カプセルホテルの火災安全

2021 年 7 月

NPO 法人　日本防火技術者協会

目　　次

1. カプセルホテルの歴史と現状

1.1 歴史 …… 1-1
1.2 施設数推移 …… 1-2
1.3 カプセルホテルの事例 …… 1-3
1.4 カプセルホテルの立地 …… 1-6
1.5 火災事例 …… 1-7

2. 法規制、行政指導の実態

2.1 旅館業法 …… 2-1
2.2 建築基準法 …… 2-2
2.3 消防法 …… 2-8

3. カプセルの燃焼実験
3.1 目的 …… 3-1
3.2 試験日時・場所 …… 3-1
3.3 実験概要
3.3.1 試験体 …… 3-2
3.3.2 実験条件 …… 3-2
3.3.3 実験方法の概要 …… 3-4
3.4.実験結果
3.4.1 試験体 1 …… 3-7
3.4.2 試験体 2 …… 3-17
3.5 考察
3.5.1 F.O の発生時間について …… 3-22
3.5.2 F.O の発生限界発熱速度の予測 …… 3-24
3.5.3 開口部近傍の温度について …… 3-25
3.5.4 火炎形状について …… 3-26
3.5.5 試験体内温度について …… 3-27
3.5.6 裏面温度について …… 3-28
3.6 FDS による解析
3.6.1 解析条件 …… 3-29
3.6.2 シミュレーション結果 …… 3-31
3.6.3 試験結果と比較 …… 3-35
3.6.4 ユニットの材質を不燃性にした場合 …… 3-38
3.7 まとめ …… 3-40

4. カプセルホテル設計のガイドライン　　「安心して泊まれるカプセルホテル」

4.1 増加するカプセルホテル
4.1.1 カプセルホテルとは…… 4-1
4.1.2 カプセルホテルの施設構成…… 4-1
4.2 カプセルホテルの火災安全の問題点
4.2.1 大部屋に多数を収容する施設としての課題…… 4-4
4.2.2 可燃物が多く火災拡大が早い…… 4-4
4.2.3 十分な避難施設が設置されていない問題 …… 4-5
4.2.4 スプリンクラーが設置されていない場合も多い …… 4-6
4.2.5 火災情報が伝わらない …… 4-6
4.3. 火災安全に配慮したカプセルホテル
4.3.1 テナント入居、建物新築にあたり：特に階段、避難バルコニーの配置 … 4-7
4.3.2 プラン計画 …… 4-10
4.3.3 避難施設・防災設備の工夫 …… 4-11
4.3.4 カプセルの火災安全上の配慮 …… 4-16
4.3.5 スタッフによる防災対応のための配慮・工夫 …… 4-18
4.3.6 スタッフから宿泊者に対する防災上の注意点の説明 …… 4-19
4.3.7 更なる対策の可能性 …… 4-21

はじめに

カプセルホテルは日本で発案された宿泊施設の形式で、大部屋に多数のカプセル状の宿泊ユニットが集積するのがその特徴である。

1980 年頃から高度成長を背景に、経済的な料金で泊まれる宿として全国で 500 店舗程度まで増加したが、いわゆるバブル経済の崩壊を機に 200 店舗程度まで数を減らした。その後 2000 年初めころからは、今まではあまり利用されなかった女性、外国人、若者などを対象に取り込み、意匠性や快適性も付加した新しいタイプのカプセルホテルが作られるようになり再び増加傾向にある。建設される場所も都心だけでなく、地方都市やリゾートまで拡がりを見せている。

カプセルホテルは、建築構造や管理運営の面からも、また多くの場合テナントとして既存ビルに入居される形で設置されることなどにより火災安全上の懸念される事項が多い。

本ガイドラインではそうした懸念事項を少しでも解決する具体的方策について検討し、提案することを目的として作成された。

第 1 章はカプセルホテルの歴史と現状、第 2 章で法規制、行政指導の実態をまとめている。

第 3 章はカプセルユニットの燃焼実験を実施して得られた知見をまとめている。

最後の第 4 章冒頭では、前 3 章で得られた知見を踏まえて、カプセルホテルの火災安全の問題点とその解決のための方策をまとめている。なお、第 4 章の前半ではこの章単独でもガイドラインとして成り立つよう、第 1 章から第 3 章の内容を要約して記載している。

このガイドラインは日本防火技術者協会に設置されたワーキンググループのメンバーにより作成されたものである。

カプセルホテルの火災安全に関する検討ワーキンググループメンバー

主査	福井　潔	一級建築士事務所 ADF
委員	大豆生田 顕	東京消防庁
	菊地 真史	明野設備研究所
	北堀 純	明野設備研究所
	小林 恭一	東京理科大学
	関澤　愛	東京理科大学
	土屋 伸一	明野設備研究所
	高橋　太	消防試験研究センター
	中島 秀男	明野設備研究所
	野竹 宏彰	清水建設
	堀田博文	防災コンサルタンツ
	松山 賢	東京理科大学
	峯岸 良和	竹中工務店

1. カプセルホテルの歴史と現状

日本の宿泊施設には、「ホテル」、「ホステル」、「旅館」、「ビジネスホテル」、「カプセルホテル」、「ペンション」、「民宿」、「宿坊」など様々なタイプの宿がある。これらの中でカプセルホテルは、工業技術を生かして安い宿泊費ながら必要な機能を提供する宿泊施設として独自の発展を遂げてきた。この章では、カプセルホテルが誕生してから今日に至る歴史と、その中で起こった火災事例などについて振り返ってみる。

1.1 歴史

カプセルホテルが誕生するきっかけとなった建築といわれているのが建築家黒川紀章の代表作、中銀カプセルタワービル（なかぎんカプセルタワービル：東京都中央区銀座 8-16-10）と言われている。この建物は、世界で初めて実用化されたカプセル型の集合住宅（マンション）で、1972 年（昭和 47 年）に竣工した。黒川の初期の代表作であると共に、社会や技術の変化を経て成長していく都市をイメージした建築運動であるメタボリズムの代表的な作品である。

写真 1
中銀カプセルタワーの外観
ユニット内観

出典
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%B8%AD%E9%8A%80%E3%82%AB%E3%83%97%E3%82%BB%E3%83%AB%E3%82%BF%E3%83%AF%E3%83%BC%E3%83%93%E3%83%AB

世界初のカプセルホテルは大阪の東梅田にある「カプセル・イン大阪」である。1979 年 2 月 1 日に誕生した。https://www.homes.co.jp/cont/press/rent/rent_00472/によると廊下の両側にスリープカプセルが上下 2 段に並んでいる。（**写真 2**）2 階へ登るステップは、寝台列車を参考にしたものといわれている。一つの宿泊ユニット大きさは、奥行き 190 センチ、幅 90 センチ、高さ 90 センチ。潜り込むようにして内部に横たわると、目の前にテレビが位置する。右側のコントロールパネルからは、照明やテレビ、ラジオ、時計などの操作が可能となっている。

その後カプセルホテルは、主として高度成長期の男性サラリーマンの激務をサポートする施設としてバブル経済期まで順調に増加し、経済絶頂期には全国で 500 店舗程度までに増加した。しかしその後は不景気とともに衰退し、全国で 200 店舗程度まで減少した。

2000 年代初めから従来の男性対象の施設とは別に女性、外国人、若者をターゲットとしたカプセルホテルが作られ再び増加傾向となる。これらの施設は従来のものに比べて、ユニットの大きさや

付帯設備が充実していて、安価でありながら一定の快適性を提供するもので、現在全国で 300 店舗程度の施設がある。こうした施設の代表的存在としてナインアワーズやファーストキャビンがある。立地も従来のタイプが都心部に限られていたのに対して、地方都市やリゾートにも拡がりを見せている。また、ビジネスホテル内にカプセルを併設する施設もある。

写真 2　カプセル・イン大阪の内部の様子　（上記 URL より引用）

1.2 施設数推移

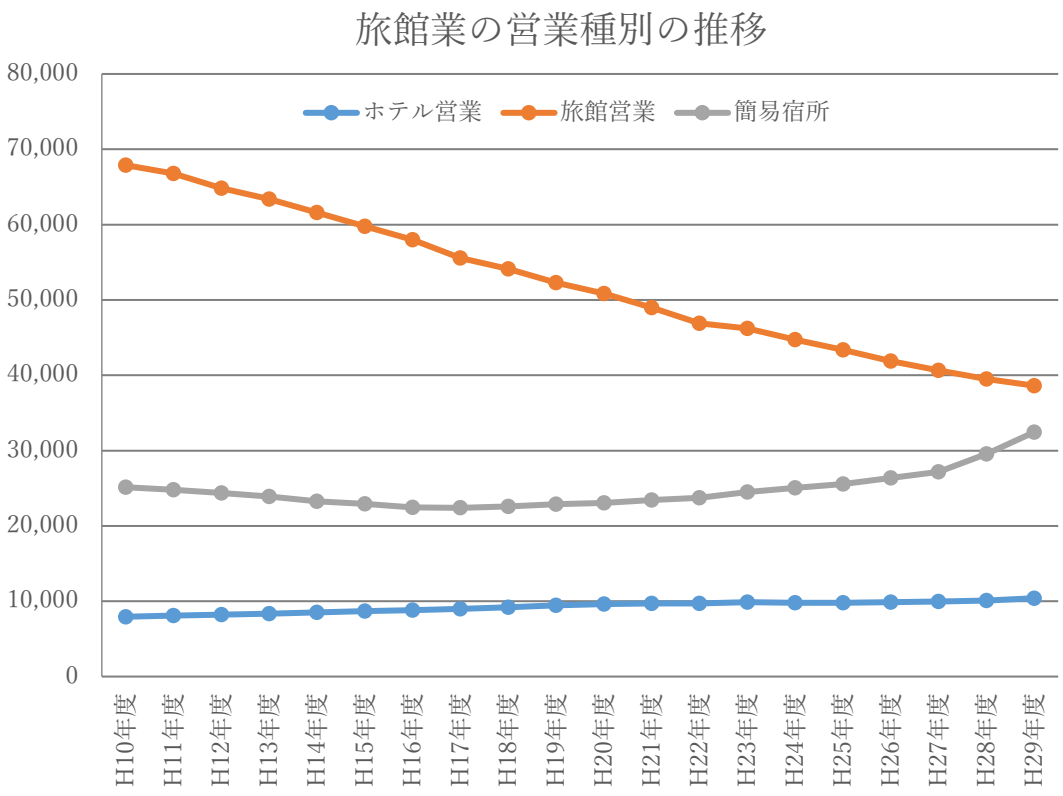


表 1　タイプ別宿泊施設の平成期における推移（厚生労働省　旅館業のページより）

前述したとおり、1979 年に誕生したカプセルホテルは 1980 年代に店舗数を増やし最大 500 店舗まで数を増やすが、その後景気停滞とともに 200 店舗まで減少する。2000 年代からは新たな需要の開拓に伴い再び数を増やし現在 300 店舗（客室数ベースで 3 万 2000 超）を超え増加傾向は続いている。この増加の背景には、安価で合理的な宿泊施設を求める外国人観光客の来日数の増加というのも一因である。**表 1** のタイプ別宿泊施設の平成期における推移をみても、カプセルホテルを含めた簡易宿泊施設数の伸びが顕著であることが見て取れる。2017 年以降でもその傾向は続いており、例えば東京都心のカプセルホテルでいえば、2017 年から 2019 年 8 月までで概ね 2 割ほど増えている。

ただし、新型コロナウイルメスの影響による国内外の旅行需要の激減に伴い、カプセルホテルの今後については不透明感が強くなっている。

1.3 カプセルホテルの事例

(1) シンプルタイプ

豪華な温浴施設など持たずシャワーなどにとどめ（法令上の要請で浴槽を有するケースもある）、スタイリッシュにしてシンプルな利用を想定。

シャワーのみの使用、1 時間からの仮眠などにも対応。

(2) ハイクラスタイプ

サウナなどの充実した温浴施設を併設

付帯施設、グルメといった付加価値を追求する。

写真 3 シンプルタイプ、ハイクラスタイプの客室例

出典

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%AB%E3%83%97%E3%82%BB%E3%83%AB%E3%83%9B%E3%83%86%E3%83%AB#/media/%E3%83%95%E3%82%A1

(3) ホテルタイプ

キャビンタイプを代表とするプライベート空間を充実。

ファーストキャビン、ナインアワーズなどが代表的なオペレーター

写真 4 ホテルタイプの客室例　　出典 https://first-cabin.jp/cabin/

(4)　ハイブリッドタイプ

(1) と (3) を併設。

(5) カプセルホテルの施設構成例

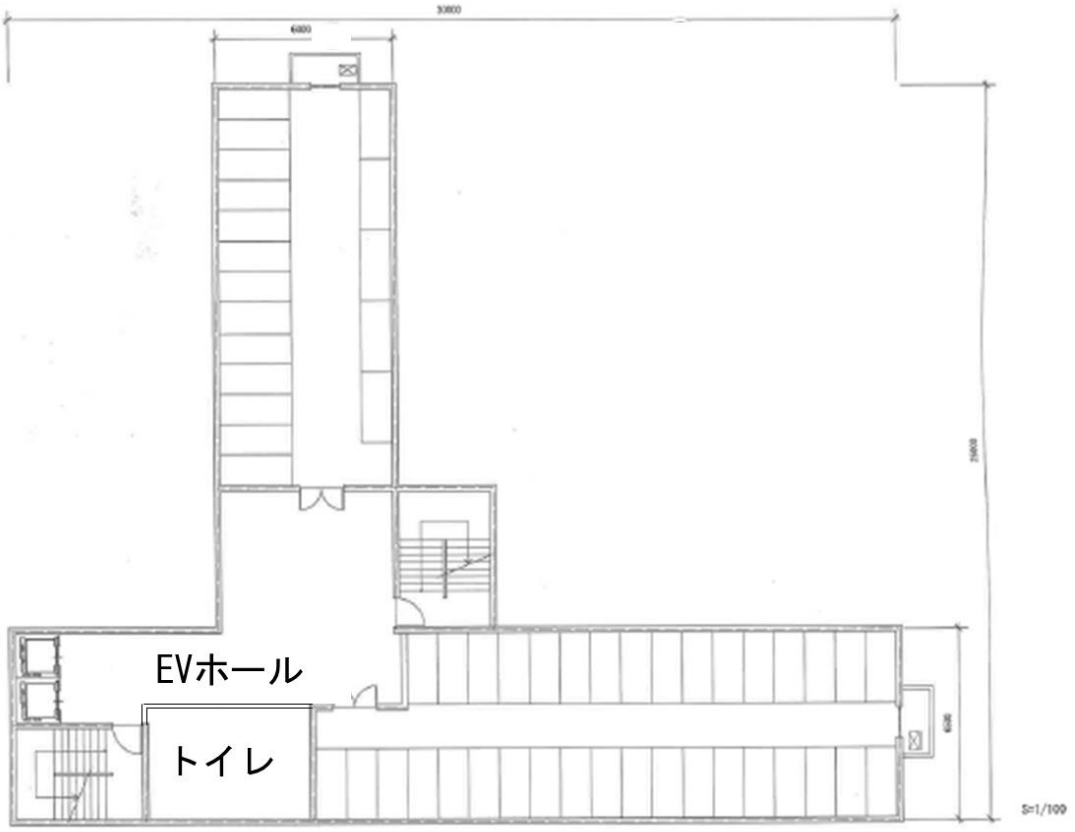


図１　専用建物の例

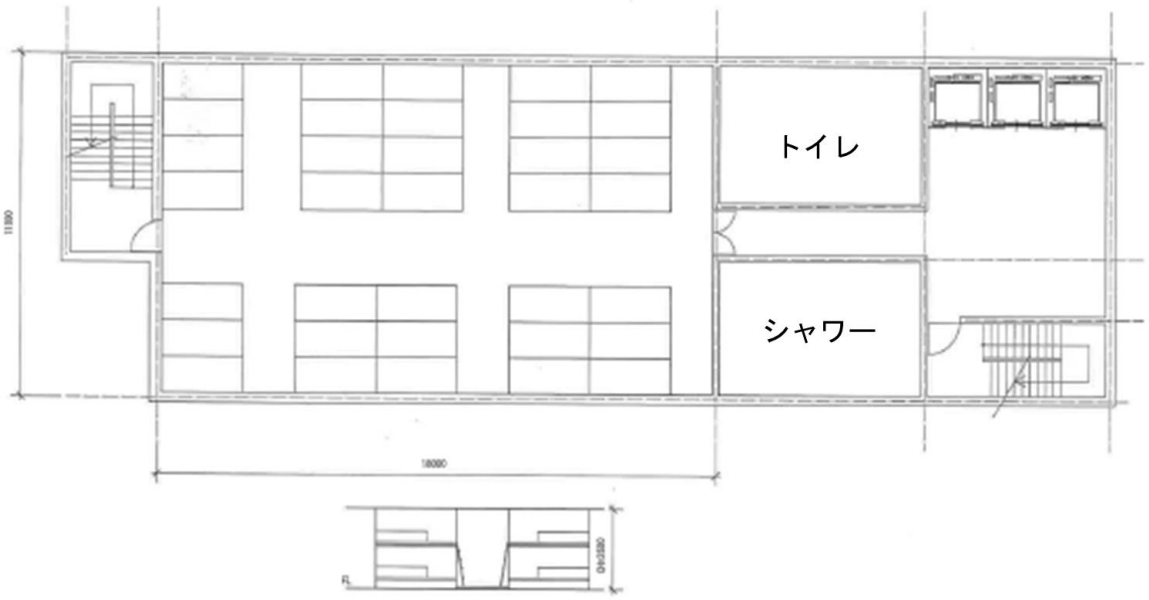


図２　テナント入居の例

1.4 カプセルホテルの立地

カプセルホテルは、都市型、観光地型、空港型に大別される。従来は都市型が中心だったが、外国人観光客の増加に伴い、観光地型、空港型が増えている。

インターネットサイトを中心にした日本における施設数の割合は以下の通りで、東京に全体の約1/3が立地している。

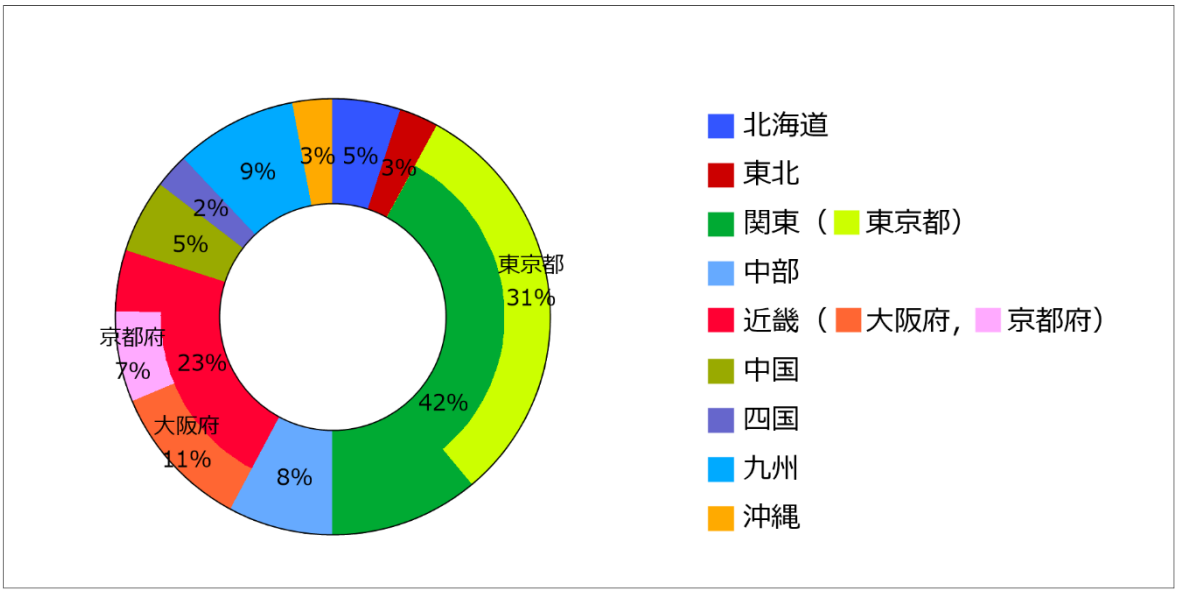


図3　カプセルホテル施設数の地方別割合　（https://www.tour.ne.jp/　2019年調べ）

1.5 火災事例

カプセルホテルに関連する火災事例を 3 例示す。

(1)東京歌舞伎町カプセルホテル火災

1988（S63）年 10 月 9 日（日）の未明（午前 4 時 20 分頃）に東京都新宿区歌舞伎町 1 丁目のカプセルホテル「グリーンプラザ新宿」(2016（H28）年 12 月閉店）の 2 階の故障中のトイレで火災が発生し、トイレの一部を燃やしただけで、間もなく消し止められた。発煙を警備員が発見し、2 階から 4 階がカプセルホテルに煙が充満し、館内放送で避難を呼びかけ、非常階段から 900 人以上が避難した。けが人はなかった。当時 947 人の利用客がいたと報道されている。

建物の構成は、地下 2 階から地上 1 階が飲食店、2 階から 4 階がカプセルホテルで、男性専用の 663 室があった。5 階から 10 階がサウナや風呂であった。

（10 月 10 日付読売新聞東京 14 版朝刊記事を引用）

受付は 4 階で、客はロッカーに荷物を入れてから 2 段式ベッドに寝るシステムであった。

当時は、日経平均株価が最高値を記録する前年にあたりバブル経済の最盛期であり、火災発生時は満室であったが、非常階段により避難し、けが人が発生しない事例であった。

(2)カプセルホテルの客室内でマットレスに放火された火災

2014 年 7 月 17 時ごろ、耐火構造地上 8 階建ての 4 階カプセル式客室から出火し、マットレス等が焼損した。出火原因は、宿泊していた男性による放火とされている。

（出典：東京消防庁「平成 27 年版火災の実態」平成 27 年 9 月発行、p. 267）

出火時のホテル従業員の対応の状況について、「平成 27 年版火災の実態」には次のように記述されている。

「ホテル従業員が 4 階事務室で事務をしていたところ、自動火災報知設備の鳴動音を聞き事務室の監視モニターを見ると、廊下に煙が漂っているのを発見し、同僚に通報を依頼しました。煙を確認した従業員は煙の出ている場所へ向かうとカプセル内のマットレスから炎が上がっているのを発見しました。火災を発見した従業員は、洗面所に行き水差しに水をくみ出火室へ向かい水差しの水で消火した。

通報は、初期消火を行った従業員から連絡を受けた上司が、携帯電話で 119 番通報した。」

写真 5　客室の内部

写真 6　マットレスの焼損状況

(3) 類似施設での火災事例

川崎の簡易宿泊所の火災

17 日午前 2 時 10 分ごろ、川崎市川崎区日進町の木造 3 階建て簡易宿泊所「吉田屋」から出火。隣接する木造 3 階建ての簡易宿泊所「よしの」にも燃え移り、2 棟の計約１千平方メートルが全焼し、5 人が死亡、19 人が重軽傷を負った。宿泊客とみられる 8 人前後と連絡が取れておらず、神奈川県警は安否の確認を進める。宿泊名簿には「吉田屋」に 44 人、「よしの」に 30 人の名前が記載されており、3 階から飛び降りて逃げる人も相次いだ。　川崎消防局調査結果 11 名死亡報告 [2)]

いずれの建物も 1～3 階に部屋があったが、川崎市には「2 階建て」と届けていた。建築基準法や市条例は、3 階建て以上の建物を宿泊施設として利用する場合は耐火建築物にすることを義務づけており、市は利用実態を確認する。

市消防局は昨夏、両施設に定期の立ち入り検査を実施。消火器や警報器が備えられ、問題なしと判断した。届け出された規模だと、スプリンクラーの設置義務はないという。

現場はＪＲ川崎駅から南に約 900 メートルの住宅街で、高層マンションや簡易宿泊所などが混在する地域。消防車など 30 台が出動し、約 17 時間後に鎮火した。

簡易宿泊所はかつて、京浜工業地帯の労働者でにぎわったが、いまは単身で高齢の生活保護受給者が大勢暮らす。「吉田屋」には 1～3 階に 3 畳ほどの部屋がずらりと並び、トイレや風呂は共同だという。

（2015 年 5 月 17 日 20 時 26 分　朝日新聞記事引用）

（参考資料）
1）消防庁：川崎市簡易宿泊所火災（第 11 報）、2015 年 5 月 26 日
2）川崎市消防局：川崎市日進町簡易宿泊所火災原因調査結果について、消防科学と情報
2016 年　No.126（秋季）P47-P55

2. 法規制、行政指導の実態

カプセルホテルは、その始まりが 1980 年頃で、比較的新しいビルディングタイプである。これが日本の法規制の中でどのように位置づけられ、どのような問題があるかをこの章では検討する。

2.1 旅館業法

旅館業法では、宿泊施設をホテル、旅館、簡易宿所、下宿の 4 つに分類しており、カプセルホテルはこの中の簡易宿所に該当する。簡易宿所は宿泊する場所を多数人で共用する構造及び設備を設けてする営業形態である。上記 4 分類の概要は次のとおりである。

(1)ホテル営業

洋式の構造及び設備を主とする施設を設けてする営業である。

(2)旅館営業

和式の構造及び設備を主とする施設を設けてする営業である。いわゆる駅前旅館、温泉旅館、観光旅館の他、割烹旅館が含まれる。民宿も該当することがある。

(3)簡易宿所営業

宿泊する場所を多数人で共用する構造及び設備を設けてする営業である。例えばベッドハウス、山小屋、スキー小屋、ユースホステルの他カプセルホテルが該当する。

(4)下宿営業

1 カ月以上の期間を単位として宿泊させる営業である。

（上記分類は厚生労働省ホームページによる）

https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei04/03.html)

旅館業法では、簡易宿所営業の構造設備の基準として下記のように定められている。

・客室数：規制なし

・客室床面積：延床面積 33 ㎡以上（宿泊者数を 10 人未満とする場合には、3.3 ㎡に当該宿泊者の数を乗じて得た面積以上）

・玄関帳場（フロント）の設置：規制なし（国の法令上の規制はないが、条例で基準化しているケースがあり）

・入浴設備：当該施設に近接して公衆浴場がある等入浴に支障をきたさないと認められる場合を除き、宿泊者の需要を満たすことができる適当な規模の入浴設備を有すること

・換気等：適当な換気、採光、照明、防湿及び排水の設備を有すること

・その他：都道府県（保健所を設置する市又は特別区にあっては、市又は特別区）が条例で定める構造設備の基準に適合すること

旅館業法簡易宿所営業の許可を受けるには、許可申請を受ける施設が上記条件を満たしている必要がある。

2.2 建築基準法

建築基準法上カプセルホテルはホテル、旅館と同じ用途区分として扱われる。
建築できる用途地域としては、第一種及び第二種住居地域、準住居地域、近隣商業地域、商業地域、準工業地域である。

建築準法では防火上の規制は主に建物の規模や階数によって決められるので、カプセルホテルを設置しようとする場合にも、建物の規模や階数によって防火上の構造、仕様、設備が決まってくる。主な防火上の規定は以下の通り。近年古くなった住宅等の放置が社会問題化し、2 階以下、200 ㎡以下の戸建住宅の改修で旅館、ホテルへ用途変更する場合、防火規定も適用を緩和する法改正が行われ、下表にはそれも含んでいる。

	ホテル・旅館	
		（2階・200㎡未満）
界壁・間仕切壁 （法第26条、令第114条）	○ 準耐火構造とし、小屋裏又は天井裏に達する ※ スプリンクラー設備を設置した場合、住宅用防災警報器を設置等した場合について緩和。	○ 準耐火構造とし、小屋裏又は天井裏に達する （戸建住宅は適用なし） ※ スプリンクラー設備を設置した場合、住宅用防災警報器を設置等した場合について緩和。
用途による耐火建築物等要求 （法第27条）	① 3階建以上の場合 ② 2階の部分の床面積※の合計が300㎡以上の場合	○ 適用なし
廊下の幅 （法第35条、令第119条）	○ 居室の床面積※の合計が200㎡を超える階の場合 (1) 中廊下→1.6m以上 (2) 片廊下→1.2m以上	○ 適用なし
居室から直通階段までの距離 （法第35条、令第120条）	① 主要構造部が準耐火構造又は不燃材料の場合、50m以下 ② その他の場合、30m以下	○ ほぼ適用なし
2以上の直通階段 （法第35条、令第121条）	① 主要構造部が準耐火構造又は不燃材料の場合、宿泊室の床面積の合計が200㎡超の階 ② その他の場合は、宿泊室の床面積の合計が100㎡超の階	○ ほぼ適用なし
避難階段の設置 （法第35条、令第122条）	○ 5階以上の階	○ 適用なし
排煙設備の設置 （法第35条、令第126条の2）	○ 延べ面積500㎡超	○ 適用なし
非常用照明装置の設置 （法第35条、令第126条の4）	① 居室 ② 避難経路 ※ 避難階の居室等で、屋外への出口に至る歩行距離が30m以下（避難階の直上階・直下階の場合は、20m以下）のものは対象外。	○ ほぼ適用なし
内装制限 （法第35条の2、令第128条の4、令第129条）	① 居室及び避難経路の内装仕上げを難燃材料等とする (1) 耐火建築物の場合 → 3階以上の床面積※が300㎡以上 (2) 準耐火建築物の場合 → 2階の床面積※が300㎡以上 (3) その他の場合 → 床面積※が200㎡以上 ※ 100㎡以内毎に防火区画されている場合は対象外。 ② 火気使用室の内装仕上げを準不燃材料とする （住宅の場合、最上階は適用除外）	○ 火気使用室の内装仕上げを準不燃材料とする （住宅の場合、最上階は適用除外）
屋内階段の寸法 （法第36条、令第23条）	○ 直上階の居室の床面積の合計が200㎡を超える場合等 (1) 階段及びその踊場の幅：120cm以上 (2) けあげ：20cm以下　踏面：24cm以上【勾配 40°】 ○ 上記以外の場合 (1) 階段及びその踊場の幅：75cm以上 (2) けあげ：22cm以下　踏面：21cm以上【勾配 46°】	(1) 階段及びその踊場の幅：75cm以上 (2) けあげ：22cm以下　踏面：21cm以上【勾配 46°】 （住宅内階段は けあげ：23cm以下 踏面：15cm以上【勾配 57°】）

赤字：「共同住宅」と「ホテル・旅館」で異なる基準
青字：「戸建住宅」と「ホテル・旅館（2階・200㎡未満）」で異なる基準
※：当該用途に供する部分の床面積

出典：国土交通省資料　https://www.mlit.go.jp/common/001111880.pdf

このように、カプセルホテルは建築基準法ではホテルや旅館と同様に扱われ、カプセルホテルに特化した防火上の規制はない。

しかしながら一部の自治体では、職員による行政指導の要領としてカプセルホテルの構造に応じた基準を定めている。

大阪市では、簡易宿所営業を営む施設を寝床寝台の構造に応じた行政指導の基準を定めており（大阪市、「簡易宿所指導基準」、大阪市建築基準法取扱要領 pp. 223-233）、この基準の中に、「カプセル型寝台」という区分がある。「カプセル型寝台」を「自立構造の箱型寝台の内部で就寝するものをいう。」と定義し、この区分の施設に対する防火及び防火避難上の指導事項として、次の基準を明記している。

・カプセルは不燃材料、準不燃材料又は難燃材料で造られていること。
・上段カプセルの底面は、客室床面から 1.5m 以下とすること。
・カプセルの出入口は幅 1.2m 以上の客室内通路に面していること。
・カプセルが 2 層となる場合、上段のカプセルを通路等で連結しないこと。
・客室には局部的な階段、吹き抜けを設けてはならない。

大阪市の「簡易宿所指導基準」には、建築基準法のほか旅館業法及び消防法に係る基準も含まれ、表形式でわかりやすく整理されている。次ページ以降にこの冒頭部分を転載する。

出典：大阪市建築基準法取扱要領（平成 28 年 4 月）

簡易宿所指導基準

都市計画局建築指導部
消防局予防部
健康局健康推進部

当基準は、建築基準法、消防法及び旅館業法を適用するにあたり、建築基準法別表第１（い）欄（2）項に掲げる用途（ホテル及び旅館に限る。）に供する建築物で、かつ、旅館業法第２条第４項に該当する「簡易宿所営業」を営む施設の構造設備等にかかる共通の取扱いを定めたものである。構造設備等にかかる規定の適用に当たっては、建築基準法、消防法及び旅館業法の規定によるほか、「２.寝所寝台の区分」に応じて、それぞれ次の基準によること。

1. 用語等の定義	
簡易宿所営業	宿泊する場所を多数人で共用する（客室を定員２名以上の追い込み式営業形態で使用する）構造及び設備を主とする施設を設け、宿泊料を受けて、人を宿泊させる営業をいう。
寝所（しんじょ）	就寝するための空間をいう。（当基準に適合する寝所は建築基準法における１の居室とみなさない。）
寝台（しんだい）	就寝するために布団等の寝具を敷設するための自立する構造の台(ベッド)をいう。
寝床（ねどこ）	就寝するために布団等の寝具を敷設する水平面の部分（寝台の寝具敷設部）をいう。
カーテン等	施錠装置がなく随時開閉することができる布製（防炎物品）のものをいう。
目隠し等	目隠しの効果のある棚などの家具をいい、ガラス等の透明なもので隔てとなるものを含む。
客室内通路	寝台の昇降部若しくは寝所の出入口から客室の出入り口までの経路をいう。
床面積（内） 床面積（芯）	壁内々で計測する有効面積をいう。 壁芯々で計測する面積をいう。（建築基準法上の面積算定による。）

2. 寝所寝台の区分 次に該当しないもの又は複数の区分に該当する場合は関係部局と協議すること。	
① ブース型寝所	寝所の周囲が目隠し等により囲われ一定のプライバシーが確保されて独立した部分を形成するものをいう。 ※1 建築物の部分と一体となった目隠し等は建築物の一部（壁）として扱う。 ※2 ブース内部に複数の寝台を設置する場合は、該当する寝台区分の基準を併せて適用する。 ※3 ブースの奥行又は幅が寝床の幅（短辺）に 30cm を加えた寸法に満たず、かつ、寝床が目隠しで覆われる寝所はカプセル型寝台の区分を適用する。
② カプセル型寝台	自立構造の箱型寝台の内部で就寝するものをいう。
③ 棚状寝所	寝床若しくはそれを支える支柱が建築物と一体で造り付けられ又は建築物の一部を利用して、棚状の寝床を形成するものをいう。（寝台を建築物に固定し棚状の寝床となるものを含む。） ※1 客室の床と別に設置する寝床は施設の床面積に算入しない。 ※2 寝床が上下に重なるものについての旅館業法上の取扱いは階層式寝台とする。
④ 階層式寝台	自立構造の寝台で寝床が上下に重なるものをいう。

3. 寝所寝台構造基準	① ブース型寝所	② カプセル型寝台	③ 棚状寝所	④ 階層式寝台	担当部局
1.開放性（客室への開放性）	・１面以上を随時開放することができ、出入りする部分はカーテン等で通路に有効に開放できること ・客室内通路に常時開放された開口部を設けること。当該開口部の有効面積はブース床面積の 1/7 以上とすること				健康局
	ブース壁面の上部で天井面から50cm以上下方までの部分が開放されていること。	カプセルの出入口はカーテン等で通路に有効に開放することができ、個人で施錠できない構造であること。	寝床の長辺の面が客室内通路に随時有効に開放することができること。	寝台の出入口以外の部分に目隠し等を設ける場合は、各寝所の上部 30cm 以上の部分が開放されていること。（カーテン等又は固定ガラリ（角度 45°以上、常開）で仕切られたものは開放されているものとみなす。）	都市計画局
2.寝所寝台の階層等		カプセルの積み重ねは２以下であること	寝床は２層以下であること	寝台は２層とすること	健康局
	ブースの階層は１であること。				都市計画局
3.寸法等		下段カプセルの底面の高さは、客室床面より 20cm 以上であること			健康局
		カプセル内の大きさは有効高さ１m 以上とすること	寝台の高さは次の通りとすること ・上段と下段の間隔は、おおむね１m以上であること （旅館業法施行令第１条第２項第２号） ・上記間隔は就寝部の有効高さとすること		
		配列は 10 連以内とし、10 連をこえて連続設置する場合は、通路（有効幅員 1.2m以上）または不燃材料で造られた壁を設けること。			都市計画局

(3.寝所寝台構造基準)					担当部局
	① ブース型寝所	② カプセル型寝台	③ 棚状寝所	④ 階層式寝台	
4.防火	目隠し等は不燃材料、準不燃材料又は難燃材料で造られていること。	・カプセルは不燃材料、準不燃材料又は難燃材料で造られていること。 ・上段カプセルの底面は客室床面から1.5m以下とすること。	建築基準法の内装制限が適用される部分と一体となる寝台の部分は、同法の規制対象とみなす。		都市計画局
	寝所に自動火災報知設備の感知器を設置すること。ただし、客室の天井に設けられた感知器により有効に感知できる場合は、この限りでない	カプセル内に自動火災報知設備の感知器を設置すること(出入りする部分が常時開放されているものを除く)	寝所に自動火災報知設備の感知器を設置すること。ただし、客室の天井に設けられた感知器により有効に感知できる場合は、この限りでない		消防局
	スプリンクラー設備が法令により設置されるものであって、寝所が散水障害となる場合は、寝所にもスプリンクラーヘッドを設けること	スプリンクラー設備が法令により設置されるものにあっては、カプセル内にもスプリンクラーヘッドを設けること	スプリンクラー設備が法令により設置されるものであって、寝所が散水障害となる場合は、寝所にもスプリンクラーヘッドを設けること		
5.安全衛生		カプセル内には機械換気装置を設置すること。(換気回数は1時間あたり5回以上とすること。)			都市計画局
		カプセル内に棚、机等の設備を設けないこと。ただし、壁面に設ける簡易なものはこの限りでない。	寝所には棚、机等の設備を設けないこと。ただし、壁面に設ける簡易なものはこの限りでない。	寝台に棚、机等の設備を設けないこと。	
	寝所内での喫煙を禁止する				消防局
	寝所内に避難経路図を掲示すること				
		上段のカプセルはカプセルごとに安全に昇降でき、かつ、転落を防止するための適当な措置を講じた固定式はしご(タラップ)が設けられていること	上段の寝台は転落を防止するための設備を有すること (大阪市旅館業法の施行等に関する条例第4条第3号ア) 上段の寝台への昇降のための堅ろうな階段又ははしごを有すること (大阪市旅館業法の施行等に関する条例第4条第3号イ)		健康局

<table>
<tr><th colspan="5">4.　客室基準</th><th>担当部局</th></tr>
<tr><th></th><th>① ブース型寝所</th><th>② カプセル型寝台</th><th>③ 棚状寝所</th><th>④ 階層式寝台</th><th></th></tr>
<tr><td rowspan="3">1.防火避難</td><td>ブース出入口は片面配置の場合は幅 90cm、両面配置の場合は幅 1.2m 以上の客室内通路に面していること。</td><td>カプセルの出入口は幅 1.2m以上の客室内通路に面していること。</td><td></td><td></td><td rowspan="2">都市計画局</td></tr>
<tr><td></td><td>カプセルが２層となる場合、上段のカプセルを通路等で連結しないこと。</td><td>寝床が２層となる場合、上段の寝床を通路等で連結しないこと。</td><td>上段の寝台を通路等で連結しないこと。</td></tr>
<tr><td colspan="4">客室には局部的な階段、吹抜を設けてはならない。</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">客室内に避難経路図を掲示すること</td><td>消防局</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2.環境衛生</td><td colspan="4">客室には採光上有効な窓が設けられていること。また、出入口は宿泊者が自由に開閉できる構造であること
（大阪市旅館業法の施行等に関する条例第４条第２号（同条例第３条第１号ア及びイ））</td><td>健康局</td></tr>
<tr><td colspan="4">客室には換気のための窓を設け、その換気に有効な部分の面積は、当該客室の床面積(㎡)に対して 1/20 以上とすること。ただし、換気設備を設けた場合はこの限りでない。</td><td>都市計画局</td></tr>
</table>

2.3 消防法

消防法上、カプセルホテルは建築基準法と同じくホテル、旅館と同じ防火対象物の区分とされている。（消防法施行令別表第 1）

⑸　イ　旅館・ホテル・宿泊所（簡易宿所・カプセルホテル・無料宿泊所など）・その他これらに類する施設

したがって消防法上でも基本的にはホテル、旅館と同等の規制を受けることになっている。下記にホテル、旅館の消防法による防火規制の概要を示す。

設備等の名称	主な設置基準
消火器	延べ面積１５０㎡以上，無窓階５０㎡以上 等
屋内消火栓設備	延べ面積７００㎡以上，無窓階１５０㎡以上 等
自動火災報知設備	すべての宿泊施設
漏電火災警報器	延べ面積１５０㎡以上
消防機関へ通報する火災報 知設備	延べ面積５００㎡以上
非常警報設備	収容人員２０人以上
避難器具	２階以上で収容人員３０人以上 等
誘導灯	すべての宿泊施設
防炎物品の使用	すべての宿泊施設（カーテン，じゅうたん等）
携行用電灯，避難経路図	すべての宿泊施設
防火管理者の選任	収容人員３０人以上

出典　京都市消防局の資料

https://www.city.kyoto.lg.jp/shobo/cmsfiles/contents/0000185/185126/kijun10.pdf

上記の表は、建物全体が防火対象物区分⑸イの建物の場合を想定しているが、カプセルホテルの場合、既存の建物のテナントとして建物の一部に入居するのが大半で、その場合は建物全体としての規制に従うことになる。例えば、スプリンクラー設備については建物の用途、階数、面積やその組み合わせで設置の要否が判断されるので、入居した建物全体としてスプリンクラーの設置の要否を判断する必要がある。

消防行政として、新しいビルディングタイプのカプセルホテルに対しては、ホテル、旅館同等として扱うのでは、防火上の安全性が担保できないという理由から、指導事項ではあるが各自治体の消防が安全対策の基準を示している。代表的な例として東京消防庁の予防事務審査・検査基準の消防同意事務審査要領の中に「カプセルホテルにかかる防火安全対策」が指導事項として示されている。

主な付加的な指導事項は以下のとおりである。

・カプセル型ベッドは、難燃材料、準難燃材料若しくはこれと同等以上の難燃性を有する材料で造られたものであること。

・宿泊室は、200 ㎡（スプリンクラー設備が設置されているものにあっては 400 ㎡）以内ごとに耐火構造若しくは防火構造とした壁で区画すること。
・宿泊室は、その出入口部分から 2 以上の異なった経路により地上若しくは避難階まで安全に避難できる場所に設けられていること。ただし、宿泊室の外気に面する部分にパノレコニー等が避難上有効に設けられているものにあってはこの限りでない。
・避難経路である廊下及び宿泊室内通路は、容易に避難できる形状とし、かつ、避難上支障のある段差等を生じさせないこと。
・宿泊室内の主たる避難通路は、当該宿泊室の出口に直通させること。
・カプセル型ベッドそれぞれに感知器を設けること（出入りする部分が常時開放されているものを除く）。
・スプリンクラー設備が法令により設置されるものにあっては、カプセル型ベッド内にもスプリンクラーヘッドを設けること。
・喫煙の管理を徹底すること。

これらの内容は、現在設置されているカプセルホテルにおいて満たされていない項目も多いが、これらは、カプセルホテルの火災安全性能向上に大きな役割を果たすと考えられる。

他の自治体の指導事項もおおむねこの内容と同等のものである。

以下に指導要綱の全文を示す。

出典：予防事務審査・検査基準Ⅰ　令和２年３月

第３　カプセルホテルに係る防火安全対策（本論は全て◆）

１　適用範囲

カプセル型ベッドを用い，人を宿泊させる宿泊所（政令別表第１(5)項イに該当するもの。以下「カプセルホテル」という。）に対し適用する。

２　指導の原則

この基準は関係法令で定める規定によるほか，カプセルホテルの特異性を踏まえ，出火防止，延焼拡大防止，避難の安全確保等を図るものである。

３　用語の定義

(1)　カプセル型ベッド
出入りする部分を除き就寝する空間の大部分が合成樹脂，金属その他の材料で覆われた箱型の寝台をいう。

(2)　宿泊室
カプセル型ベッドを有する室をいう。

４　収容人員の算定

従業者の数とカプセル型ベッドに収容する数とを合算したものとする。

５　出火防止対策に関する事項

(1)　火気使用設備・器具
宿泊室内では，火気使用設備・器具を使用しないこと。

(2)　寝具類の防炎化
寝具類は防炎製品を使用すること。

(3)　喫煙等
ア　宿泊室内は禁煙とし，カプセル型ベッド内及び宿泊室内の見やすい箇所に禁煙の表示をすること。
イ　宿泊室を有する階には，適当な位置に喫煙場所を設けてその旨を表示すること。

６　延焼拡大防止対策に関する事項

(1)　カプセル型ベッドの構造
カプセル型ベッドは，難燃材料，準難燃材料若しくはこれと同等以上の難燃性を有する材料で造られたものであること。

(2)　防火・防煙区画
ア　宿泊室は，200㎡（スプリンクラー設備が設置されているものにあっては400㎡）以内ごとに耐火構造若しくは防火構造とした壁で区画すること。
イ　前アの区画に設ける窓，出入口等の開口部には，常時閉鎖式防火設備若しくは随時閉鎖することができ、かつ，煙感知器の作動と連動して閉鎖する防火設備を設けること。
ウ　宿泊室は，上下階と耐火構造の床若しくは壁又は特定防火設備若しくは防火設備（閉鎖機構は前イによるものとする。）で区画された階に設けること。

(3)　宿泊室の内装
カプセルホテルの用途に供する部分の壁及び天井の室内に面する部分の仕上げを不燃材料若しくは準不燃材料とすること。

７　避難対策に関する事項

(1)　２方向避難

宿泊室は，その出入口部分から２以上の異なった経路により地上若しくは避難階まで安全に避難できる場所に設けられていること。ただし，宿泊室の外気に面する部分にバルコニー等が避難上有効に設けられているものにあってはこの限りでない。

(2)　宿泊室内通路の幅員

宿泊室内の主たる避難通路（別図－１，別図－２参照）は，幅1.2ｍ以上とすること。ただし，宿泊室の外気に面する部分にバルコニー等が避難上有効に設けられているものにあってはこの限りでない。

(3)　廊下及び通路の構造

ア　避難経路である廊下及び宿泊室内通路は，容易に避難できる形状とし，かつ，避難上支障のある段差等を生じさせないこと。

イ　宿泊室内の主たる避難通路は，当該宿泊室の出口に直通させること。

(4)　避難経路図の掲出

カプセル型ベッド内及びロビー，喫煙場所等の見やすい箇所に避難経路図を掲出すること。

８　消防用設備等に関する事項

(1)　自動火災報知設備

自動火災報知設備が法令により設置されるものにあっては，次によること。

ア　宿泊室に設ける感知器は煙感知器とし，宿泊室内の通路にあっては歩行距離15ｍにつき１個以上の煙感知器を設けること（別図－３，別図－４参照）。

イ　地区音響装置の音圧は，カプセル型ベッド内で60dB以上となるようにすること。

ウ　カプセル型ベッドそれぞれに感知器を設けること（出入りする部分が常時解放されているものを除く）。

(2)　スプリンクラー設備

スプリンクラー設備が法令により設置されるものにあっては，カプセル型ベッド内にもスプリンクラーヘッドを設けること。

９　防火管理に関する事項

(1)　喫煙管理

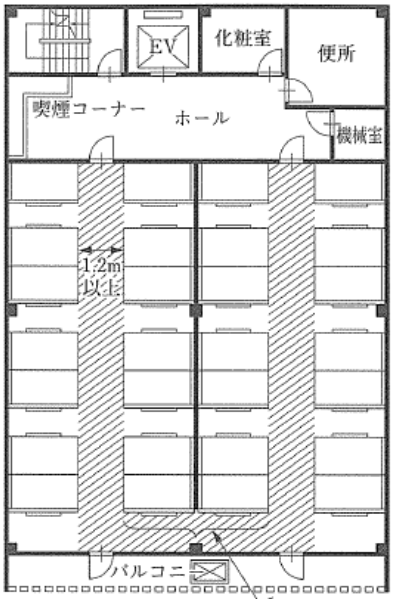
喫煙の管理を徹底すること。

(2)　防火管理体制

火災時の避難誘導が適切に実施できるための必要な複数以上の者による防火管理体制を確保すること。

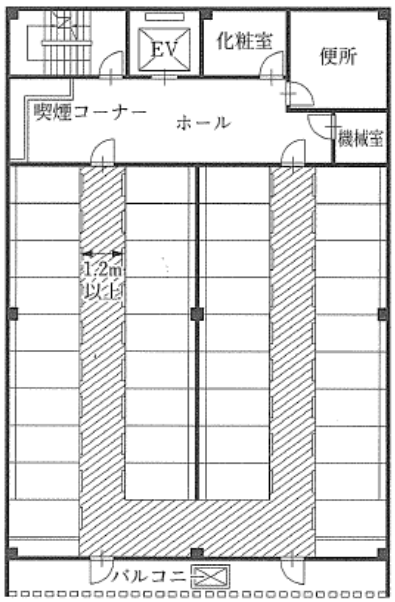
(3)　宿泊者の把握

宿泊状況が容易に確認できる措置を講じること。



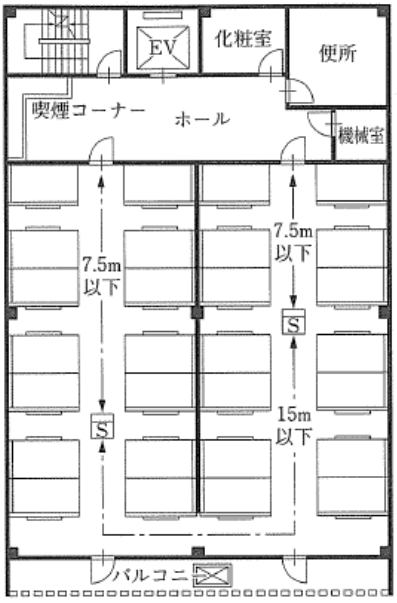
平 面 図

別図－１　宿泊室内の主たる避難経路（斜線部分）の設置例
（ベッドの反対側に出入口を有するもの）

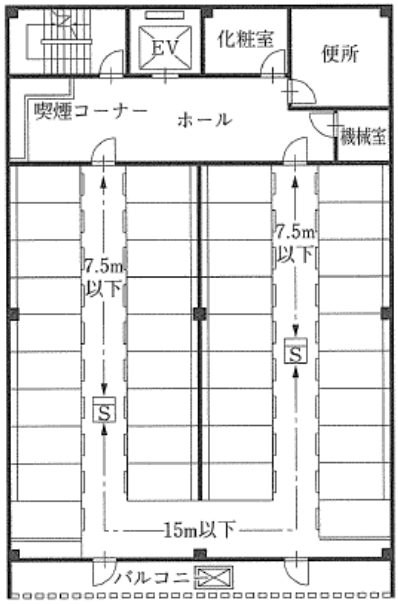


平 面 図

別図－２　宿泊室内の主たる避難経路（斜線部分）の設置例
（ベッドの短辺側に出入口を有するもの）



別図－３　宿泊室内の感知器の設置例
（ベッドの長辺側に出入口を有するもの）



別図－４　宿泊室内の感知器の設置例
（ベッドの長辺側に出入口を有するもの）

3. カプセルホテル燃焼実験

3.1 目的

近年、外国人観光客の増加やカプセルホテルの快適性の向上に伴い、カプセルホテルの利用が増加している。一方、カプセルホテルは複数のユニットが密に設置されていること、ユニットの材質は可燃性材料が使用されていること、就寝施設であることなどから、火災における潜在的な危険性が懸念される。また、カプセルホテルの燃焼性状に関する知見が少なく、また特殊な形状における火災性状を適切に把握することは火災安全設計を行なう上で重要となる。そこで、実大ユニットを用いた燃焼試験を行った。

3.2 試験日時・場所

燃焼実験は、茨城県つくば市にある独立行政法人　建築研究所　実大火災実験棟内にある 8mフード内で以下の日程で行った。

日時：2019 年 11 月 20 日（1 回目）
　　2019 年 11 月 22 日（2 回目）

写真　建築研究所（8mフード）

3.3 実験概要

3.3.1 試験体

試験体は、実際に使用されているカプセルホテルユニットをフード内で組み立てて設置をする。ユニットの各パーツは以下の通り。また、ユニット内の什器（マットレス等）は可能な限り再現をした。試験体はFRP製で、上下左右4つのパーツを合わせることで一つのユニットとなる。試験体側面には、横補剛材となる横桟（角木材）があり、あらかじめＦＲＰ樹脂吹き付けで固定されている。なお、試験後移動させるため、土台(木製ﾊﾟﾚｯﾄ＋石膏ﾎﾞｰﾄﾞ)の上に設置をした。

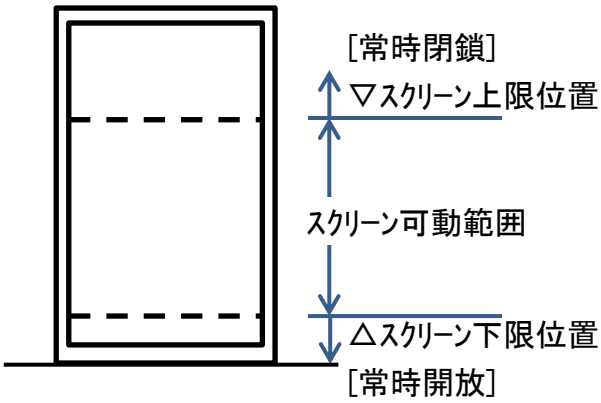
3.3.2 実験条件

試験は同形状の試験体を用いて、条件を変えて2回行った。

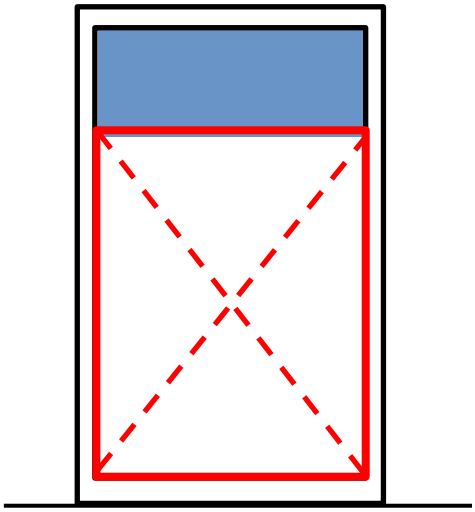
試験体 1 では、現状の実使用の状況を再現し、燃焼が激しくなるよう開口は開放状態とした。

試験体 2 では、隣接ユニットへの延焼防止対策として、壁面に強化石膏ボードを貼り付け（各側面で貼り方を変える）遮熱性を上げ、開口部はスクリーンを降ろし閉鎖状態とした。開口部を閉鎖することで、ユニット内への空気の供給を減らし、開口からの炎の噴出を遅延させることを目的とした。

なお、ロールスクリーンは可動範囲が限定されており、完全に閉鎖した状態にはできない機構となっている。



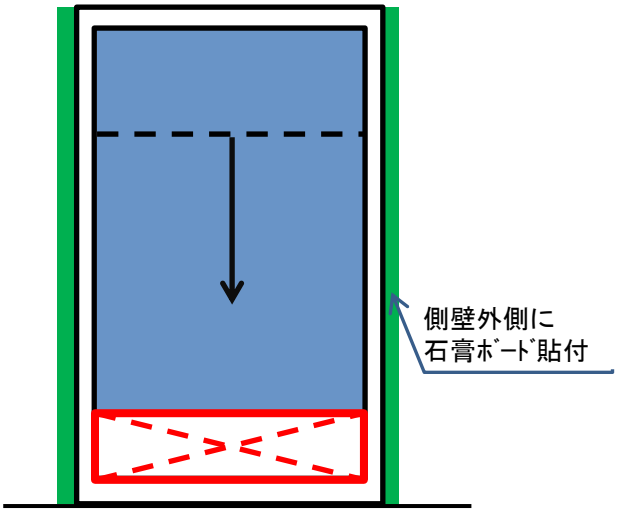
試験体1



開口部開放

目的:現状の燃焼性状の把握
開口部開放で不利側の条件

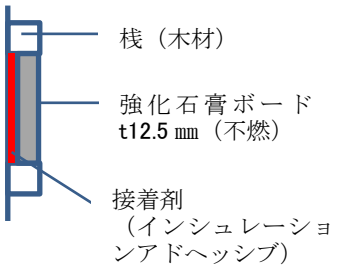
試験体2



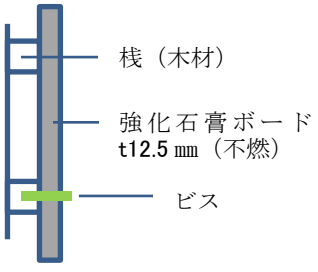
開口部閉鎖

目的:開口部閉鎖で対面ユニットへの遮炎を期待
石膏ボード貼付で隣接ユニットへの遮熱性を期待

接着剤：インシュレーションアドヘッシブ(無機質粉末と無機質バインダーをペースト状に配合したもの)
最高使用温度
1000℃



試験正面右側壁面仕様



試験正面左側壁面仕様

3.3.3 実験方法の概要

１）測定項目

測定は、温度・放射熱流束及び発熱速度とする。また、正面と側面からビデオカメラで撮影するとともに、側面からはサーモカメラ等を用いて側壁の温度を記録する。

【温度】

温度は、室内の状況や噴出する火炎の温度、試験体の裏面温度を測定するため、熱電対（K タイプφ0.65）躯体に固定したツリーに 200 ㎜ピッチで固定、壁面は銅板付きとし計 36 点計測した。また開口正面については、開口からの火炎の噴出高さを考慮し、試験体上部 60cm 程度まで測定をした。

・開口正面（TC1　14 点）
・室内（TC2、TC3　各 8 点、計 16 点）
・壁面（TC4、5　各 3 点、計 6 点）

【熱流束】

放射熱流束は熱流計（水冷式）にて計測した。

実際にユニットが並べる場合、通路を挟んで対面にユニットが設置されることも想定される。そこで、対面に設置されたユニットへの延焼を確認するため、通路幅員 1.2m と想定し、試験体正面から 1.2m 離した位置に熱流計を設置した。また、高さは、ユニットの中心付近となる、試験体底部から 1m とした。

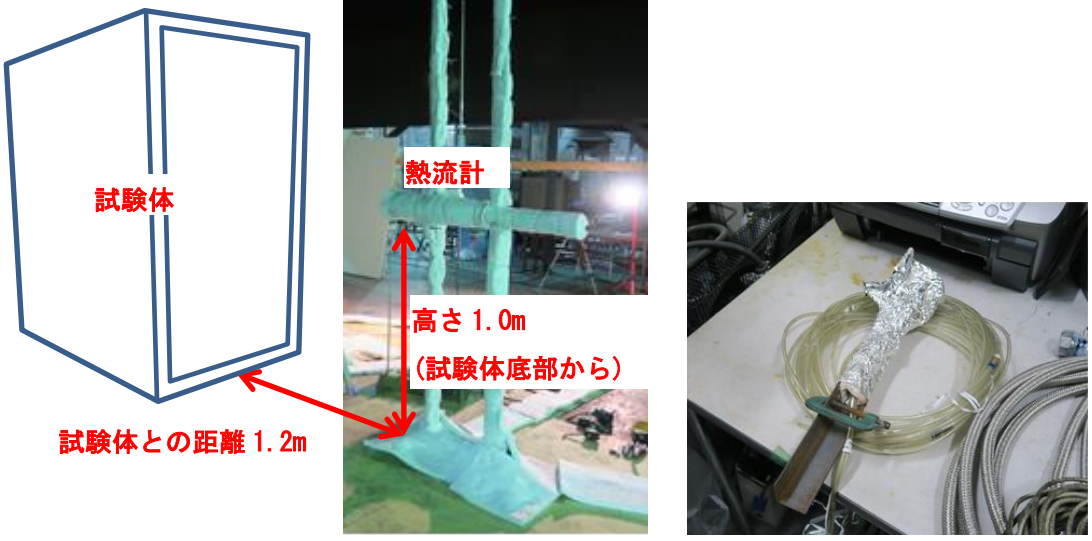


写真　熱流計

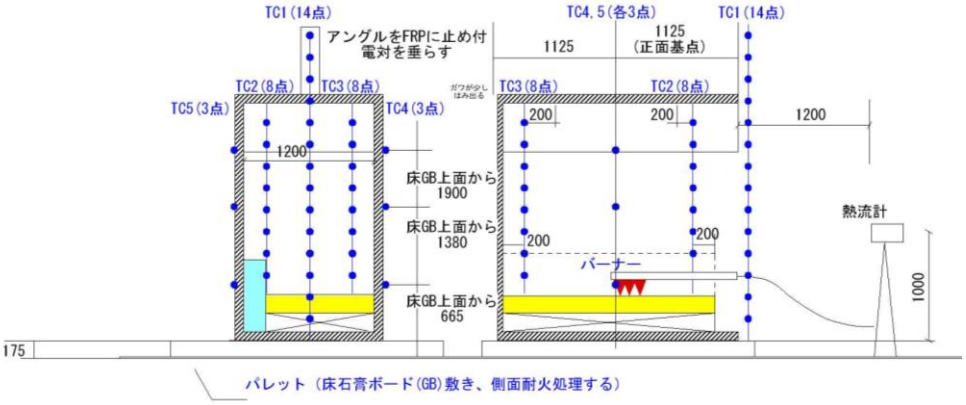
【発熱速度】

発熱速度は、(独) 建築研究所実大火災実験棟 8mフード及び当施設の測定機器を用いて、酸素消費法により測定した。なお、FO 時の急激な圧力上昇による微差圧計のレンジオーバーにより、測定できていない時間帯があったため、推定値は参考値とする。

【撮影】

ビデオカメラ 2 台、デジタルカメラによる定点撮影 2 台、サーモカメラ 1 台を使用して、実験時の状況を撮影した。(撮影場所は下図参照)

※伝対番号は上から 1,2,3・・・とする。(例えば TC1 - 1, TC1 - 2, TC1 - 3・・・)



熱電対@200 ピッチ

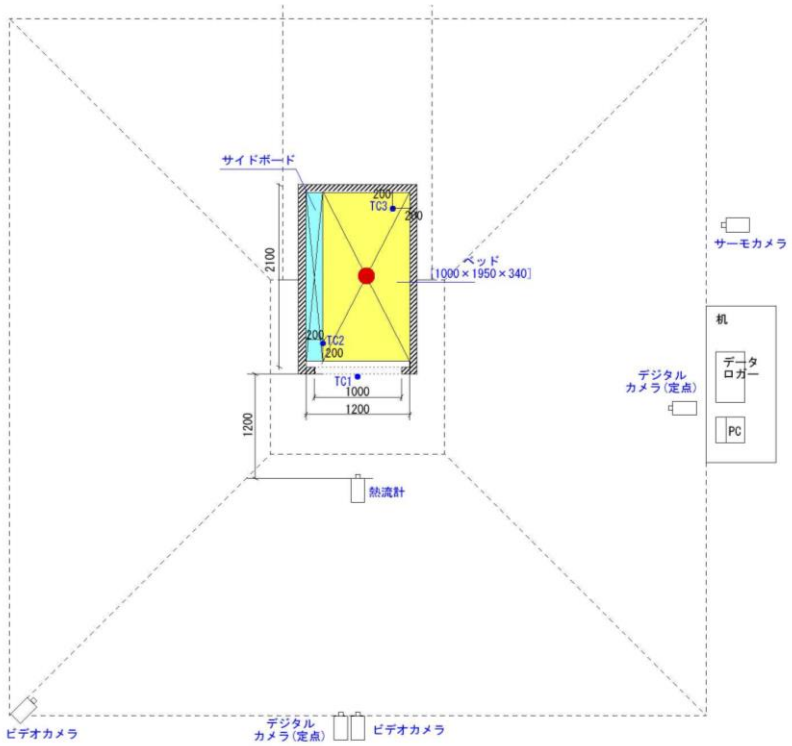


図　試験体図

２）着火源

試験体への着火は ISO12949 に準拠し行う。

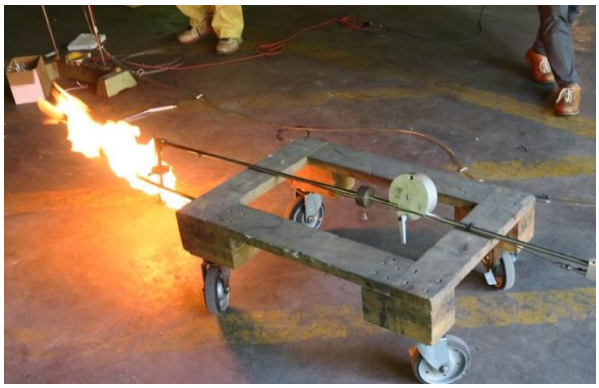
ただし、本実験では燃えづらさの試験ではないため、燃焼時間は燃え広がるまで行う。

着火方法：バーナー（ISO12949）

発熱速度：18kW（<u>上面だけ</u>）

燃料はプロパンとし、マスフローコントローラーで規定の発熱速度でマットレス中央部を加熱する（18kW プロパン 11.8L/min）

加熱時間：燃え広がるまで（試験時は、着火 3 分後にバーナーによる加熱をやめ、自由燃焼とした。）



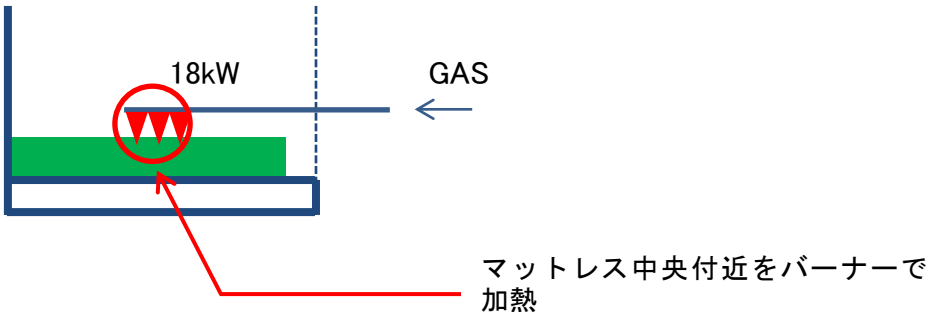


写真　着火装置

3.4 実験結果

3.4.1 試験体 1

１）観察記録

着火 0s：バーナー着火
着火から 180s：バーナー取り外し
着火から 280s：側壁へ火炎が延焼し始める
着火から 367s：火炎が噴出し始める
着火から 377s：上部のテレビが落ち、火炎が激しく噴出
着火から 422s：放水による強制消火

・バーナーの発熱速度 18kW（プロパン 11.8L/min）
・一度点火棒の火が消えたためやり直しをした。
・点火の手順は、バーナーを設置した状態で着火 0s と同時にガスの開栓、点火棒で着火。
・着火後 3 分でバーナーを外す。あとは自由燃焼
・3 分は実験当初の目安だったが、3 分で十分マットレスが燃えたため、3 分後にバーナーを外した。
・燃焼が急激に激しく、噴出火炎が非常に大きいため消火を行った。
・燃焼中側壁の FRP が透けて、内部の火炎が見える（貫通はしていない）
・コンセント部開口から火炎が噴出

２）温度

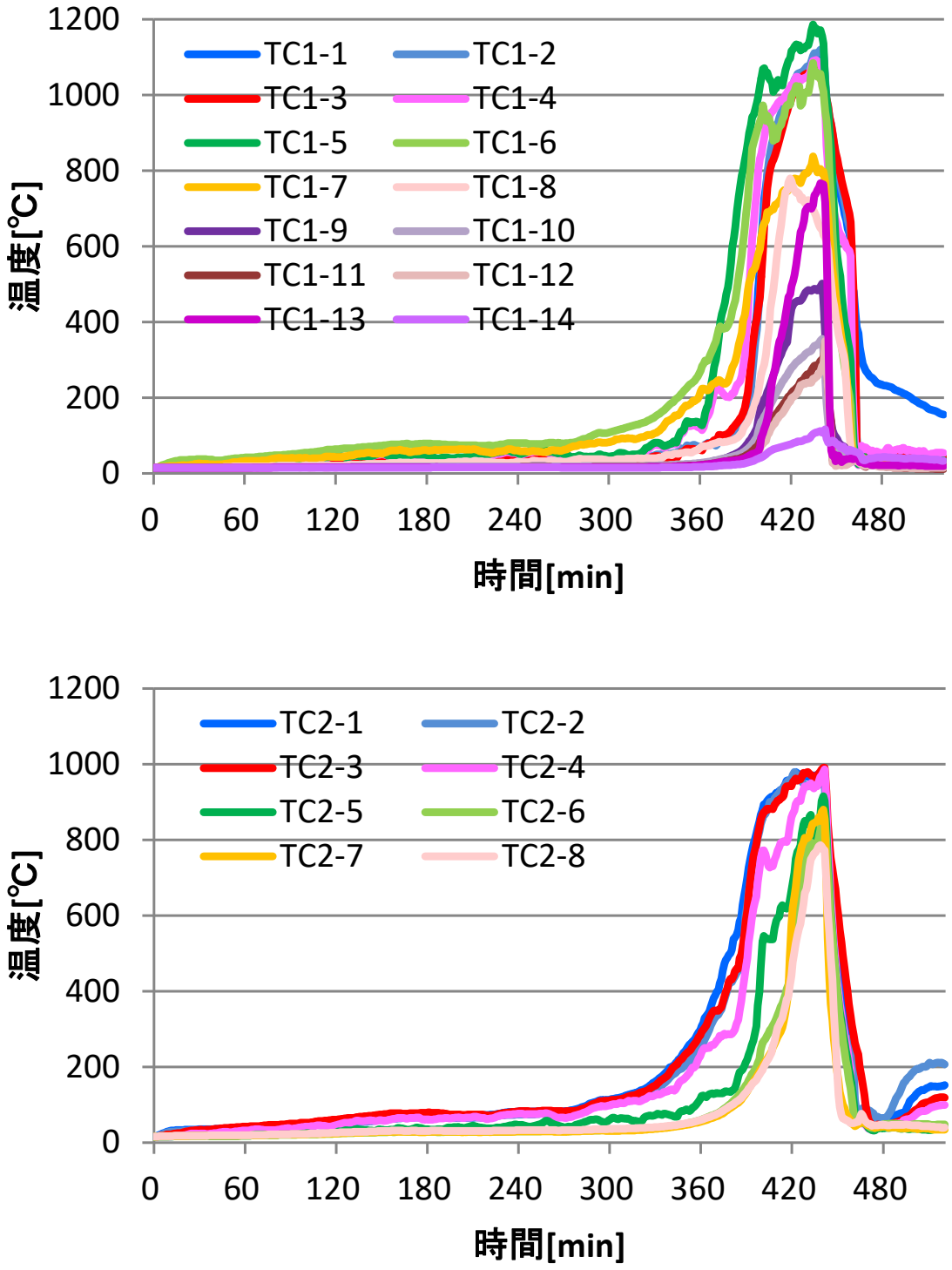


図　温度測定結果（上図：TC－1　下図：TC－2）

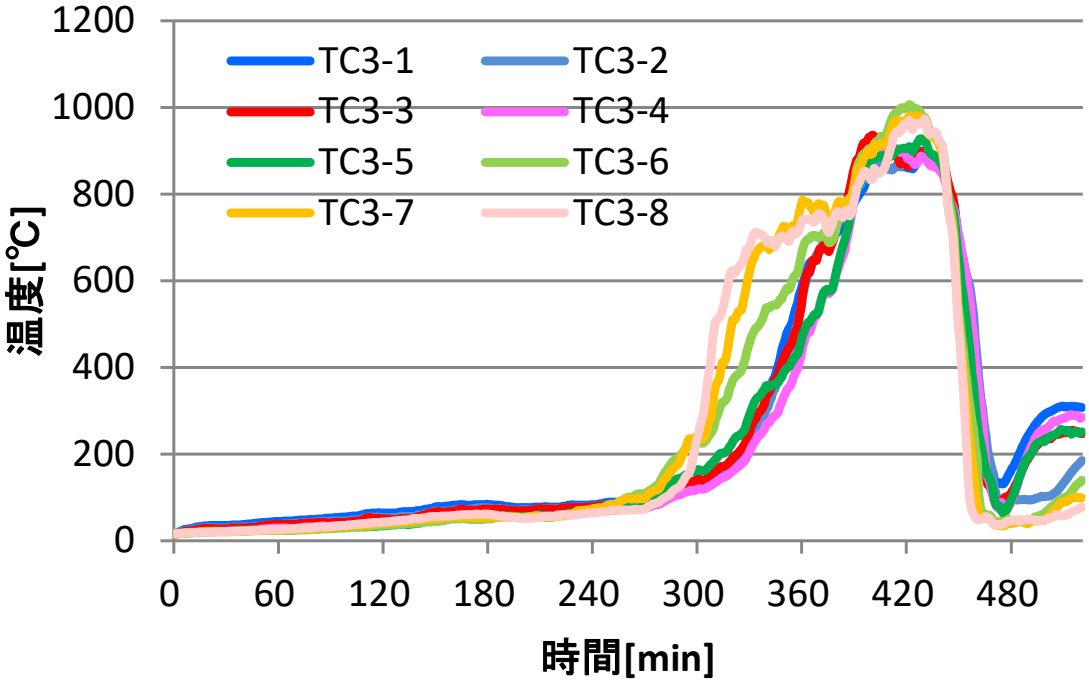
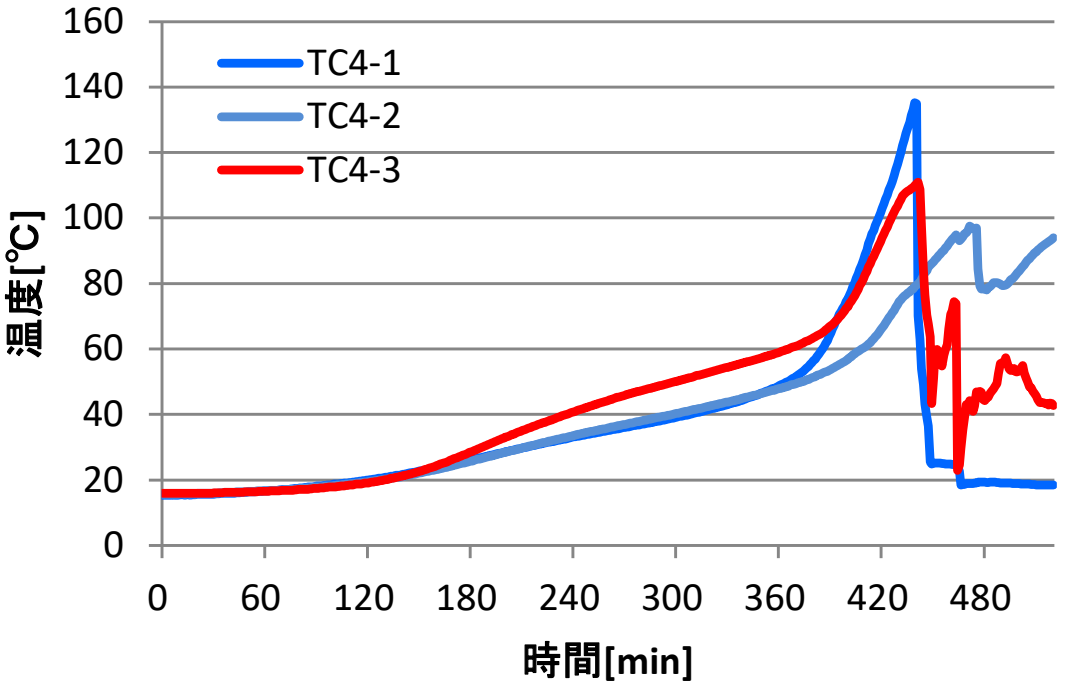

1200
1000
800
600
400
200
0
温度[℃]
TC3-1
TC3-2
TC3-3
TC3-4
TC3-5
TC3-6
TC3-7
TC3-8
0
60
120
180
240
300
360
420
480
時間[min]

図　温度測定結果（TC－3）



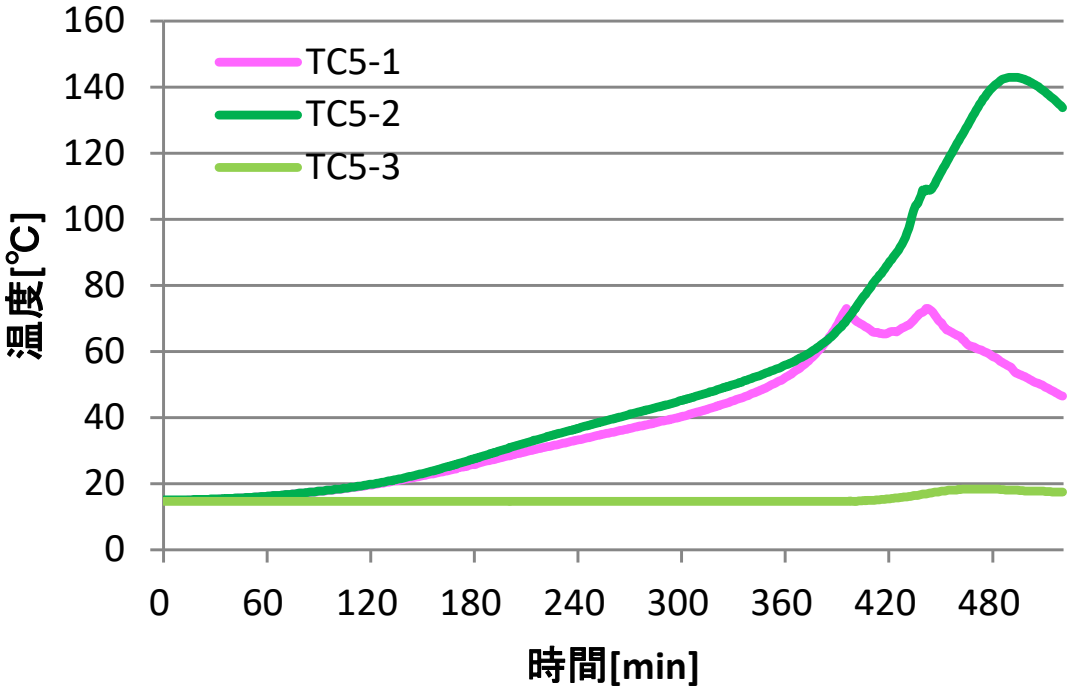


図　温度測定結果（上図：TC－4　下図：TC－5）

３）発熱速度

発熱速度の結果を以下に示す。なお、測定結果では、FO 時の発熱速度が欠損した状態となったため、フード内の測定データを用いて、発熱速度を推定したものである。（発熱速度の推定方法については補足参照。）なお、計測は着火 3 分前から行う。

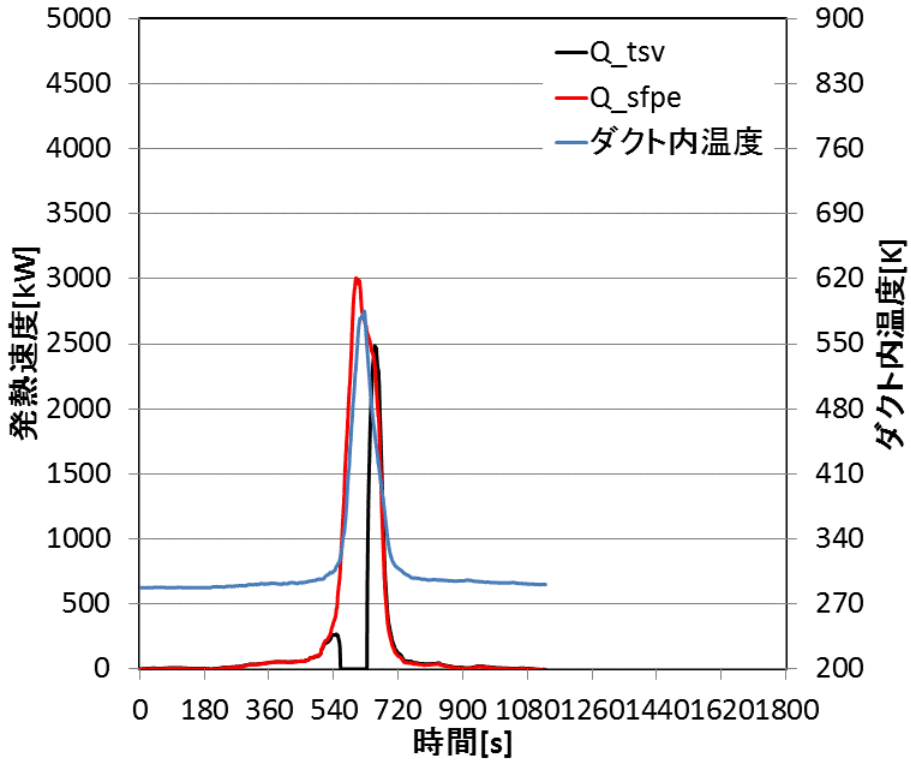


図　HRR の推定結果

４）放射熱流束

放射熱流束の測定結果を下図に示す。

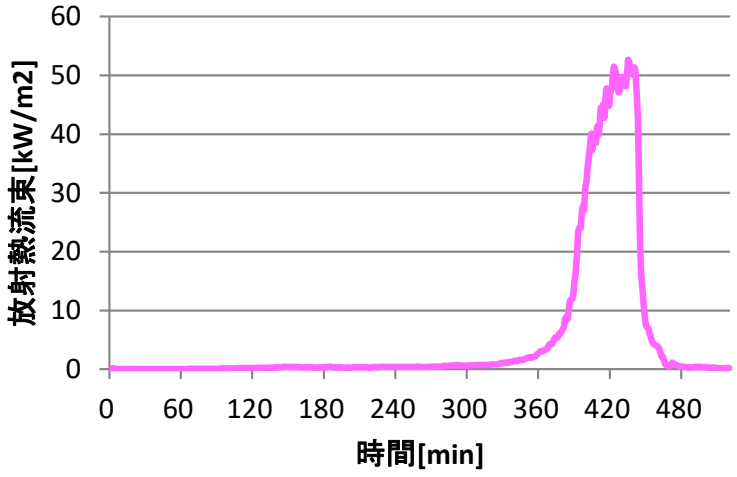
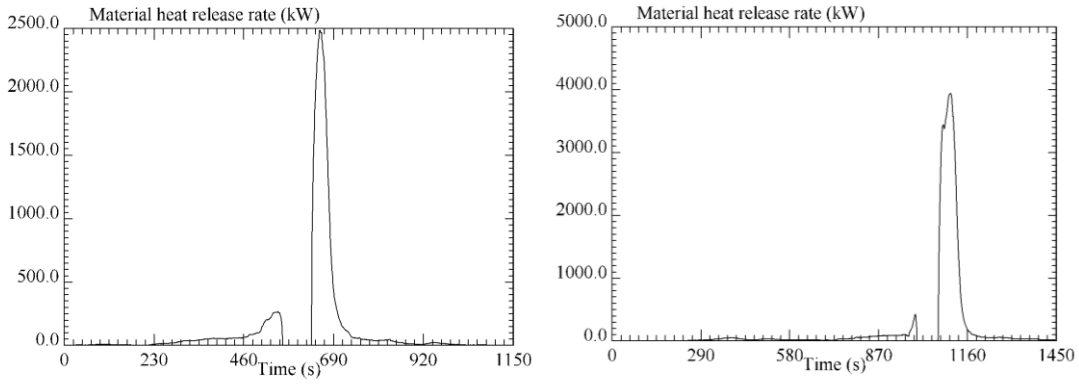


図　放射熱流束の測定結果

（補足）発熱速度の測定結果について

2 回の実験の発熱速度の測定結果について、FO の時に急激に圧力が上昇して微差圧計のレンジをオーバーしてしまったため、FO 時の発熱速度が欠損した状態となった。そのため、フード内の測定データを用いて、発熱速度を推定することとする。



1 回目　　2 回目

図　発熱速度測定結果（生データ）

11 月 20 日と 22 日の実験の後、微差圧計の代理店に微差圧計本体を確認してもらったところ、正常であったとのこと。また、エアメジャーのメーカーに調査してもらったところ、ファンの回転数に応じた常温時の動圧はメーカー側が持ってきた基準器と値がほぼ同じであり、エアメジャーから微差圧計までのチューブにも大きな異常は見られない（ただし、正圧ポート側に少しリークの可能性があるとのこと）ことから常温時の動圧の指示値が正常であることを仮定した上で、可燃物燃焼時の質量流量を下記の方法で推定し HRR を計算した。

１．ダクト部での質量流量の演算について

酸素消費法による HRR の演算には各時刻におけるダクト部の煙の質量流量を求める必要がある。本来は各時刻 t におけるエアメジャー部の動圧 $\Delta p_{t,d}$ と温度 $T_{t,d}$ を用いて

$$m_e = k_t \cdot \rho_{t,d} \cdot v_d \cdot A_d$$
$$\rho_{t,d} = \frac{\rho_0 \cdot T_0}{T_{t,d}} \approx \frac{353}{T_{t,d}} \qquad (2)$$
$$v_{t,d} = \sqrt{\frac{2\Delta p_{t,d}}{\rho_{t,d}}}$$

と演算する（k_t は流量係数、A_d はダクト内の断面積）が、今回の実験では可燃物燃焼時における動圧が異常値を示したため、以下の手法により質量流量を推定する。演算で用いる主要な記号を下記に、またその概念図を図１に示す。

初期におけるダクト部の煙の密度	：	$\rho_{0,d}$
初期におけるダクト部の煙の体積流量	：	$V_{0,d}$
時刻 t におけるダクト部の煙の密度	：	$\rho_{t,d}$
時刻 t におけるダクト部の煙の体積流量	：	$V_{t,d}$
初期における排煙ファン部の煙の密度	：	$\rho_{0,f}$
初期における排煙ファン部の煙の体積流量	：	$V_{0,f}$
時刻 t における排煙ファン部の煙の密度	：	$\rho_{t,f}$
時刻 t における排煙ファン部の煙の体積流量	：	$V_{t,f}$

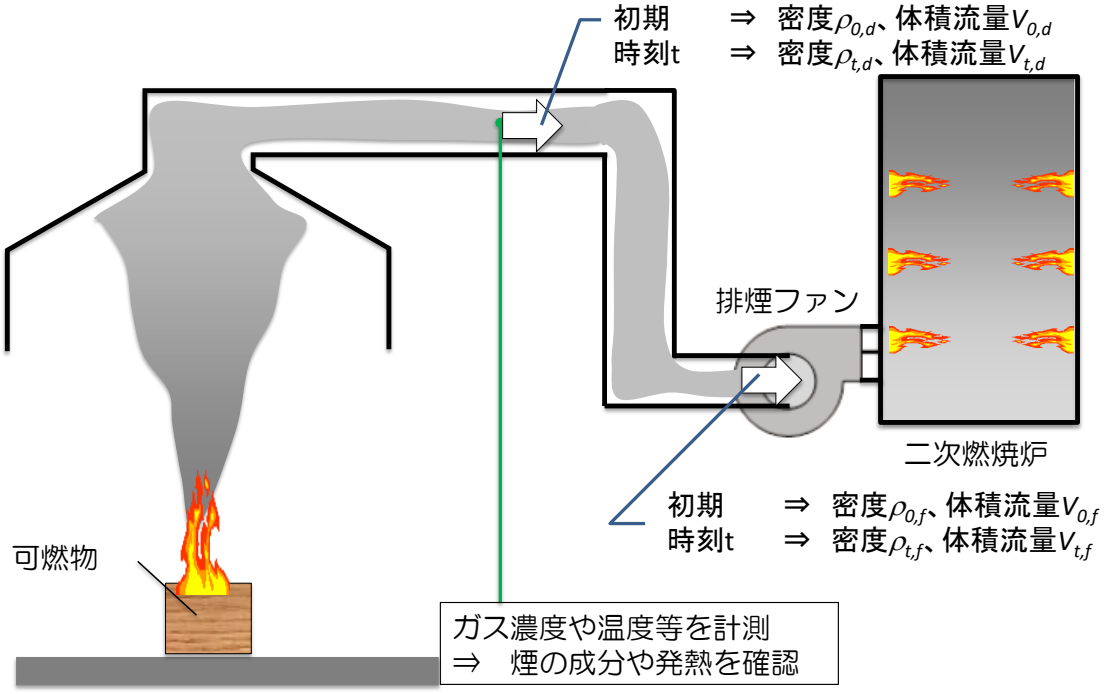


図１　燃焼・排煙系統の概念図

各時刻におけるダクト部、排煙ファン部における質量流量は等しいので以下の式が成り立つ。

$$\rho_{0,d} \cdot V_{0,d} = \rho_{0,f} \cdot V_{0,f} \tag{3}$$

$$\rho_{t,d} \cdot V_{t,d} = \rho_{t,f} \cdot V_{t,f} \tag{4}$$

一方、ファンの回転数が一定に保たれていれば、排煙ファン部における体積流量は時間に依らず変化しない。

$$V_{0,f} = V_{t,f} \tag{5}$$

したがって、式(4)(5)より、

$$V_{t,d} = \frac{\rho_{t,f}}{\rho_{t,d}} \cdot V_{0,f} = \frac{T_{t,d}}{T_{t,f}} \cdot V_{0,f} \tag{6}$$

となる。一方、体積流量 $V_{0,d}$は初期のダクト部の動圧 $\Delta p_{0,d}$を用いて次式で計算できる。

$$\begin{aligned} V_{0,d} &= k_t \cdot A_d \cdot v_{0,d} \\ v_{0,d} &= \sqrt{\frac{2\Delta p_{0,d}}{\rho_{0,d}}} \end{aligned} \tag{7}$$

以上より、時刻 t におけるダクト部の質量流量 $m_{e,t,d}$は次式で計算できる。

$$\begin{aligned} m_{e,t,d} &= \rho_{t,d} \cdot V_{t,d} \\ &= \rho_{t,d} \cdot \frac{T_{t,d}}{T_{t,f}} \cdot V_{0,f} \\ &= \rho_{t,d} \cdot \frac{T_{t,d}}{T_{t,f}} \cdot k_t \cdot A_d \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p_{0,d}}{\rho_{0,d}}} \\ &\approx \frac{353}{T_{t,f}} \cdot k_t \cdot A_d \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p_{0,d}}{\rho_{0,d}}} \end{aligned} \tag{8}$$

したがって、$m_{e,t,d}$は、時刻 t における排煙ファン部の煙の温度 $T_{t,f}$、流量係数 k_t、ダクト内の断面積 A_d、初期のダクト部の動圧 $\Delta p_{0,d}$、初期のダクト部の密度$\rho_{0,d}$を用いて（時刻 t におけるダクト部の動圧 $\Delta p_{t,d}$を用いずに）計算できる。

２．妥当性の検証

各種可燃物の燃焼時におけるデータ（ダクト内温度や酸素濃度等）を用い、SFPEHandBook の 5th edition に記載の酸素消費法による HRR 算定式（式(★)）で計算した発熱速度（以下、本方式と呼ぶ）と東京システムバックの方式による発熱速度の演算値（以下、早川方式と呼ぶ）を比較し、妥当性を検証した。基本的に、計算に必要となる元データ（ダクト内温度や酸素濃度等）および演算式はどちらも同じだが、以下の点が異なる。

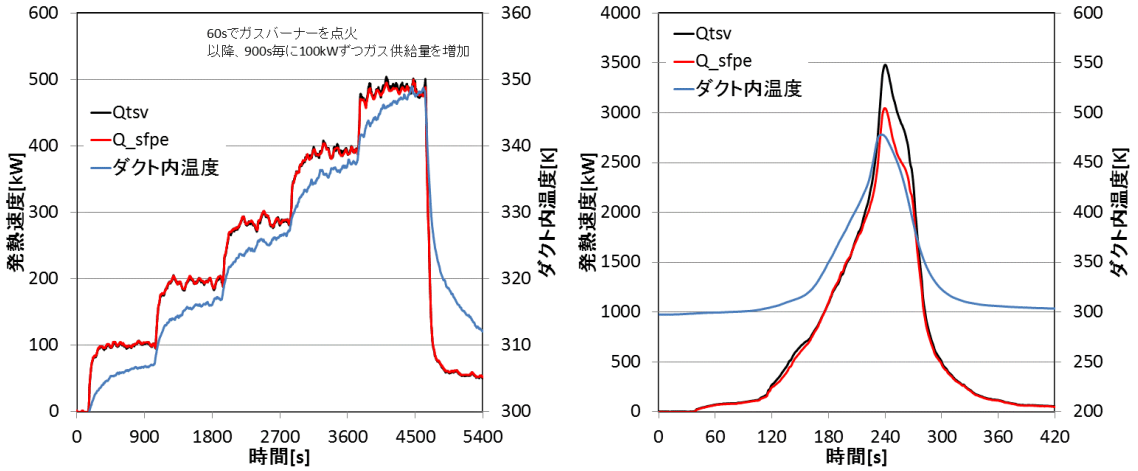
・本方式の場合、質量流量に質量流量 m_e には 1 節で計算した値を用いる。

・早川方式の HRR 演算式では式(★)中の緑枠内の項が考慮されていない。これは、M_{O2}/M_a は固定値であり、$(1\text{-}X_{H2O}{}^a)$はほぼ 1 なので、実質的に kt に含まれていると考えた（本方式と早川方式の kt は同じ値ではない。）

$$\dot{Q} = \left[E\phi - (E_{CO} - E)\frac{1-\phi}{2}\frac{X_{CO}^{Ar}}{X_{O_2}^{Ar}} \right] \frac{\dot{m}_e}{1+\phi(\alpha-1)\dfrac{M_{O_2}}{M_a}\left(1-X_{H_2O}^{a}\right)} X_{O_2}^{Ar} \qquad (★)$$

また、本方式では、排煙ファン部の煙の温度が必要だが、当面はダクト部（エアメジャーの部分）の煙の温度と等しいと仮定して演算した。（排煙ファン部の煙の温度は二次燃焼炉の制御盤でデータが収集されているため、今後外部のデータロガーに出力する方法を検討すると共に、発熱の大きな燃焼時にエアメジャー～排煙ファンまでの熱損失がどの程度かについては別途検討する。）

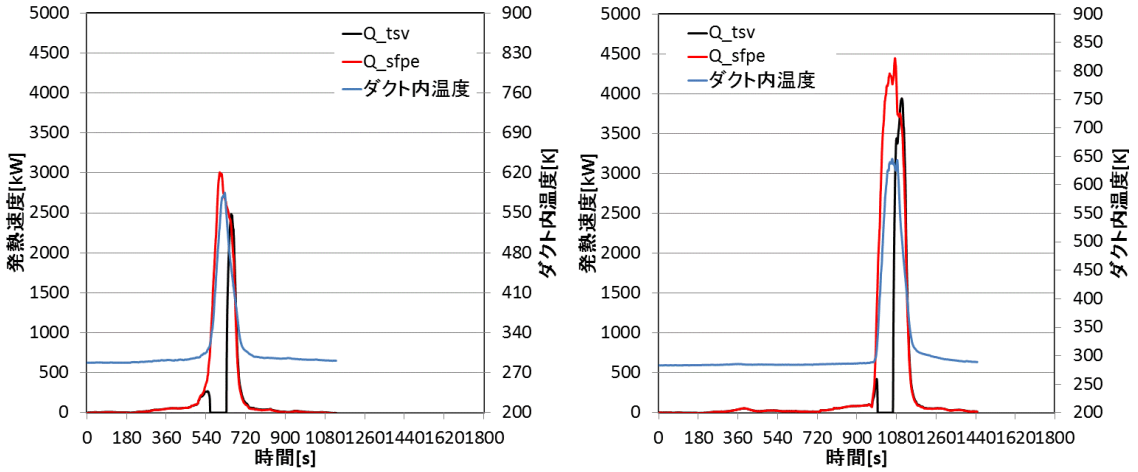
図 2 は早川方式の HRRQ_{tsv} と本方式の HRRQ_{sfpe} の比較結果である。本方式の k_t は 0.76 である。いずれも発熱速度が 2MW 程度までは両者がほぼ一致しているが、それ以上の発熱では、本方式の方が 1~2 割程度低い値を示している。これは、ダクト内温度が高温になるほど、エアメジャー部と排煙機部の温度差が大きくなる影響と思われる。



(a)　定常火源　低 HRR　　(b)　非定常火源　高 HRR

図 2　早川方式の HRRQ_{tsv} と本方式の HRRQ_{sfpe} の比較結果

上記の誤差を踏まえた上で、本方式で HRR を推定した結果が図 3 である。
ただし、いずれにしても集煙フードから煙が漏れた以降は燃焼生成ガスが捕集しきれていないので、正確な値ではない。特に 1 回目の実験ではファンの回転数が 2 回目に比べて少なかったため早期に煙が捕集しきれなくなったと考えられる。ちなみに、二回目の方もピーク値付近は CO_2 濃度がレンジオーバー。



(a)　1 回目　　(b)　2 回目

図 3　本方式によるカプセルホテル実験の HRR の推定結果

3.4.2 試験体２

１）観察記録

着火 0s：バーナー着火
着火 180s：バーナー取り外し（バーナー外した後にスクリーンを降ろす）
着火から 600s：上部から煙が漏れ始める
着火から 780s：スクリーンのパッキンが落ちはじめる、
スクリーンが角から燃えはじめる
着火から 802s：スクリーンが燃え落ちはじめ、火炎が噴出し始める
着火から 827s：スクリーンが完全に燃え落ち、火炎が大きく噴出する
着火から 900s　放水による強制鎮火

・ガス流量は 18kW を 1.52 で割った値　11.8L/min
・点火の手順は、バーナーを設置した状態で着火 0s と同時にガスの開栓、点火棒で着火。
・その際、開口下端から 860 ㎜までロールカーテンを下す。
・着火後 3 分でバーナーを外す。あとは自由燃焼。外した後はカーテンを一番下まで下す。（中の燃焼の状況が視認できなくなった。）
・１回目の試験で着火 3 分で十分マットレスが燃えたため、２回目も同様に 3 分後にバーナーを外した。
・燃焼が激しく、噴出火炎が非常に大きいため消火を行った。
・正面から見て右側壁の隙間から火炎が漏れる。
・正面から見て左側壁にあるコンセント部開口から火炎が噴出。
・天井が脱落し火炎が頂部から噴出する。

２）温度

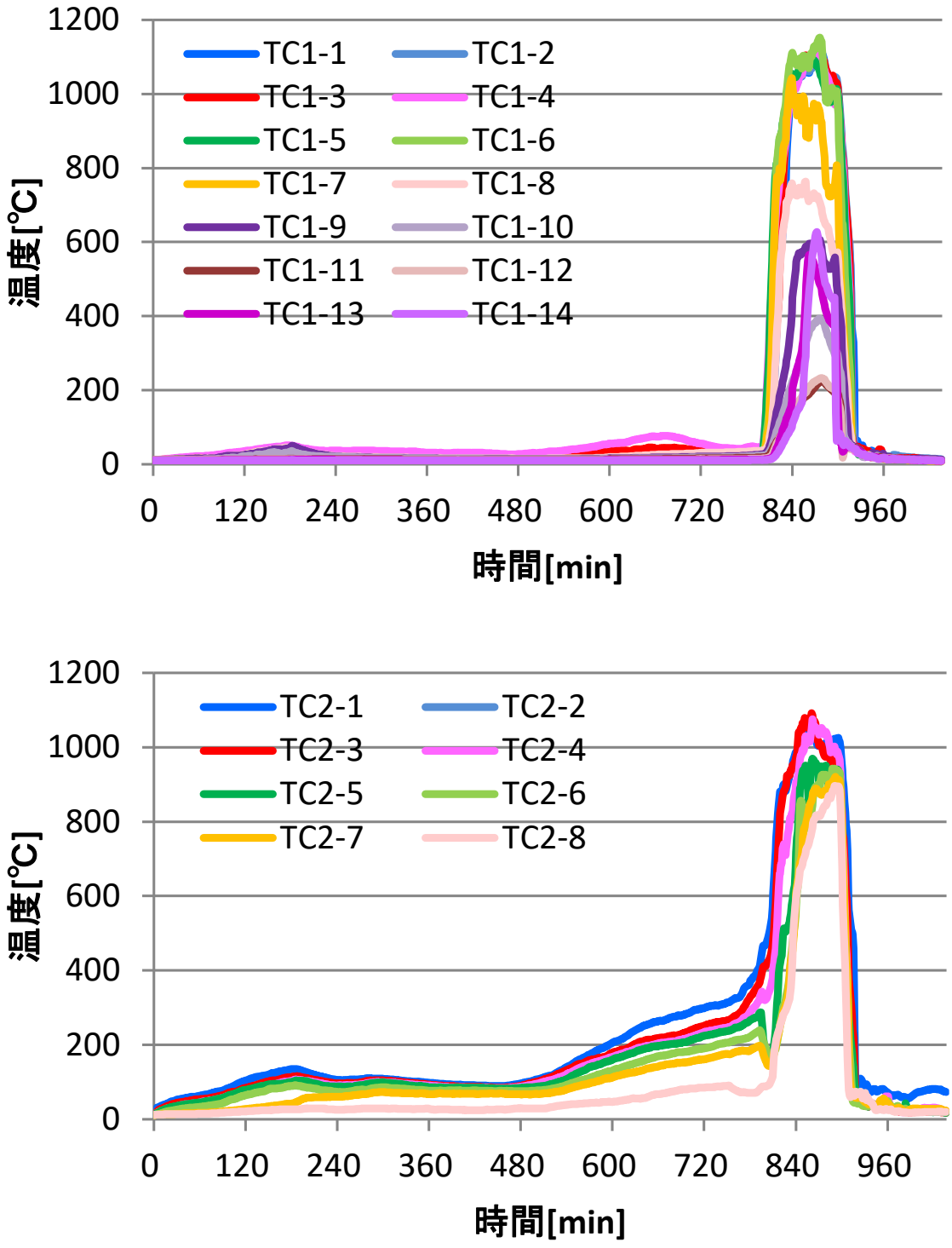


図　温度測定結果（上図：TC－1　下図：TC－2）

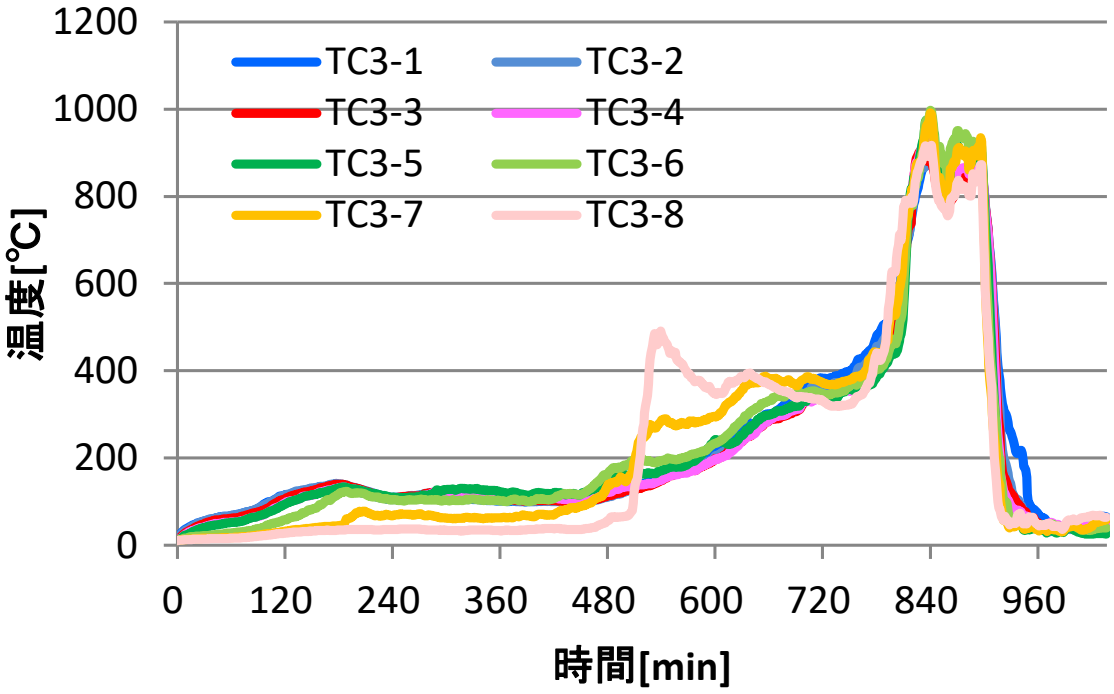
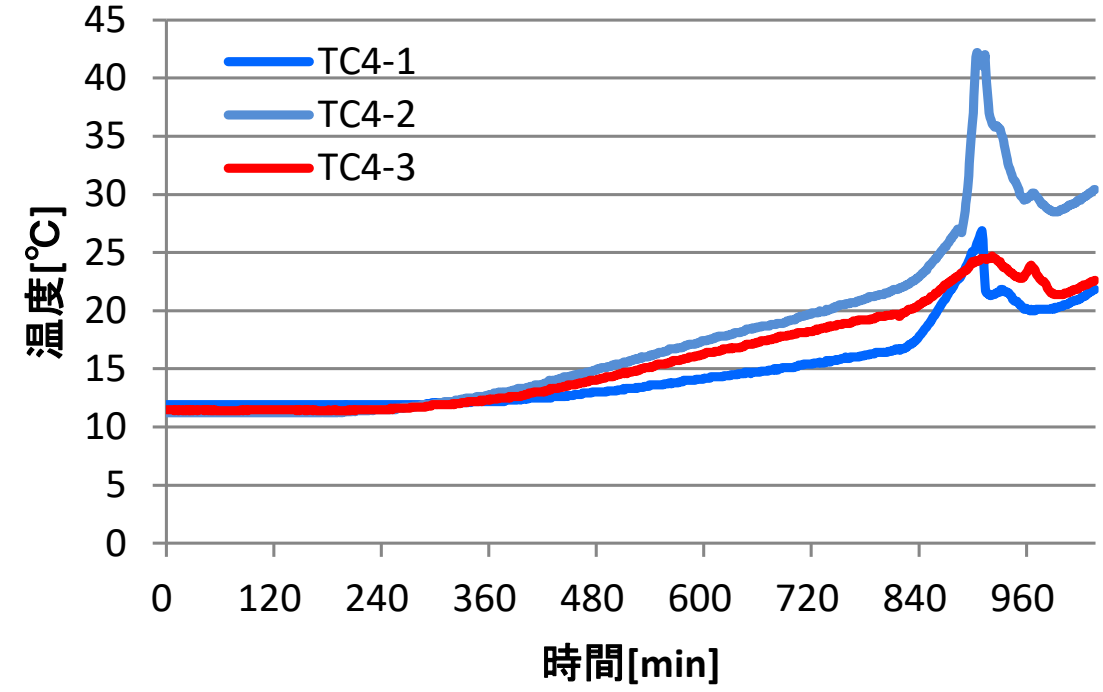

1200
1000
800
600
400
200
0
温度[℃]
TC3-1
TC3-2
TC3-3
TC3-4
TC3-5
TC3-6
TC3-7
TC3-8
0
120
240
360
480
600
720
840
960
時間[min]

図　温度測定結果（TC－3）



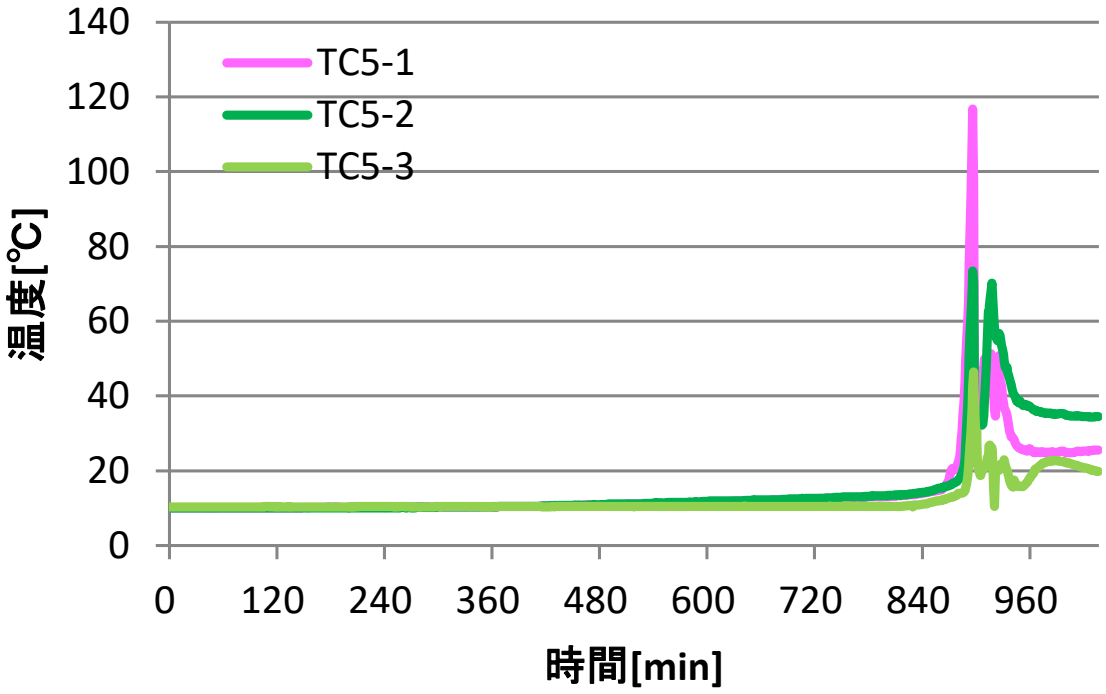


図　温度測定結果（上図：TC－4　下図：TC－5）

３）発熱速度

発熱速度の結果を以下に示す。なお、試験体１同様、発熱速度を推定したものである。（発熱速度の推定方法については補足参照。）なお、計測は着火３分前から行う。

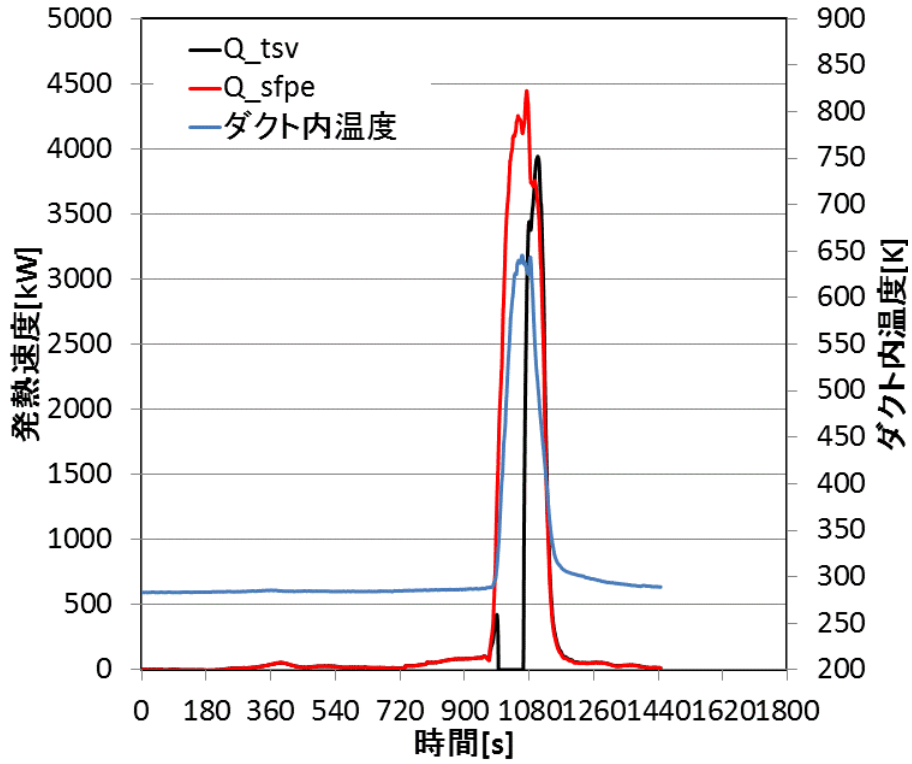


図　HRR の推定結果

４）放射熱流束

放射熱流束の測定結果を下図に示す。

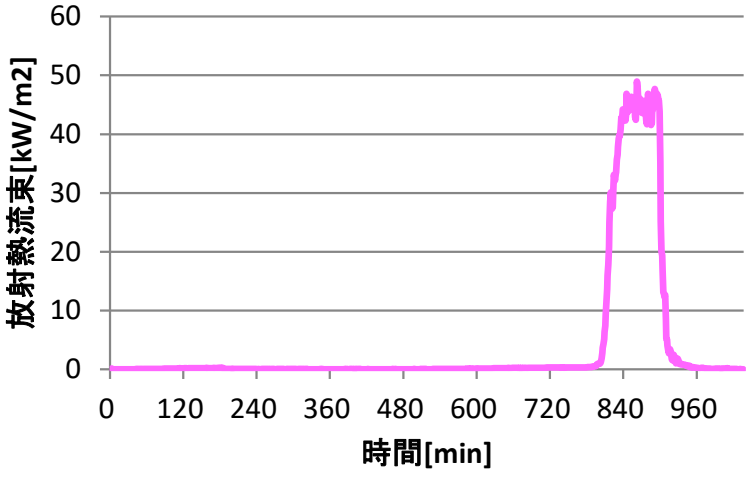


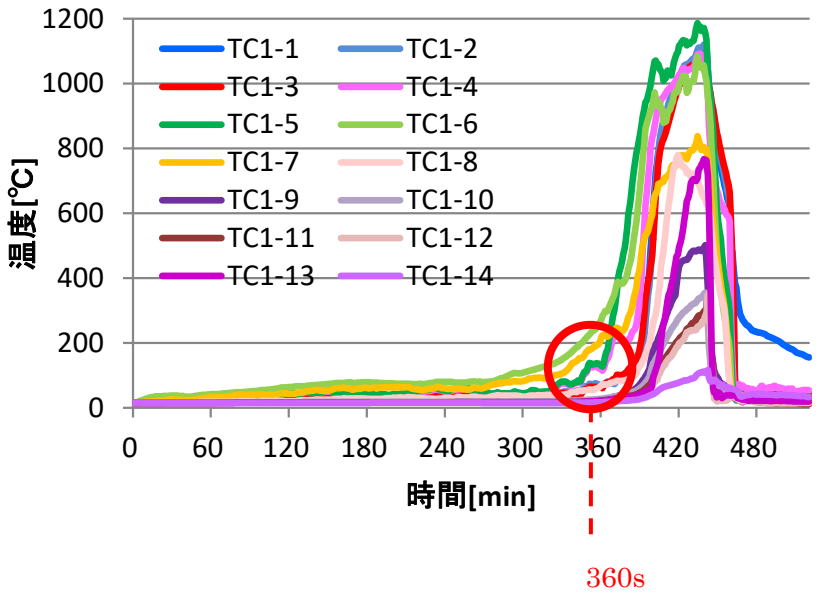
図　放射熱流束の測定結果

3.5 考察

3.5.1 F.O の発生時間について

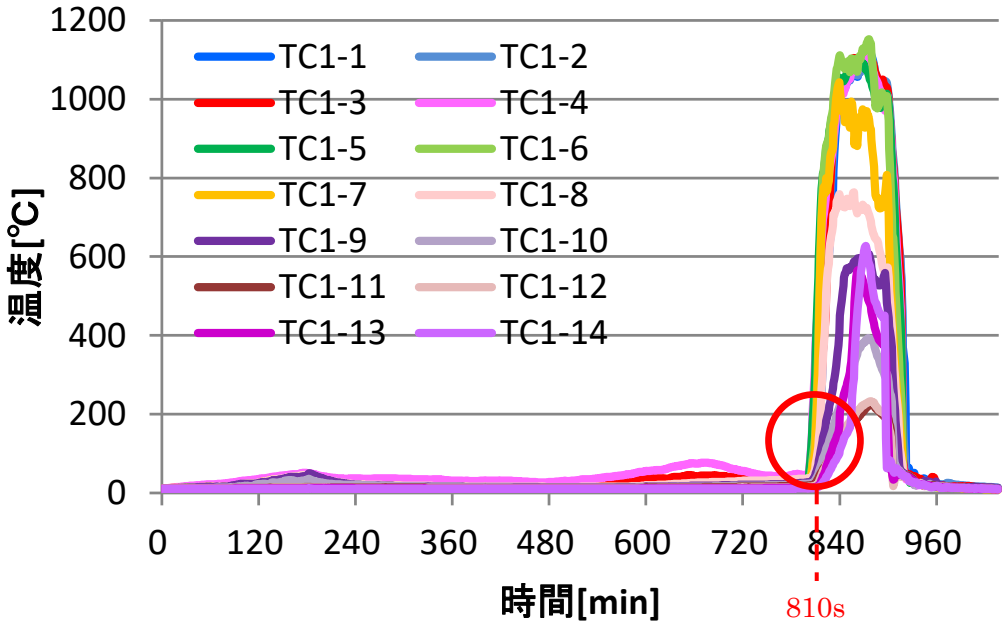
試験体 1

観察記録、温度履歴（試験体正面温度 TC1）及び撮影動画より、着火から 6 分ごろ火炎が噴出し始め、その後、すぐに試験体全体が燃焼し、大きな火炎が噴出し続ける状況となった。そのため、本試験ケースでは、着火から**約 6～7 分**で F.O が発生したと考えられる。



試験体 2

観察記録、温度履歴（試験体正面温度 TC1）及び撮影動画より、着火から 13 分 30 秒ごろスクリーンが燃え落ちると同時に、火炎が噴出し始め、すぐに大きな火炎が噴出し続ける状況となった。そのため、本試験ケースでは、着火から**約 13～14 分**で F.O が発生したと考えられる。試験体 2 の F.O 発生時間は、試験体 1 の結果に比べて約 2 倍程度長い。これは、試験体 2 では開口部をスクリーンで閉鎖したことにより流入空気が制限されていたためであると考えられる。



3.5.2 F.0 の発生限界発熱速度の予測

実験で測定した発熱速度曲線の結果を以下に示す。

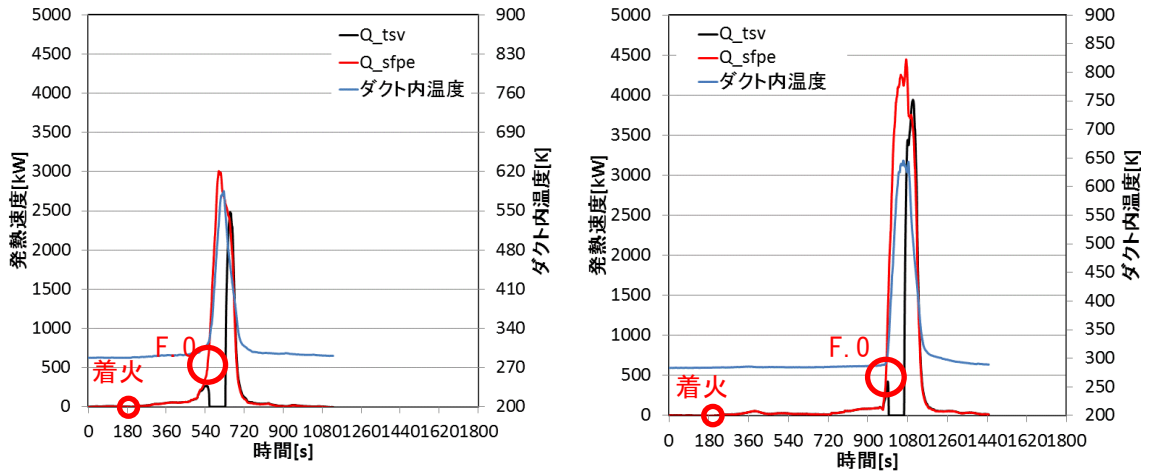


図　試験時の F.0 発生時の発熱速度

試験体 2 の最大発熱速度は、試験体 1 の結果に比べて約 1.5 倍程大きい。これは、試験体 2 ではスクリーンが破れたと同時に F.O は発生し、試験体内にあった未燃ガスが一気に燃焼した結果であると考えられる。

また、試験時の発熱速度曲線温度の F.O が生じたと想定される時間を見ると、温度測定結果と同様に急激に測定値が上昇していることが分かる。この時（Case1：6～7 分　Case2：13～14 分）の発熱速度は 500～600kW となる。一方、F.O の発生限界発熱速度 Q_{FO}[kW] は、下式より予測すると **Q_{FO}＝636kW** となり、概ね実験結果に符合することが分かる。

$$Q_{FO} = 610\left\{\left(h_k A_T\right)\left(A\sqrt{H}\right)\right\}^{1/2}$$

$$h_k = \begin{cases} \dfrac{k}{\delta} & \left(t_c > \dfrac{\delta^2}{4\alpha_h}\right) \\ \left(\dfrac{k\rho c}{t_c}\right)^{1/2} & \left(t_c \le \dfrac{\delta^2}{4\alpha_h}\right) \end{cases}$$

A	室の開口面積	[m²]
A_T	室の内表面積	[m²]
c	周壁材料の比熱	[kJ/(kg·K)]
h_k	実効熱伝達率	[kW/(m²·K)]
k	周壁材料の熱伝導率	[kW/(m·K)]
H	室の開口高さ	[m]
t_c	特性時間（＝1000 s）	
α_h	周壁材料の熱拡散係数（≡$k/\rho c$）	[m²/s]
δ	周壁材料の厚さ	[m]
ρ	周壁材料の密度	[kg/m³]

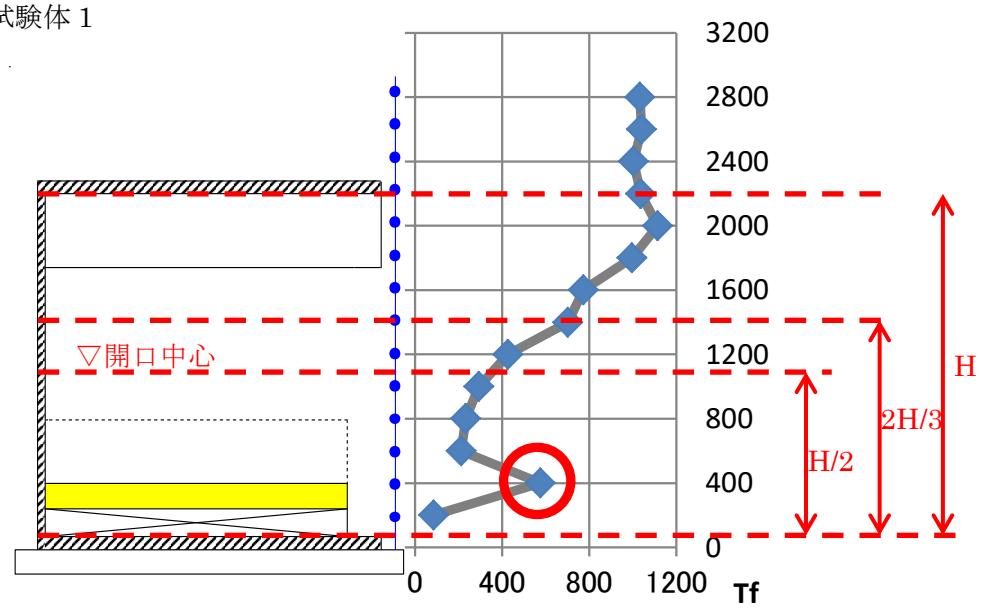
床面積	2.52	[㎡]	k	0.0005	[kW/(m.K)]
周長	6.6	[m]	ρ	1630	[kg/m^3]
天井高さ	2.1	[m]	c	0.79496	[kJ/kgK]
壁面積	11.76	[㎡]	d	0.002	[m]
周壁面積	14.28	[㎡]	$\sqrt{k\rho c}$	0.81	[kJ/m^{2}s$^{1/2}$]
開口幅	1	[m]	α=k/cρ	3.859E-07	[㎡/s]
開口高さ	2.1	[m]	h_k	0.025	[kW/(㎡K)]
			Q_{FO}	636	[kW]

3.5.3 開口部近傍の温度について

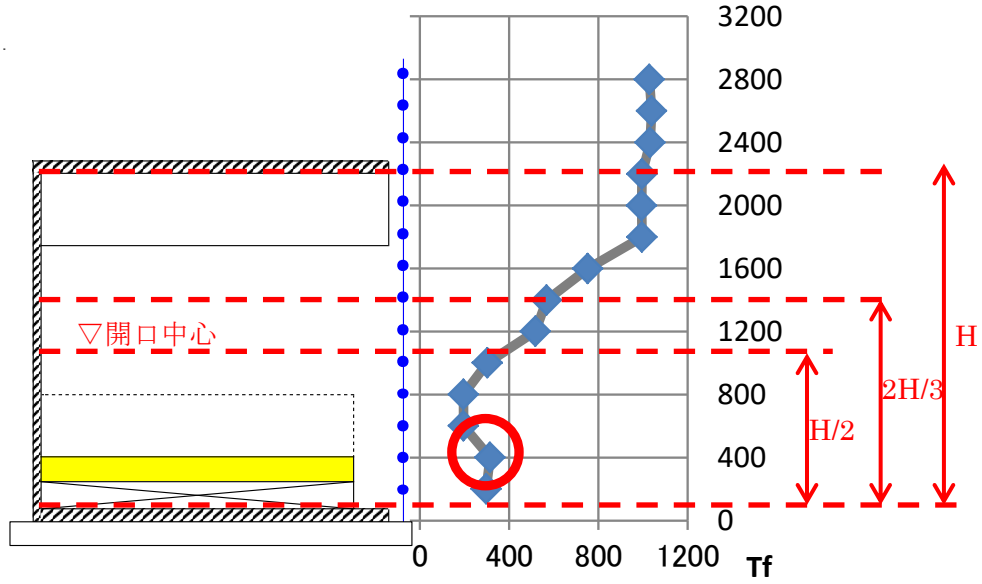
下図に開口近傍［TC1］の平均温度*を示す。

*　試験体 1　火炎噴出後から消火までの間の 30 秒間の平均値（410s～440s）
　　試験体 2　火炎噴出後から消火までの間の 30 秒間の平均値（866s～896s）

試験体 1



試験体 2

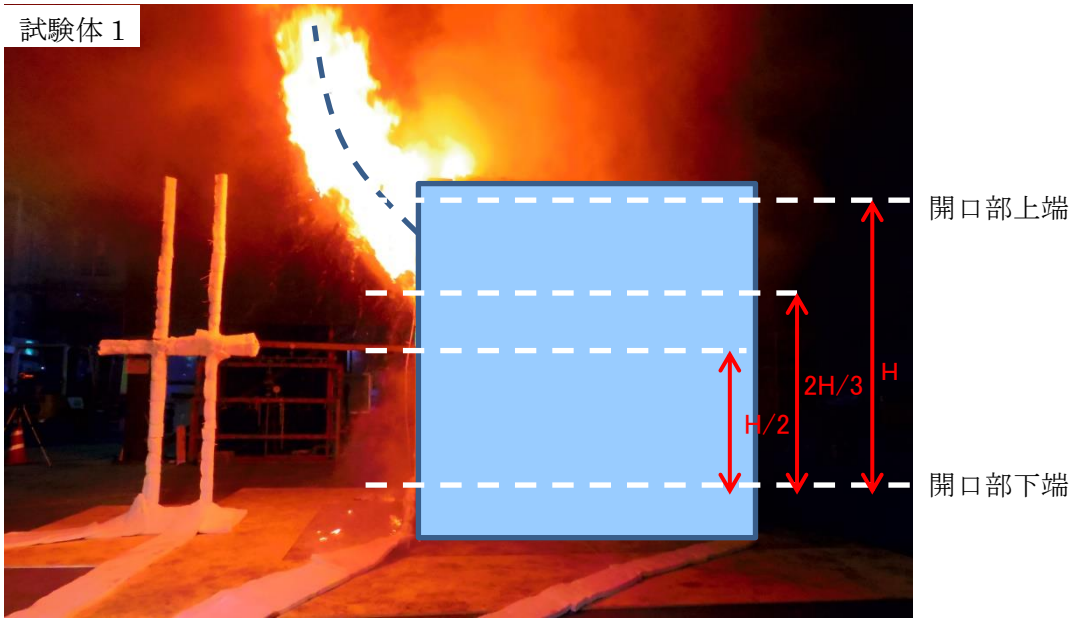


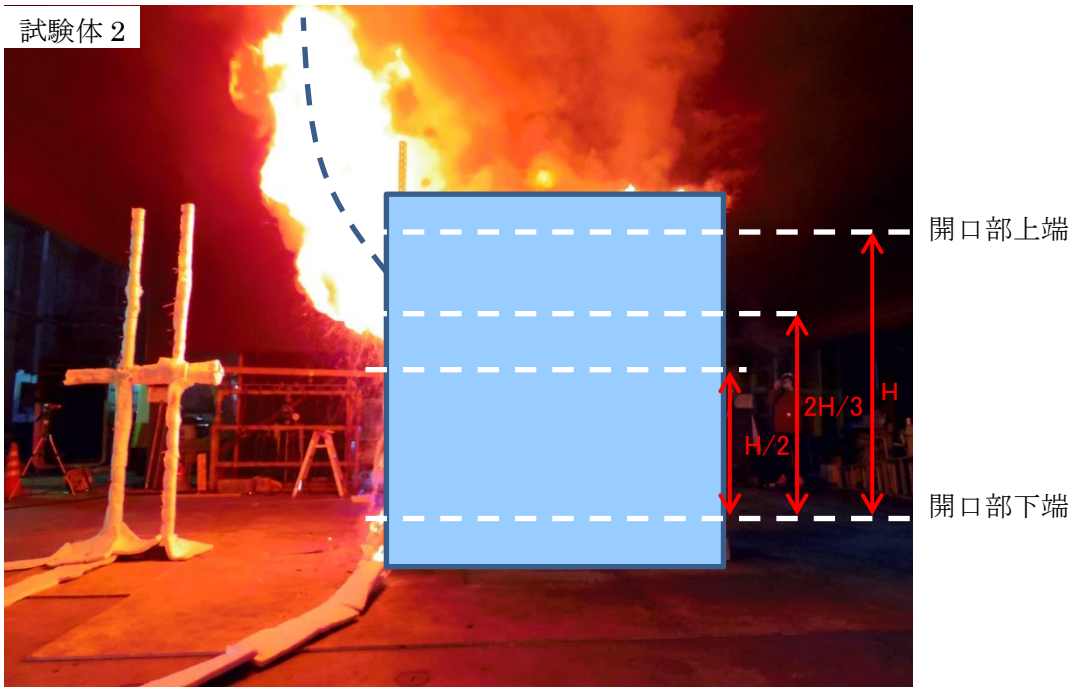
・両試験とも、床面から 2H/3 より上部の温度が 500℃以上と高温であることが分かる。これは、この付近が中性帯となり、開口上部から高温の熱気流が噴出した結果である。
・両試験とも、開口下部は 200℃程度となる。開口下部のうち、一部温度が上昇している部分（図中赤丸）は、近傍の可燃物（ﾏｯﾄﾚｽ等）の燃焼による影響と想定される。

3.5.4 火炎形状について

各試験体の F.O 発生直後の火炎形状を下記に示す。開口部近傍温度測定結果同様、火炎下端が開口部の概ね 2/3 の高さ位置にあることが分かる。

試験体 2 の噴出火炎の厚みは試験体 1 よりも厚く、やや火炎下端も低い位置にある。そのため、火炎先端は残念ながら写真よりも上方となり、推定となるものの、試験体 1 よりも試験体 2 の方が、噴出火炎はより上方に伸びると推察できる。



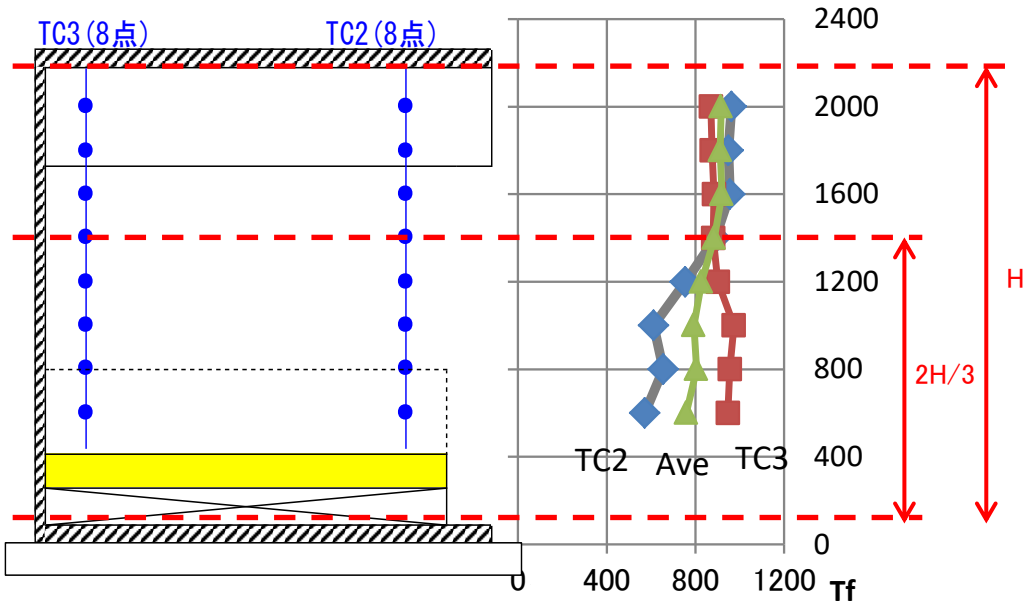


3.5.5 試験体内温度について

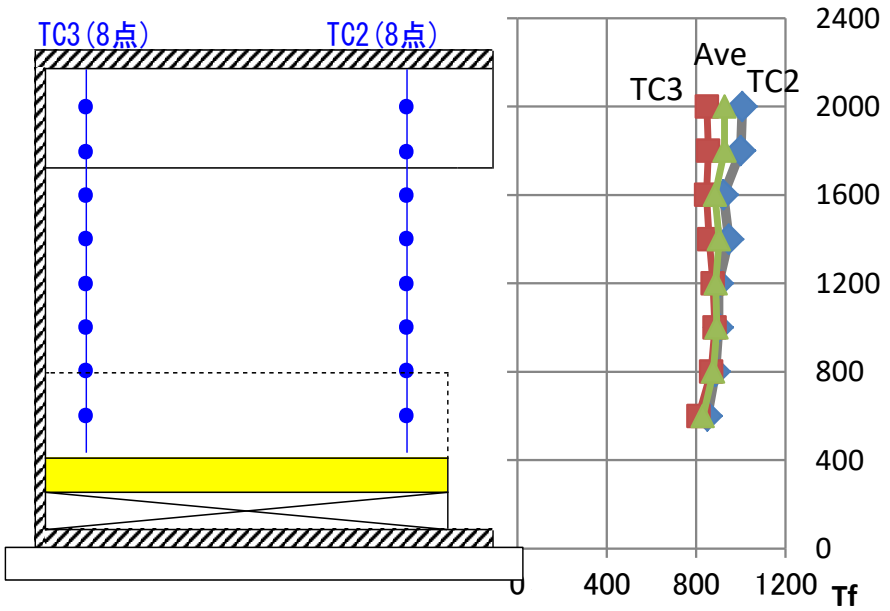
下図に開口ユニット内の温度［TC2（開口側)、TC3（室内側)］の平均温度*を示す。

*平均温度は、(2) の条件と同じとする。

試験体 1



試験体 2

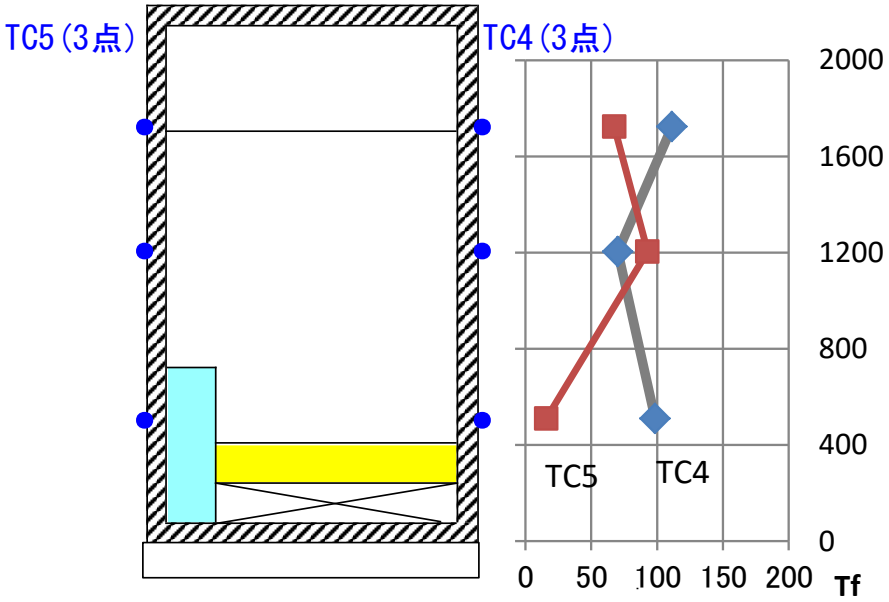


・試験体 1 の下部層の温度は、測定位置が開口部付近の温度 (TC2) より試験体奥部 (TC3) の方が高温となった。これは、開口部下部から給気、上部から排気となっている結果であると考えられる。

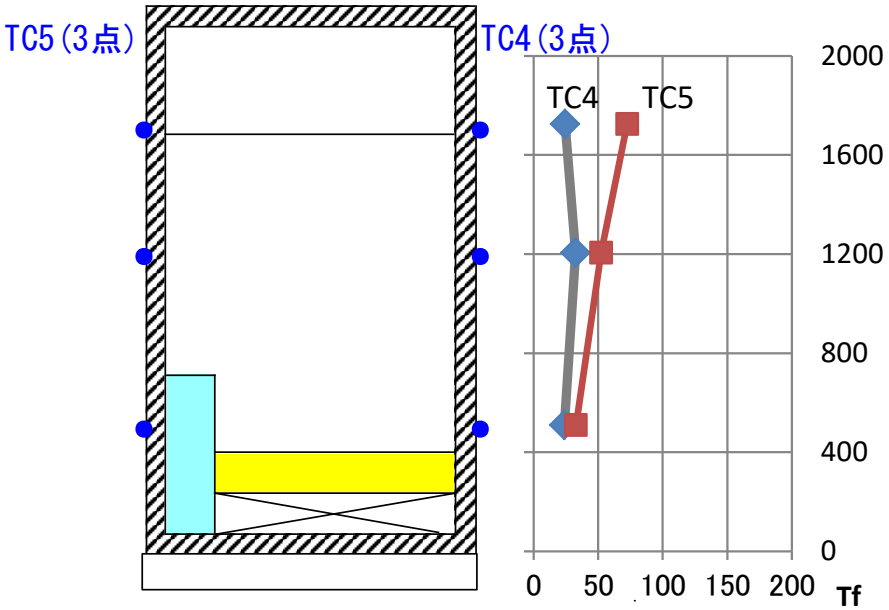
・試験体 2 では上部層と下部層にあまり温度差が見られなかった。これは、試験体 2 は開口部を閉じていたため、試験体内が 1 層化した結果によるものと考えられる。

3.5.6 裏面温度について

試験体 1



試験体 2



・試験体 2 の裏面温度は、試験体 1 に比べて低い結果となった。これは、試験体 2 は延焼防止対策として、FRP 表面に石膏ボードを貼り付けた効果があったためと考えられる。また、試験体 2 は試験体 1 に比べて燃焼時間が長い（F.O の発生時間が遅いため）ことを鑑みると、石膏ボードの遮熱性の有効性は非常に高いといえる。一方、壁面から火炎が漏れていたことから目地部の処理などは別途検討が必要。

3.6 FDS による解析

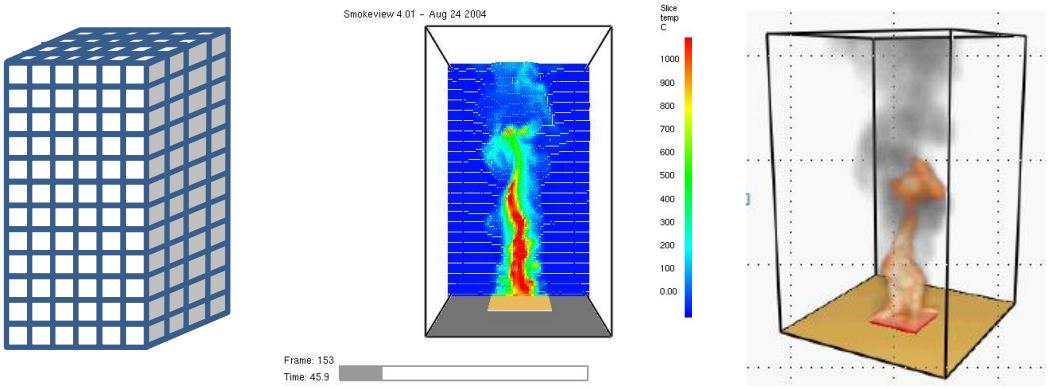
3.6.1 解析条件

本検討では、CFD 解析モデルを用いて試験結果の再現を行う。

CFD 解析を行うに当たり使用した計算コードは、米国商務省標準技術研究所（NIST）において開発された Fire Dynamics Simulator(FDS*[1,2])を用いる。

*1 National Institute of Standard and Technology (NIST), US, Department of Commerce: Fire Dynamics Simulator (Version5) User's Guide, Oct.2010

*2 National Institute of Standard and Technology (NIST), US, Department of Commerce: Fire Dynamics Simulator (Version5) Technical Reference Guide Volume 1 Mathematical Model, Apr.2010



グリッドメッシュ　　温度測定結果　　火炎・煙性状

図　FDS の概要

【計算領域】

計算メッシュは、試験体 2.7m×2.4m×5m（メッシュ 0.05m×0.05m×0.1m）と試験体正面 1.5m×2.4m×5m（メッシュ 0.1m×0.1m×0.1m）とする。

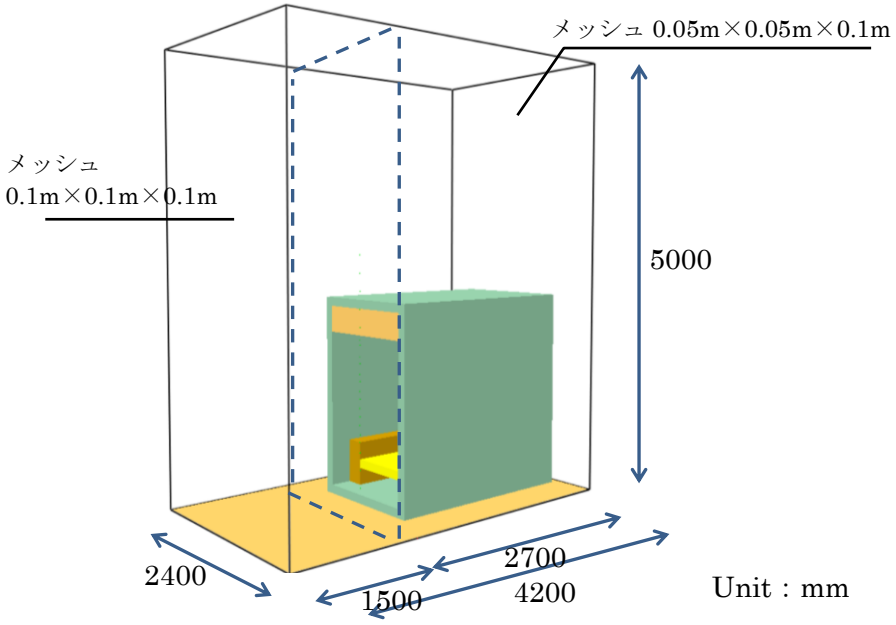


図　計算領域

【計算モデル】

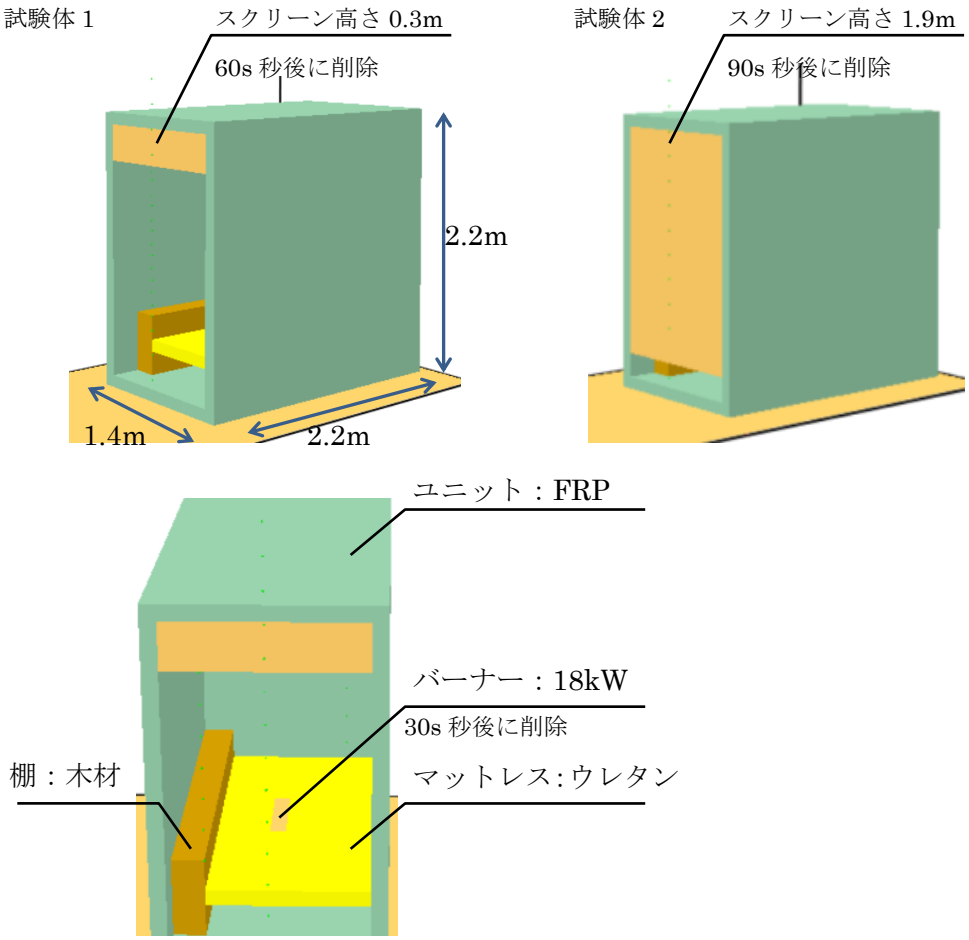


図　計算モデル

表　各種物性値

材質	密度 [kg/m3]	単位面積当たりの発熱速度 [kW/m2]	燃焼熱 [MJ/kg]	着火温度 [℃]
FRP	1630	400	16.3	300
ウレタン	30	413	36	332
木材	640	130	16	260

試験よりも早く燃え広がるよう、毛布やシーツカバー等の材質は無視する。

【設置デバイス】

熱電対（TC1～3）を試験体と同位置に設置。ただし、材料の燃え抜け等を FDS 上で精緻に再現するための情報が不足しているため、裏面温度を測定した TC4,5 については再現しないものとする。

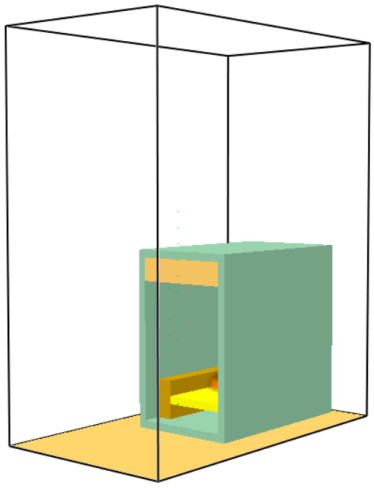
【計算時間】

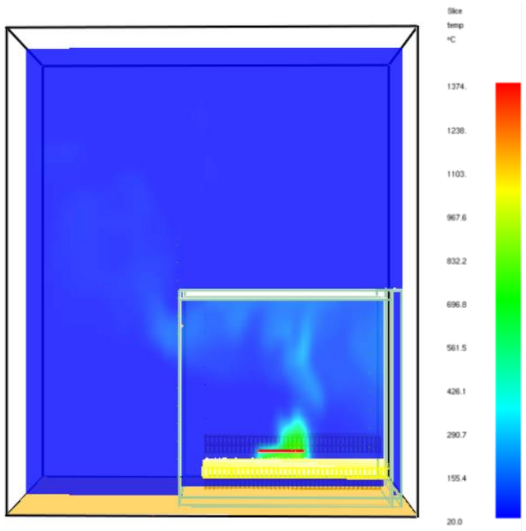
試験体 1：120s　，　試験体 2：180s

3.6.2 シミュレーション結果

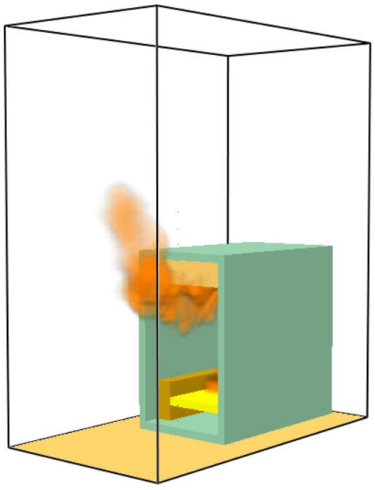
【火炎性状結果】

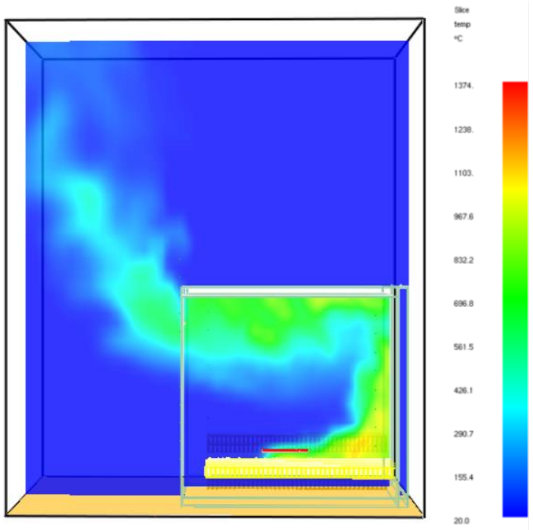
［試験体 1］



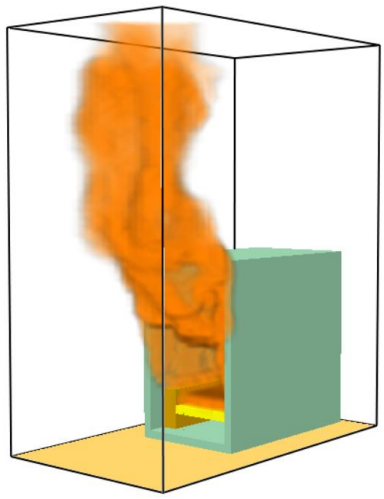


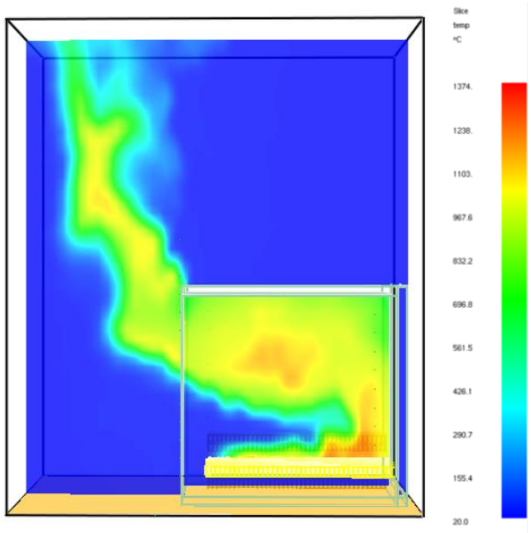
着火後 10s



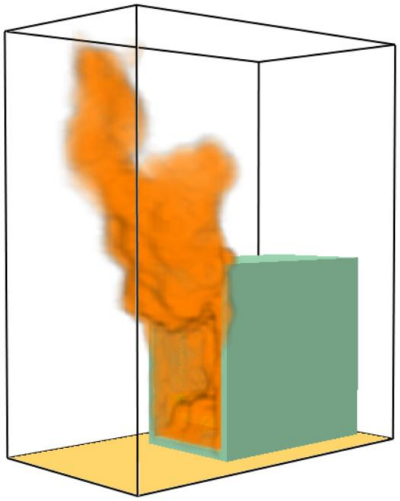


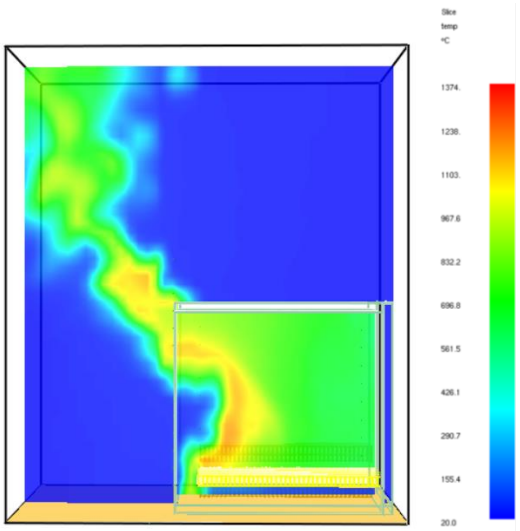
着火後 30s　噴出火炎が発生





着火後 60s（スクリーン破損直後）

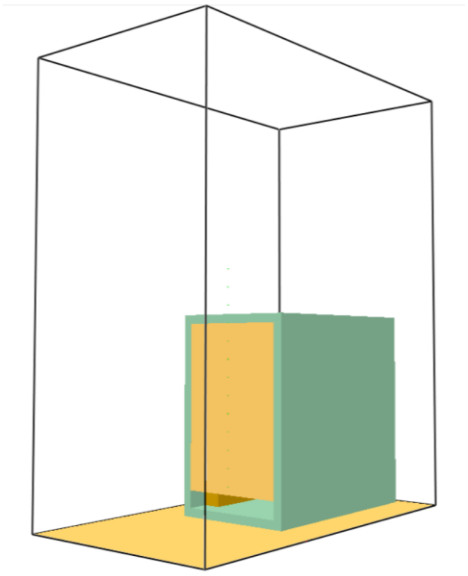


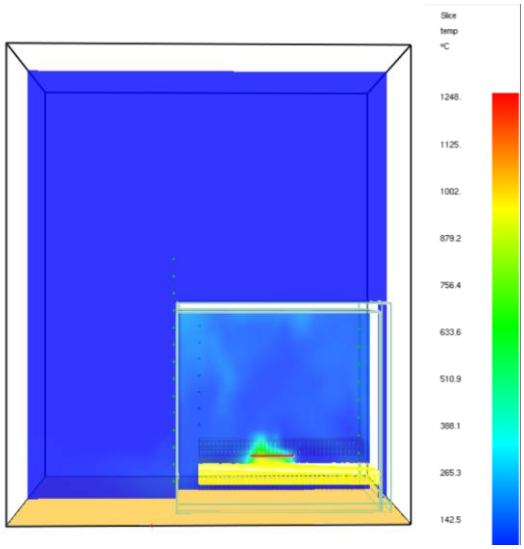


着火後 120s

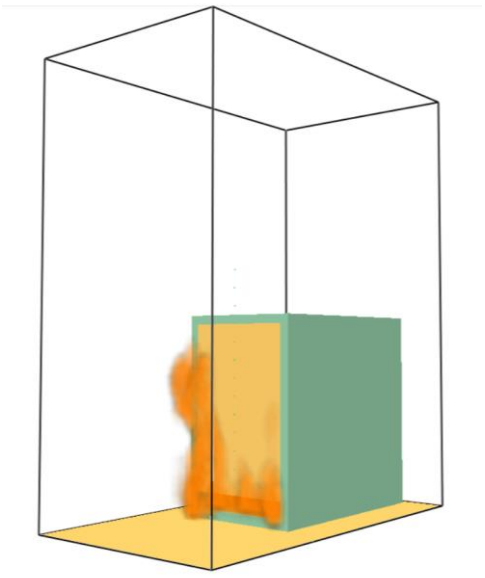
・試験体内の天井面の燃焼により噴出火炎が発生。この時、試験体内は二層化しているが、時間とともに試験体内全体が燃焼し、試験体全体の温度が均一化。また開口付近での燃焼により、開口近傍の温度が高いことが分かる。

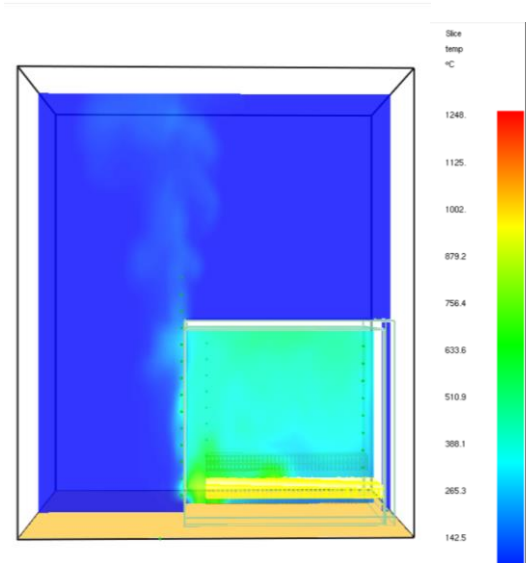
［試験体 2］



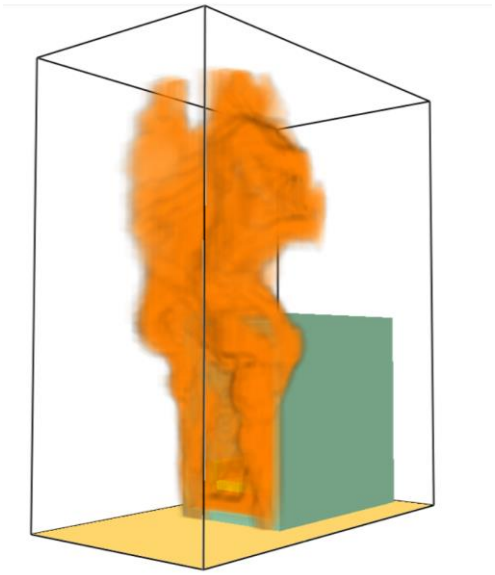


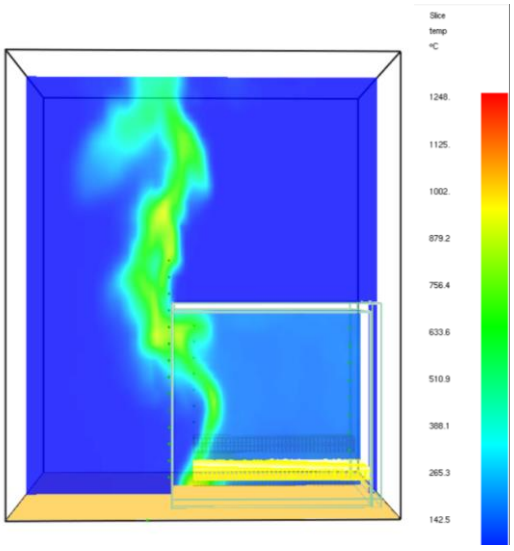
着火後 10s



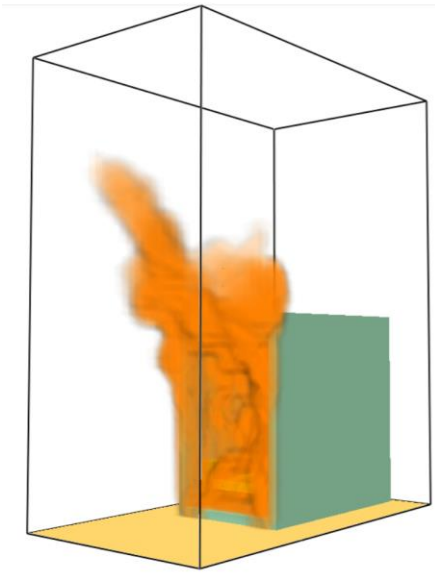


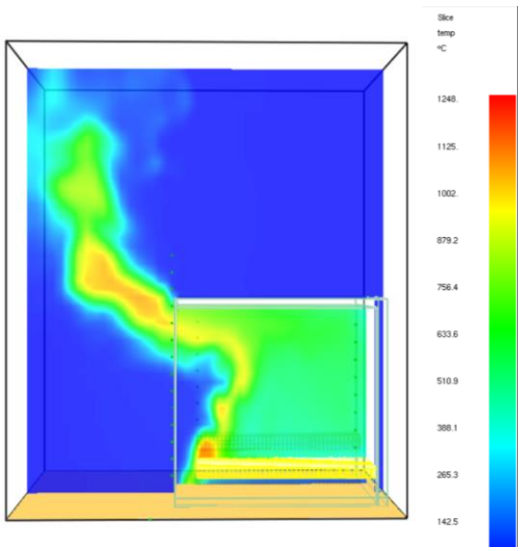
着火後 30s





着火後 90s（スクリーン破損直後）



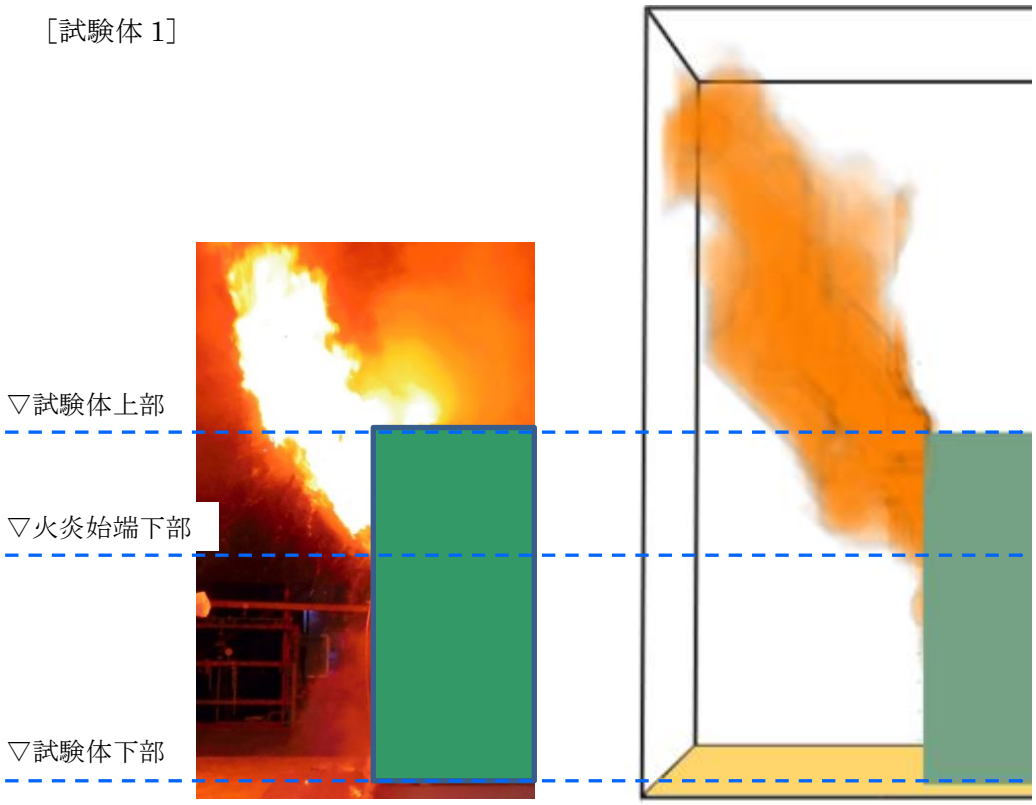


着火後 120s

・スクリーン破損前は、試験体内の温度が 500～600℃となっているが、スクリーン破損直後は、一気に外部にその熱量が噴出。その後、試験体内の温度は全体的に上昇していく。また開口付近での燃焼により、開口近傍の温度が高いことが分かる。

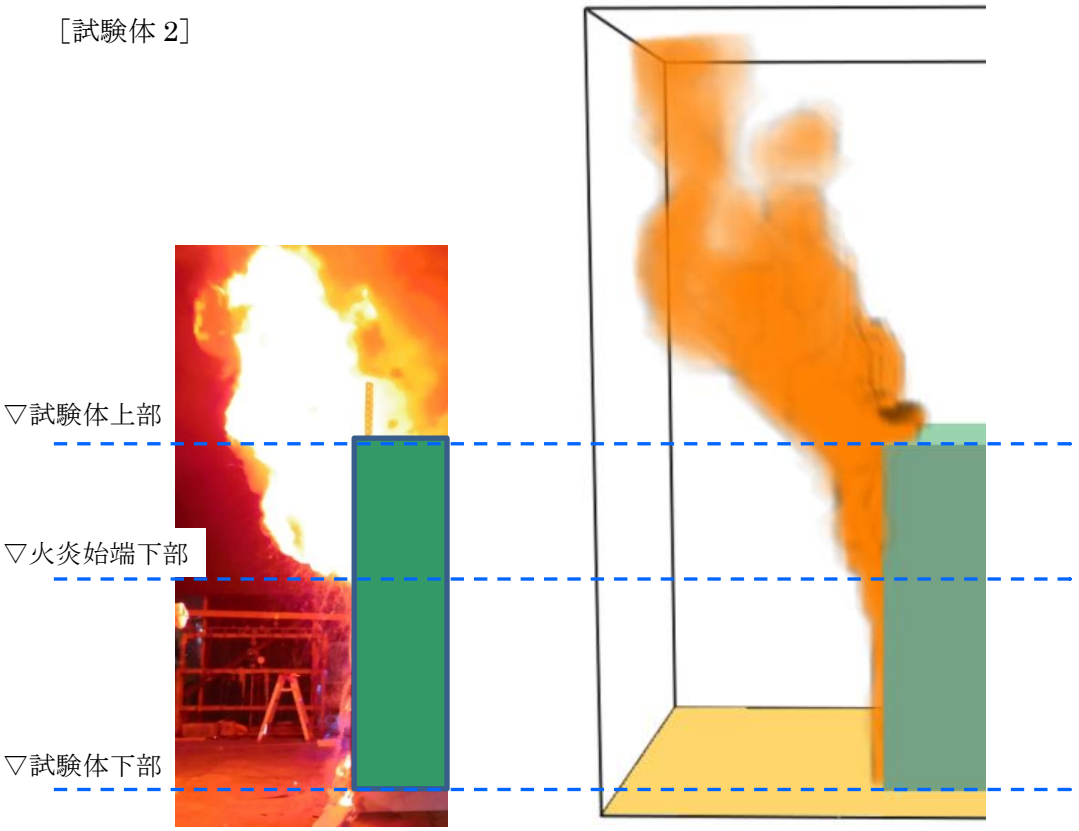
3.6.3 試験結果と比較

［試験体 1］



・試験時の火炎形状と FDS による火炎形状を比較すると、火炎始端下部の位置や火炎の傾きなどに大きな差異は見られない。

［試験体 2］

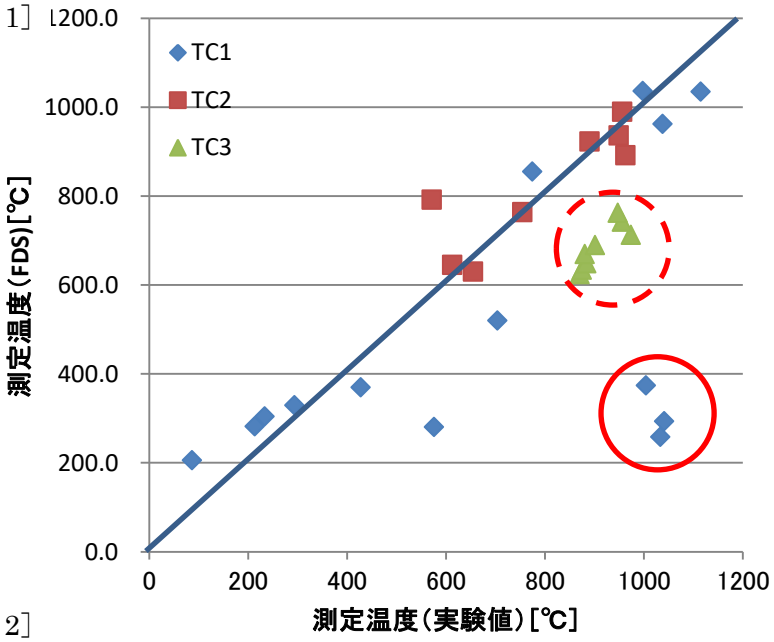


・試験時の火炎形状と FDS による火炎形状を比較すると、火炎始端下部の位置や火炎の傾きなどに差異が見られた。試験時の方が火炎始端下部の位置が低く、火炎に厚みがある。

【温度測定結果】

横軸に実験で測定した温度、縦軸に FDS により得られた温度（計算終了前の 30 秒間平均）とした図を以下に示す。FDS により得られた温度の方が低い傾向がある。また、開口よりも上方部分の測定点（TC1-1～1-3　図中赤丸）と、TC3（試験体奥部　図中点線赤丸）は、温度に差異が出る結果となった。

［試験体 1］



［試験体 2］

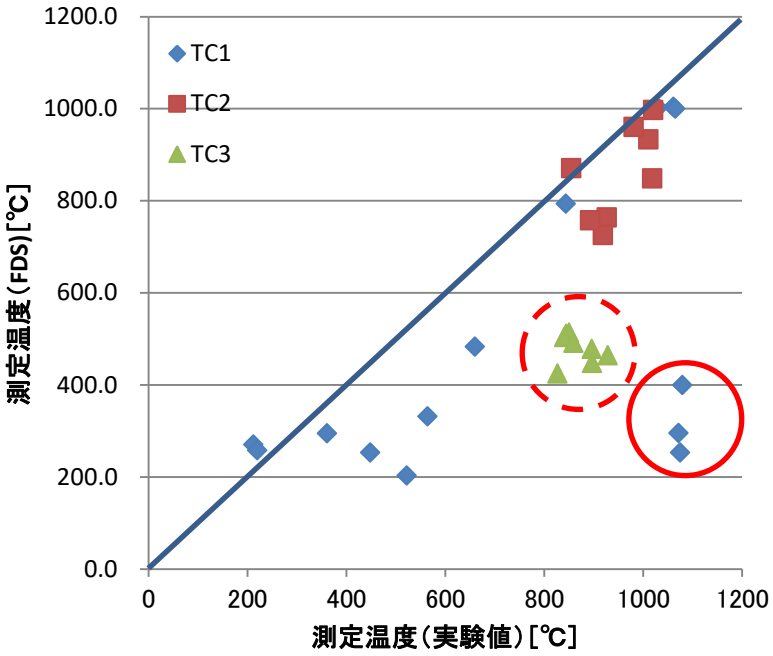
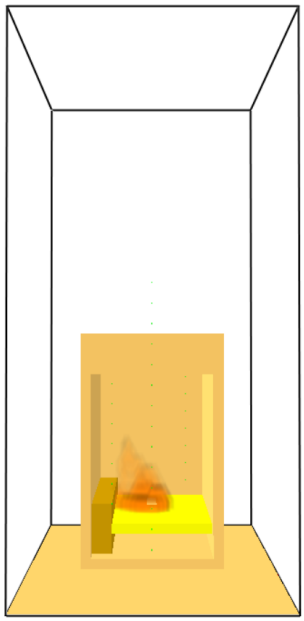
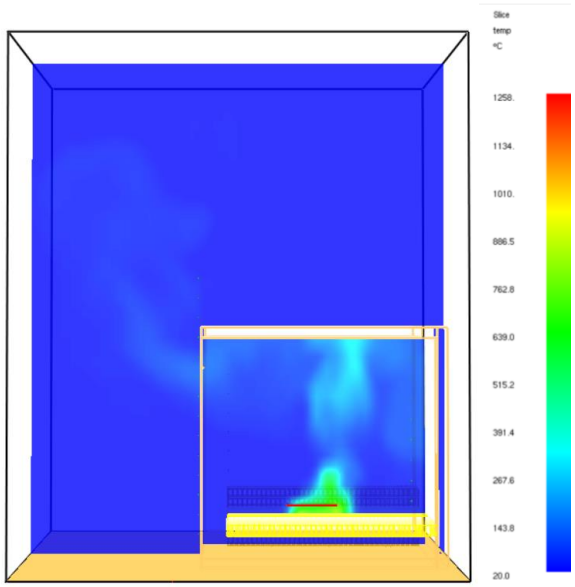


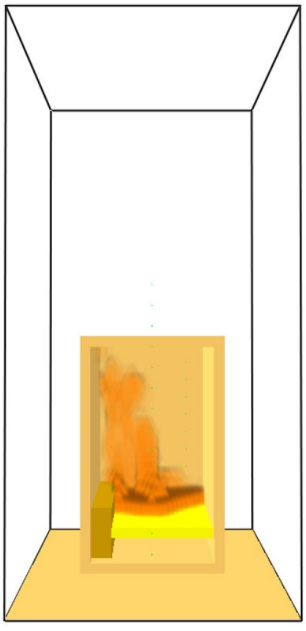
図　実験で測定した温度と FDS により得られた温度の比較

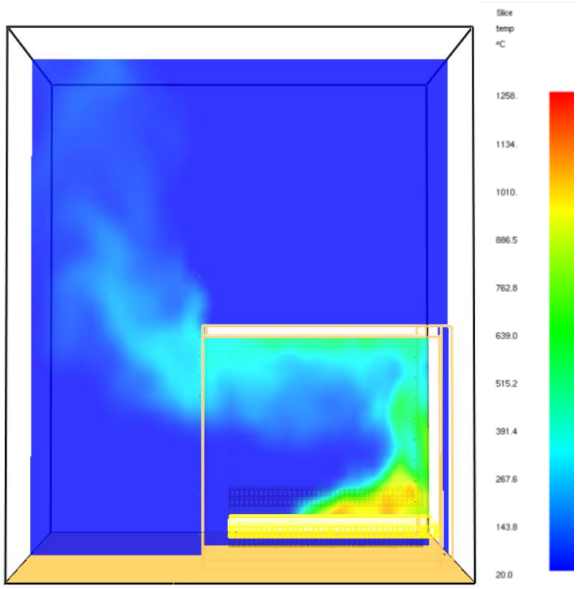
3.6.4 ユニットの材質を不燃性にした場合



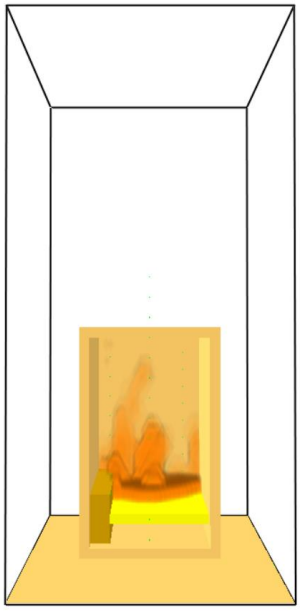


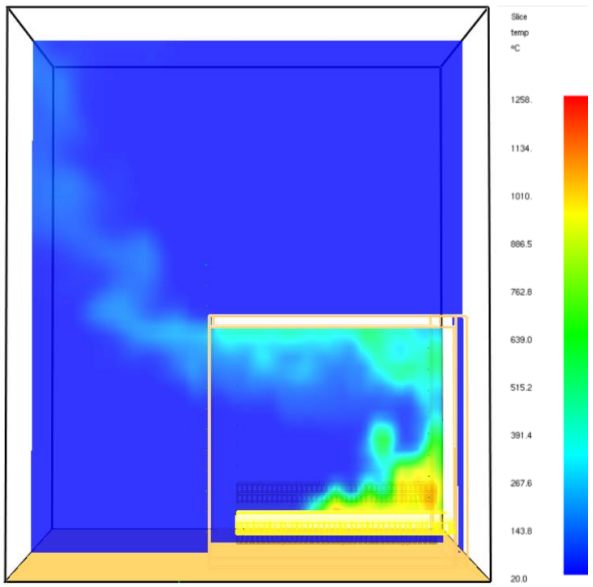
着火後 10s



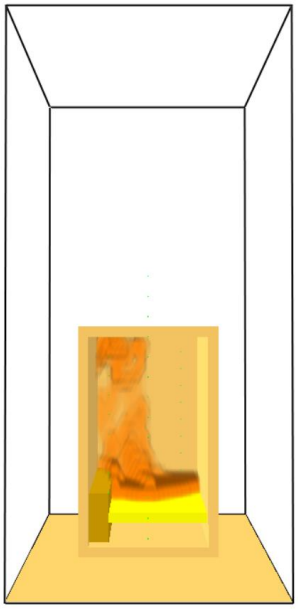


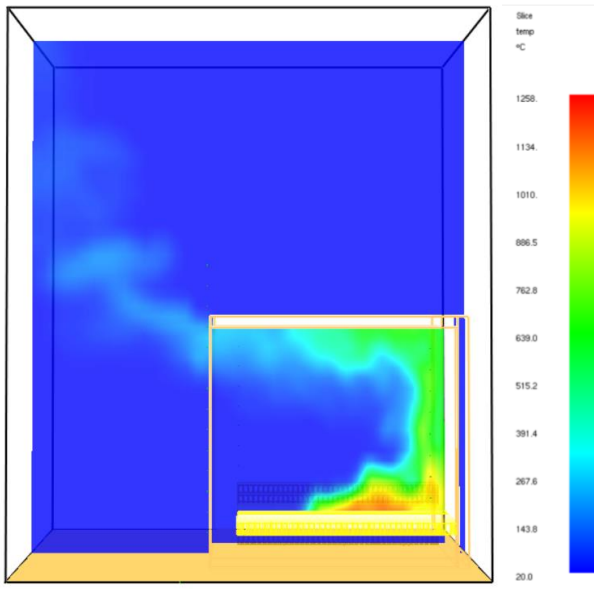
着火後 60s（スクリーン破損直後）





着火後 90s





着火後 120s

・時間経過とともに、試験体奥へマットレスの燃焼が拡大するが、区画内の温度は全体的に高温にはならず、F.O には至らない。

3.7 まとめ

本試験での各項目の結果を下表にまとめる。

	開口条件	最大発熱速度［kW］	最高温度［℃］					F.O 発生時間［min］	放射熱流束(最高)［kW/m²］
			TC1	TC2	TC3	TC4	TC5		
試験体 1	開放	3000	1120.1	991.5	1007.1	135.2	143	6～7	53
試験体 2	閉鎖	4500	1151.8	1091.5	997.5	42.2	116.8	13～14	49

また、試験結果及びシミュレーション結果より得られた主な知見をまとめると以下の通りである。

・本実験で行った**試験体 2 体とも、F.O が発生**した。また、試験中、試験体の形状が保持されたことや以下に示すような性状を鑑みると、ユニット内で**区画内一斉均等火災が発生した**と考えられる。
・試験体 1 は、着火から**約 6～7 分**、試験体 2 は**約 13～14 分**に F.O が発生したと考えられる。試験体 2 の F.O 発生時間は、試験体 1 の結果に比べて約 2 倍程度長い。これは、試験体 2 では開口部をスクリーンで閉鎖したことにより流入空気が制限されていたためであると考えられる。そのため、**火災初期、避難が終了するまでの時間を確保するため、出火ユニットの開口部を塞ぐことは有効**と思われる。
・試験体 2 の最大発熱速度（4500kW）は、試験体 1 の結果（3000kW）に比べて約 1.5 倍程大きい。これは、試験体 2 ではスクリーンが破れたと同時に F.O は発生し、試験体内にあった未燃ガスが一気に燃焼した結果であると考えられる。
・両試験体の F.O 発生時（Case1：6～7 分　Case2：13～14 分）の発熱速度は 500～600kW となり、F.O 発生の既往式より求めた結果と概ね符合する。
・両試験とも、床面から 2H/3 より上部の温度が 500℃以上と高温であることが分かる。これは、この付近が中性帯となり、開口上部から高温の熱気流が噴出した結果である。
・両試験とも、開口下部は 200℃程度となる。開口下部のうち、一部温度が上昇している部分（図中赤丸）は、近傍の可燃物（ﾏｯﾄﾚｽ等）の燃焼による影響と想定される。
・各試験体の F.O 発生直後の火炎形状は、火炎始端下部が開口部の概ね 2/3 の高さ位置となった。試験体 2 の噴出火炎の厚みは試験体 1 よりも厚く、やや火炎始端下部も低い位置にあることから試験体 1 よりも試験体 2 の方が、噴出火炎はより上方に伸びると推察できる。
・FRP 表面に石膏ボードは遮熱性を確保するために非常に有効であるといえるが、壁面から火炎が漏れていたことから目地部の処理などは別途検討が必要。

・CFD 解析モデルを用いて試験結果の再現を行った。解析は試験結果を完全再現には至らないものの、概ね近い性状を再現することができる。また、このような解析モデルを用いて、ユニットを不燃化した場合の条件でシミュレーションをすると、F.O が生じないことを確認することができた。このように、実験結果とシミュレーションを用いることで、より合理的な防火対策を検討することができると考える。

4. カプセルホテル設計のガイドライン「安心して泊まれるカプセルホテル」

4.1 増加するカプセルホテル

4.1.1 カプセルホテルとは

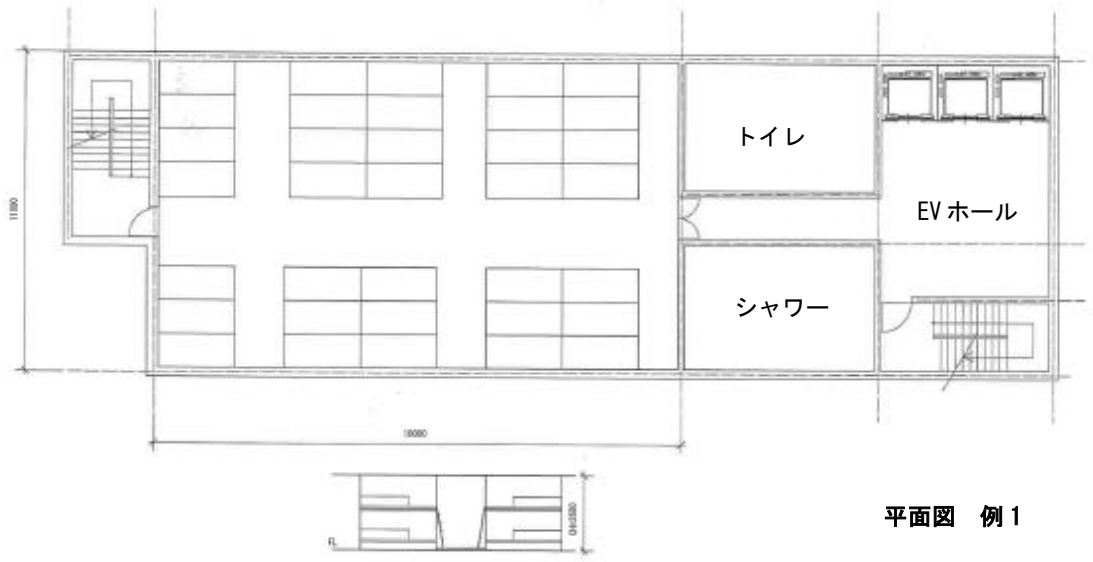
カプセルホテルは、カプセル型をした宿泊ユニットを提供する宿泊施設で、その他のトイレ、シャワー、浴室、ロッカー室、ラウンジなどはすべて共用になっている。ほとんどの施設は男女別のエリアに分かれている。旅館業法ではいわゆる木賃宿、民宿、スポーツ合宿所等と同様に簡易宿所に区分されている。

1980 年頃から高度成長を背景に安価な料金で泊まれる企業戦士の宿として全国で 500 店舗程度まで増加したが､いわゆるバブル経済の崩壊を機に 200 店舗程度まで数を減らした。その後 2000 年初めころからは、今まではあまり利用されなかった女性、外国人、若者などを対象に取り込み、意匠性や快適性も付加した新しいタイプのカプセルホテルが作られるようになり再び増加傾向にある。建設される場所も都心だけでなく、地方都市やリゾートまで拡がりを見せている。

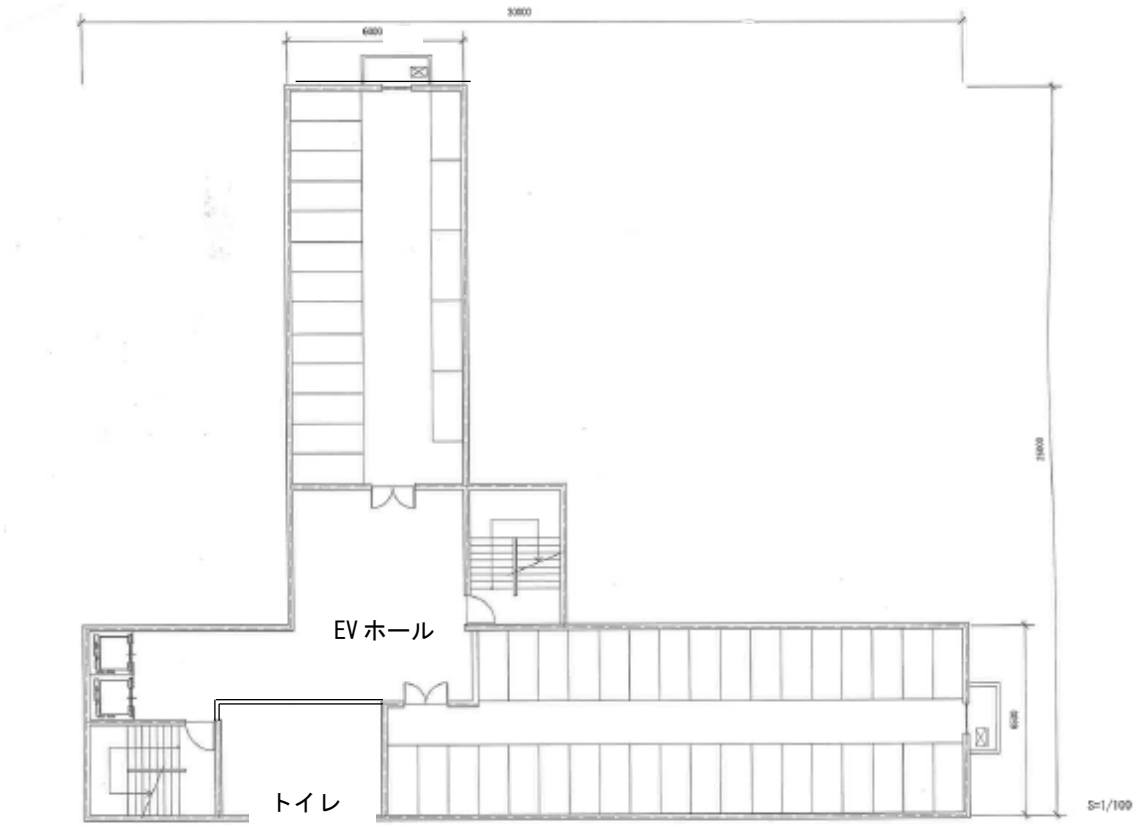
施設は単独の建物として作られることはまれで、既存の建物のテナントの入れ替えに伴い、中小ビルの一部にテナントとして入居するものが大半となっている。

4.1.2 カプセルホテルの施設構成

カプセルホテルの典型的な平面を次に示す。主施設としてカプセルの並んだ男女別の大部屋があり、それに受付、ラウンジ、ロッカー室、浴室(またはシャワー室)、トイレなどが共用施設として付属している。



平面図　例 1



平面図　例 2

写真　例 1

出典：https://travel.rakuten.co.jp/mytrip/ranking/capsulehotel-ranking/

写真　例２

出典：https://first-cabin.jp/businessclass/

写真　例３

出典：https://www.nara-np.co.jp/news/20180724084623.html

4.2 カプセルホテルの火災安全上の問題点

カプセルホテルは、小さな就寝のためのカプセル状のユニットが高密度に集積した建物のため、火災時の安全には十分な配慮が必要な施設といえる。一方で、カプセルホテルのように比較的新しいビルディングタイプの建物では、その用途、構造に対して現在の法令が十分に火災時の安全を担保しているとは言えない。防火上懸念される問題点は以下の通りである。

・一室に多数の人を収容する就寝施設であり、特に就寝時にカプセルの入口を閉じていた場合には、在館者が火災を覚知するのに時間がかかる。
・カプセルの材質などから可燃物が多く、火災が急速に拡大しやすい。
・避難階段が一つしかない建物への設置も少なくなく、避難施設が十分でない施設もある。
・有効な初期消火手段であるスプリンクラーが設置されていない事例も多い。
・利用者に外国人が多く、避難経路や施設の周知、情報伝達などに問題がある。

以下、これらについて個々に説明する。

4.2.1 大部屋に多数を収容する施設としての課題

シングルやツインの客室を基本とするホテル・旅館に対して、カプセルホテルは、4.1.2で示した事例の通り、大部屋に多数の宿泊ユニットが高密度に配置されている。それぞれのユニットは、部屋扱いでなく、家具扱いなのでドアなどで完全に閉鎖する構造とはできず、一部に開放部分があるロールスクリーンなどでユニットと廊下を仕切るタイプが主流となっている。そのため、ユニット間の遮音性は低く、就寝中に耳栓等をしている人も少なくないと推察される。

そのような状況で火災が発生した場合の問題として以下のようなものが考えられる。

・宿泊室内で火災が発生してもユニットの閉鎖性があり火災に気づきにくい。
・火災警報が鳴動しても就寝中や、耳栓などをしていれば気づくのに時間がかかる。
・宿泊者同士は知り合いでなく、互いに寝ている相手を起こして避難するなどの協力は期待し難い。
・火災の煙が大部屋に拡散した場合、避難経路上の視認性が低下して避難方向が分からなくなる可能性がある。

このようなことから、火災が発生しても、火災に気づかず逃げ遅れる人が多数発生するリスクがあると考えられる。

4.2.2 可燃物が多く火災拡大が早い

カプセルホテルの宿泊ユニットは、一部不燃材料のものもあるが、大半は可燃性の樹脂材料で、燃えると多くの煙や熱を発生する。また樹脂材料が燃えたときに発生する煙は毒性も強く、危険な煙である。もちろん喫煙の禁止や、荷物を別室のロッカーに収納するなどそれ

なりの出火防止対策をしているが、スマートフォンやパソコンのリチウム電池からの発火や、放火等出火の危険は低いとは言えない。

日本防火技術者協会ではカプセルを実際に実験室で燃焼させる実験を実施し、燃焼の状況や発生熱量等詳細なデータを取得した。

それらから得られた事項をまとめると以下の通りとなる。

・樹脂材料を主体に作られたカプセルは、カプセル内の火災がフラッシュオーバーに至るまでは比較的緩慢な燃焼をするが、フラッシュオーバー以降は急激な燃焼拡大をする。

・フラッシュオーバー以降は、大量の黒煙を発生する。

・フラッシュオーバー以降、火炎がカプセルの入口から激しく噴出する。

・入口のスクリーンを閉めておくとカプセルからの煙の漏出をある程度防ぐことができる。また、燃焼を抑制し、フラッシュオーバーに至る時間を遅らせることができる。

これらの結果からも急激な火災拡大の危険が確認された。

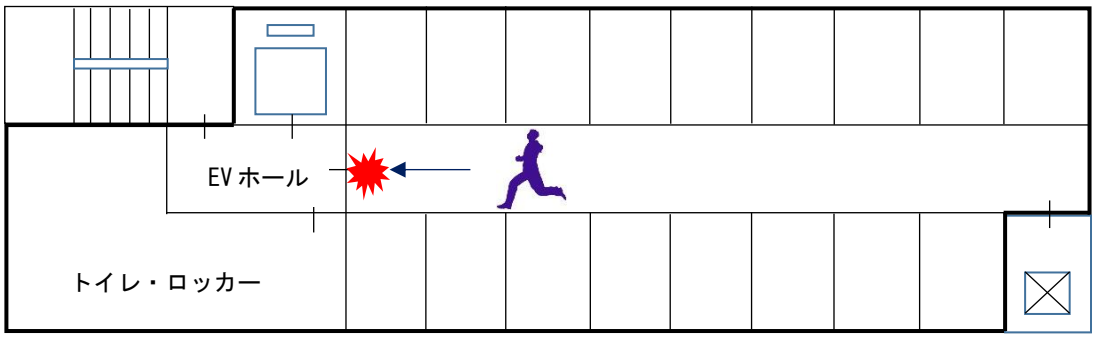
4.2.3 十分な避難施設が設置されていない問題

カプセルホテルは、新築の専用建物として作られるケースは少なく、既存の建物の一部を改修して設置するものや、中小ビルのテナントとして入居するケースが大半である。その場合、廊下、階段、バルコニーなどの避難施設は当該建物に設置されたものをそのまま使うことになり、新たに外部階段などの避難施設を増設するようなことは原則できない。

建築基準法や、消防法では旅館やホテルと同じ扱いであり、特にカプセルホテルとしての付加的な規制はない。ただ、いくつかの自治体の消防では、カプセルホテルに対する防火上の指導基準を定めているところもある。

例 3 は、1 階段の建物に設置されたカプセルホテルの平面図の事例である。また平面図例 2 で示したように 2 階段であっても廊下の端部がバルコニーになっている例もある。これらはもし階段付近で出火して階段が避難に使えなくなると、宿泊者は避難経路を絶たれてしまう。たとえ、バルコニーや避難バルコニーが設置されていたとしても、それらで避難できるのは少数で、時間もかかる。

今まで述べたように、カプセルホテルでは、宿泊客が火災に気づくのが遅く、火災が急速に拡大するとすれば、避難施設はそれに見合ったものがある必要がある。



平面図　例 3

4.2.4 スプリンクラーが設置されていない場合も多い

消火設備についても、例えばカプセルホテルという用途に対してスプリンクラーの設置が義務付けられているということではなく、設置される建物の階数、規模で設置の要否が決まる。

カプセルホテルのような就寝施設では、火災が拡大する前に確実に火を消し止めることが大事で、逆にもし火災が初期に食い止められないと、カプセルの材質によっては急激に火災が拡大し、逃げ遅れることになってしまう。

4.2.5 火災情報が伝わらない

就寝中に、火災が起きてもそれに気づきにくいことの危険についてはすでに説明したが、それとは別の問題として、日本語の理解できない外国人の問題がある。

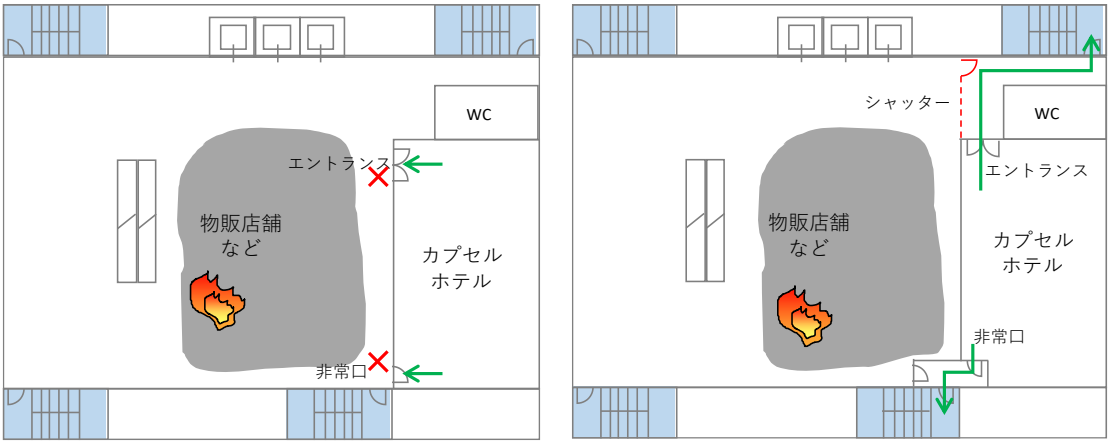
近年、カプセルホテルの利用者の中で外国人の占める割合が特に拡大している。現在日本で設置されている非常放送は日本語の音声が一般的で、外国人には理解が難しいものとなっている。もし、火災の発生場所や、避難すべき方向などが的確に伝わらないと逃げ遅れの原因になる。

4.3. 火災安全に配慮したカプセルホテル

この章では、4.2 で示したような火災安全上の問題点を補うために、カプセルホテルを設置する場合の留意点や運営上の工夫について記述する。

4.3.1 テナント入居、建物新築にあたり：特に階段、避難バルコニーの配置

・大規模な建物に入居する場合、他の用途の場所で出火した場合に避難経路が失われないような区画を選択する、施設側と適切な避難経路が確保できるように調整を行う、または、そのような建物計画とする。



よくない例　　よい例

図　大規模な建物に入居する場合の例

・いわゆる雑居ビルに入居する場合、他のテナントの防火管理の不具合により、当該ホテル部分の避難が妨げられる恐れがあるような（常に階段に物品が放置されているテナントが入居しているようなビルには入居しないなど）、建物全体の管理状況の良くない建物に入居することは避ける。

月刊フェスク,2010 年 5 月号より

https://www.fesc.or.jp/ihanzesei/fesc/pdf/2010_05.pdf

図　階段に物品が放置されている例

・古い雑居ビルの場合、エレベーターの扉が遮煙仕様でない場合がある。下の階で火災が生じた場合にエレベーターから煙が上昇してくる恐れがある。EV 扉を遮煙仕様とした建物に入居するか、そうでない場合は EV ホールを、防火扉などを用いて専有部内に区画を設けるのがよい。

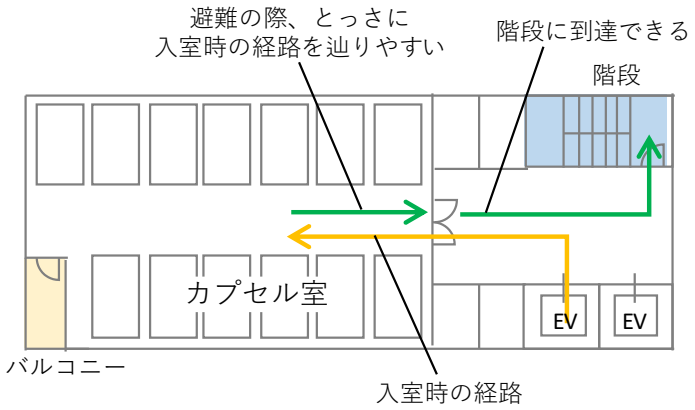
株式会社鈴木シャッターのホームページより

https://www.suzuki-sh.co.jp/products/shutter/taika/default.htm

図　エレベーター扉の遮煙改修として防煙シャッターを設置した場合のイメージ

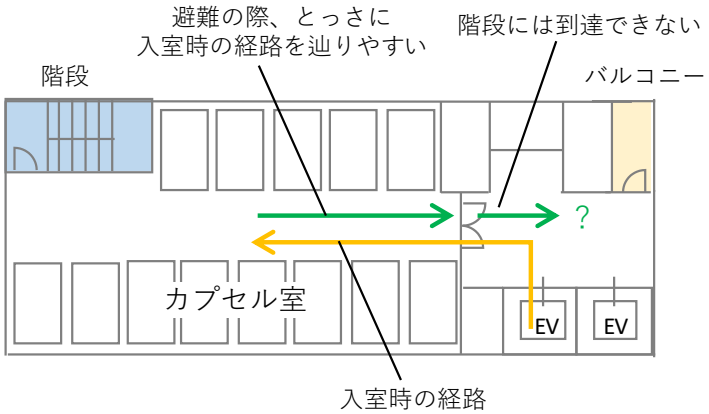
・避難階段が 2 つ以上あり、カプセルを配置する宿泊区画（以下、宿泊区画とする）から階段に向かう 2 方向避難経路が確保できることが望ましい。雑居ビルで面積や規模の小さい場合には、階段が 1 本しかないこともあり、このような建物に入居する場合には注意が必要である。

・通常時の移動に使用するエレベーターと同じ方向に避難階段があるのが望ましい。特に、避難階段が 1 つしかない場合、通常利用時の動線、特にエレベーターのある方向に避難階段があることが望ましい。



当該カプセル室で出火した場合には有利である。一方で、他階で出火し、エレベーターシャフトを経由して煙が拡散した場合には不利になる。エレベーターシャフトに遮煙対応を施すことが必要である。

図　エレベーターと避難階段が同じ方向にある場合の例



当該カプセル室で出火した場合には不利である。一方で、他階で出火し、エレベーターシャフトを経由して煙が拡散した場合には有利ではある。

図　エレベーターと避難階段が同じ方向にない場合の例

・避難階段が 1 つしかない場合、その階段が屋外階段であることが望ましい。
・避難階段が 1 つしかない場合、それとは遠ざかる方向に避難バルコニーがあることが望ましい。
・避難バルコニーに避難器具を設ける場合、避難器具では一度に多数の人が降りられないため、バルコニー部にある程度の人数が滞留できる面積を設けるのが望ましい。避難バルコニーを大きくできない場合、室内側のバルコニー前に天井まで達する壁で区画された滞留スペースを設けるのもよい。可能であれば、この区画も天井内までの壁でスラブまで達し、防火扉とするのがよい。

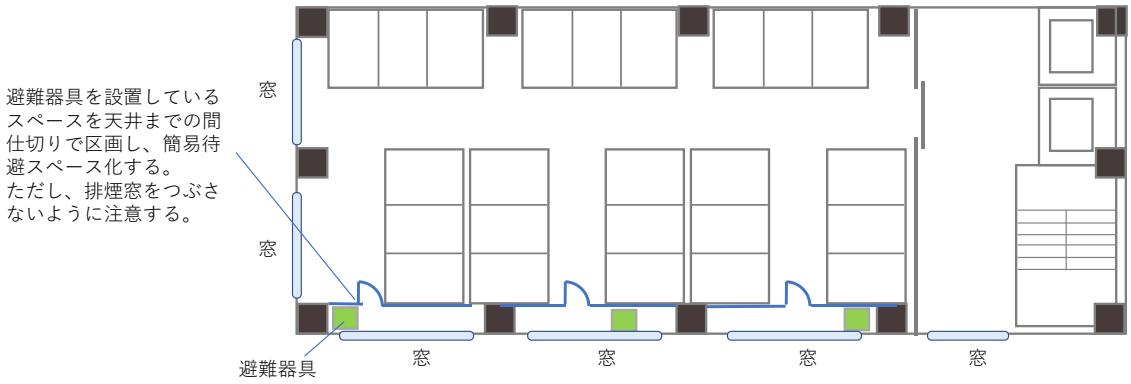


図　避難器具置き場を簡易滞留スペース化するイメージ

・大規模な建物に入居すると、本体にスプリンクラー設備があるため、それを利用してスプリンクラー設備を設置することができる。
・新築でカプセルホテルが主体となる建物を計画する際は、スプリンクラー設備を、法令により要求されない規模であっても設置することを検討する。いわゆる老舗的なカプセルホテルの建物の中には、法令によりスプリンクラーが必要でないと思われる規模であってもスプリンクラー設備を有するものも多い。

4.3.2 プラン計画

・カプセルを 1 つの宿泊区画に多く配置しすぎない。1 つの宿泊区画に多数のカプセルを配置することは、火災による被害を考えた場合、出火確率、および火災の被害を受ける人数の両面で不利になる。
・多数のカプセルを 1 つの宿泊区画に設置する場合、ある程度の個数を単位として、天井まで達する不燃壁にて区画するなどして、同一範囲に広がる煙や炎の影響を直接受けないようにする。または、カプセル内にスプリンクラーを設置し、火災が生じても確実に初期消火できるようにするなどを検討する。
・上記の区画壁は、好ましくは天井内まで立ち上げ、スラブまで達する壁とする。また、扉

は自閉式の扉とするのが望ましい。特に、防火設備とすることが望ましい。

・宿泊区画の通路として、袋小路状の通路を極力設けない。

・カプセル区画内に多くの荷物を持ち込ませないようにするため、専用のロッカー室を設けるのが望ましい。ロッカーなどは防火扉で常時閉鎖の区画とするのが望ましい。少なくとも、避難通行の妨げになるように通路に置かれることがないようにする。

ナインアワーズのホームページより

https://ninehours.co.jp/otemachi/

図　宿泊室とは別区画のロッカールームを設けた例

・避難扉の位置が容易にわかるようにする。例えば通路の突き当りに避難扉があるとわかりやすいが、そうでない場合は、誘導灯などにより避難扉の存在がわかりやすくなるようにする。

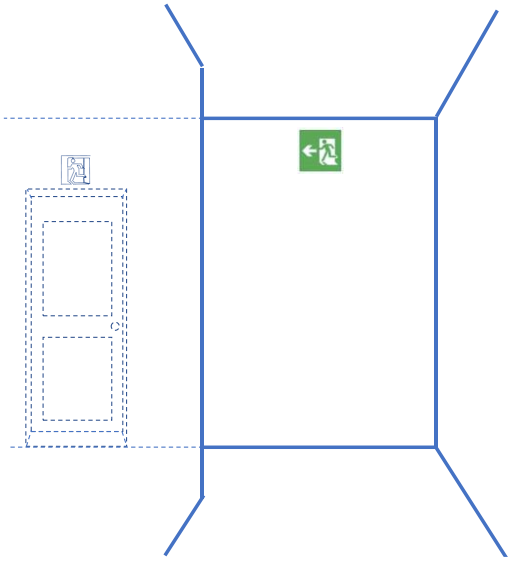


図　突き当りに扉がない場合で、曲がった先のすぐ近くに扉がある場合に、突き当り部に誘導灯をつける場合の例

4.3.3 避難施設・防災設備の工夫

・エレベーターから降りたすぐ近く、または宿泊区画に入ったすぐ近くなど、目に付きやすい位置に避難経路図を設置する。通常、カプセルの配置案内図を掲載すると思われるが、これに避難経路も合わせて記載するのが望ましい。

・カプセル内も避難経路図を設置するのが望ましい。

・（夜間の外光が厳しい場所では採用は困難であるが）屋外避難階段、屋外階段に至る扉には、ガラスを用いて、その先が外部であることをわかりやすくするとよい。このとき、ガラスは火災による影響を外部に及ぼしにくくするため、防火設備ガラスである網入りガラスなどにする。階段自体が視認できるなどできると更に望ましい。

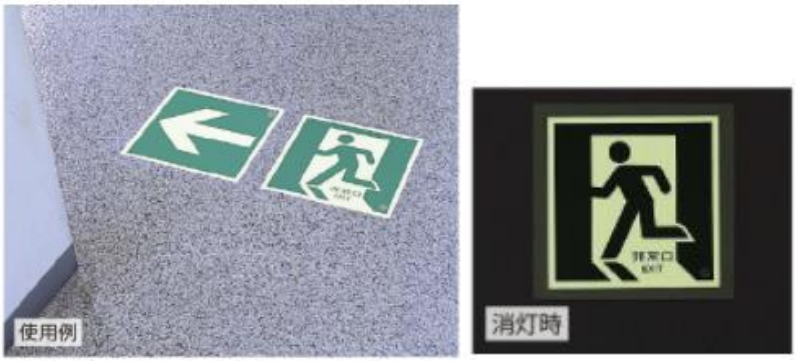
・（夜間の外光が厳しい場所では採用は困難であるが）宿泊区画内のその他の部分でも、ガラス窓があると閉塞感の軽減になり、方向感覚をつかみやすくなる。

ナインアワーズのホームページより

https://ninehours.co.jp/

図　ガラス窓により解放感があり避難階段も目視できる計画のイメージ

・避難階段は通常時施錠して使えないものより、通常時の動線として利用できるもののほうが望ましい。
・電子錠で施錠している扉が避難経路となる場合で、その施錠が宿泊客に渡しているカードキーなどで解錠できる場合であっても、火報の発報により自動的に施錠を解錠するものとするのが望ましい。
・通常の誘導灯に加え、足元高さや床面に避難誘導表示を設置するのが望ましい。高い位置にある誘導灯は、火災による煙により見えにくくなる恐れがある。煙が充満した後は床面近くしか見えない恐れがある。



あんずの安全標識. jp のホームページより

https://anzh.jp/products/detail/829-15A--6711

図　床面設置の蓄光型の誘導標識のイメージ

・特に宿泊区画内の通路形状が複雑な場合などは、カプセルの設置区画内からの主要な避難口に設置する避難口誘導灯は、誘導音・点滅機能付きとするのが望ましい。
・カプセルの設置区画内に設ける避難バルコニーや屋外階段に至る避難扉には錠を設けることになると思われる。この錠は、ワンタッチ式の非常開装置付とすることが望ましい。例えばサムターンのみで施錠していると、非常時で焦っている状況下で、かつ明るさの限られる中、サムターンに気が付かず、解錠できない恐れがある。
・避難扉の前には非常照明を設置し、ドアノブやサムターンが見やすくなるようにする。

http://www.lock-search.com/homepage/MIWA-old-catalog/2012/pdf/2012C_P393-416_DeadboltMortiseLocks.pdf

図　ワンタッチ非常開装置付本締錠（望ましい）

・避難扉をカーテンやロールスクリーンで隠れてしまわないようにする。たとえ誘導灯があっても扉が目視できないと避難口があることが認識できない恐れがある。遮光のためにやむを得ずカーテン等を設置する場合、そこに避難扉があることを気付きやすくする工夫を施す。

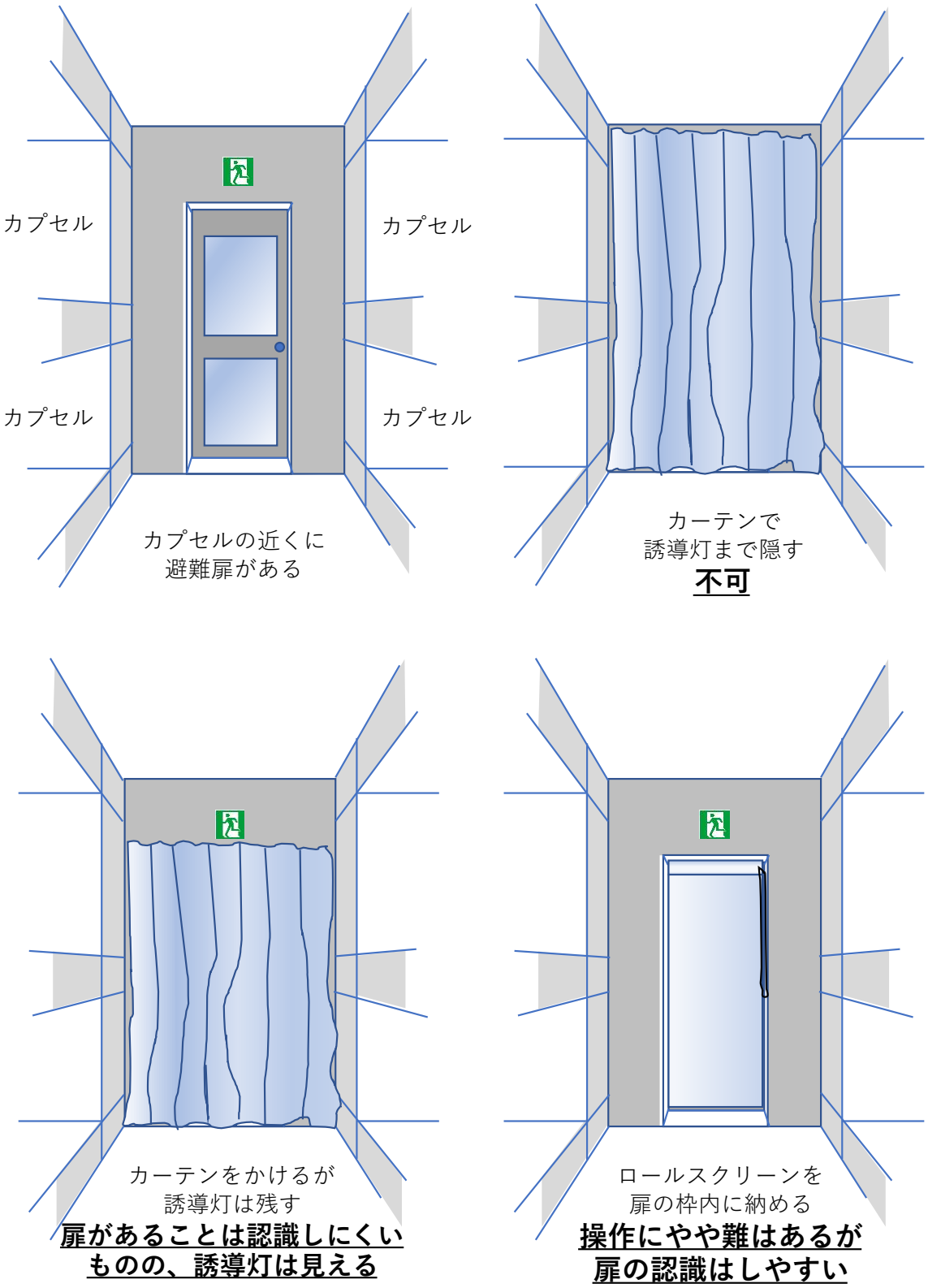


図　扉にやむを得ず目隠しが必要な場合の配慮

・避難バルコニーに対しても、そこに避難バルコニーがあることが容易にわかるようにするためのサインを設置することが望ましい。
・宿泊客に外国人が多くいる場合には、非常放送は少なくとも英語をはじめとした多国語対応とすることが望ましい。ただし、言語数を増やしすぎると、聞き取りににくくなるため、来客者の特性を考慮して設定する。
・消火器を宿泊客でも容易に認識できるようにする。通常時に視認することでその存在を認識できることが望ましい。消火器は全埋め込み型のボックスではなく、消火器本体が露出した形で設置すると認識しやすい。通路の突き当りに設置すると目に付きやすい。またそれが照明により照らされている位置であるとなおよい。また、就寝時は暗い状態であり、消火器の位置がわかりにくいため、非常照明により存在がわかるようにするか、補助的な照明を設けるなどすることも望ましい。なお、消火器による初期消火は、スタッフが駆け付けて行うことも可能な場合もあるが、覚知から駆け付けまでの時間を考えると、宿泊者が利用して初期消火を行えた場合のほうが奏効率は高いと考えられる。すべての宿泊者に消火器による初期消火を期待できないにしても、宿泊者に消火器の存在を認識してもらえたほうが消火器の有意性が高まる。

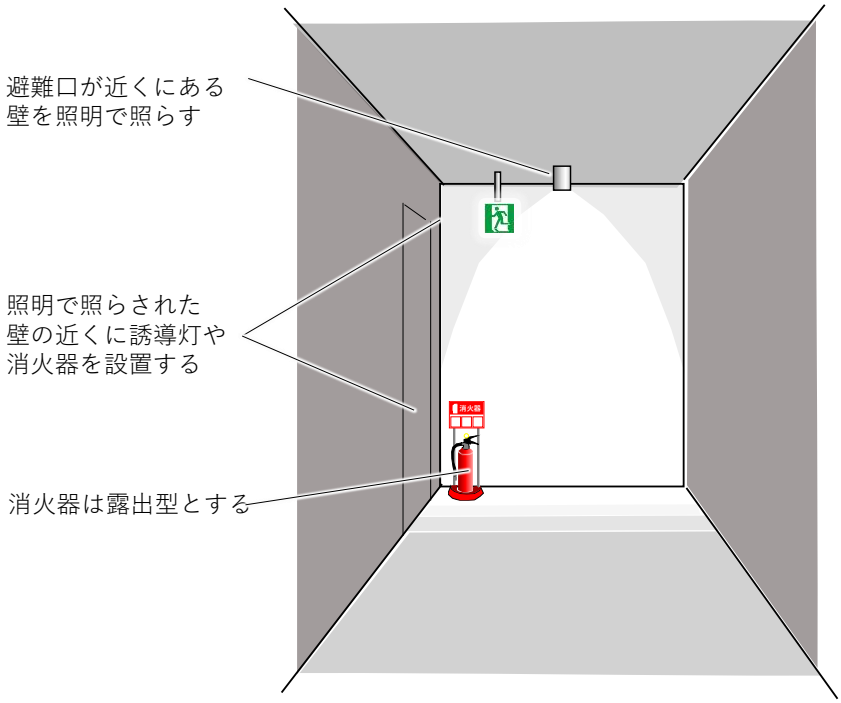


図　避難口近くや消火器などを照明で照らして認識しやすくするイメージ

・火災報知機の発信機を宿泊客でも容易に認識できるようにする。英語等の表記も追記しておく。非常時にわかるようにしておくことに加え、通常時に間違って押されないことにもつながる。

図　発信機に英語の表示を追記した例

・カプセルのある区画内は靴を脱ぐことをルールとし、靴を別の場所のロッカーに収納する場合、避難時に裸足や靴下、底の薄いスリッパ履きで歩行することになる。例えば屋外バルコニーや屋外階段がグレーチングなどであると歩行しにくいため、カプセルのある区画で靴を脱ぐ運用とする場合、避難経路の床面の歩きやすさを考慮する。

4.3.4 カプセルの火災安全上の配慮

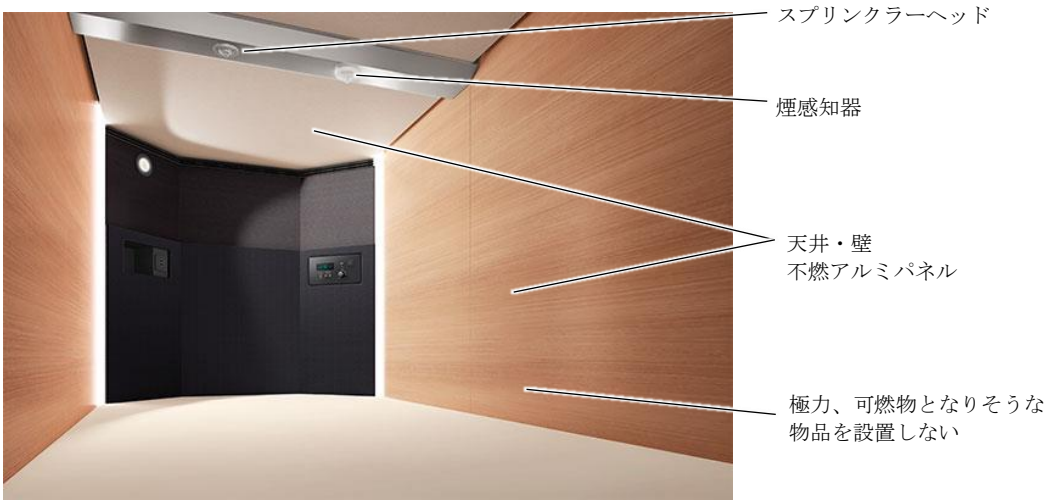
・カプセルの躯体は金属など極力不燃の材料により作成する。

コトブキスリープカプセルのホームページより

https://www.kotobuki-sleep-capsule.com/hotel.html

図　金属製のカプセルのイメージ（パネルをアルミ樹脂主体で構成）

・すべてのカプセル内に煙感知器を配置するのが望ましい。
・カプセル内部表面は極力不燃材料や準不燃材料、もしくは防炎製品とする。面的に FRP や木材、ウレタンなど燃えやすいものでないものとする。
・カプセル内に極力物品を設置しない。設置するものは金属など、燃えないものにすることが望ましい。
・ロールスクリーン、カーテンや布団類は防炎製品とする。
・スプリンクラー設備を有する建物では、可能な限りカプセル内にスプリンクラーヘッドを設置することが望ましい。通路やカプセルの上に設置したスプリンクラーヘッドではカプセル内の火災に直接散水できないため、効果が限定的になる。

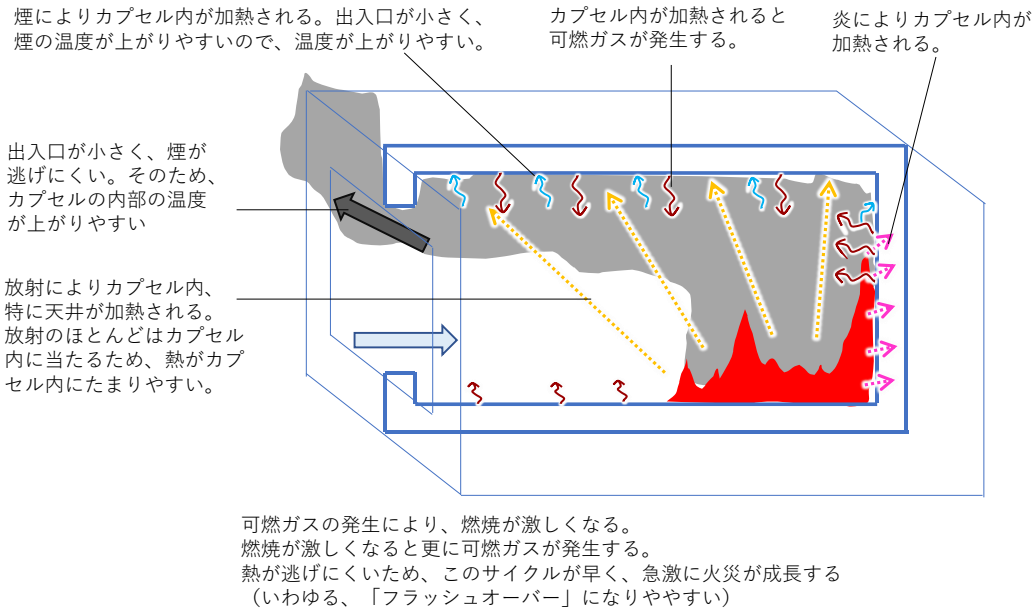


コトブキスリープカプセルのホームページより

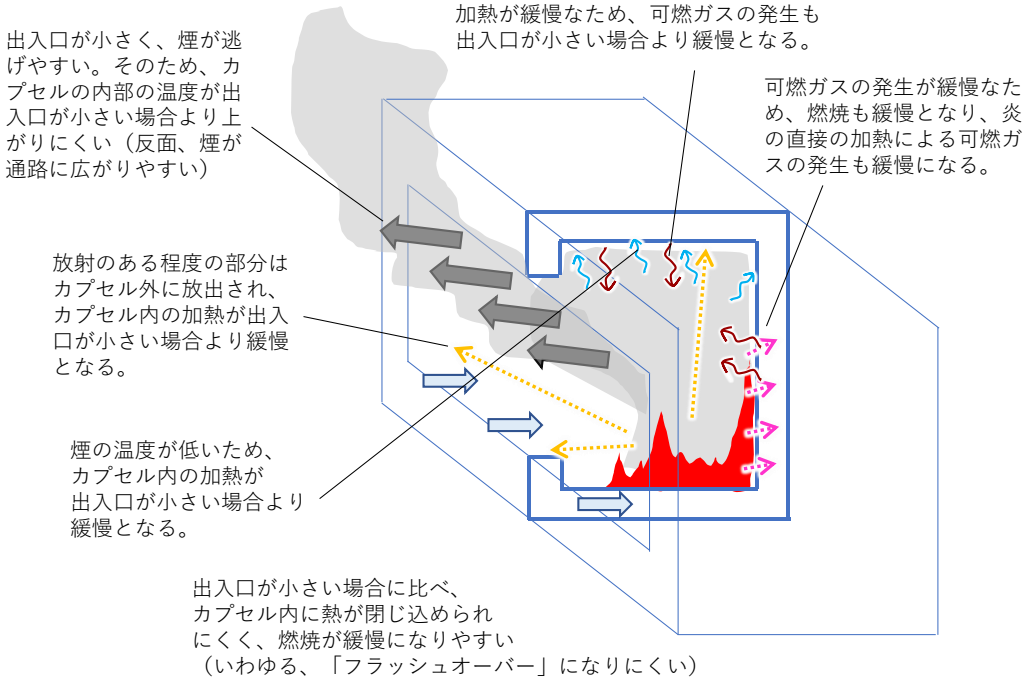
https://www.kotobuki-sleep-capsule.com/hotel.html

図　火災を考慮したカプセル内の仕様のイメージ

・カプセル内での火災発生時を考慮すると、短辺側が開いている奥深いカプセルは、長辺側が大きく開いたカプセルに比べ、急激な火災拡大（フラッシュオーバー）になりやすい。火災覚知、避難開始のタイミングを考慮すると、短辺側が開いている奥深いカプセルのほうが、注意が必要である。例えば、カプセル内に煙感知器を設置し、カプセル内での出火を早期に覚知できるようにする。また、煙感知器の反応により、カプセル内への空調、送風を停止することが望ましい。空気を供給すると火災成長を抑制することになるため。



出入口が小さい場合



出入口が大きい場合

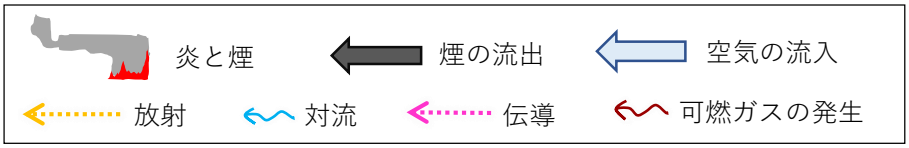


図　出入口の大きさの違いによるカプセル内での火災の成長のしかたの違い

コトブキスリープカプセルのホームページより（これらは防炎製品と紹介されている）

https://www.kotobuki-sleep-capsule.com/hotel.html

図　カプセルに設置するロールスクリーンやカーテンの例

図　防炎製品を示すタグの例

4.3.5 スタッフによる防災対応のための配慮・工夫

・深夜にもスタッフがいるようにする。

・スタッフが常時いるフロントなどには、火災受信機（または副受信機）を設置する。当該受信機は、どの範囲（階、区画など）の感知器が作動したかわかるようにする。特にカプセル内に感知器を設置する場合など、反応したカプセルの番号、ないしはおおよその範囲がわかることが望ましい。

・火災が発生すると、エレベーターが使えなくなるため、スタッフは階段で出火階に向かうことになる。特に、屋外階段しかない場合で、屋外側から施錠している場合には、避難に向かう際に鍵を持っていくことが必要になるので、事前の訓練が十分に必要である。宿泊客の避難の観点のみでなく、スタッフの現地確認の観点からも、エレベーターと避難階段が近接していることが望ましい。

・感知器の作動階等に確認に向かう際、可能であれば、消火器を持って向かうことが望ましい。重い消火器をもって移動するのが難しければ、各階の階段付近など、スタッフの駆けつけ動線のわかりやすい位置に消火器を設置しておく。なお、消火器による初期消火は、

スタッフによる駆け付けではタイミング的に遅くなりやすいため、基本的には宿泊者による消火を期待して、宿泊者から見ても認識しやすい位置に消火器を設置することが必要である。

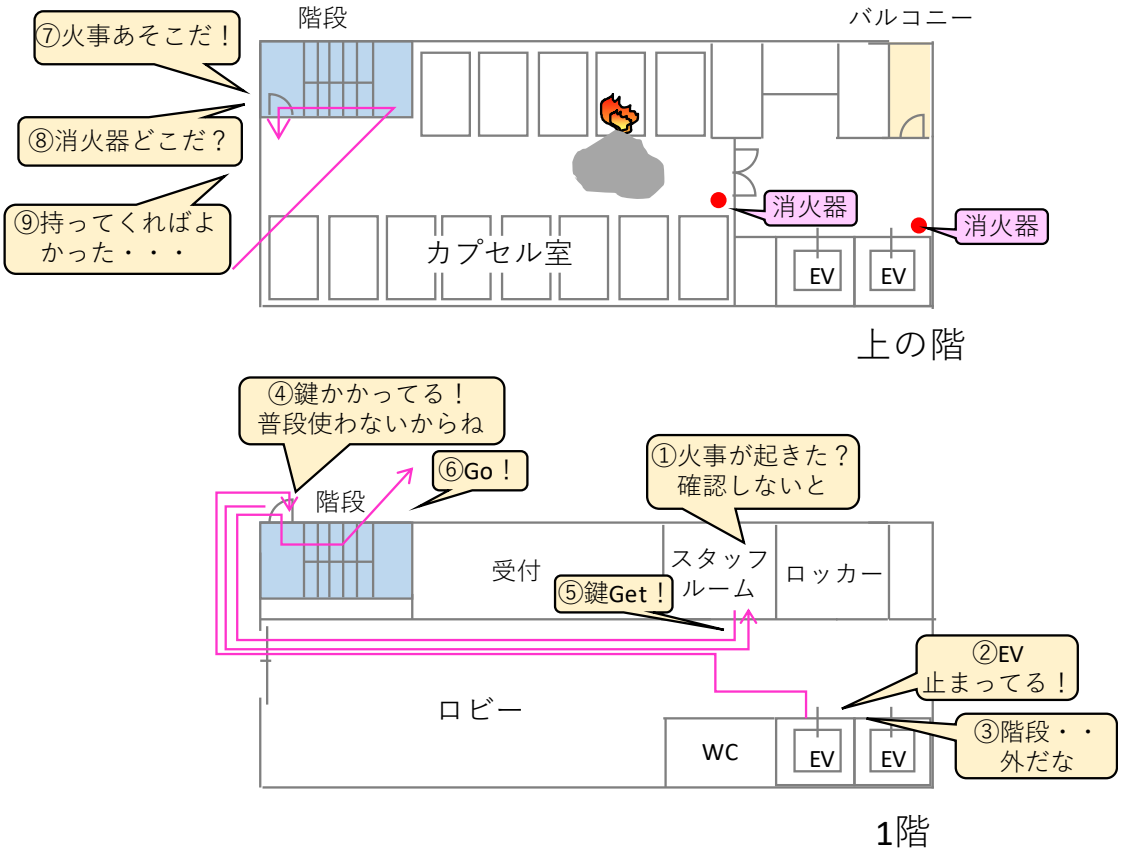


図　感知器発報後のスタッフの駆け付け（よくない例）

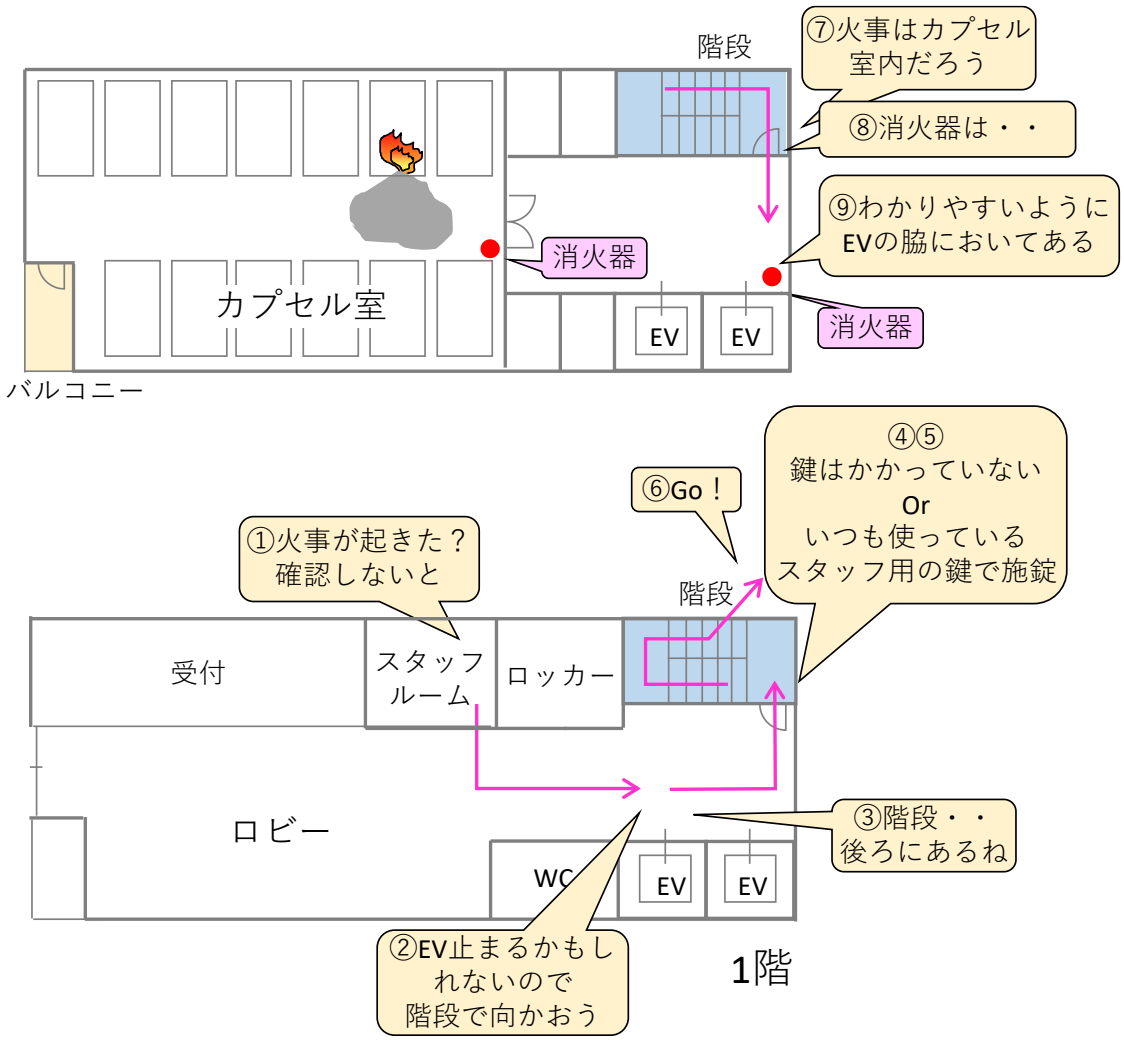


図　感知器発報後のスタッフの駆け付け（よい例）

・カプセル内 1 つ 1 つの中を見て寝ている人を起こすのが理想であるが、緊急時にそこまでの行動はできない可能性が高い。その場合はとにかく大声を出したり、大きな音を立てて、寝ている人に気付いてもらうようにする。

・ロールカーテンなどがある場合、ロールカーテンが閉まっていることは、多くの場合、宿泊者が存在していることを示すことになる。ただし、そのカプセルで出火している場合、これを開けることで火災が急拡大する恐れがあるため、カプセル内に異変を感じる場合、カーテンは開けずに外から声をかけるにとどめる。

・スタッフの行動の優先順位をあらかじめ決めておく。例えば、消火器を持って移動。火災と判明した場合、初期消火を行う。出火場所がカプセル内の場合、内部に向かって噴射できそうな場合は初期消火を試みる。それができない場合、とにかく大声を出す。大きな音を出す。また、ためらうことなく、すぐに消防に 119 番通報を行う。

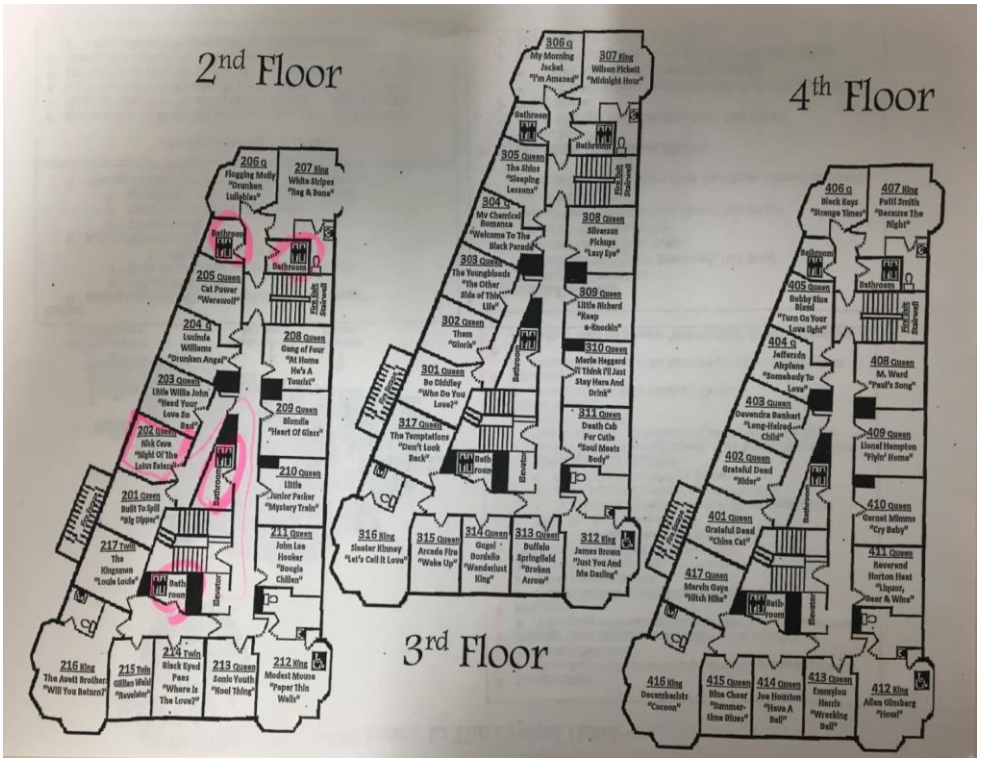
・各所に監視カメラを設置し、不審な行動をしている人がいないか確認する。

・施設側の什器等の配置も必要最低限とする。使用しないリネン類などは施錠のできるストック内に収納するのが望ましい。

4.3.6 スタッフから宿泊者に対する防災上の注意点の説明

・チェックイン時に、スタッフから宿泊者に防災上の注意点の説明をする。望ましくは各種注意事項を丁寧に説明したいが、あまり多くのことを説明しても理解が難しくなったり、不安心理を煽る恐れもあるので、比較的簡単・簡潔な説明にとどめ、それ以外については別途の資料を参照するように案内するのがよいであろう。施設の特徴にもよるが、説明の案としては例えば、「喫煙厳禁です」、「階段はここにあります（地図を見せながら）」、「何か放送が鳴ったら、念のため周りを確認して下さい」などであろう。

・避難経路の説明を行う。避難階段の位置、避難バルコニーの位置を説明する。エレベーターは避難に使えない旨の説明をする。火災・避難という言葉に不安を煽る恐れがある場合、例えば、対象の宿泊者の滞在するカプセルの位置を説明する際に、階段等を記載した地図を見せながら説明をするなど、工夫をする。印刷した地図を渡すのもよい。



カプセルホテルのものではないが、類似例として。「あなたの部屋はここで、シャワーはここですよ」という説明のためのものだが、階段の位置や経路がよくわかる。

図　あるホテルのチェックイン時にもらった案内図

・当該ホテル専用のアプリをスマートフォンにインストールさせている場合、スマートフォ

ンにも防災上の注意を記載しておき、それも見られる旨を説明する。

・スタッフは宿泊客に対して、モバイルバッテリーやスマートフォンなどは、メーカーなどから、漏電火災の恐れが警告されているものでないか、声掛けをすることが望ましい。

・多くの外国人の利用が予想される場合は、英語をはじめ、多国語での対応ができるようにすることが望ましい。チェックイン時に、防災時のインストラクションを示したチラシを渡すことが望ましい。

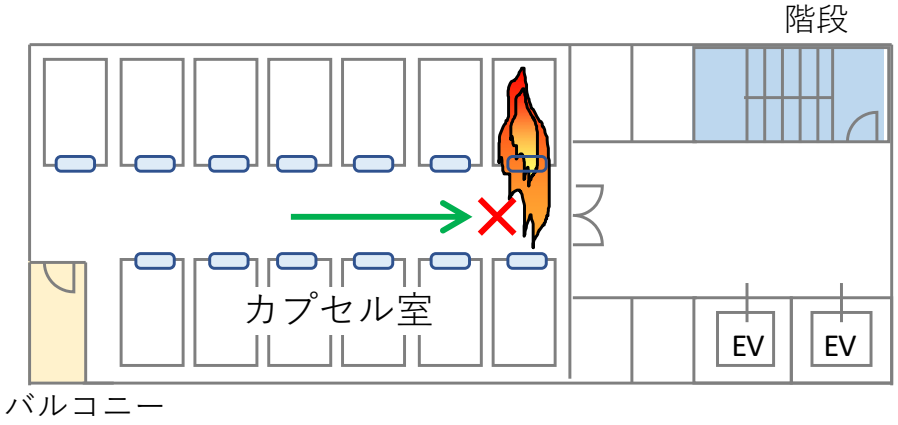
・車いす利用者の宿泊がある場合、車いすに適した避難場所等の説明を行う。

・ホテル内、特にカプセルの配置される区画内は喫煙厳禁とする。

・荷物の置き場の案内を行う。荷物をカプセルの配置される区画に持ち込ませない。または、通路部分に荷物を放置しないように伝える。荷物用のロッカー室を、カプセル区画の外に設けることが望ましい。カプセル内に設ける場合でも、金属製のロッカーに収納できるようにするのが望ましい。少なくとも避難通路を塞いでしまうことがないように案内をする。

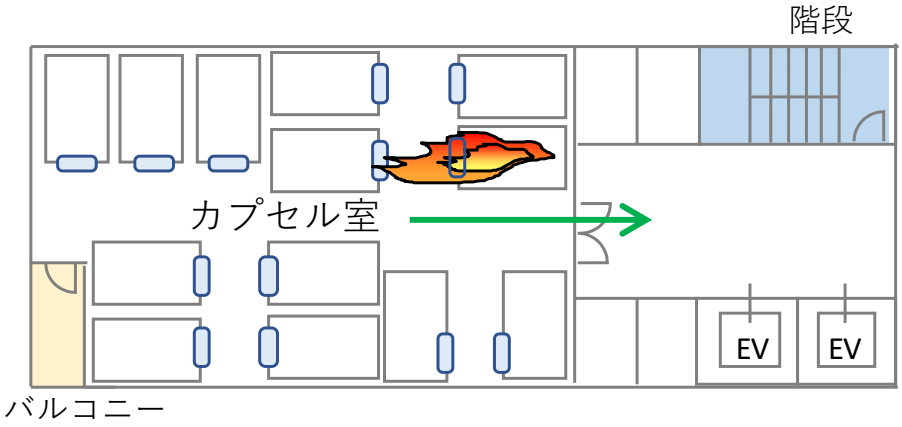
4.3.7 更なる対策の可能性

・カプセルの「出入り口」が通路に直面していると、カプセル内で出火し、炎や煙が噴き出すと、当該部分を通行しての避難が困難になる。効果のほどは今後の定量的な評価が必要であるが、穴が極力通路に直面しないようにすることが望ましいと考えられる。特に、主要な避難出口に近いカプセルはそのようにすることが望ましい。避難出口近傍のカプセル、ないしは通路部のみでも、水道管直結型スプリンクラーを設置するなども考えられる。



主要な避難口に到達できない恐れがある

図　カプセルの穴が主要な避難経路に直面している場合



噴出火炎により主要な避難経路が塞がれにくい。ただし、分岐通路が多くなるので、主要な避難経路が明確にわかるような工夫が必要である

図　カプセルの穴が主要な避難経路に直面しないようにした場合

・既存の施設で、区画壁の設置が困難な場合には、不燃シートなどによるカーテンやつい立上の煙拡散防止物を深夜時間帯のみでもスタッフが閉めておく、置き式のものを設置するなども、万が一の被害の軽減につながる。深夜時間帯にこのようなものを設置する場合には、宿泊客にその旨を説明しておく。なお、このような煙の流れを堰き止めるものとしては、いわゆる防煙垂れ壁程度（天井面から 500 ㎜程度）では大きな効果は期待できない。

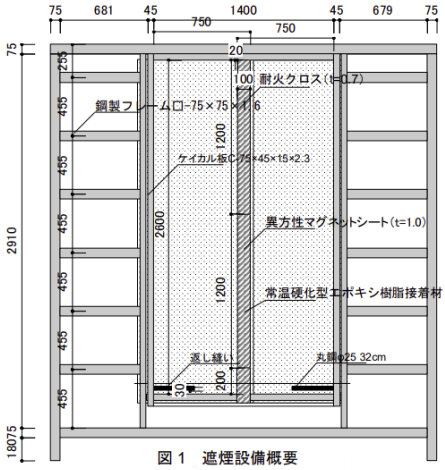


図 1　遮煙設備概要

吉沼優花，長谷見雄二ほか：歴史的 3 階建て木造旅館の保存活用のための実践的避難安全計画手法に関する研究　（その 1）廊下の水平防煙区画のための遮煙設備の基盤仕様の検討と検証実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，防火，pp. 67-68，2020. 9

図　廊下の途中に設ける不燃シートによる遮煙設備（開発中）

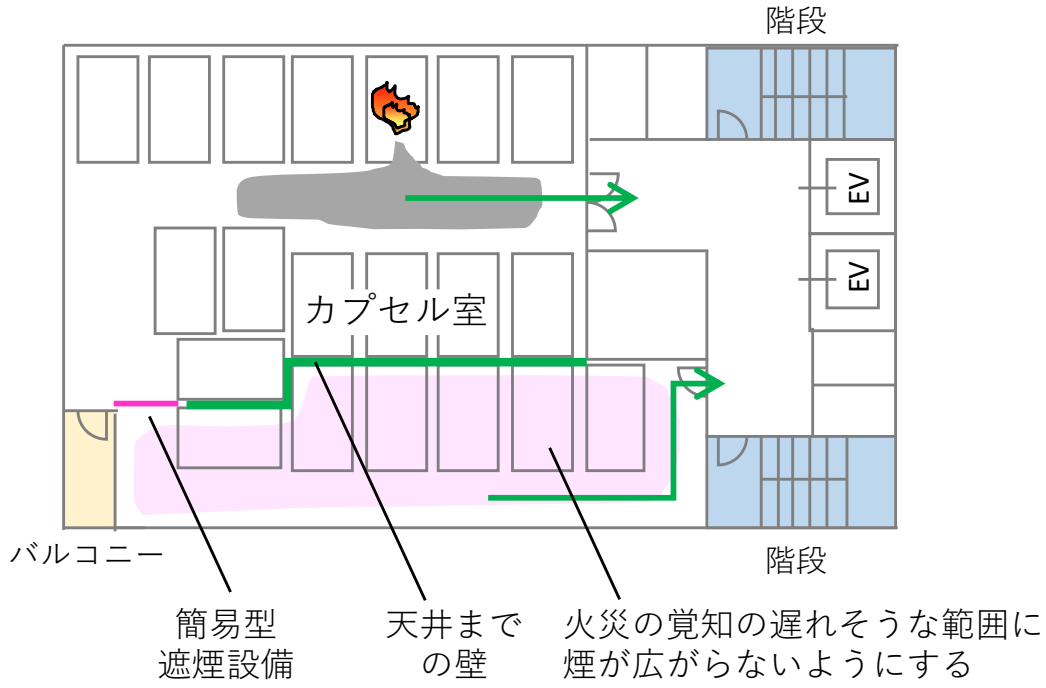


図　簡易型遮煙防火設備の設置の設置例

・ロールスクリーンは不燃あるいは難燃製品とする検討もしたい。ロールスクリーンが燃え落ちなければ、カプセル内の火災成長を大きく遅らせるとともに、煙の漏出を抑制できる。ただし、出火したカプセルの宿泊者が避難する際にスクリーンを閉めることを期待することは難しく、また、駆け付けたスタッフが閉めることも難しい状況が多いであると予想されるため、あくまで臨機応変的な対応になるだろう。