キユーピー神戸工場における防災計画

Fire Safety Planning for Kewpie Kobe Factory

堀江　渉 *1、竹市　尚広 *2

1. はじめに

本稿にて報告するのは、神戸市深江浜町の食品工業団地に立地する、キユーピー主力品目（マヨネーズ・ドレッシング）の西日本における基幹工場（マザー工場）の計画である。計画当初から建築主により明確に位置づけられた、「エネルギーを1／2」、「将来のファンをつくる」の2つの想いをかたちにする次世代ファクトリーを目指して計画を進めた。食品製造の安全・安心と効率的な生産機能、かつ訪れた人の記憶に残るデザインを目指し、生産ラインの最新技術化、省人化、高い衛生管理技術などに加え、免震構造や排熱の再利用など、人や環境にやさしい独自技術を多く取り込んでいる。外装は白を基調に、緑黄色野菜のイメージをアクセントカラーに使い、ユニークで健康的な企業イメージを表現した、最先端の食品工場を目指した（**写真-1**）。

写真-1　神戸工場メインエントランス

2. 計画概要

計画概要は、以下の通りである。

・建築主：キユーピー株式会社
・所在地：神戸市東灘区深江浜町
・主用途：工場
・地区地域：工業地域、準防火地域
・敷地面積：64,042㎡
・建築面積：6,342㎡
・延床面積：31,896㎡
・構造：S、RC造
・規模：地上8F
　（注：中間階が2層あり、呼称での最上階は6F）
・工事期間：2015年8月～2016年8月

本建物の生産エリアは主に以下の構成となっている（**図-1**）。

階	主要用途
5F, M5F	ドレッシング生産ライン
3F	容器生産ライン
2F,2MF	マヨネーズ生産ライン
1F	原料受け入れ、貯蔵、出荷

2.1　キユーピーガーデン

本計画のコンセプトの一つである、「将来のファンをつくる」の想いは、ユニークな外観と来訪された見学者の記憶に残る工場見学エリアによって実現することを考えた。特に見学者エリアについては、計画当初より「従業員と見学者のふれあい」「気軽に何度もきたくなる工場」等、従

*1　HORIE Wataru：（株）竹中工務店　大阪本店　設計部
*2　TAKEICHI Naohiro：（株）竹中工務店　設計本部　博士（環境学）

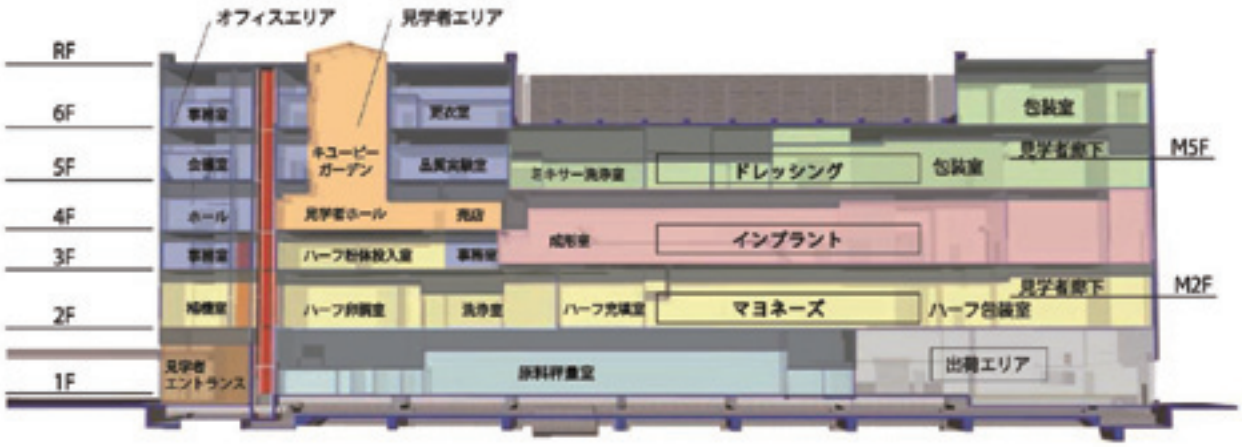


図-1　神戸工場の断面構成

来の工場見学に比べて、より開かれたイメージの実現が求められ、近年のフードセキュリティの強化と相反する動線計画が必要とされた。これらのコンセプトを生産エリアの見学ルートや見学者への説明・試食を行うエリアにおいても実施するため、見学者と従業員の二つのエリアの動線を分離しつつ、セキュリティを明確に区分した。すなわち、4Fを見学者エリア、5・6Fを従業員エリアとする階による動線の分離を行い、かつ両エリアの緩やかなつながりを維持する3層吹抜けの「キユーピーガーデン」を計画した（**図-1、写真-2**）。吹抜けの周りは、避難安全検証（ルートC）を採用してシャッターや区画壁を極力無くした回廊を設け、従業員と見学者の目線が偶然重なり挨拶をかわす、ふれあいを演出するデザインとしている（**図-2**）。

2. 2　工場見学

工場見学は、4Fのキユーピーガーデンから専用のエレベーターで、2Fと5Fの見学専用廊下に移動して行う。この廊下では、目線と俯瞰の両方の視点でマヨネーズやドレッシングの生産工程を間近から見学することができる（**写真-3、4**）。従来の工場見学では、決められたルートを順番にアテンドして進む場合が一般的であるが、ここでは前述のキユーピーガーデンの吹抜けと同様に、より自由に回遊できる見学廊下の実現を目指した。

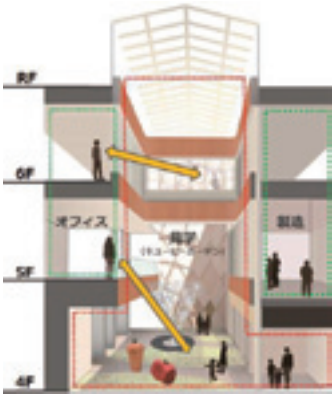


図-2　キユーピーガーデンの断面構成

3. 防災計画

当工場はマヨネーズ及びドレッシングの製造施設であり、火の気は少ないが、建物に不慣れな見学者を受け入れるため、見学者と従業員それぞれの特徴を考慮した防災計画とした。

写真-2　キユーピーガーデン

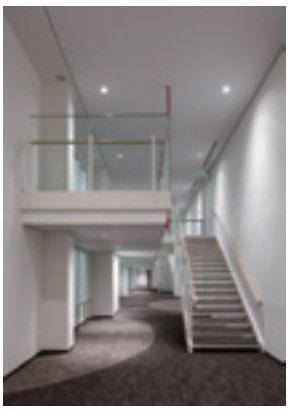


写真-3　見学者廊下

写真-4　見学者廊下の上部階から工場ラインを俯瞰

3.1　見学者の避難（居室避難・階避難）

生産エリアで火災があった場合に備え、見学者は防火区画された経路に沿って、生産エリアの火災による火・煙に晒されず、階段に避難できるルートを確保している。そのため、見学者廊下から生産エリアを見学できるよう設けられたガラス窓は、FIXの耐火ガラス（特定防火設備、もしくは防火設備）としている（**写真-4**）。

また階段室には、衛生上かつ煙の侵入を防ぐために、前室（特避階段の場合は付室）を設け、出入口も常時閉鎖式の扉（防火設備、もしくは特定防火設備）として、階段室に煙が入りにくい構造としている。

なお、見学者は常に社内関係者である説明員によって引率されており、非常時も説明員が誘導を行う。

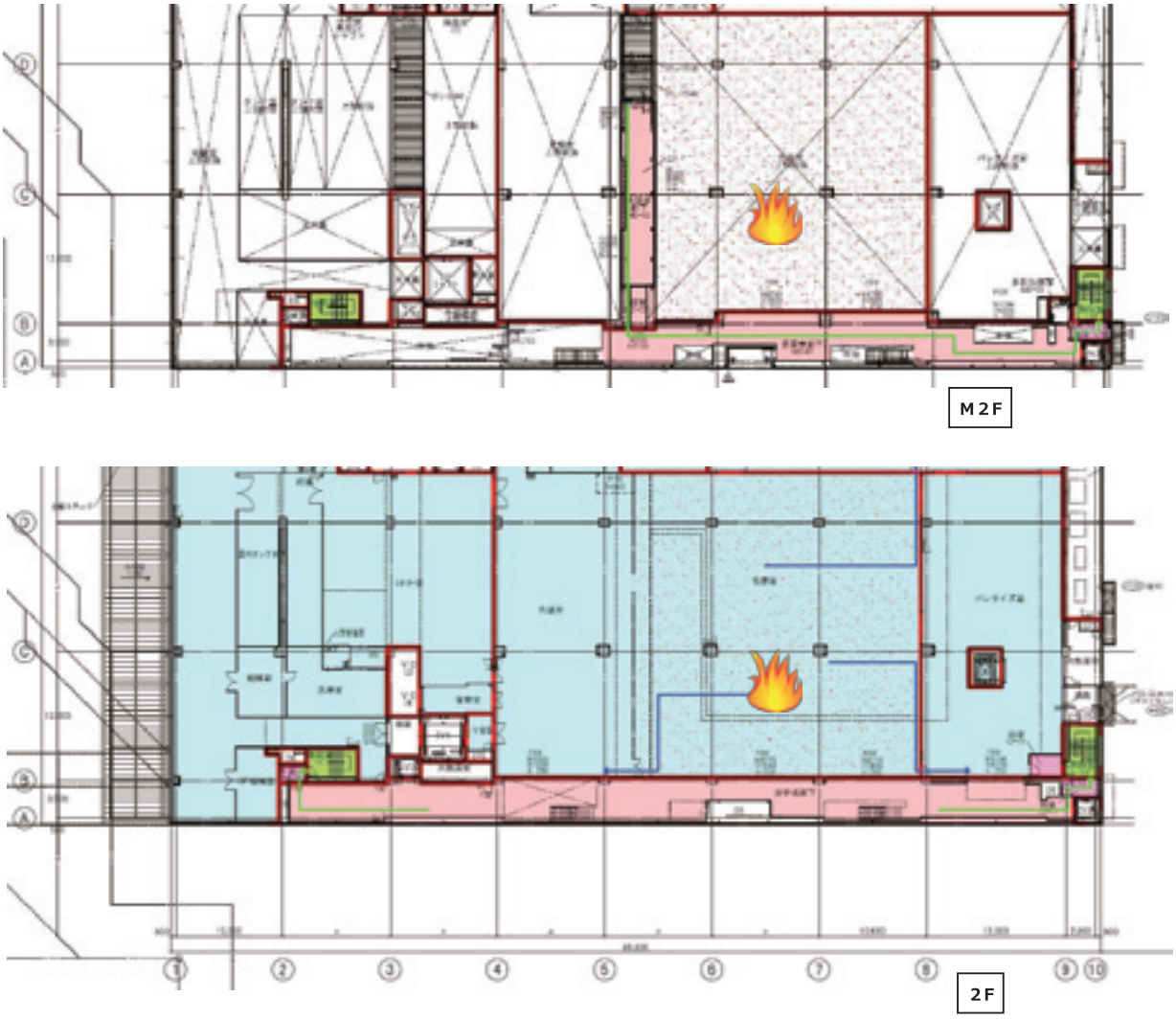


図-3　2F生産エリアで火災があった場合の避難計画
＊5Fも考え方は同じ

凡　例

	生産エリア		防火区画
	原料受入・貯蔵・出荷エリア	→	避難動線（従業員）
	見学者エリア	→	避難動線（見学者）
	屋内避難階段 特別避難階段		火災発生想定位置
	避難階段前室・付室		

3.2　従業員の避難（居室避難・階避難）

生産工程のほとんどは自動化されており、生産エリアにいる作業員は工程の監視や機械の点検などに携わるごく少数の人員に留まる。

これらの作業員は建物と生産機械を熟知しており、避難経路に惑う可能性は低いが、生産ラインの都合上、避難時の歩行距離は長くなりがちになるため、各生産室には2方向以上の避難経路を確保して、生産エリアに従事する作業員が安全に避難できるようにしている。

また、非常時には速やかに避難できるよう避難ルート上のセキュリティ扉は電気錠の場合は火報連動で、そうでない場合はサムターン等で解錠できるようにしている。

3.3　階段から屋外までの避難（階段の構造と避難階の経路）

避難階段は建物の4隅に配置し、そのうち2本は特別避難階段の構造としている。その他の2本についても前述したように階段前室を設けた避難階段とし、階段室に煙が入りにくい計画としている。

衛生上、また空調効率も鑑み、これらの付室・前室の扉は常時閉鎖式の扉（防火設備、もしくは特定防火設備）とし、火災時の煙が容易に侵入しない計画としている。

これらの避難階段から屋外へは直接、もしくは防火区画された経路を通じて接続し、万が一、1Fで火災があった場合においても、2Fより上層の在館者も安全に屋外に避難できる計画としている。

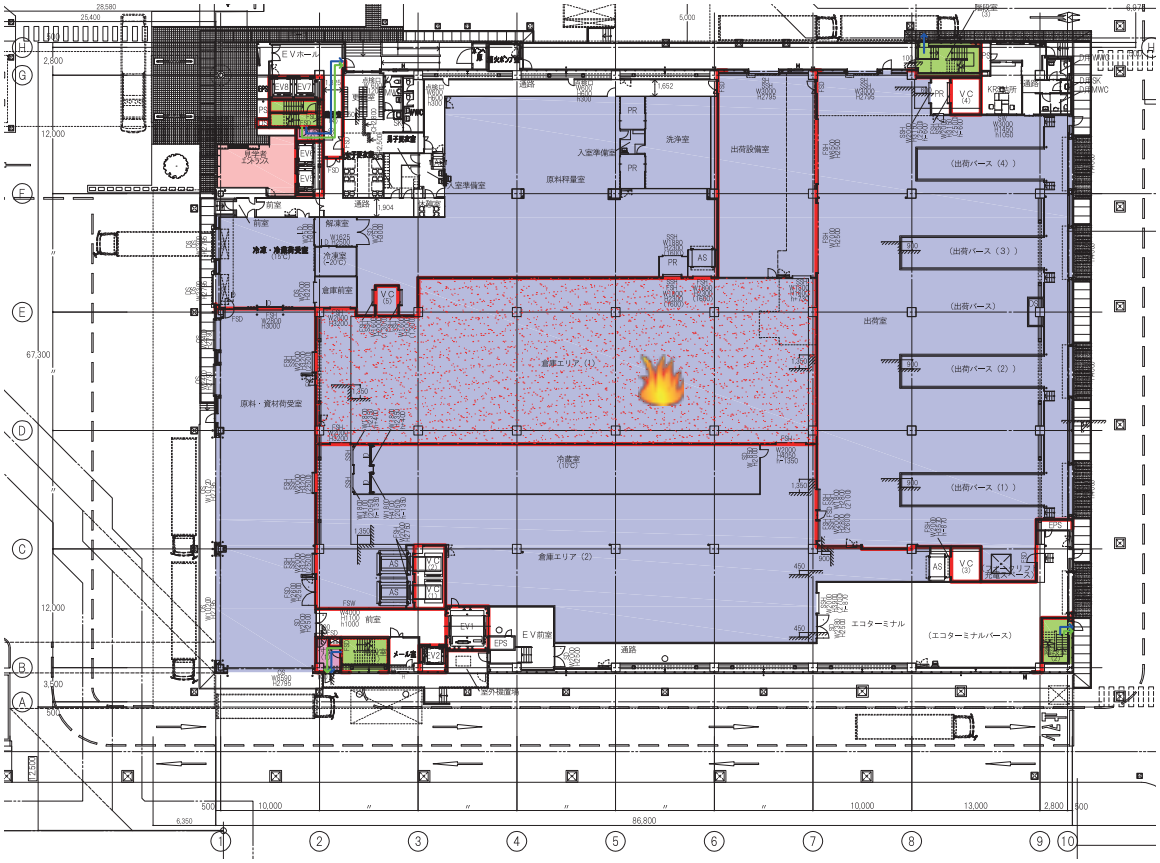


図-4　1F 倉庫エリアで火災があった場合の避難計画

凡　例

	生産エリア		防火区画
	原料受入・貯蔵・出荷エリア	→	避難動線（従業員）
	見学者エリア	→	避難動線（見学者）
	屋内避難階段 特別避難階段		火災発生想定位置
	避難階段前室・付室		

4. 避難検証

4.1 生産エリアの設計火源と避難人数の設定

工場の生産エリアでは内在する可燃物は様々であるため、一律の火源設定をすることは難しく、実態に応じた火源設定とすることが必要となる。

例えばエリア内に含まれる可燃物を全て積算し、その可燃物密度を測る方法がよく採用される。

しかし、キユーピー神戸工場の生産エリア内では主たる可燃物である食用油は製造ライン機械の中にある。そこで、ここでは露出している最大の可燃物である資材搬出入に使われるプラスチックパレットを代表的な火源として設定した。

ポリプロピレン製のプラスチックパレットの発熱速度の測定結果[1)]を**図-5**に示す。同図から、面積当たりの発熱速度の上限は約450kWであり、今回の設計火源はパレットが20枚重ねられた状態を想定して（**図-6**）、

$450\text{kW/m}^2 \times 14.41\text{m}^2 \fallingdotseq 6500\text{kW}$　とした。

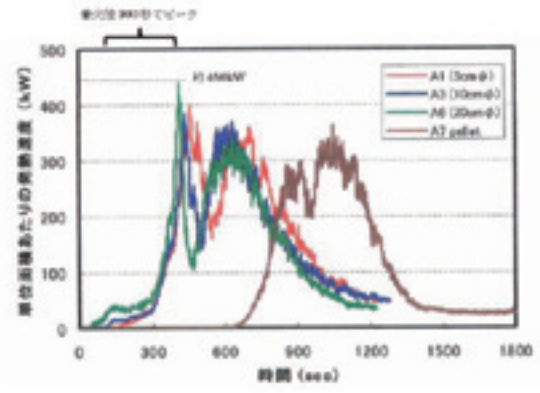
図-5の測定結果からプラスチックパレットの発熱速度は、着火後300秒程度でピークに達していると考えられる。これをαt^2火源と仮定した場合、火災成長率αを逆算すると、

$6500\text{kW} \div 300\text{s}^2 \fallingdotseq 0.0073\text{kW/s}^2$　となる。

安全を考慮してこの値を3倍した、0.22kW/s^2を生産エリアでの火災成長率とした。

設定した火災成長率を通常の避難検証での火災成長率と比較すると、事務室（内装準不燃で0.113 kW/s^2）より大きく、本屋（内装不燃で0.246 kW/s^2）に匹敵する値である。

一方の在館者設定では、実際の従業員の人口密度は



発火材を以下の通りに変えて実験を行っている。
A１：5cmφのアルコールパンにメタノール20cc
A３：10cmφのアルコールパンにメタノール80cc
A６：20cmφのアルコールパンにメタノール320cc
A７：直径3cm厚さ1cmの固形燃料（ヘキサミン固形）

図-5　プラスチックパレットの燃焼性状

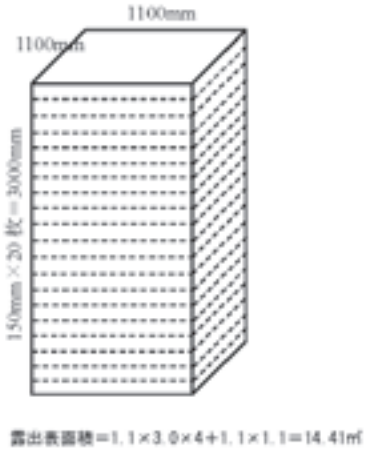


図-6　20枚スタックしたプラスチックパレットの形状

0.01人/m^2未満であるが、安全を考慮して平成12年建設省告示1442号（全館避難安全検証法）記載の最小人口密度0.06人/m^2として避難検証を行い、安全性を確認した。

4.2 見学者廊下の避難検証

工場内に不慣れな見学者の通行エリアと生産エリアは防火区画され、生産エリアで火災等があっても影響を受けずに、避難階段に至る通路が確保されていることは前にも述べたが、見学者廊下内で火災があった場合においても安全に避難することができることを避難安全検証によって確認している。

想定する火源は見学者廊下内に展示物（160MJ/m^2）が置かれることを想定したαt^2火源を想定した。

見学者廊下は2層にわたっているため（**図-7、8**）、煙発生量が多くなる下の階の底部に火源を設置し、非定常二層ゾーンモデルにて煙流動シミュレーションを行った（**図-9**）。

5F及びM5Fの煙流動シミュレーションの結果では上層部に煙がすぐに溜まり出すが、避難完了時（84秒）までの煙層温度は十分に低く、煙層に暴露されてから避難終了時点までの熱曝露量（$R = \int \Delta T^2 dt$）は3,875と、限界の指標とされる10,000より低く、また避難終了時点のCO_2濃度も0.3%であり、避難に支障はないと判断できた（**図-9**）。

5. おわりに

施設に不慣れな見学者を積極的に受け入れる食品生産工場において、見学者の安全性と生産エリアの使い勝手を考慮した防災計画を計画した。

読者諸兄の何らかの参考になれば幸いである。

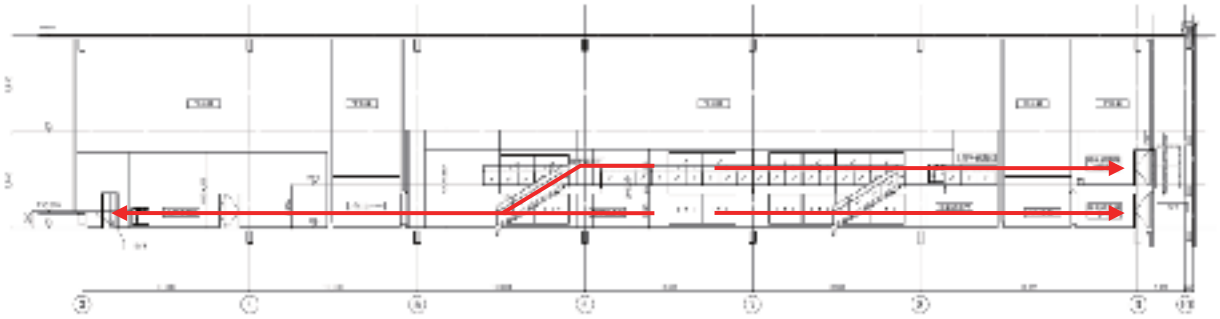


図-7　5F、M5F 見学者廊下の避難経路（断面）

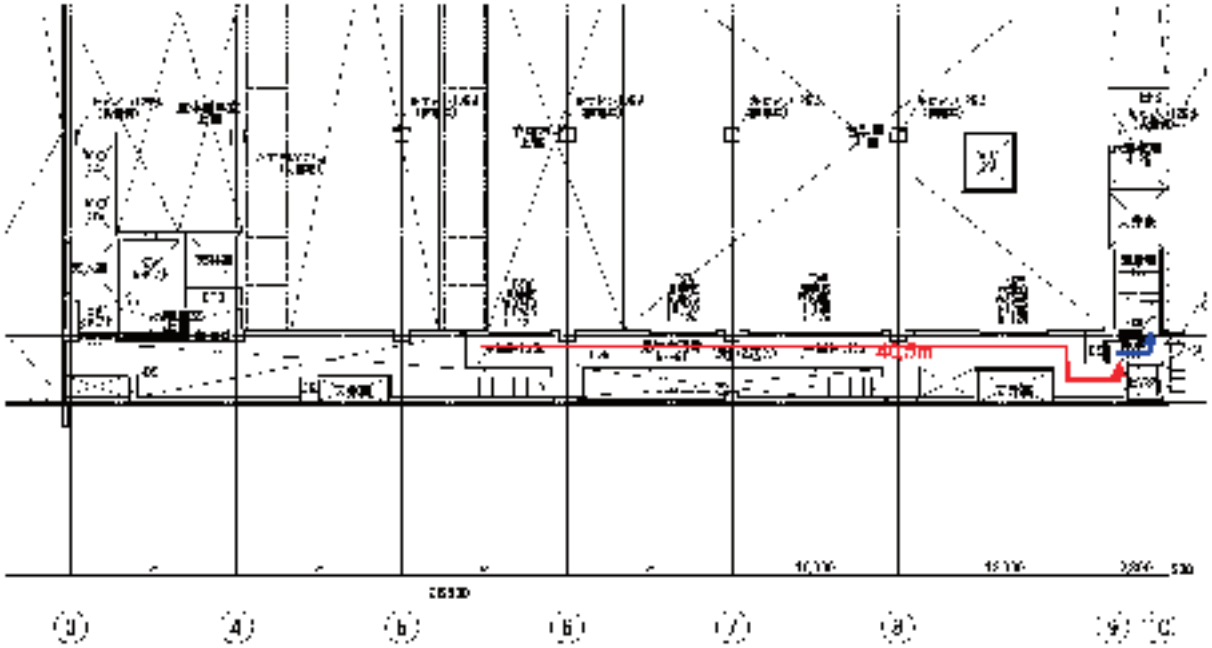


図-8　5F、M5F 見学者廊下の避難経路（平面）

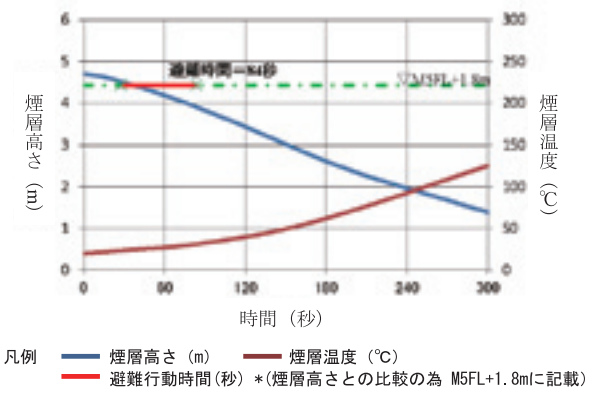


図-9　5F、M5F 見学者廊下内で火災が発生した場合の煙流動（非定常二層ゾーンモデルによる）

【参考文献】

1）自治省消防庁消防研究所：プラスチックパレットの難燃化とその燃焼性に関する研究報告書，消防研究所研究資料第47号，平成12年3月

【執筆者】

*1　堀江 渉
（HORIE Wataru）

*2　竹市 尚広
（TAKEICHI Naohiro）