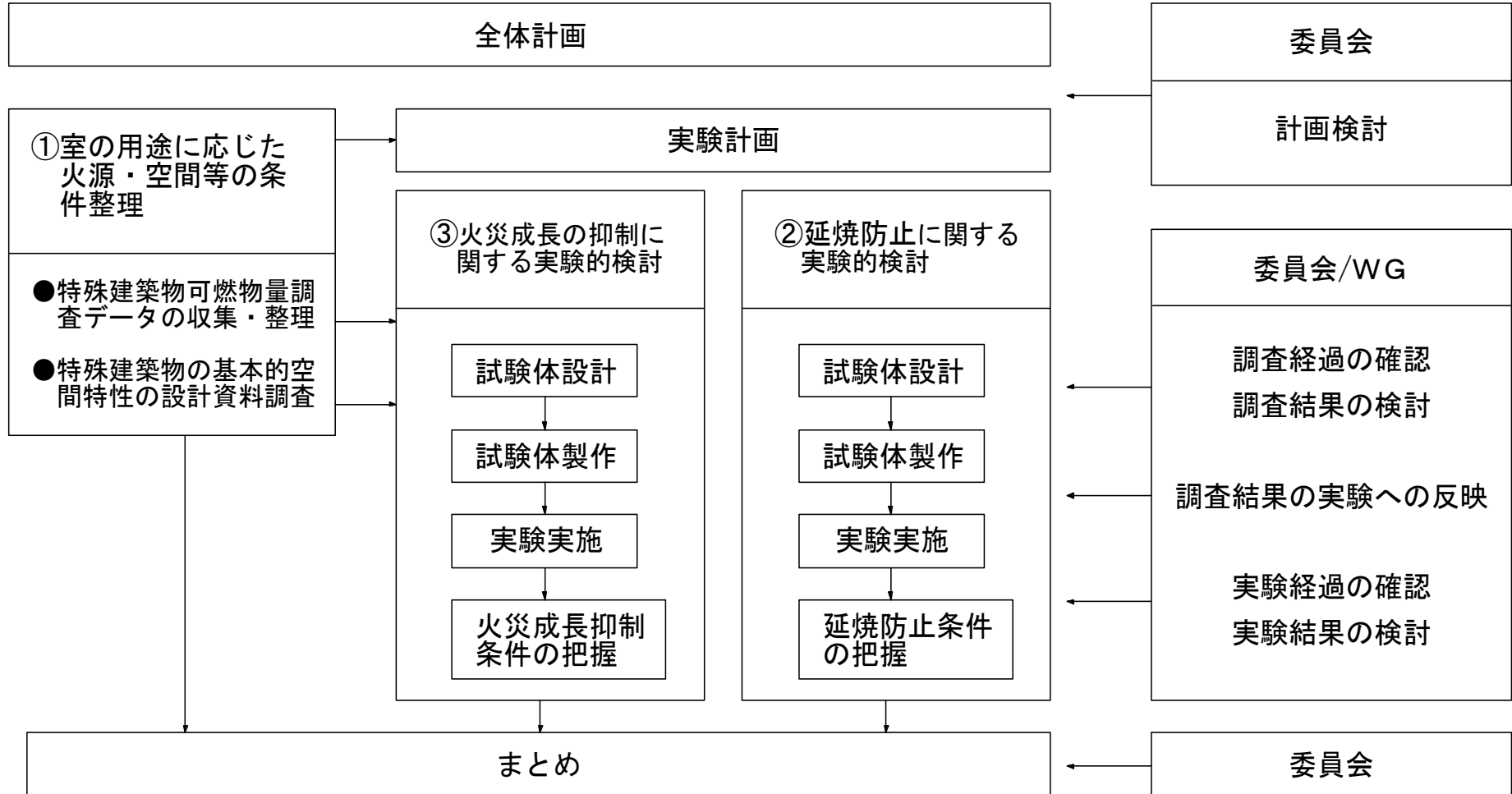
- 木造建築物における防火壁等が延焼拡大を確実に防ぐには、出火した建物部分が倒壊するまで、防火区画非火災側での引火・発火防止が必要。

木3学実験で、大規模木造の火災拡大性状に関して明らかになったこと

- 開口噴出火炎により、盛期火災時の上階延焼が防火区画性能の要求時間より短くなる可能性がある。
- 特殊建築物では、在館者全員の避難が確認されるまで、上階延焼の影響を防ぐ必要がある。
- 防火設備・庇等の他、面積の大きい室では、出火室の天井(準)不燃化が火炎噴出の遅延に有効であることがわかった。
- 但し、その有効性が検証されているのは教室想定で40㎡以上。
- 木造建築物における防火壁等が延焼拡大を確実に防ぐには、出火した建物部分が倒壊するまで、防火区画非火災側での引火・発火防止が必要。
- 防火設備には遮熱性が要求されておらず、しかも、可燃物に躯体の燃焼が重なると火災加熱時間が長くなる。
- 防火設備近傍の内装の長時間にわたる着火防止対策が必要。

調査体制

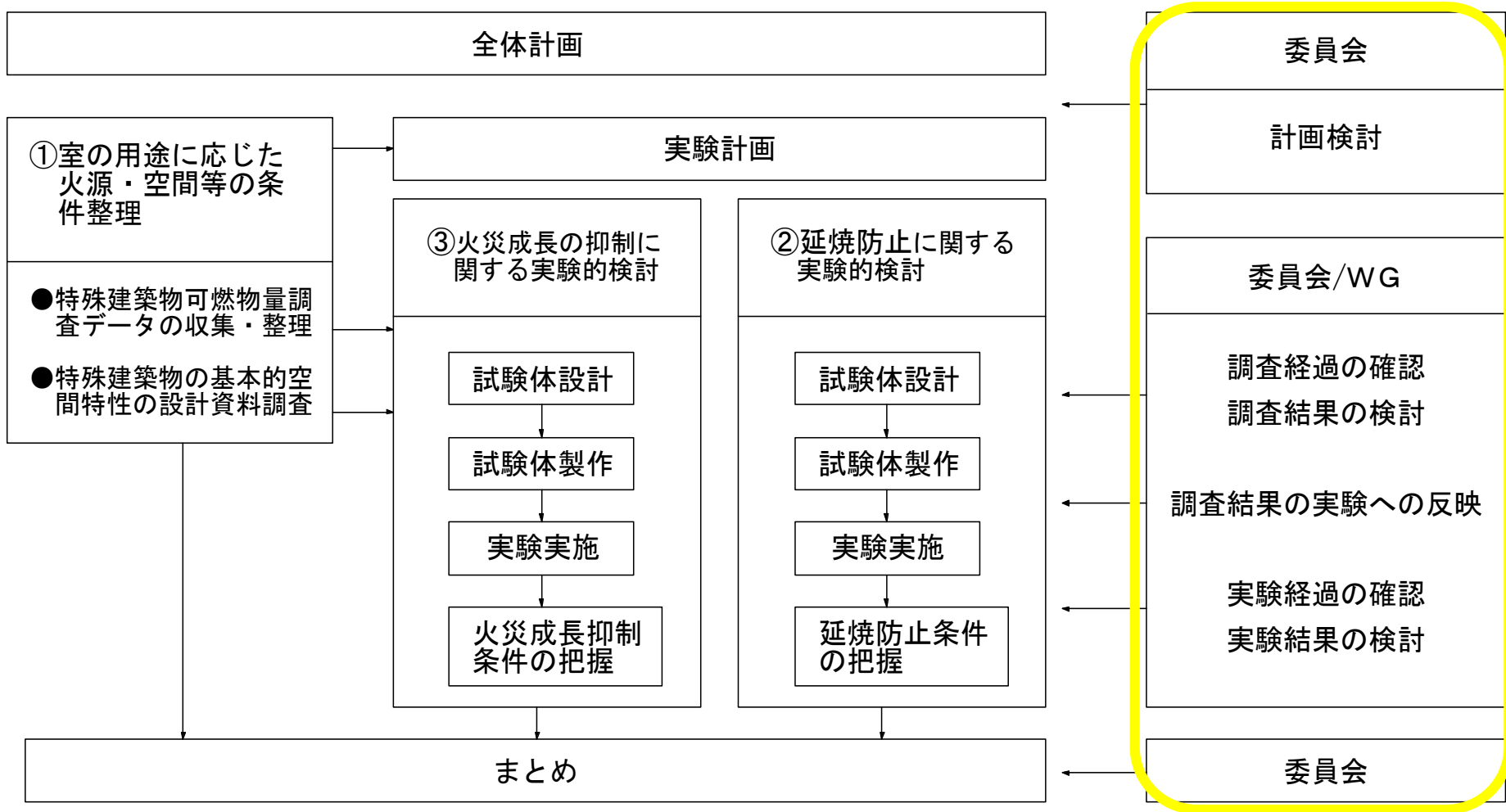
事業主体: 早稲田大学、竹中工務店、大成建設、桜設計集団
共同研究機関: 国立研究開発法人建築研究所



委員会: 事業主体・共同研究機関の他、次の協力機関による。国土交通省国土技術政策総合研究所、秋田県立大学、東京理科大学、住友林業、三井ホーム

調査体制

事業主体: 早稲田大学、竹中工務店、大成建設、桜設計集団
共同研究機関: 国立研究開発法人建築研究所



委員会: 事業主体・共同研究機関の他、次の協力機関による。国土交通省国土技術政策総合研究所、秋田県立大学、東京理科大学、住友林業、三井ホーム

(イ) 室の用途に応じた火源・空間等の 条件整理

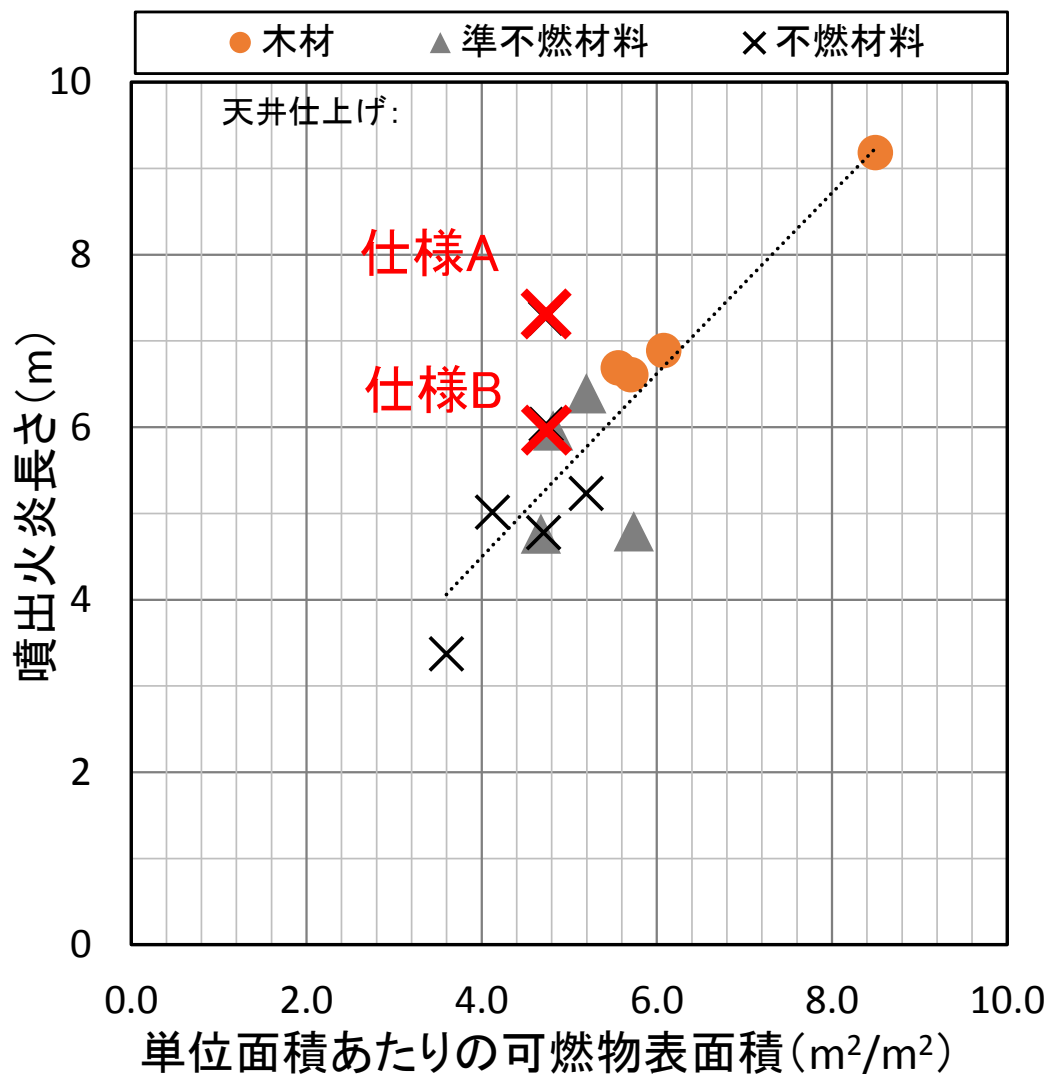


木3学・予備実験における
開口噴出火炎

- 開口噴出火炎は、室内で発生した可燃ガスが窓から放出され、屋外で燃焼することに起因する。
- 室内で発生するガスに比べて室内での燃焼が少ないほど、噴出火炎が大きくなる。
- 可燃物表面積が大きいほど、噴出火炎が大きくなる傾向がある。可燃物表面積は、室用途などによってどう変化するか？
- 火災荷重に関する既往調査等をもとに分析。
- 室内の燃焼速度を支配する開口部条件は設計資料より調査。

木3学・教室火災実験での噴出火炎高さ

- ・噴出火炎長さは可燃物表面積に比例する傾向にある
- ・天井付近に木材があると噴出火炎が長くなる傾向にある

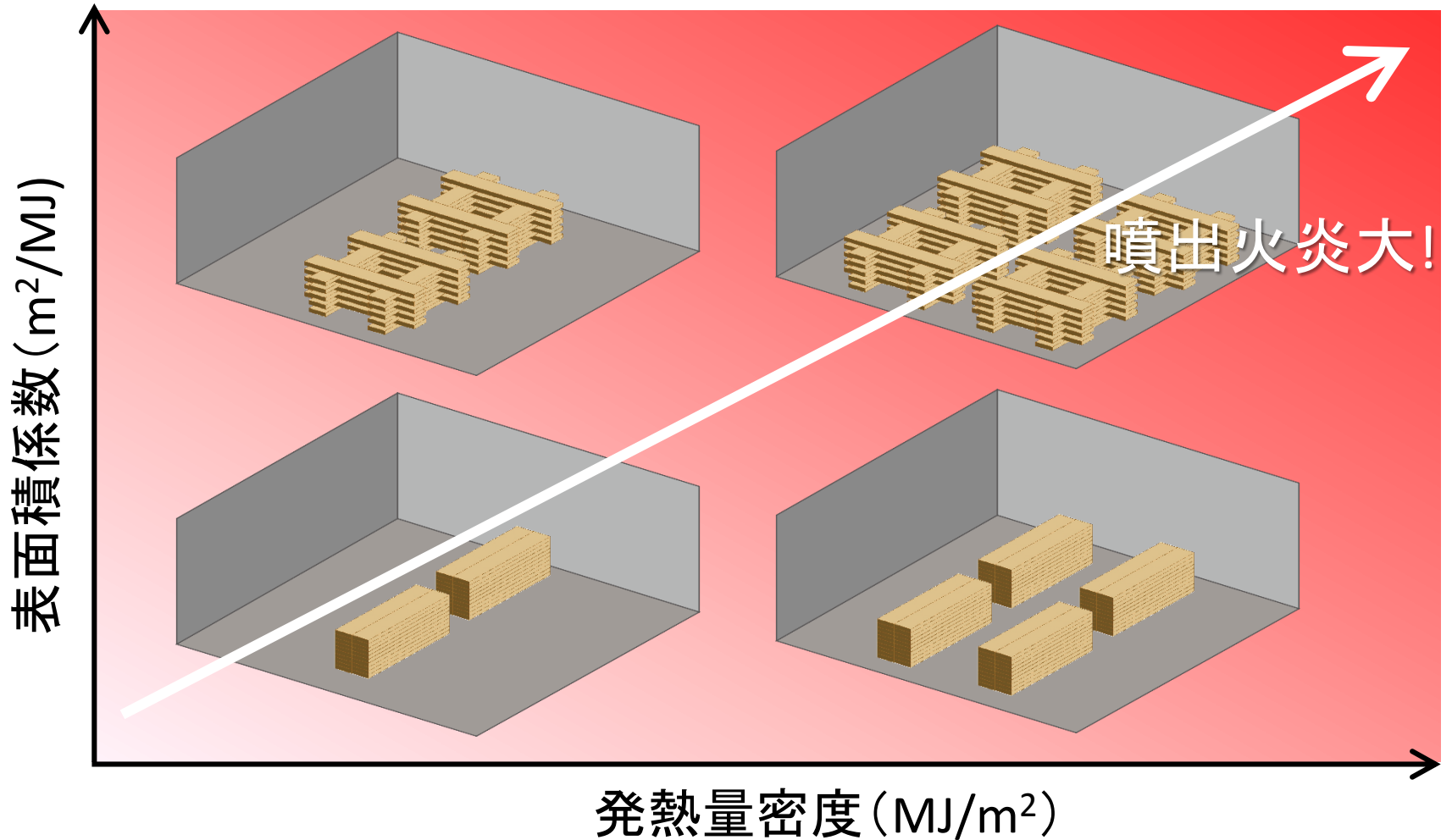


仕様A (大梁・小梁あらわし)



仕様B (大梁あらわし・腰壁木材)

発熱量密度(MJ/m²)x表面積係数(m²/MJ)
可燃物密度 x 单位可燃物量当り表面積



木3学実験と学校における可燃物の比較

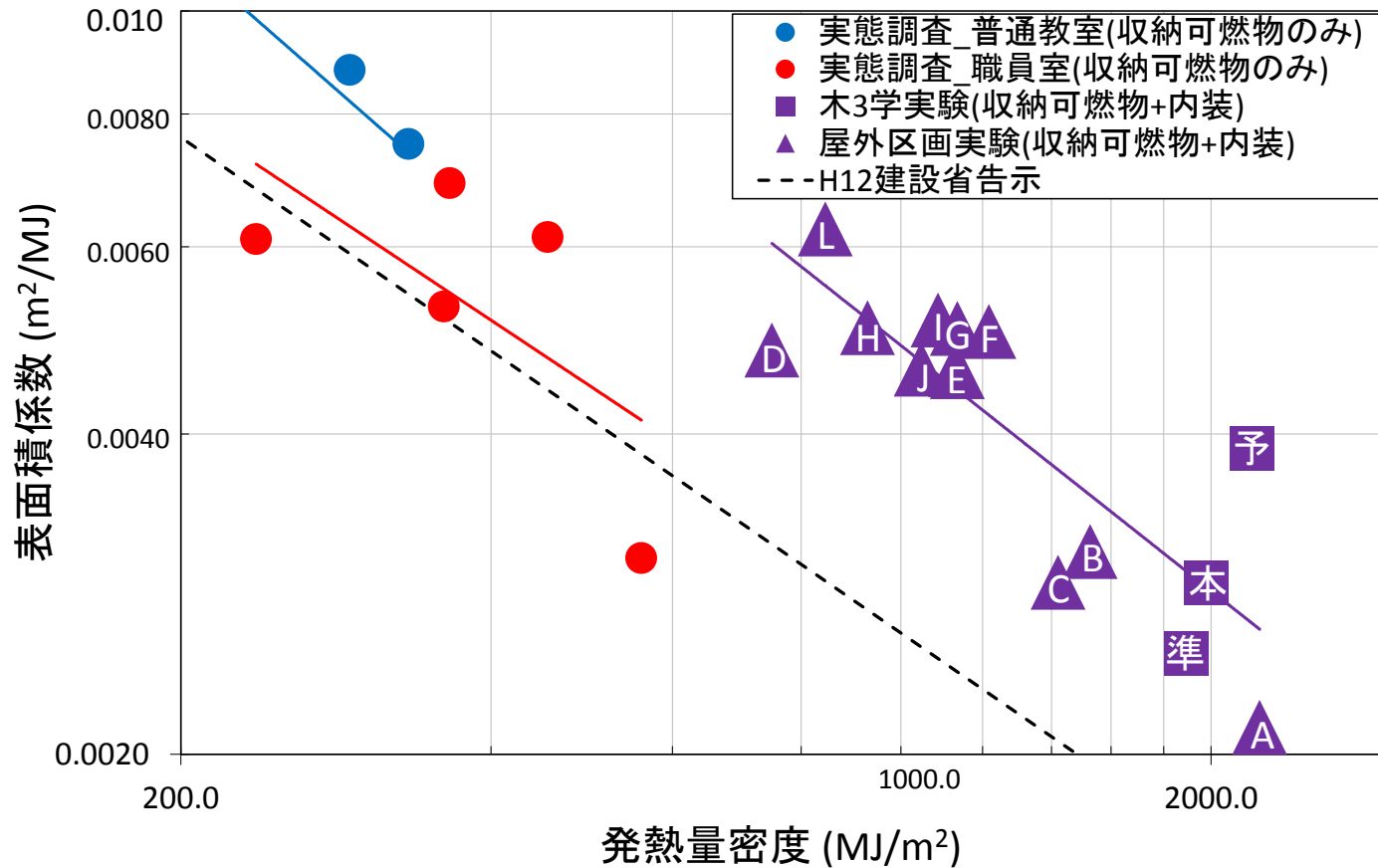
実験は、危険側の条件で行われている



木3学実験(準備実験)



屋外区画実験



木3学実験(予備実験)



木3学実験(本実験)



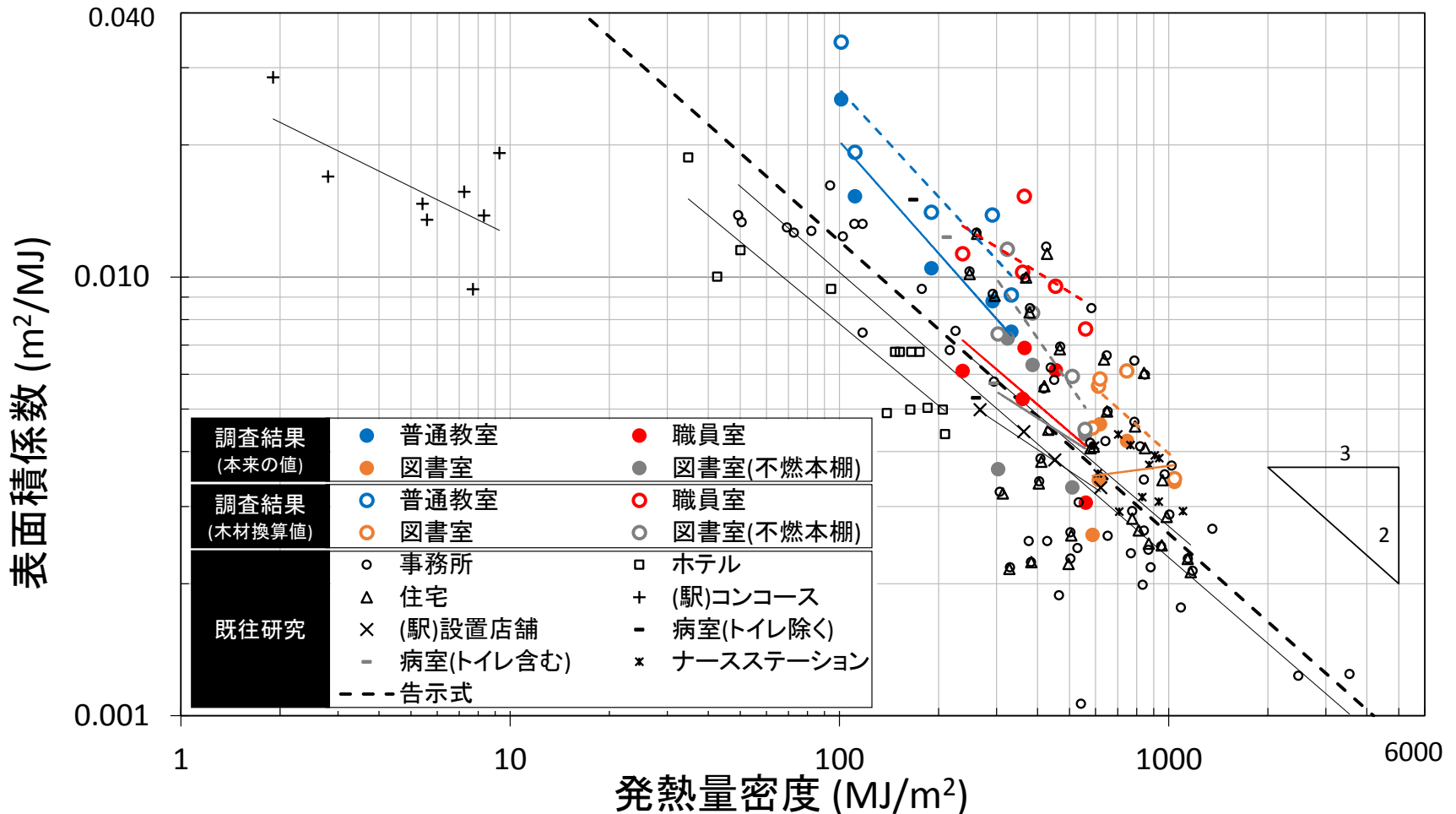
屋外区画実験(仕様G)

各種用途の可燃物特性

- これまでに行われた収納可燃物の種類・素材・質量等の実態調査データを再整理。
- 学校諸室(普通教室、職員室、図書室)、病院(病室、ナースステーション)、ホテル、住宅、事務所、駅内施設(店舗、コンコース)
- 可燃物量を、素材による燃焼熱の違いを考慮にして発熱量に換算しているので、表面積係数も、燃焼熱/分解熱の比を乗じて、素材の違いを反映させた。
- 高分子材料の多くは、燃焼熱/分解熱比が木材の2倍以上となるので、高分子材料が増加すると、発熱量密度、表面積係数とも増加し、火災性状は噴出火炎が大きくなるように変化する。

収納可燃物特性

—各種用途と学校居室の比較



学校などでは、既往可燃物データより危険側となる調査結果が多かった。高分子の増加のほか、建物完成後の収納物の増加等も背景にあり。

室の用途と開口条件

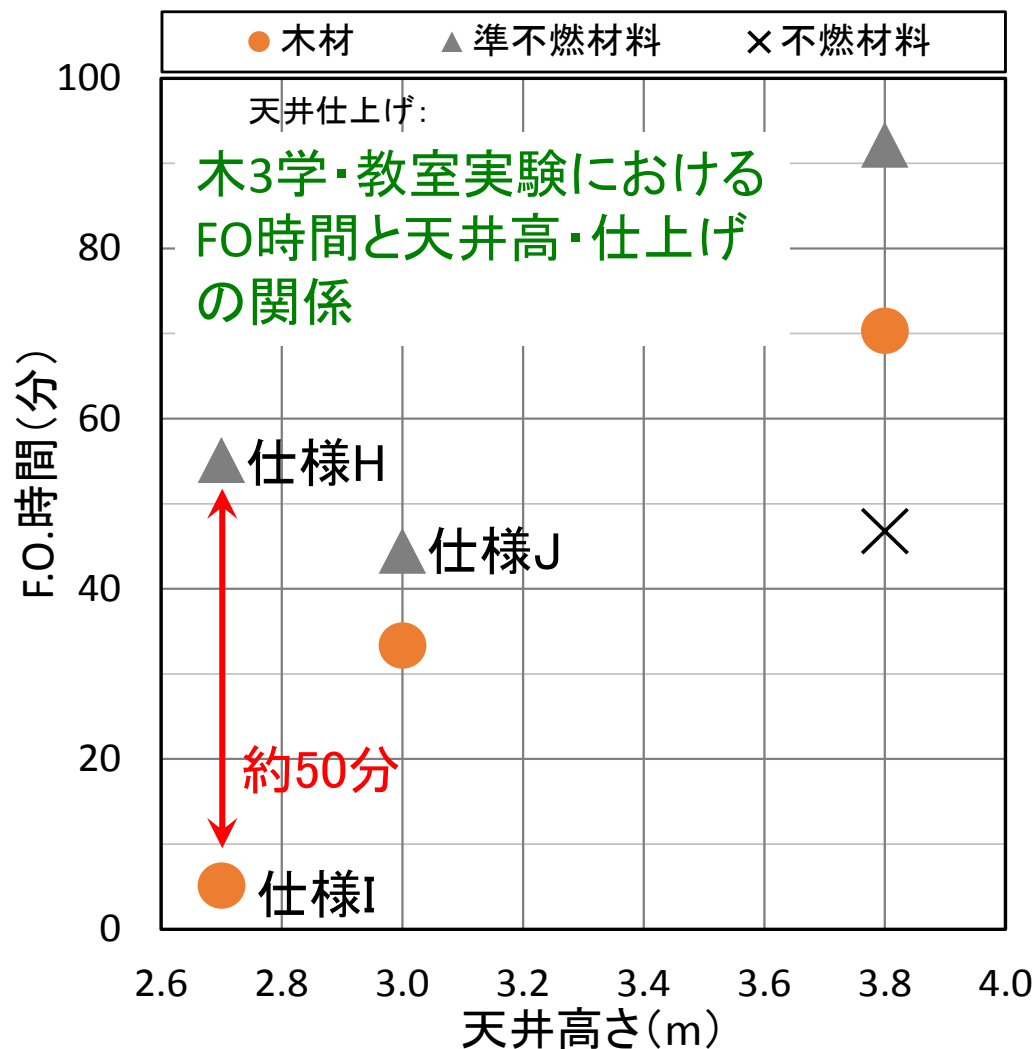
建物用途	室名称		室面積 (m ²)	天井高さ (m)	開口幅 (m)	開口高さ (m)	開口因子 (m ^{5/2})	開口因子 /室面積 (m ^{1/2})	腰壁* (m)	垂れ壁* (m)	垂れ壁 /天井高さ*	調査数	
												棟数	室数
事務所	事務室	平均	800.68	2.90	64.73	2.47	266.00	0.32	0.65	0.40	0.13	5	8
		標準偏差	282.96	0.19	15.34	0.51	124.97	0.08	0.19	0.00	0.00		
共同住宅	居間	平均	24.82	2.41	2.56	1.84	7.41	0.32	0.51	0.37	0.15	3	8
		標準偏差	10.63	0.76	1.69	0.80	7.01	0.34	0.33	0.24	0.10		
	洋室	平均	12.91	2.43	1.92	2.01	5.48	0.45	0.38	0.33	0.13	3	14
		標準偏差	4.35	0.03	0.43	0.50	1.93	0.17	0.29	0.17	0.07		
ホテル	客室 (シングル)	平均	15.96	2.43	1.68	1.33	2.56	0.16	0.80	0.45	0.18	3	3
		標準偏差	7.35	1.06	1.02	0.58	1.52	0.08	0.37	0.22	0.09		
	客室 (ツイン)	平均	21.17	2.43	1.68	1.33	2.56	0.12	0.80	0.45	0.18	3	3
		標準偏差	5.10	0.12	0.83	0.05	1.19	0.03	0.14	0.05	0.01		
病院	病室 (1床室)	平均	16.98	2.63	2.60	1.97	6.91	0.41	0.56	0.04	0.02	5	5
		標準偏差	1.28	0.14	1.25	0.22	2.45	0.13	0.15	0.00	0.00		
	病室 (4床室)	平均	38.16	2.63	4.08	1.97	11.74	0.30	0.56	0.04	0.02	5	5
		標準偏差	3.49	0.14	1.15	0.22	4.75	0.10	0.15	0.00	0.00		
老人ホーム	個室	平均	24.28	2.60	2.40	2.15	7.57	0.31	-	0.40	0.15	1	1
		標準偏差	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00		
美術館、博物館	展示室	平均	698.10	5.73	-	-	-	-	-	-	-	3	9
		標準偏差	445.98	1.37	-	-	-	-	-	-	-		

- 開口因子/床面積は、データのばらつきは大きいですが、共同住宅 > 病室 > 事務所 ≒ 老人ホーム > ホテルとなる。教室は、事務所等と大きくは違わない。学校は、開口因子に比べて、可燃物の表面積が大きく、火災盛期に大きな火災が発生し易い傾向がある。

(イ) 室の用途に応じた火源・空間等の条件整理—まとめ

- 最近の調査では、発熱量密度、表面積係数等が過去の調査より増加している傾向がみられる。高分子材料の増加等が背景であろう。
- 可燃物調査データによれば、学校居室は、ホテル、住宅、福祉施設、病室、事務所に比べて、火災盛期の噴出火炎性状については、危険側になる傾向がみられる。
- 木造3階建て学校実験では、可燃物・開口部の条件が、噴出火炎による上階危険から見て、学校等に対して危険側になっていたと考えられる。
- 可燃物特性の調査例は限られており、データが少ない特殊建築物もある。今後、調査の励行が望まれる。

(口)内装の部分的な防火性能制御による火災成長の抑制に関する実験的検討



- 開口部からの噴出火炎は、フラッシュオーバー(FO)とともに発生する。
- 木3学実験では、天井の(準)不燃化により、FO時間を、他の設計条件にあまり影響されずに遅延できることがわかった。
- この知見は、教室相当、床面積40m²以上で実験的に検証されている(告示)。
- この関係を更に一般化できないか?

実験計画

- 木質壁・天井不燃の室のFOの発生は、煙層の温度上昇による木質壁の引火が契機。

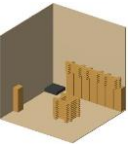












- 煙層温度を支配するのは、煙層の熱収支。火源が大きい場合以外で、煙層温度が上昇し易いのは以下のような場合。

- 天井が低いと、煙層に流入する煙量が減少し、火源が同じなら煙層が高温になる。

- 床面積が小さいと、熱損失が小さく、空気巻込も減少して高温になり易い。

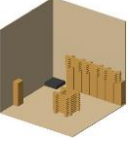



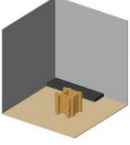









- 開口が小さいと、換気量が減少して、高温になり易い。

- 垂れ壁がないと煙層が形成されにくくなる。

実験	実験日	区画				内装仕上げ	開口					火源まわり	火源発熱速度 (kW)	F.O. 時間 (分)
		間口 (m)	奥行 (m)	天井高 (m)	床面積 (m ²)		幅 (m)	高さ (m)	面積 (m ²)	開口因子 (m ² /s)	垂れ壁			
1	2015年8月28日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m		アルコールパン+クリブ (メタノール4L, 50cm角)	46.0
2-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m		LPG (100kW→300kW)	
2-2													LPG (100kW→500kW)	
3-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	0.935	2.95	2.86	1.825m		LPG (100kW→300kW)	46.0
3-2													LPG (100kW→500kW)	
4-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	1.58	1.87	2.95	4.04	0.85m		ガスバーナー+クリブ	46.0
4-2													LPG (100kW→300kW) LPG (100kW→500kW)	
5-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	0.935	2.95	2.86	なし		LPG (100kW→300kW)	46.0
5-2													LPG (100kW→500kW)	
6-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	1.87	5.91	8.08	なし		LPG (100kW→300kW)	46.0
6-2													LPG (100kW→500kW)	
7-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	1.58	1.87	2.95	4.04	なし		LPG (100kW→300kW)	46.0
7-2													LPG (100kW→500kW)	
8	10月13日 (火)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m		LPG (100kW→300kW)	26.0
9	10月29日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	なし			26.9
10	11月11日 (水)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃小梁:あらかし (B220×H350 @1000×6本) 壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	なし		LPG (100kW→300kW)	18.8
11	11月24日 (火)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m			22.4
12	2016年2月10日 (水)	5.0	8.0	2.78	40.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m		LPG (100kW→300kW)	25.7
13	2月17日 (水)	5.0	7.0	2.78	35.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m			21.8

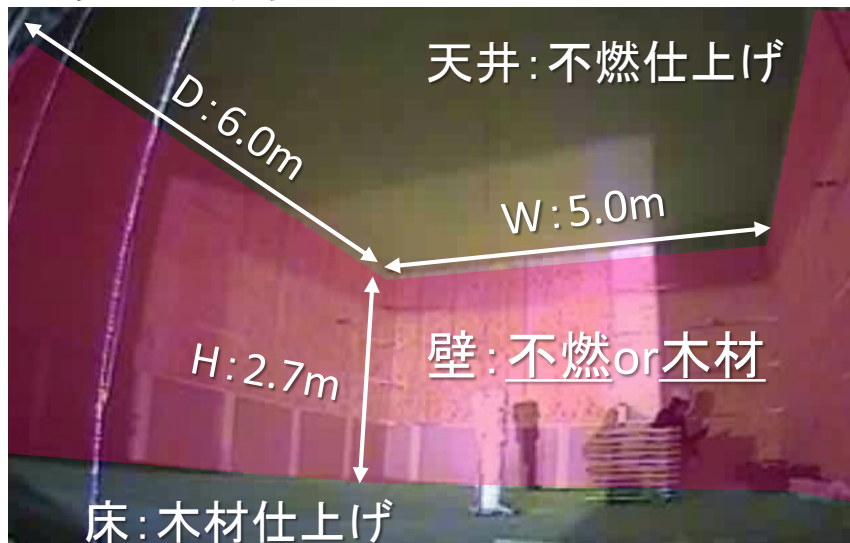
実験計画

- 木質壁・天井不燃の室のFOの発生は、煙層の温度上昇による木質壁の引火による。
- 煙層の温度上昇を支配する要因は、火源以外は、主に床面積・天井高・開口条件。
- 実験では、床面積は30m²までを検討、天井高は特殊建築物の実質的最小に固定、開口条件を多様化。
- 火源をガスバーナーで標準化
- 実験条件を効率的に決定するために、まず、不燃区画で設計条件と煙層温度の関係を把握。
- 小梁ありも検討。小梁が煙層に埋没して加熱されれば、引火し易くなる。

実験	実験日	区画				内装仕上げ	開口					火源まわり	火源発熱速度 (kW)	F.O. 時間 (分)	
		間口 (m)	奥行 (m)	天井高 (m)	床面積 (m ²)		幅 (m)	高さ (m)	面積 (m ²)	開口因子 (m ^{2/5})	垂れ壁				イメージ
1	2015年8月28日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m		アルコールパン+クリブ (メタノール4L, 50cm角)		46.0
1-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m		LPG (100kW→300kW)		
2-2													LPG (100kW→500kW)		
3-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	0.935	2.95	2.86	1.825m		LPG (100kW→300kW)		
3-2													LPG (100kW→500kW)		
4-1	9月17日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	1.58	1.87	2.95	4.04	0.85m		ガスバーナー+クリブ		
4-2													LPG (100kW→300kW)		
5-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	0.935	2.95	2.86	なし		LPG (100kW→300kW)		
5-2													LPG (100kW→500kW)		
6-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	3.16	1.87	5.91	8.08	なし		LPG (100kW→300kW)		
6-2													LPG (100kW→500kW)		
7-1	9月25日 (金)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:不燃	1.58	1.87	2.95	4.04	なし		LPG (100kW→300kW)		
7-2													LPG (100kW→500kW)		
8	10月13日 (火)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	0.85m				26.0
9	10月29日 (木)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	なし				26.9
10	11月11日 (水)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃小梁:あらかし (B220×H350 @1000×6本) 壁:木材	3.16	1.87	5.91	8.08	なし		ガスバーナー+クリブ		18.8
11	11月24日 (火)	5.0	6.0	2.78	30.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m			LPG (100kW→300kW)	22.4
12	2016年2月10日 (水)	5.0	8.0	2.78	40.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m				25.7
13	2月17日 (水)	5.0	7.0	2.78	35.0	天井:不燃壁:木材	0.79	1.87	1.48	2.02	0.85m				21.8

実験装置

実験概要



実験8実験中の様子(60倍速)



実験11実験装置外観



実験9実験中F.O.後の様子

■ 火源まわり

木材クリブの燃焼・落下のバラつきによる実験結果の誤差を防ぐため、プロパンガスバーナーでガス量を制御した



メタノール+木材クリブ



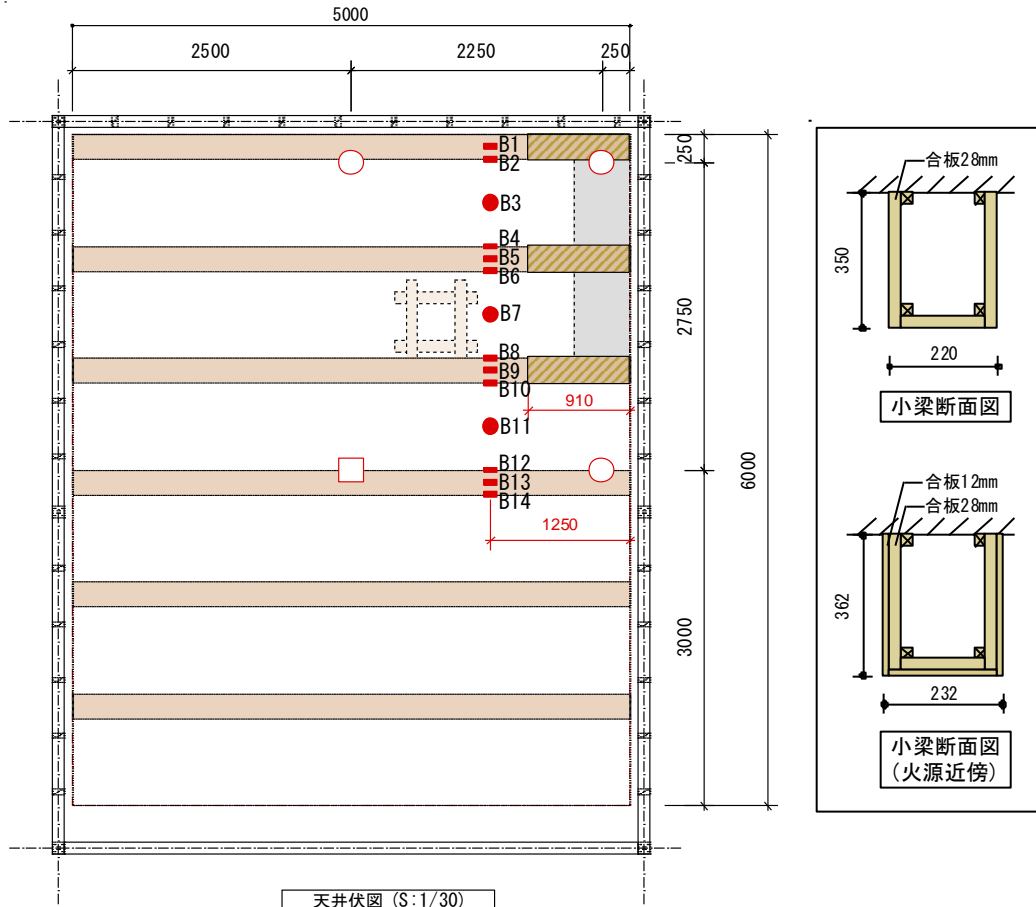
プロパンガスバーナー

■ 実験条件

※図は開口形状のイメージ

不燃壁区画 (LPG100kW→500kW)		木質壁区画 (LPG100kW →300kW)	
[垂れ壁あり]	[垂れ壁なし]		
2-2	6-2	8	
3-2	5-2	9	
4-2	7-2	11	

試験体区画と小梁ありの仕様(天井伏図)



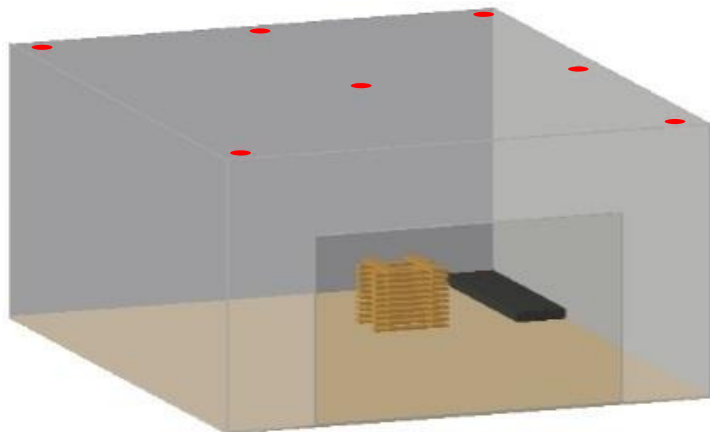
- 室面積は、 30m^2 , 40m^2 。
- 大規模木造では、小梁を設けると、その総表面積は、天井全体とあまり変わらなくなる。
- 実験では、小梁を、1mおきに配置。

不燃区画実験

開口仕様と煙層温度(20分)の関係

煙層温度は、垂れ壁が深いと顕著に上昇し、開口が大きくなるに従い、垂れ壁の有無の影響は小さくなる。

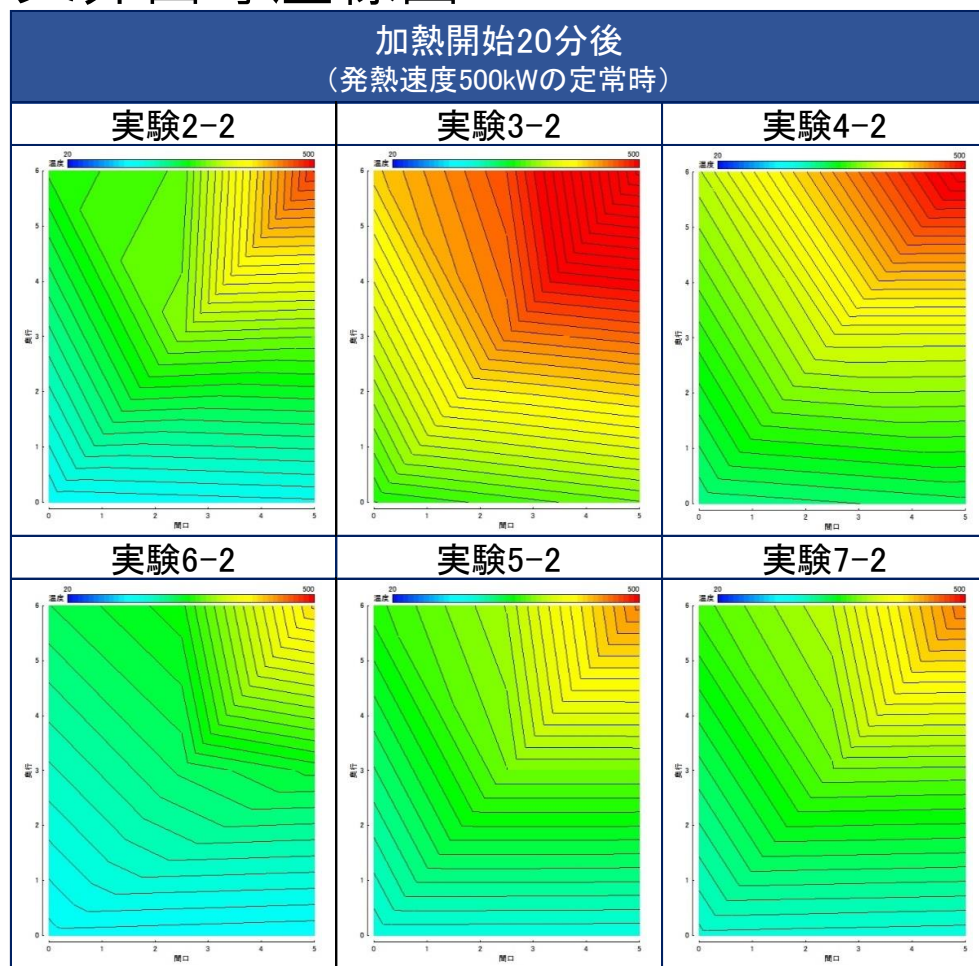
天井面の温度測定点



開口形状のイメージ

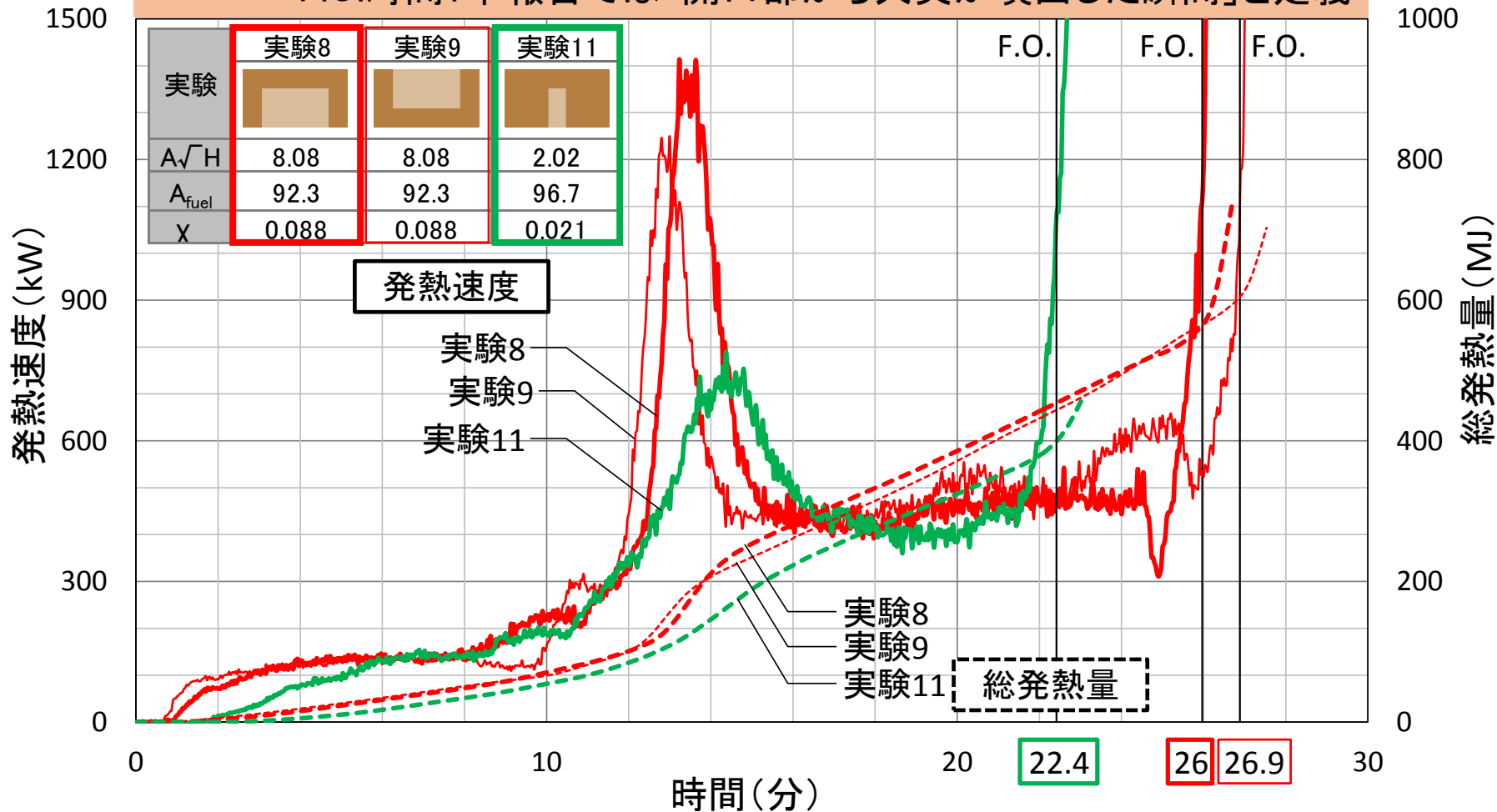


天井面等温線図



木質壁における開口部の影響

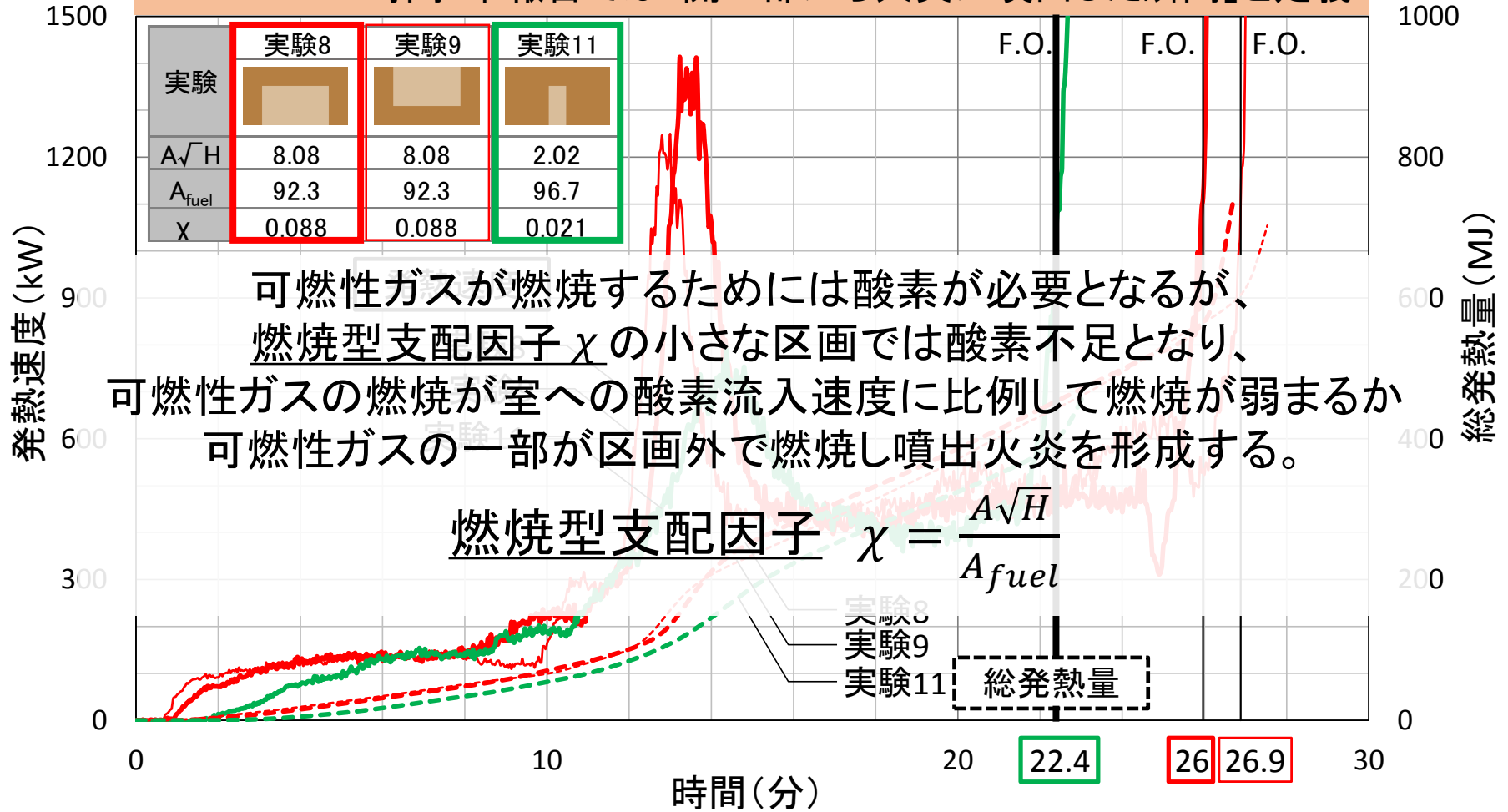
F.O.時間: 本報告では「開口部から火炎が噴出した瞬間」と定義



木質壁における開口部の影響

- ・ 燃焼型支配因子 χ が小さいほど、F.O.時間が早い
- ・ 燃焼型支配因子 χ が同等の場合、垂れ壁がある方がF.O.時間が早い

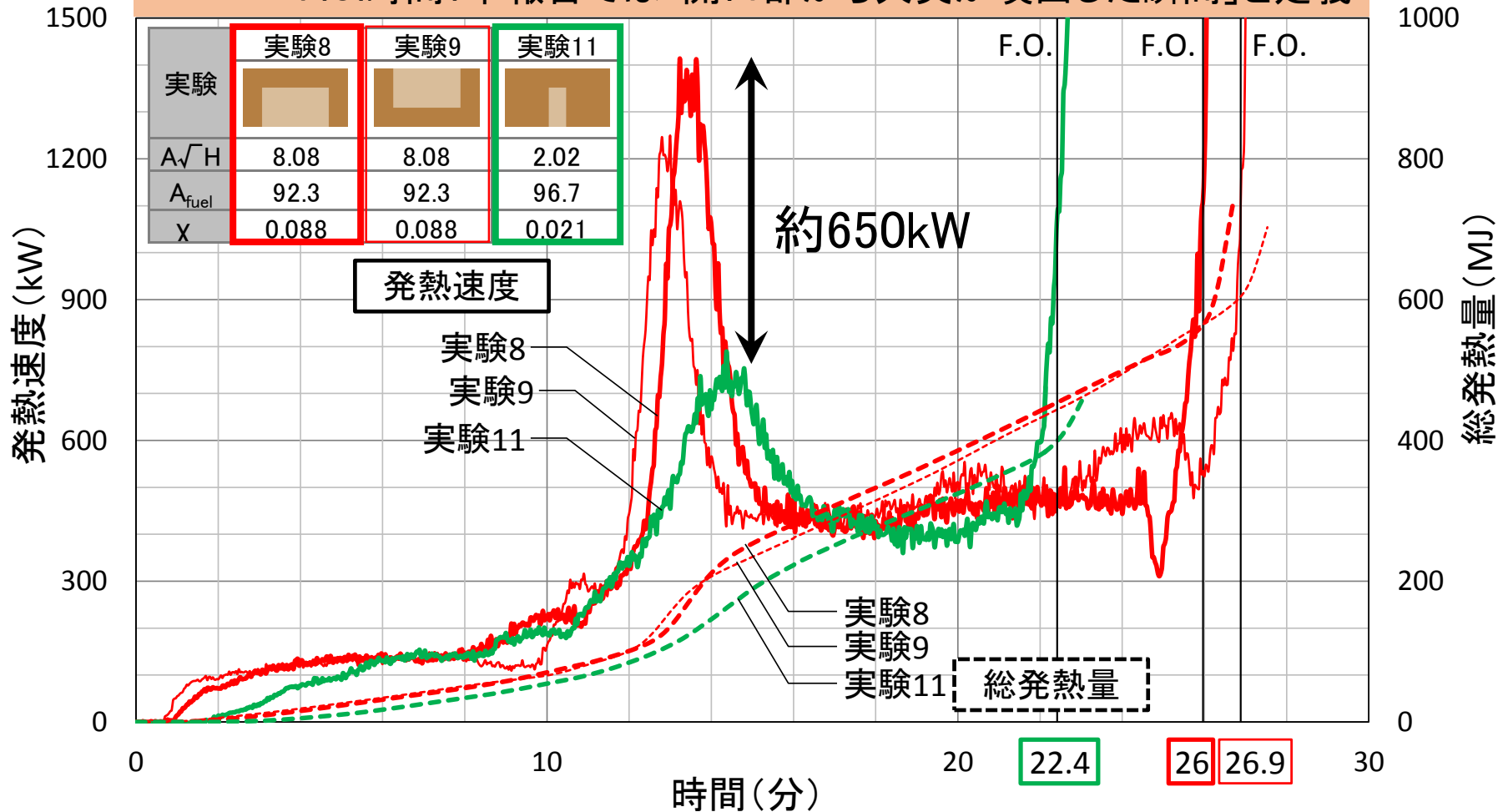
F.O.時間: 本報告では「開口部から火炎が噴出した瞬間」と定義



木質壁における開口部の影響

燃焼型支型因子 χ が小さいと、
区画内が酸素不足になり酸素流入速度に比例して燃焼が弱まる

F.O.時間: 本報告では「開口部から火炎が噴出した瞬間」と定義



(口)内装の部分的な防火性能制御による 火災成長の抑制に関する実験的検討 —まとめ

- 煙層温度は、垂れ壁が深いと顕著に上昇し、開口が大きくなるに従い、垂れ壁の有無の影響は小さくなる。
- 燃焼型支配因子 A_VH/A_{fuel} (換気量と可燃ガス発生速度の比)が小さいと、フラッシュオーバー(FO)が早くなる傾向がある。
- 燃焼型支配因子 A_VH/A_{fuel} が同じなら、垂れ壁がある方がFO時間が早くなる。
- 木造壁・不燃天井とした場合、居室面積 30m^2 での点火からFOまでの時間は、本実験の火源等の条件では、約21分-26分となった。
- 1m間隔で小梁を露出させると、FOまでの時間は、約8分短くなり、教室のように規模の大きい空間では、小梁の露出の有無が火災拡大性状に影響を及ぼし易いと考えられる。
- 一方、寝室規模のルームコーナー試験よりもFO時間が長くなったことで、天井不燃化が大規模居室では避難安全上、効果が大きいことも明らかになった。

(ハ)延焼防止に関する実験的検討

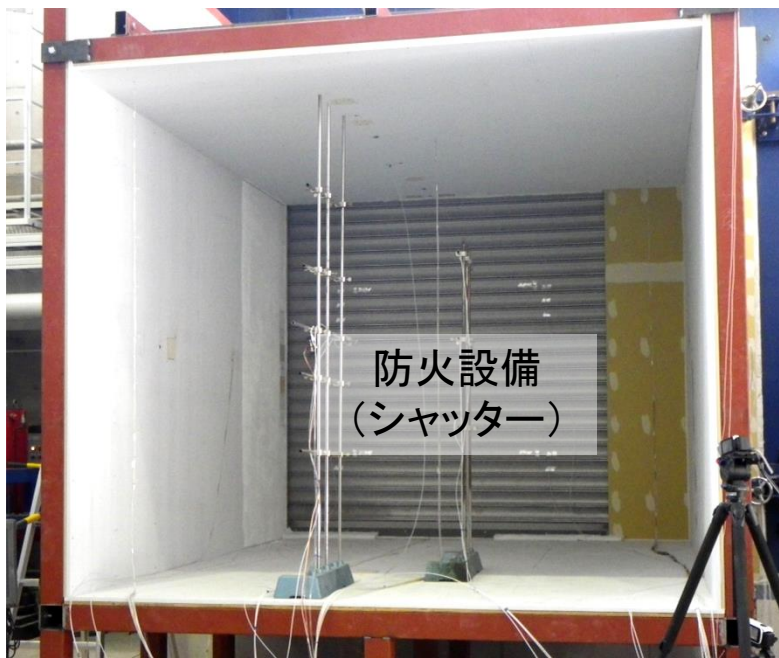


木3学・本実験後の防火壁
防火扉を非火災側から見る

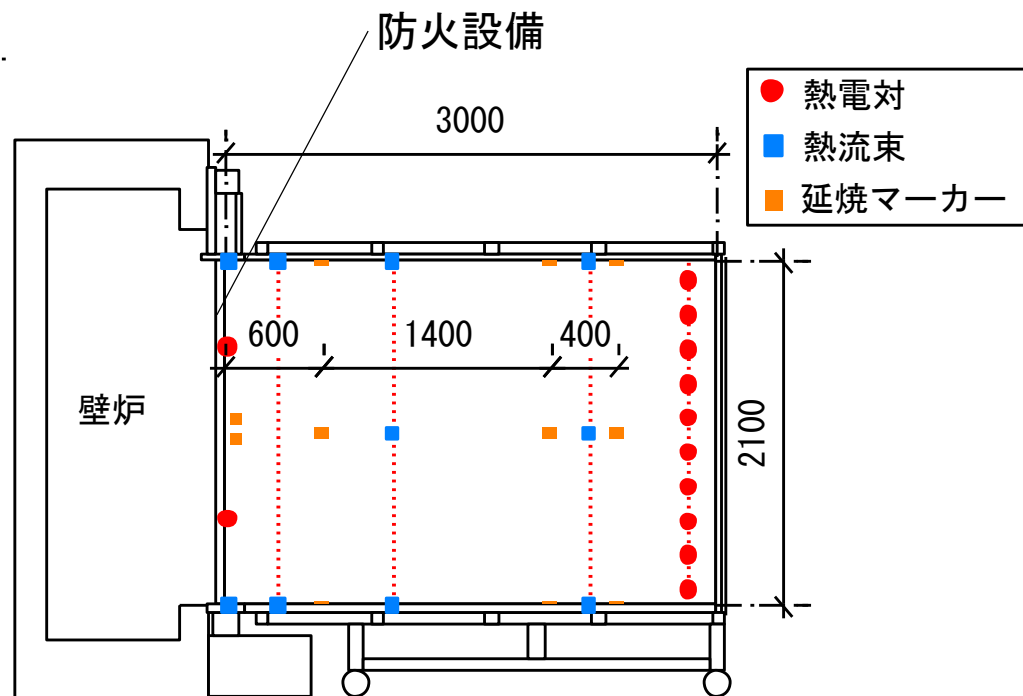
- 防火設備には遮熱性が要求されていない。このため、火災加熱を受けると、裏面温度が上昇し、温度によっては、放射熱で内装等を着火させる可能性がある。
- 防火壁に設けられる防火設備を通じ、出火側で燃焼が続く間(火災継続予測時間)、防火設備裏面からの放射熱により、延焼するに至らない条件を実験的に検証する。

実験装置

防火設備を設置した壁炉に、非火災室を想定した実験装置を配置。
壁炉をISO834加熱曲線に準拠し、90分間加熱。
非火災室の輻射、温度を測定。



実験装置写真



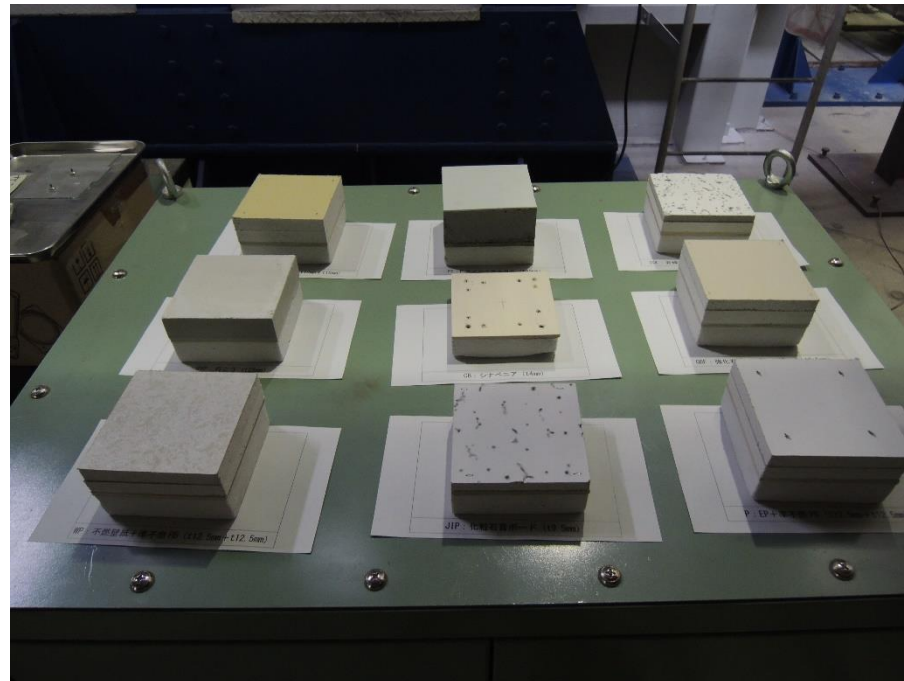
実験装置概略図

実験仕様条件

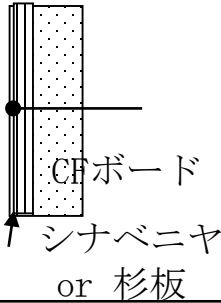
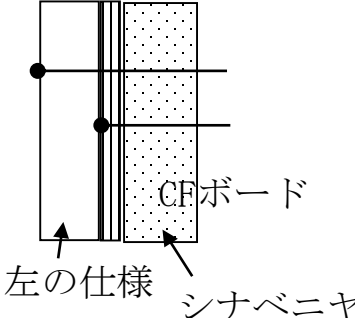
仕様	防火設備種類	寸法(mm)	室の天井高さ(mm)	延焼マーカの樹種
No.1	シャッター (鉄板1枚)	W1990×H2100	2100+560	シナベニア(t=4mm)
No.2		W1990×H2100	2100	
No.3	扉(鉄板2枚)	W1990×H2100		
No.4	シャッター	W633×H700	スギ(t=15mm)	
No.5	(鉄板1枚)	W1990×H2100		

着火マーカ-

- ①木仕上げ: 木仕上げ可能な範囲の把握
- ②内装仕様+木下地: 内装に制限のかかる範囲の仕様の拡張可能性の検討



着火マーカの仕様

目的	名称	設置部位	防火設備を設置した壁からの水平距離	内装の仕様	断面	
①	CV-C-600	天井	600mm	No.1~4:シナベニヤ(t4mm) ※最も着火しやすい内装材として選定 シナベニヤ or 杉板 No.5:杉板(t15mm)		
	CV-C-2000		2,000mm			
	CV-C-2400		2,400mm			
	CV-WS-600	壁(北)	600mm			
	CV-WN-2000	壁(南)	2,000mm			
	CV-F-600	床	600mm			
	CV-F-2000		2,000mm			
	CV-F-2400		2,400mm			
②	SOL-C-50	天井	50	岩綿吸音板(t9)+PB12.5		
	JIP-C-50			化粧石膏ボードt9.5		
	GBF-C-50			強化石膏ボードt12.5+15		
	GBR-C-50			普通石膏ボードt15+15		
	P-W-50			壁(南)		準不燃 PB(t12.5+12.5)+EP
	PW-W-50					準不燃PB(t12.5+12.5)+ 準不燃壁紙(QM-0803)
	GBF-W-50			強化石膏ボードt12.5+15		
	GBR-W-50			普通石膏ボードt15+15		
	PT-F-50	床		Pタイル(t2; 東リ・マチコV)+モルタル40mm		
	GTP-F-50			石膏25mm(SLプラスター)		
	GBF-F-50			強化石膏ボードt12.5+15		
	GBR-F-50			普通石膏ボードt15+15		

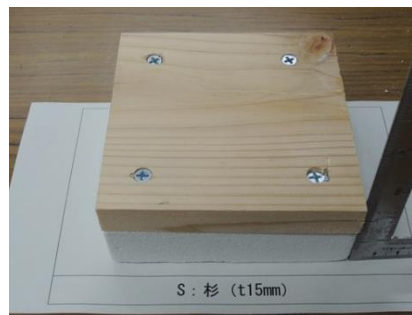
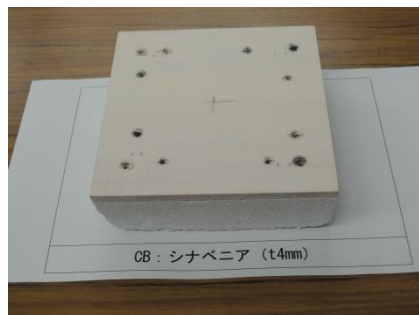
測定項目

着火マーカ (100mm角) (木仕上げ)	8か所(熱電対8点:木仕上げ表面) 天井、床 L=600, 2000, 2400 mm 壁 L=600(北壁), 2000 mm (南壁)
着火マーカ (100mm角) (無機系等仕上げ+木下地)	12か所(内装表面・木下地表面) 天井、床 L=50 mm × 4 壁 L=50 mm × 4
熱流束	15か所 天井 L=50, 300, 1050, 1700, 2150 mm 壁(南,北)L=50, 1050, 2150 mm(H1050mm) 床 L=50, 1050, 2150 mm 正面 L= 2150 mm(H1050mm)
防火設備非加熱面温度	4点(ディスク熱電対)
熱電対ツリー	33点(中央:Cの3か所 × 各10点、200mm間隔 + 中央の一部は放射シールド付3点)
模型箱の表面・裏面温度	3か所(熱電対6点) 天井、北壁、床:L=1050 (熱流計と同位置)

防火設備裏面側での内装の着火の有無

木片による延焼マーカとその配置

マーカー 名称	設置位置	仕上げ材仕様	
		名称	詳細
木仕上げ マーカー	天井面L=600mm	C-600	シナベニヤ(t=4mm) or スギ(t=15mm)
	L=2000mm	C-2000	
	L=2400mm	C-2400	
	壁面L=600mm	WN-600	
	L=2000mm	WS-2000	
	床面L=600mm	F-600	
	L=2000mm	F-2000	
L=2400mm	F-2400		



木仕上げマーカー

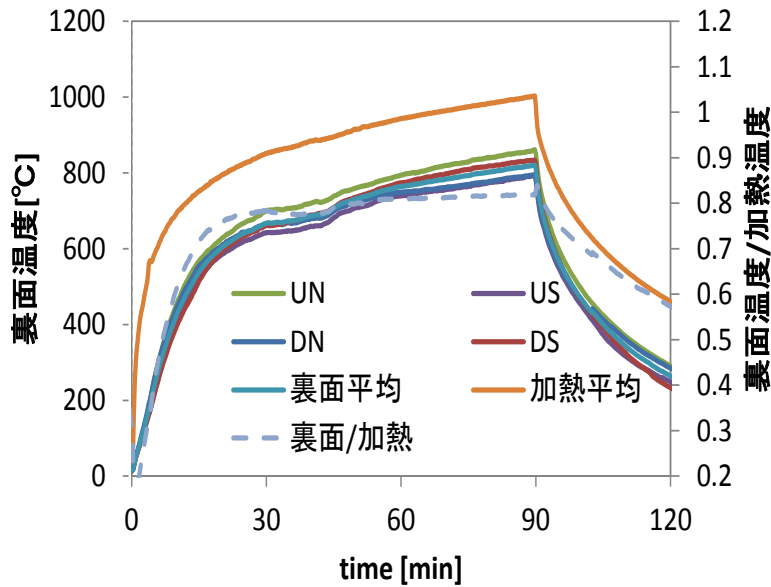
延焼の恐れのある範囲(現行基準)

火災継続予測時間	防火設備からの水平距離
60分以下	\sqrt{A}
本実験による値	2000mm
90分以下	$1.2\sqrt{A}$
本実験による値	2400mm

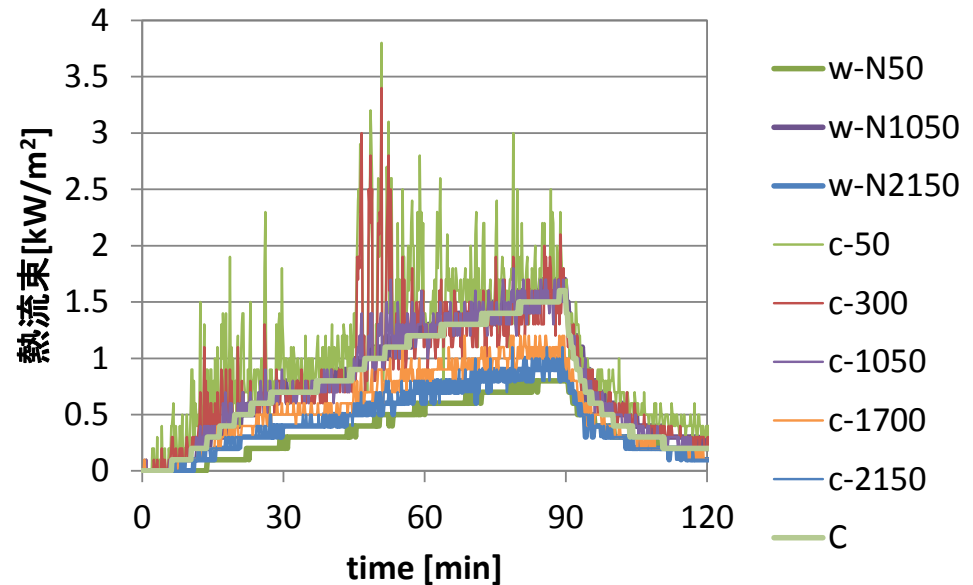
発炎の有無、木仕上げ表面温度測定

→妥当性の評価

防火設備裏面温度と入射熱流束の測定例(実験4, 防火シャッター)

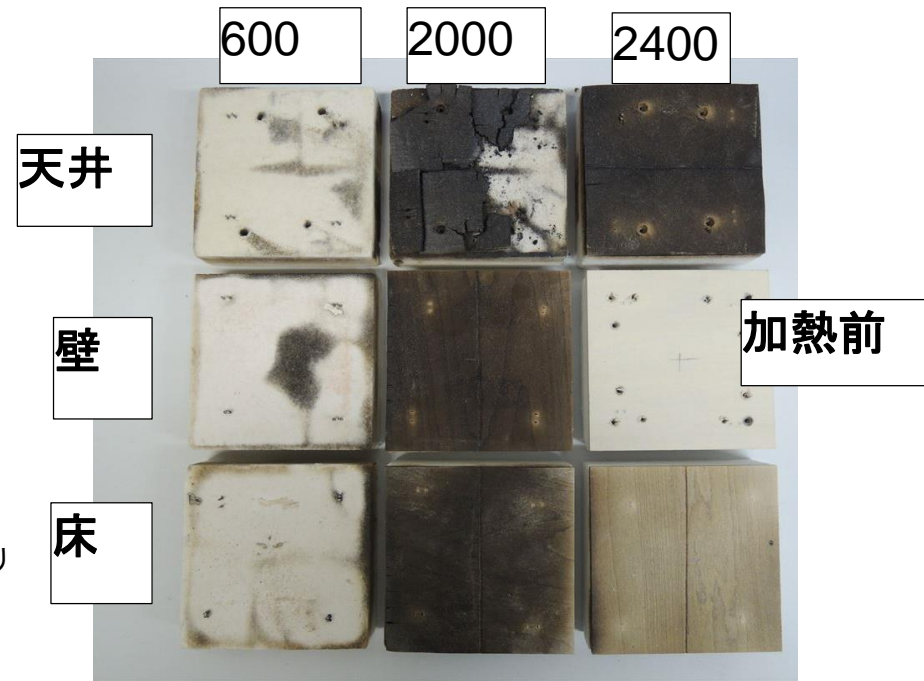
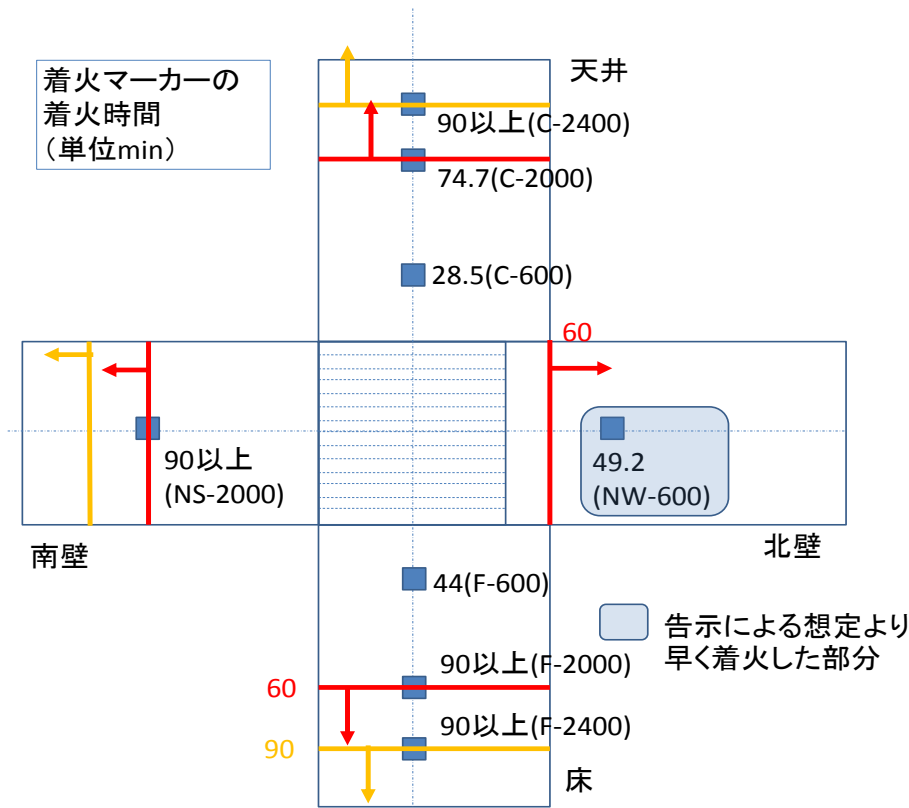


防火設備 裏面温度



天井面・壁面の入射熱流束

着火マーカーの配置と実験終了後の状況(実験2)



実験装置展開図
(中央が防火設備のある壁)

実験結果 【延焼の恐れのある範囲】

木仕上げマーカ-の発炎時間とその時点の入射熱流束(算出値)

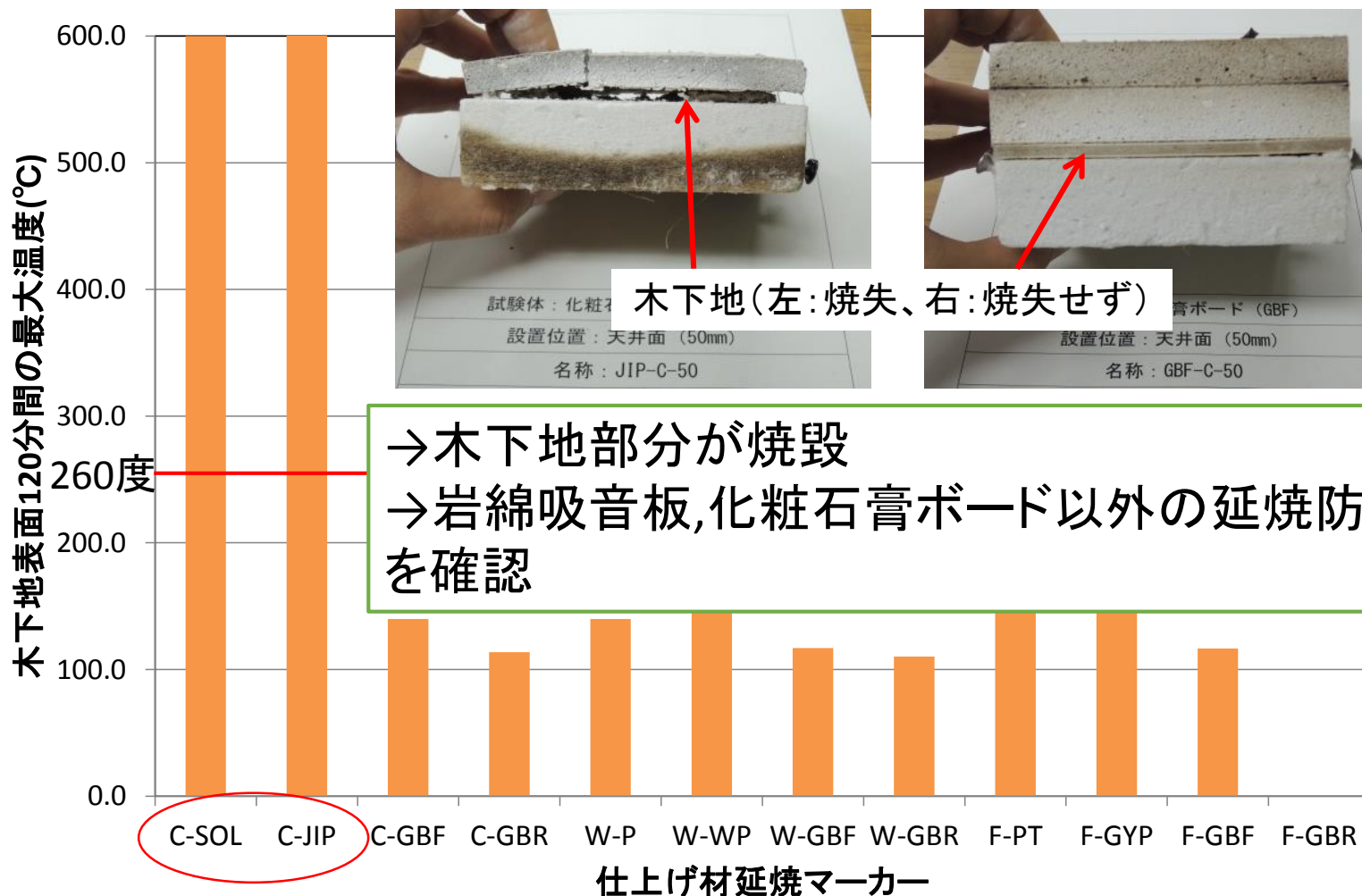
名称	延焼した時点の入射熱流束(kW/m ²)				
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5
C-600	11.9 (62.0分)	12.0 (28.0分)	11.8 (56.7分)		13.5 (32.0分)
C-2000		10.1 (74.7分)			9.7 (66.5分)
C-2400					10.0 (86.0分)
WN-600	13.3 (62.5分)	14.9 (49.2分)	10.8 (66.0分)		13.5 (42.5分)
F-600	17.2 (64.0分)	17.3 (44.0分)	13.1 (64.7分)		19.2 (55.0分)
F-2000					9.8 (66.0分)

*網掛け部分は、告示の基準より早く発炎したものの

推定入射熱10kW/m²でも着火したケースがある。入射熱の時系列も考慮した検討が必要であろう。

仕上げ・下地の制限範囲に使用できる材料の検討

NO.5: マーカーへの加熱が最も厳しい



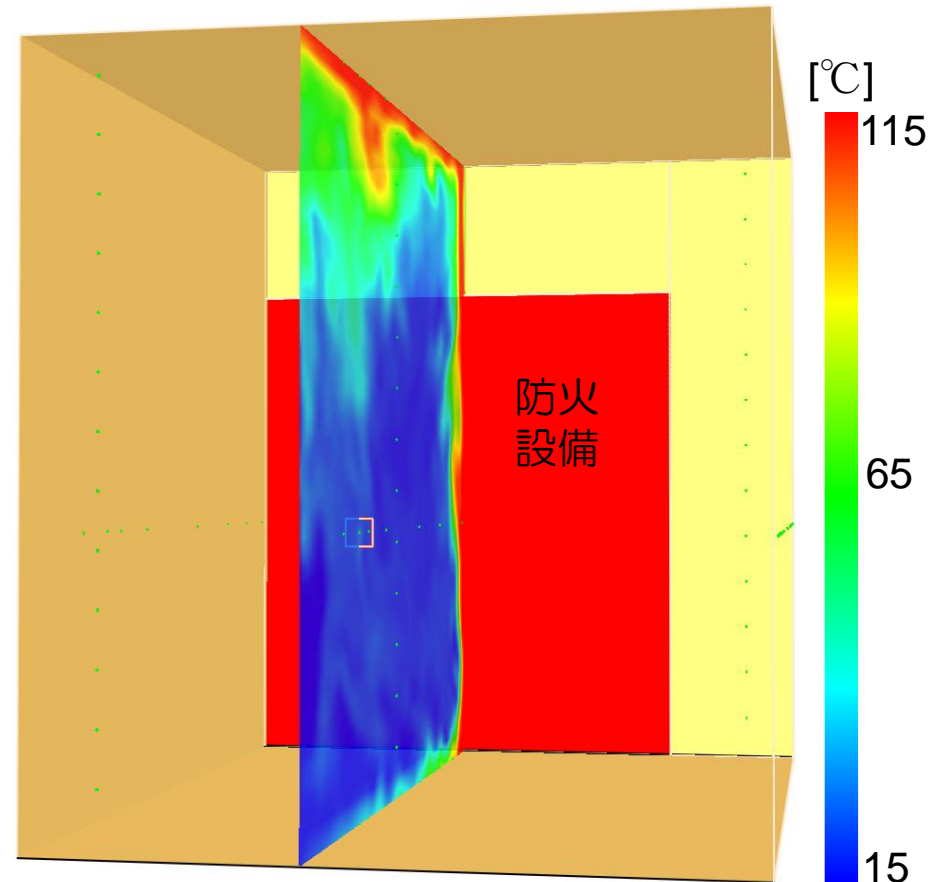
仕上材マーカー木下地表面温度(120分間最大値)

CFDによる内装入射熱の予測・再現

実験装置寸法, 周壁仕様, 防火設備の非加熱面温度を再現



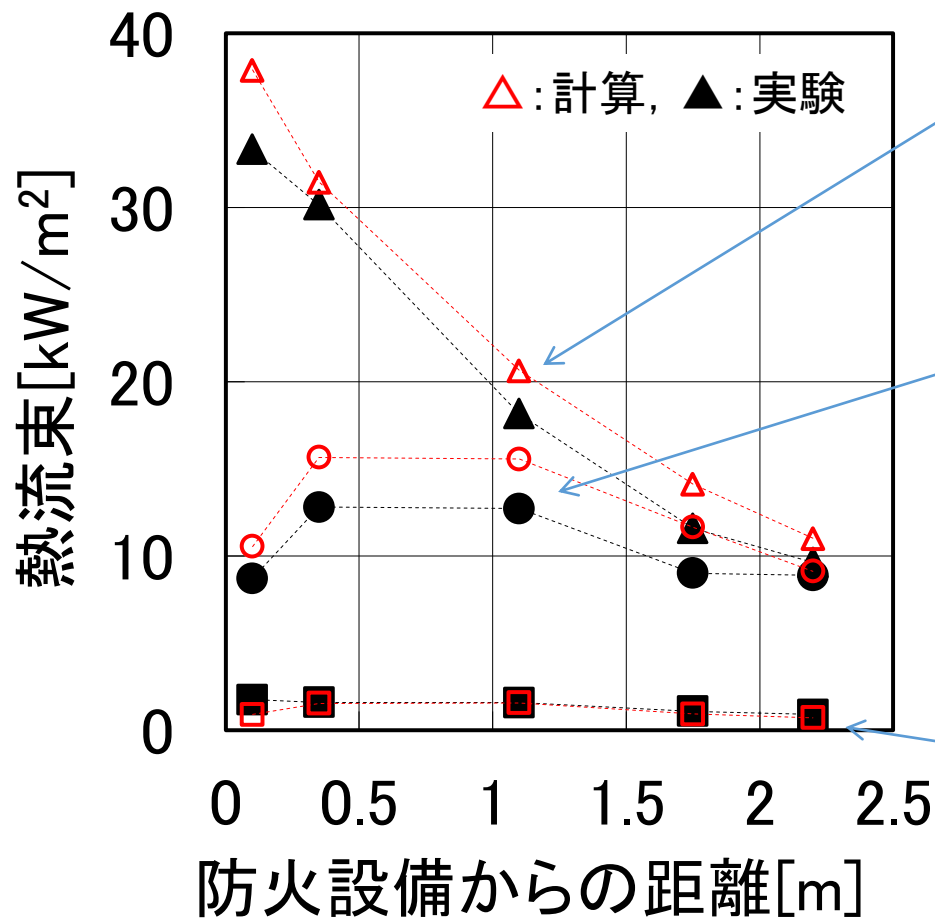
実験装置



空間モデル (加熱90分後)

天井面での熱流束実測値と計算値の比較

防火設備の大きさ, 非火災室の形状
が異なる3条件全てで熱流束値が
概ね一致した。



実験2



実験1



実験4



(ハ)延焼防止に関する実験的検討 —まとめ

- 火災継続予測時間の加熱に対して、防火設備非加熱側の内装等について、以下の結果を得た。
- 火災継続予測時間までの防火シャッター・防火扉の温度データを得た。
- 「仕上げ・下地に制限がかからない範囲」でも、木材に発炎を生じたケースがある。
- 「仕上げ・下地に制限がかかる範囲」で、延焼のおそれがないと考えられる材料のメニューを増やすことができた。
- 防火設備非加熱面から内装表面等への放射加熱については、防火設備非加熱面温度から計算可能であることを示した。