

平成22年度建築基準整備促進補助金事業報告会

No 16

避難性能検証等の見直しに関する検討

株式会社 竹中工務店
株式会社 大林組
鹿島建設株式会社
清水建設株式会社
大成建設株式会社
アイエヌジー株式会社
早稲田大学

1. 調査の概要

報告者 長岡 勉

株式会社 竹中工務店 技術研究所
建設技術研究部 主任研究員

課題内容と実施体制



2. 避難安全検証法に関する検討(WG1)

報告者 山口純一

株式会社大林組 技術研究所
環境技術研究部 副主査

平成22年度実施内容(WG1)

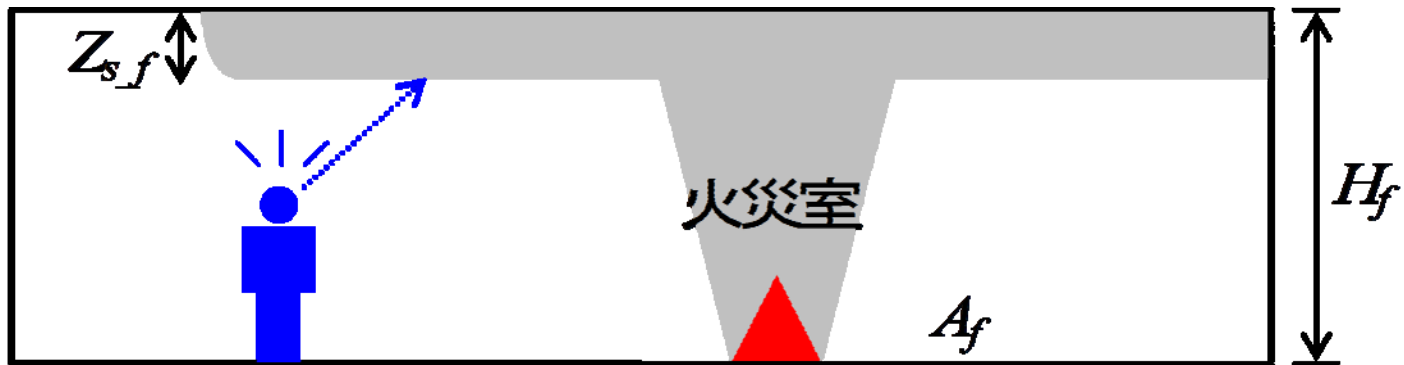
避難安全検証法に関する検討

◎ 実験を含む調査 ○ 文献調査等、提案

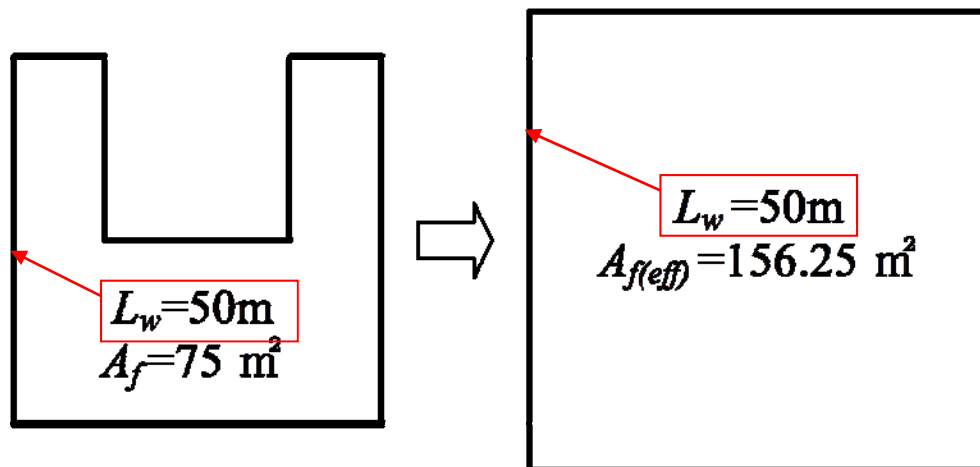
検討項目	20年度	21年度	22年度	報告書
火災成長率		○	○	第2章
避難開始時間	◎	○	◎	第3章
歩行時間		○		第4章
滞留解消時間		○	◎	第5章
火災室の煙層下端高さ		○		第6章
非火災室の煙層下端高さ		◎	◎	第7章
間仕切り壁等の評価法		○	○	第8章
避難安全検証法（案）		○	○	第9章
ケーススタディ		○	○	第10章

避難開始時間に関する検討

①室形状を考慮した煙拡散時間の考え方



Z_s : 煙層高さ、 H_f : 天井高さ、 A_f : 火災室面積



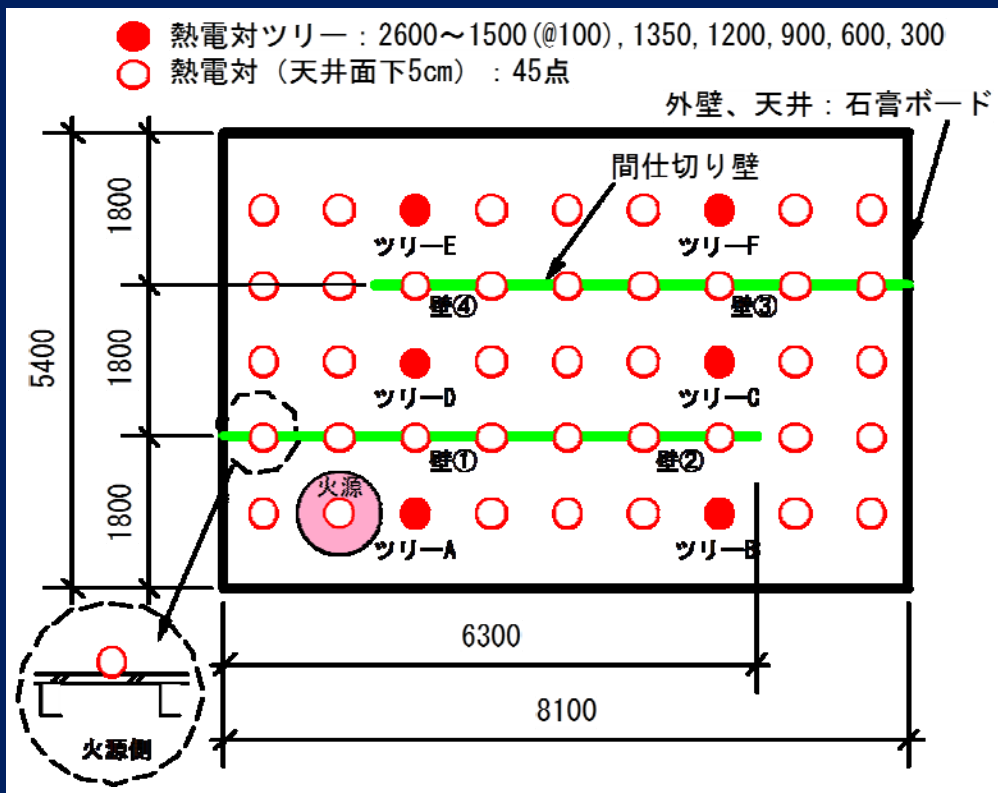
L_w : 壁周長、 $A_{f(\text{eff})}$: 煙拡散実効面積

煙は壁に沿って
流動すると考え
てモデル化

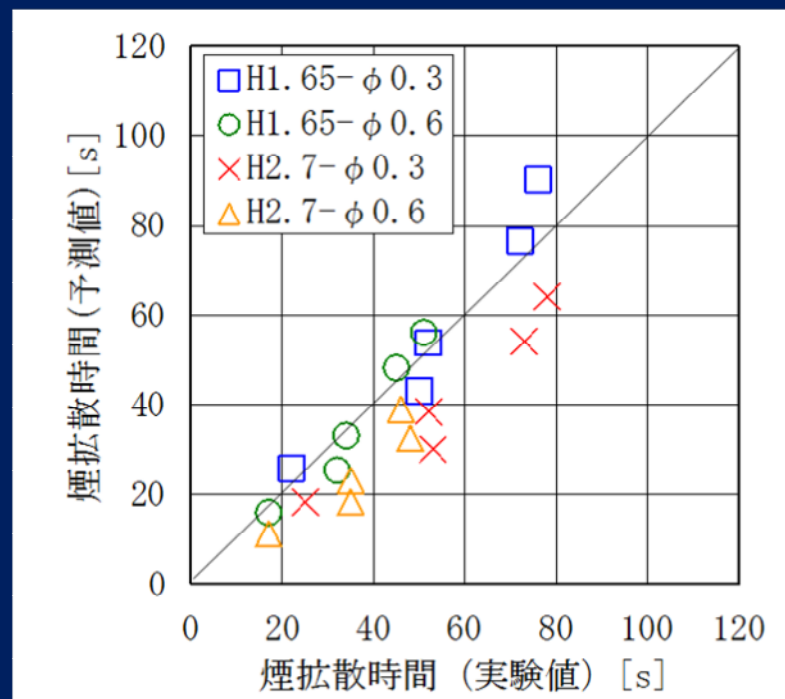
避難開始時間に関する検討

②実験概要と結果

煙拡散実効面積の概念を用いて、煙拡散時間を概ね予測可能なことを確認した。



実験概要 (平面図)



予測値と実験値の比較

滞留解消時間に関する検討

①滞留解消実験(実験装置概要)

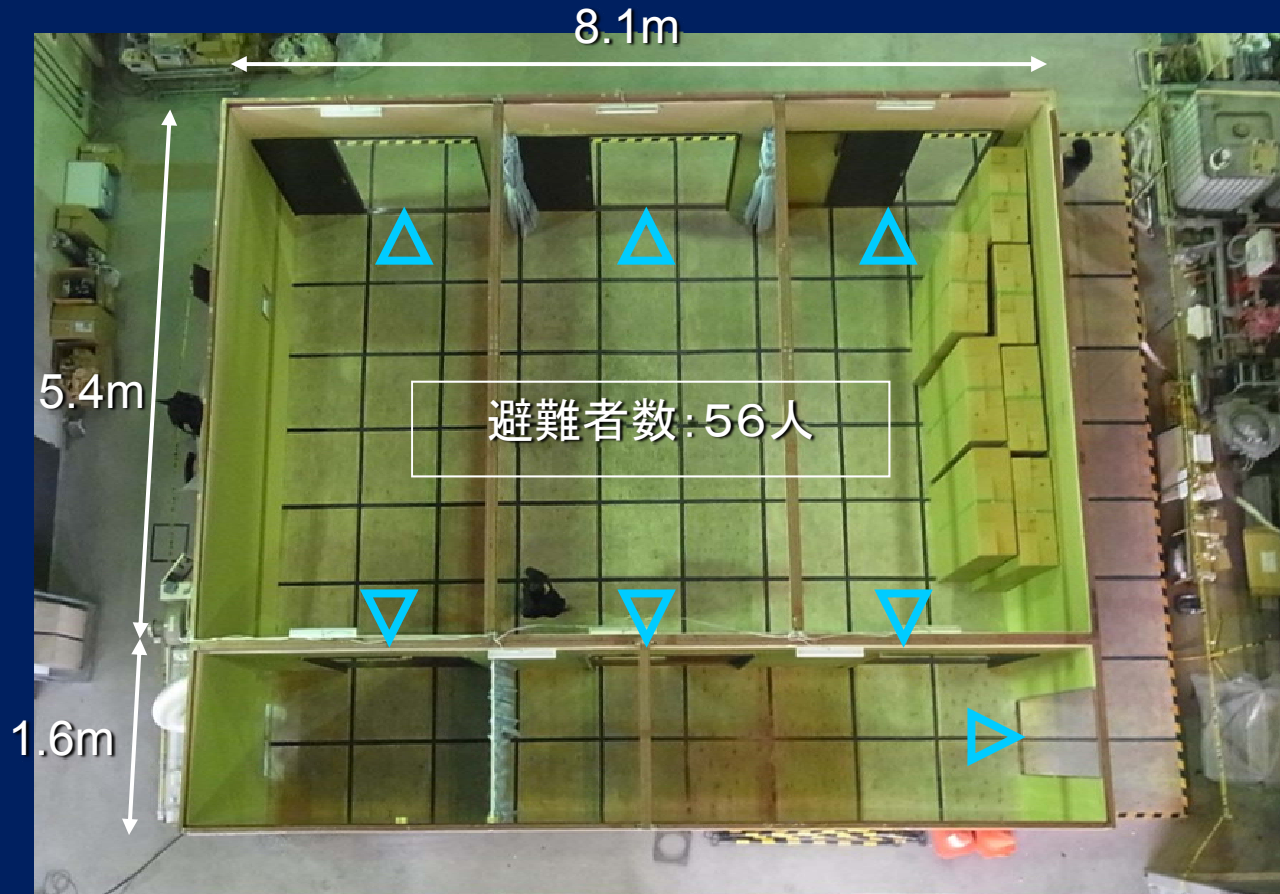


写真: 実験装置概要

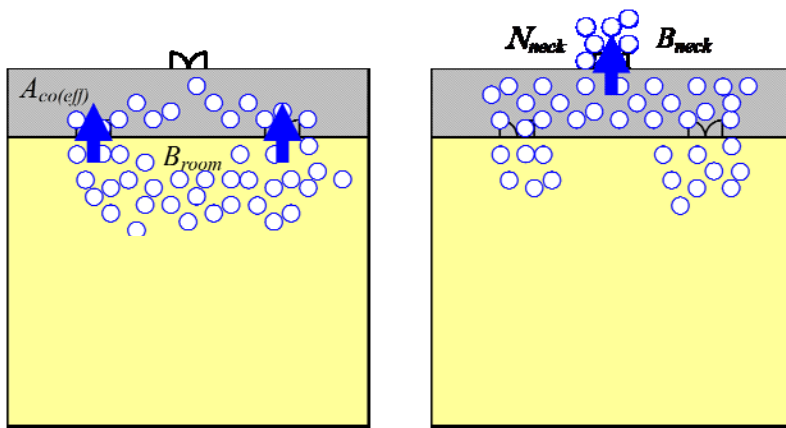
滞留解消時間に関する検討

②滞留解消実験(実験概要)

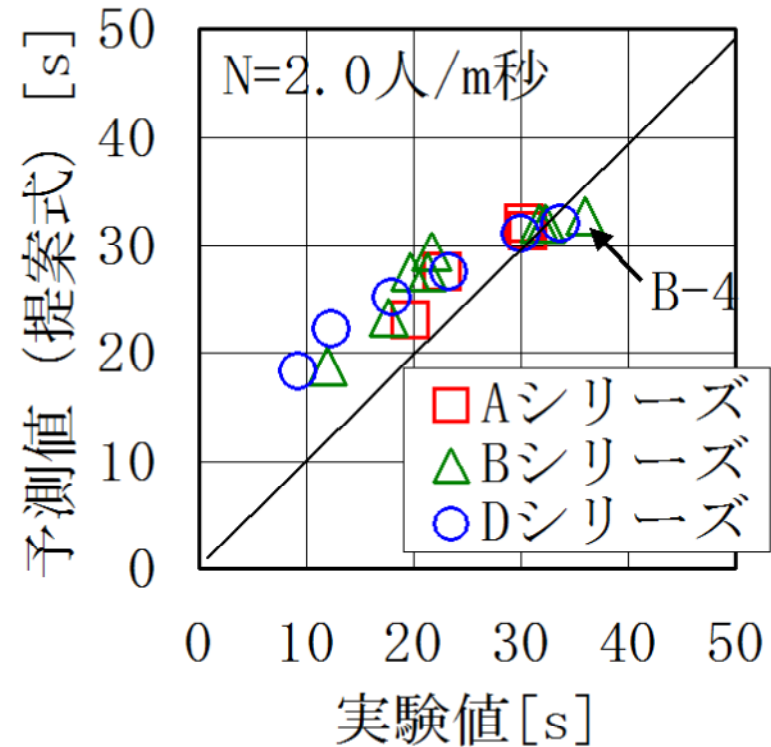


滞留解消時間に関する検討

③滞留解消実験(計算法の見直し)



居室避難完了者数が避難経路収容可能人数に達するまでは居室の出口の流動量(NB)、居室避難完了者数が収容可能人数を超えてからは避難経路の幅またはその先の空間への出口の流動量($N_{neck} B_{neck}$)で制限されると考える。



※ $N_{neck}=2.0$ 人/m秒

避難安全検証法(見直し案)の作成

①避難開始時間

→室形状を評価できるように計算式を見直し

②滞留解消時間

→滞留面積の小さい廊下等が設置された場合の計算式を見直し

③非火災室の煙降下時間

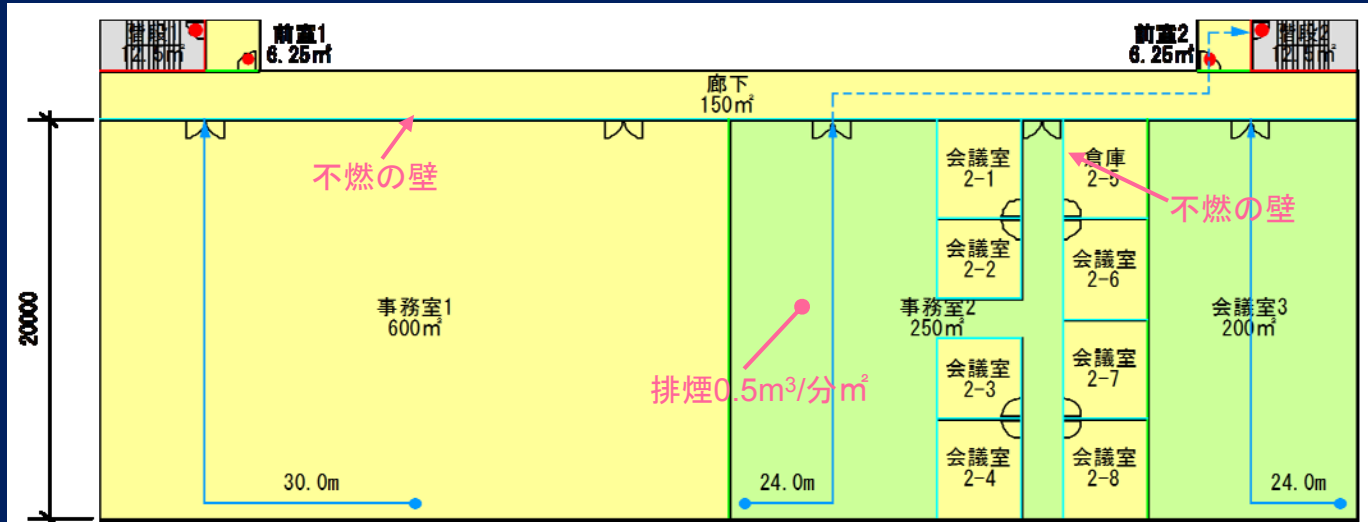
→間仕切り壁の防煙(耐火)性を評価できるように計算法を見直し

④避難経路(廊下等)の評価

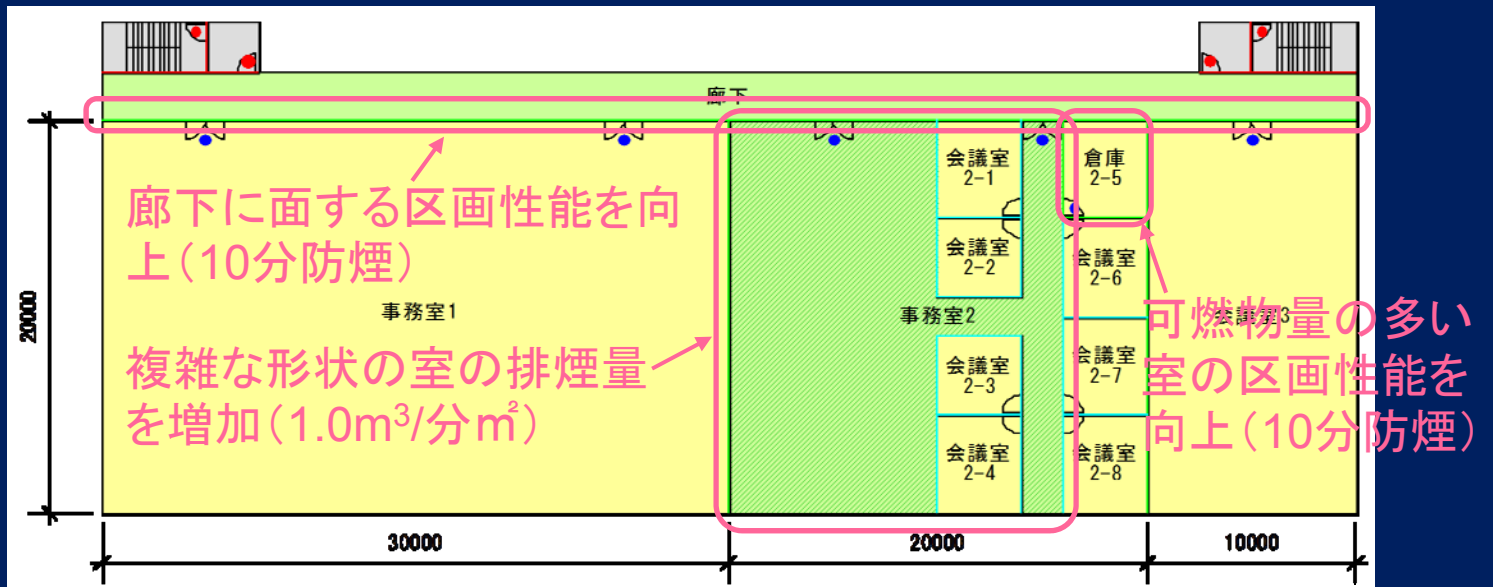
→階段に至るまでの避難経路(廊下等)の検証法を提案

ケーススタディ

現行検証法
に基づく
評価プラン



新しい検証法
に基づく
評価プラン



新しい検証法は、複雑な室形状や区画性能等を精度よく評価可能となった。

2.災害時要援護者避難安全検証法の 検討(WG2)

WGリーダー 佐野友紀
早稲田大学 人間科学学術院
准教授

(報告者 山口純一)

災害時要援護者避難安全検証法の検討

- ・従来の避難安全検証法は「自力で避難できることを前提」→「自力で避難することが困難」である避難者を扱う。
- ・ハードな要素としての安全区画と、ソフトな要素として介助者人数の確保が可能な施設として「病院」を対象とする
- ・評価法に関連する基礎データ(属性別身体能力データ、属性別在館者割合、典型的病院平面図)の整理
- ・在館者の避難能力に応じて、3つの評価法を提案
 - ①自力避難:自力で避難階まで避難
 - ②介助避難:スタッフの介助者が護送、担送して避難
 - ③ろう城待機:防火区画など安全に囲まれたエリアにろう城し、消防等の救助を待つ

災害時要援護者避難計画に関する検討

・避難者の属性に合わせた避難方法と検証の手順

・a1:自力避難可能で,現行の避難安全検証法の想定速度で移動できる在館者

・a2:自力避難可能で,移動速度の遅い在館者

・d1:介助者による護送,担送による避難が必要な在館者

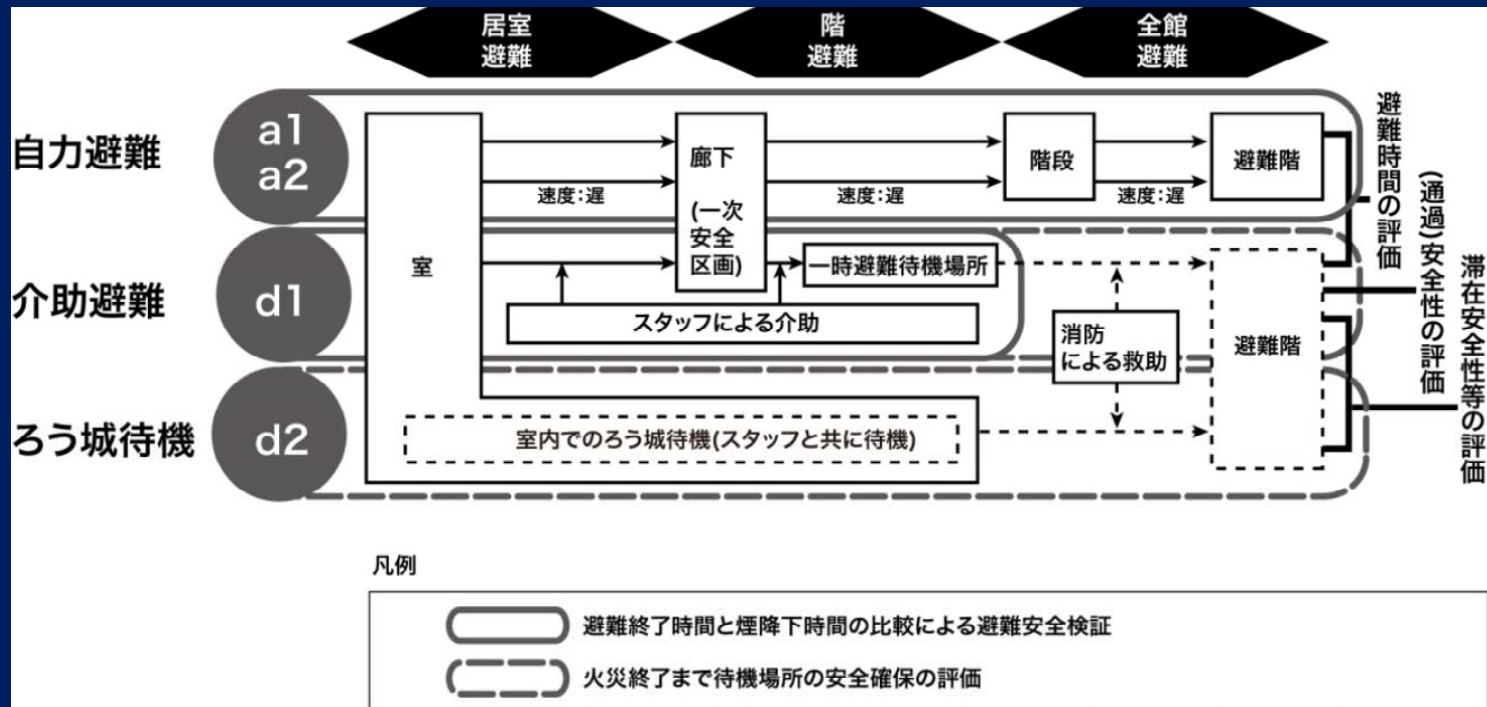
・d2:医療行為などの要因により,災害時に移動することが極めて困難である在館者

表1 室用途ごとの在館者属性

室用途	空間内の在館者	最も避難に時間を要する在館者
①病棟以外の用途 (医師, 看護師, スタッフ室等)	*a1	a1→自力避難
②外来待合室	*a1, a1, a2	a2→速度の遅い自力避難
③入院患者病室, 診察室, 検査室	*a1, a2, d1	d1→介助避難
④重症患者病室	*a1, d1	d1→介助避難
⑤ICU, CCU, 手術室 (籠城室)	*a1, d2	d2→ろう城待機避難

災害時要援護者避難計画に関する検討

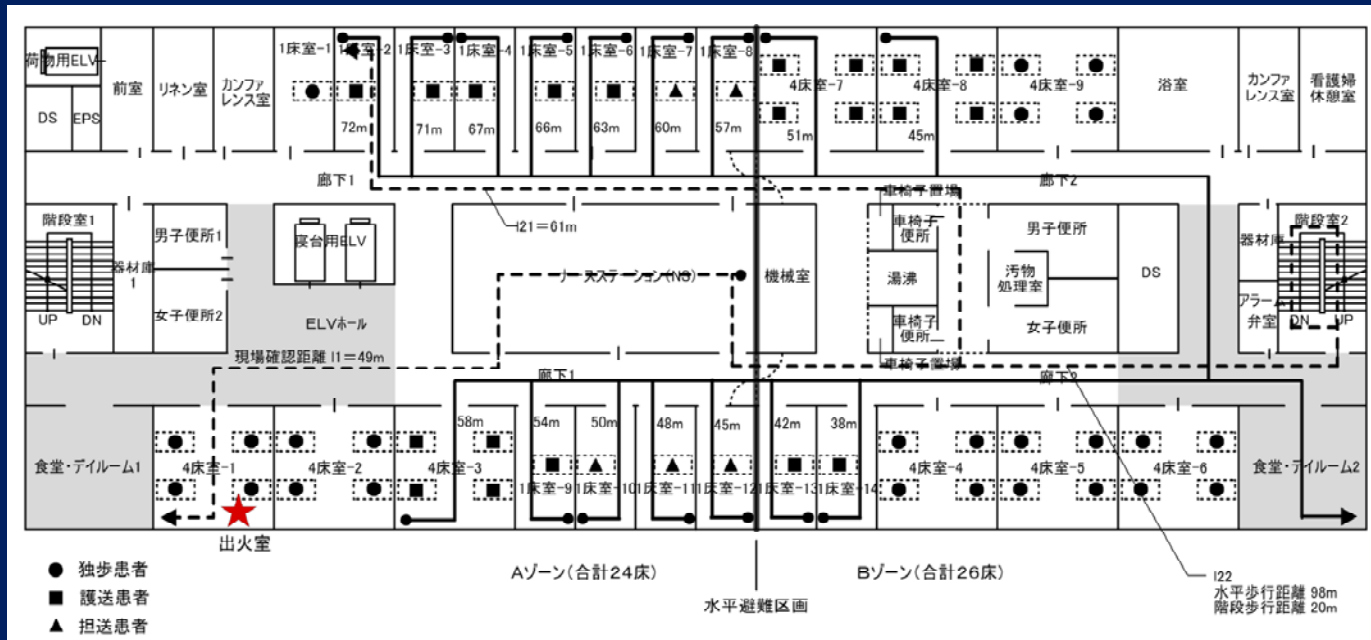
・避難者の属性に合わせた避難方法と検証の手順



- ①災害時要援護者を含む在館者を分類→最も避難時間のかかる在館者を設定
- ②属性に応じた避難方法を選定
- ③避難方法に応じて、避難計算による評価／空間要件の確認(一時避難待機場所、水平区画、ろう城区画)
- ④避難時間・煙降下時間を計算し、安全性を確認

ケーススタディ(介助避難)

水平区画をもつ
病院施設における
介助避難



避難能力データ
初期値

移動制約者 (a1)	水平歩行速度 : 0.3[m/sec]
自力避難困難者 (d1)	器具無し水平歩行速度 : 0.25[m/sec]
	器具有り水平歩行速度 : 1.0[m/sec]
	器具への移し替え : 30[sec]

介助避難時間は、自力避難困難者(d1)の人数が多いほど、介助者の人数が少ないほど長くなる。

廊下を含む出火区画での煙層下端高さは、火災室の区画性能と排煙設備の能力から決まる。

4. 市街地防火性能に関する調査(WG3)

報告者 坂本成弘

大成建設株式会社 技術センター
建築技術研究所 防災研究室 主席研究員

平成22年度実施内容(WG3)

市街地防火性能に関する調査

市街地防火性能を評価する上で必要な設計火源の設定等に関する検討

① 過去火災の調査

【目的】 路線防火検証用火源の設定に必要な同時炎上領域を
求めるための延焼速度の調査

【内容】 火災報告データの分析

② 市街地延焼シミュレーション

【目的】 実態との整合のため、解析による現行法の要求水準の確認

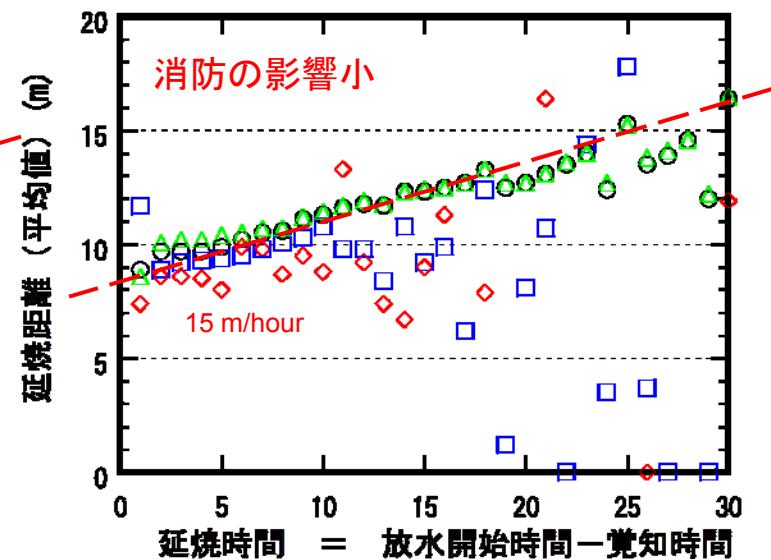
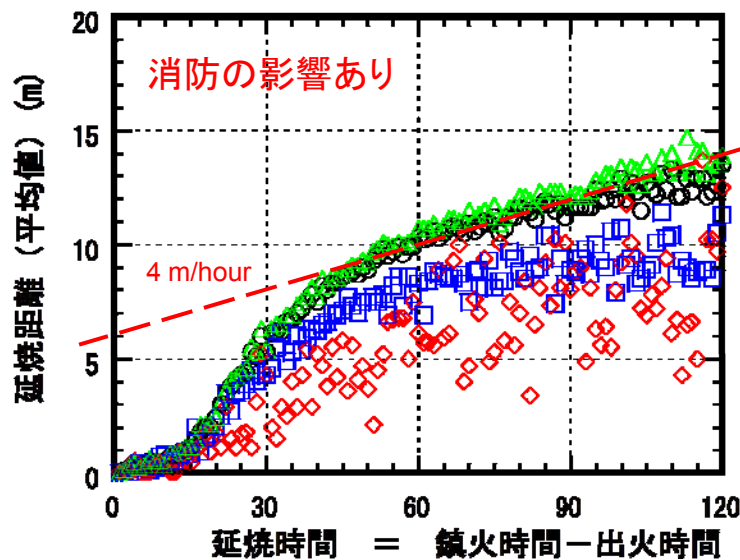
【内容】 ランダム配置市街地の解析

① 過去火災の調査

■ 火災報告データの分析

$$[\text{延焼速度}] = C_0 \cdot \sqrt{\frac{\text{焼損面積}}{\text{延焼時間}}}$$

$$C_0 = 1.0$$



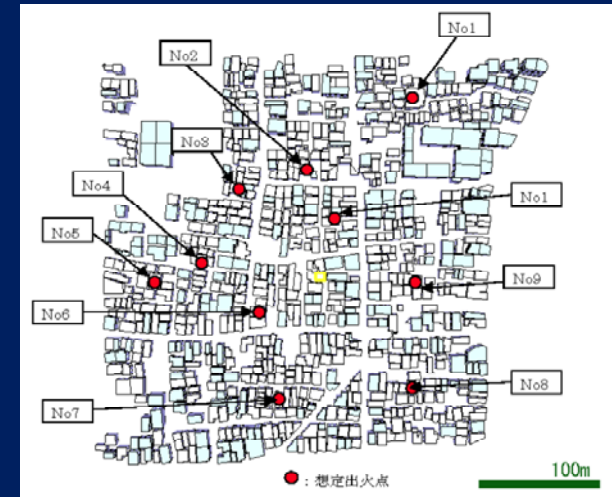
- ・ 消防の影響あり: 4m/h程度、消防の影響小: 15m/h
- ・ 但し、延焼距離のばらつき5m程度。

② 市街地延焼シミュレーション

■ 実市街地の解析(2009年度)

現況のままの場合、及び建物に変更を加えた場合の延焼速度を評価

【変更点】延焼の恐れのある範囲の外壁と開口部が建築基準法に定める防火性能を有する構造とする。



A地区建物配置と出火点

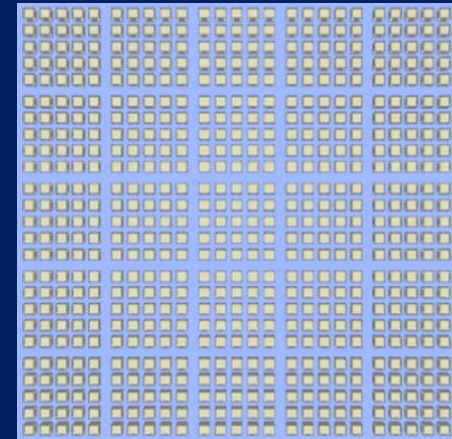
地区	地区内の建物概要	延焼速度(m/h)	
		変更後	現況
A	裸木造がほとんどない	1.2 ←	26
B	耐火造, 準耐火造, 防火造, 裸木造が同程度	1.8 ←	41
C	裸木造が中心	3.0 ←	77

② 市街地延焼シミュレーション

■ 格子型ランダム配置市街地のモンテカルロシミュレーション

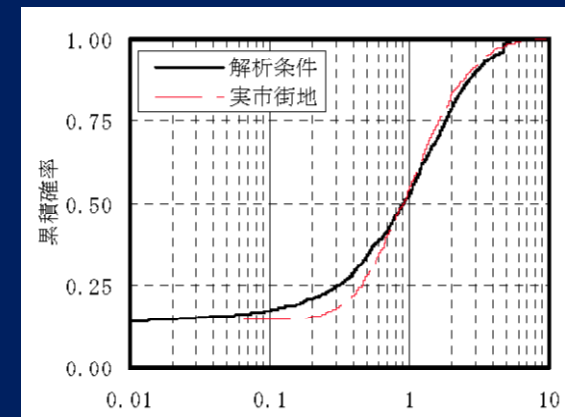
建物性能と市街地性能を結びつけるには様々なケーススタディが必要であるが、格子型配置で実市街地を再現できるか否かは不明。→MCSにより検証する。

- ・建物の階数、構造種別
- ・建物の平均建築面積(= 8m x 8m)
- ・建ぺい率(空地を設ける)



格子型ランダム配置市街地

地区	建蔽率	敷地長さ	区画建物数	空地率
A	0.50	8.8	5~13 (道路幅4m)	0.28~0.35
B	0.35	9.5		0.42~0.47
C	0.45	8.2		0.43~0.49



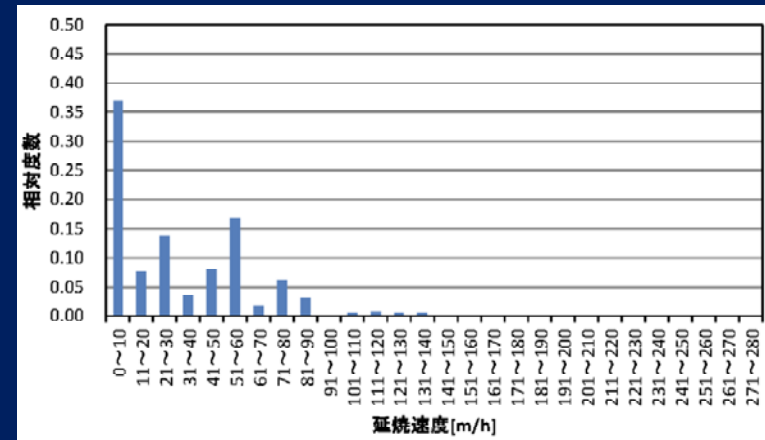
建物間距離の確率分布(B地区)

② 市街地延焼シミュレーション

■ 実市街地の解析

→ 格子型ランダム配置市街地によるモンテカルロシミュレーション

- ・ 試行間のばらつきが大きい。
- ・ 空地率の影響が大きい。
- ・ 建物変更による影響は再現される。



B地区の延焼距離の頻度分布

地区	地区内の建物概要	空地率	実市街地		格子型市街地	
			変更後	現況	変更後	現況
A	裸木造がほとんどない	0.28~0.35	1.2 ←	26		36
B	耐火造, 準耐火造, 防火造, 裸木造が同程度	0.42~0.47	1.8 ←	41		30
C	裸木造が中心	0.43~0.49	3.0 ←	77	4 ←	160

4. 消防活動時間に関する調査(WG4)

WGリーダー 野竹宏彰
清水建設株式会社 技術研究所
主任研究員

(報告者 長岡勉)

平成22年度実施内容(WG4)

消防関係の有識者及び消防機関と連携した消防活動時間等の調査

■ 消防機関を含む検討委員会の設置、および消防活動に関する検討

- 「検討会」の設置・開催（計3回）（継続）
- 火災報告データに基づく消火活動時間の分析（継続）
 - ① 消防活動の記録に基づく検索・救助活動時間の分析
 - ② 「標準的消防活動時間」の算出ケーススタディ
 - ③ 「消防活動支援性能」の位置づけの再検討

① 消防活動の記録に基づく、検索・救助活動時間の分析

■ 消防隊の活動報告等に基づき、検索・救助を行った時間を集計・分析した。

(検討会に参加した4消防本部からのデータに基づく集計結果)



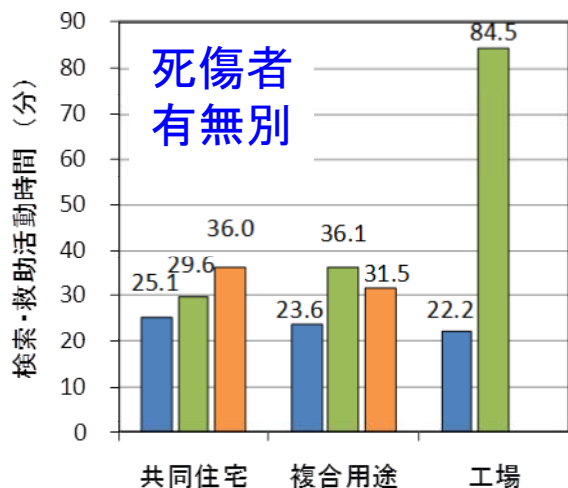
- ・検索・救助活動時間は、中央値で概ね20分前後である。
- ・消火活動に時間を要する用途では、検索・救助活動時間も大きくなる傾向(工場等)
- ・死傷者有無、焼損床面積、構造によっても、活動時間が異なる傾向が見られる。

データの基本的統計量

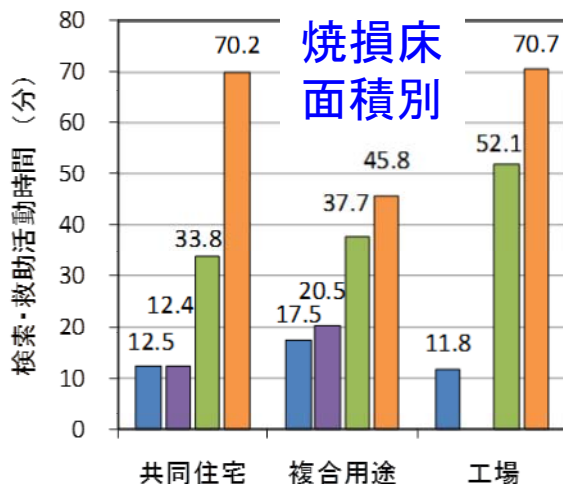
防火対象物	(5)項口 共同住宅	(16)項イ, 口 複合用途	(12)項イ 工場
データ数	210	79	20
中央値(分)	18	16	25
平均値(分)	29	27	48
95%値(分)	89	83	178
標準偏差(分)	32	28	57



■ 死傷者なし ■ 負傷者あり ■ 死者あり

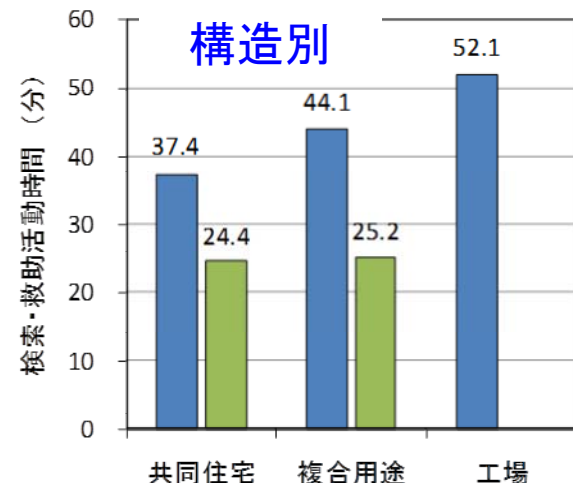


■ 1㎡未満 ■ 1~10㎡ ■ 11~100㎡ ■ 100㎡超



検索・救助活動時間(分)

■ 木造・防火造 ■ 耐火造

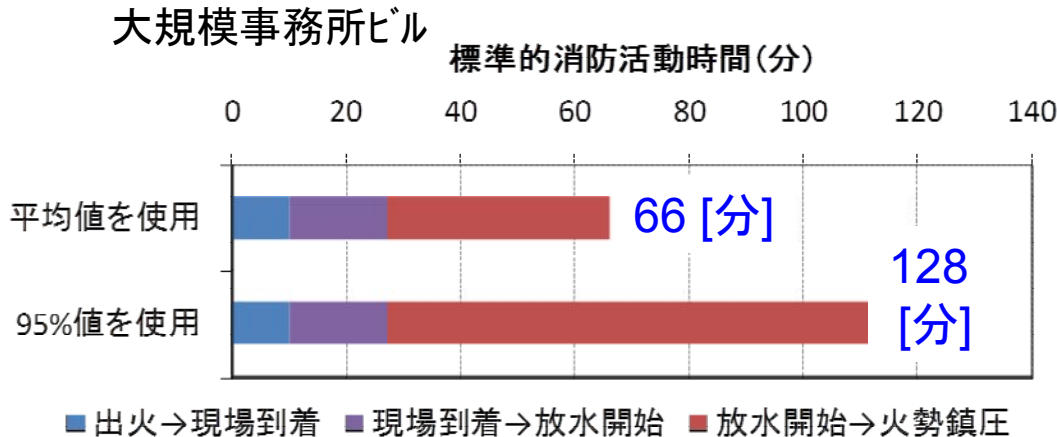
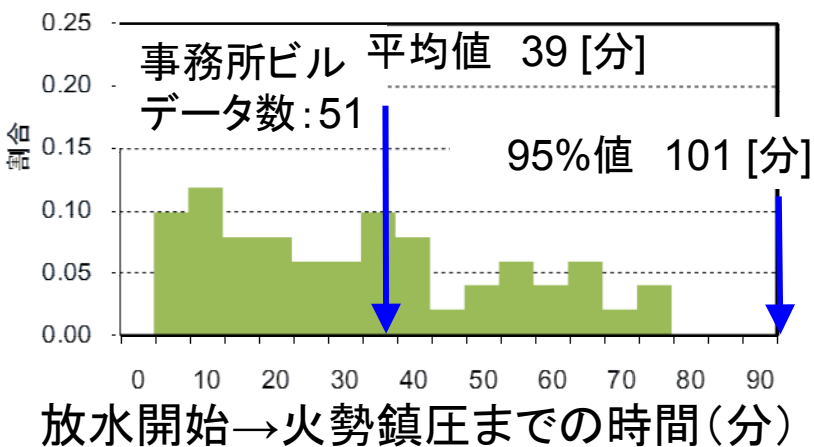
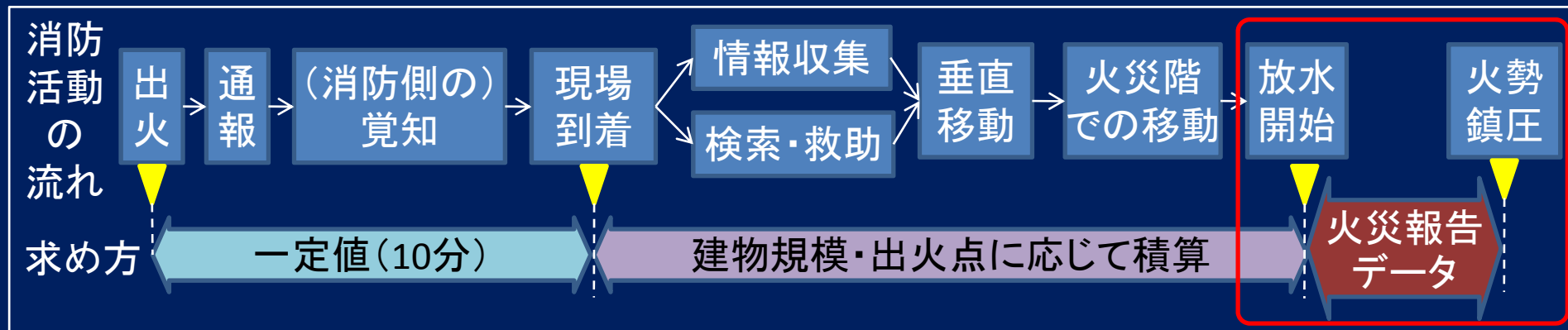


② 「標準的消防活動時間」の算出ケーススタディ

■昨年度の検討で構築した標準的な消防活動時間の想定方法に基づいて、規模別・用途別に、ケーススタディを行った。



- ・「放水開始から火勢鎮圧までの時間」が全体の時間想定において重要な部分を占める。
- ・大規模事務所ビル(55階、基準階2,629m²)の場合、
上記時間に**平均値**を使用した場合の標準的消防活動時間は、**66分**
上記時間に**95%値**を使用した場合の標準的消防活動時間は、**128分**



5.まとめ(全体)

(イ-1) 災害時要援護者の避難安全検証について

- WG1 ■ 煙実験2回と避難実験2回による、客観データ取得(H19~21年度)
7回 ■ 避難開始時間の精緻化等を含む新しい避難安全検証法を提案
開催 ■ ケーススタディにより実態との整合性を確認

(イ-2) 災害時要援護者の避難安全検証について

- WG2 ■ 災害時要援護者を対象とした避難安全検証の概念整理(H20年度)
7回 ■ 病院と診療所の火災状況・災害時要援護者の身体能力のデータ整理
開催 ■ 介助避難安全検証法の提案とケーススタディによる有効性確認

(ロ) 市街地防火性能(延焼速度)に関する調査

- WG3 ■ 既往大火の調査で、弱風時で20~40m/h程度。(H20, 21年度)
6回 ■ 消防の影響小で、15m/h、影響ありで4m/h程度。ばらつき大きい。
開催 ■ シミュレーションで実市街地火災を概ね再現できた。空地配置に注意が必要

(ハ) 消火活動時間などの設定方法に関する検討

- WG4 ■ 火災報告データに基づく、用途別の消火活動時間の分析
7回 ■ 消防活動データに基づく、検索・救助活動時間の分析
開催 ■ 標準的消防活動時間の算出法の提案とケーススタディ