



火災時のエレベーター利用避難の 実用化に向けて

避難者の**心理・行動の制御**を中心に

峯岸 良和

防火研究グループ

現在、日本においては、火災時の避難にエレベーターを使用しないという方針が一般的

過去の火災時の事故

エレベーターに煙や炎が入った。

火災階でエレベーターが停止し、扉が開いたままになった。



他の懸念

停電・放水により運行が止まり、閉じ込められる。

ピストン効果により、エレベーターが煙を引き込む。

芦浦義雄：西武百貨店の火災について(2), 火災, Vol. 14, No. 2 (53), 91-97, 1964

関澤愛：ロサンゼルス市の超高層ビル火災に関する調査報告, 火災, Vol. 38, No. 4 (175), 6-15, 1998

関澤愛：デュッセルドルフ空港火災の概要, 火災, Vol. 46, No. 6 (225), 51-56, 1996.12

一般財団法人日本エレベーター協会標準 火災管制運に関する標準JEAS-E405 (標改12-04), 2012.11

日本建築学会：火災時のエレベーターを利用した避難計画指針 (案), 2009.3

原田和典：エレベーター扉の遮煙性-気密性の現状とエレベーター避難時の問題, 火災, Vol. 4, No. 5 (212), 18-23, 1994.10

現在、日本においては、火災時の避難にエレベーターを使用しないという方針が一般的

過去の火災時の事故

エレベーターに煙や炎が入った。
火災階でエレベーターが停止し、
扉が開いたままになった。
**建築防火設計の工夫、ハードの対応で、
概ね対応できる。**

他の懸念

停電により、エレベーターが停止し、
ピストン効果により、エレベーターが煙を引き込む。
海外の基準は、このあたりのもの。

ISO/TS 18870, Lifts (elevators) – Requirements for lifts used to assist in building evacuation, International Standard Organization, 2014.

ASME A17.1/CSA B44 Handbook, The American Society of Mechanical Engineers, 2021.

2018 International Building Code, International code council, 2017.

BS9999:2017, Fire safety in the design, management and use of buildings – Code of practice, British Standards Institution, 2017.

Fire Code, Singapore, Singapore Civil Defence Force, <https://www.scdf.gov.sg/firecode/table-of-content>, 2022 (accessed 1 August 2023).

Building Law, Korea, <https://www.law.go.kr/법령/건축법>, 2022 (in Korean, accessed 17 May 2024).

一番対処が難しい問題：

避難者のエレベーターへの乗り込みの制御

多数の誘導員が必要になるが、
配備はかなり困難。

エレベーターを操作する人がいたとして、
その人が避難者を制御しきれるか。



あまりに多くの人が一度に乗り込もうとすると、扉が閉まらず、
発進できない。

エレベーターがどれくらいで来るのか、どれくらい待つ必要がある
のかわからないと焦る、不安になる。

車いす利用者など、本当に特に必要な人がうまく使えるか。

一番対処が難しい問題：

避難者のエレベーターへの乗り込みの制御

多数の誘導員が必要になるが、
配備は難しい。

人的管理体制で対応可能な範囲もあるが、

避難者の心理や行動を制御する「しかけ」が必要

あまりに多くの人が一度に乗り込もうとすると、扉が閉まらず、
発進できない。

このあたりは、海外を見ても知見がない。

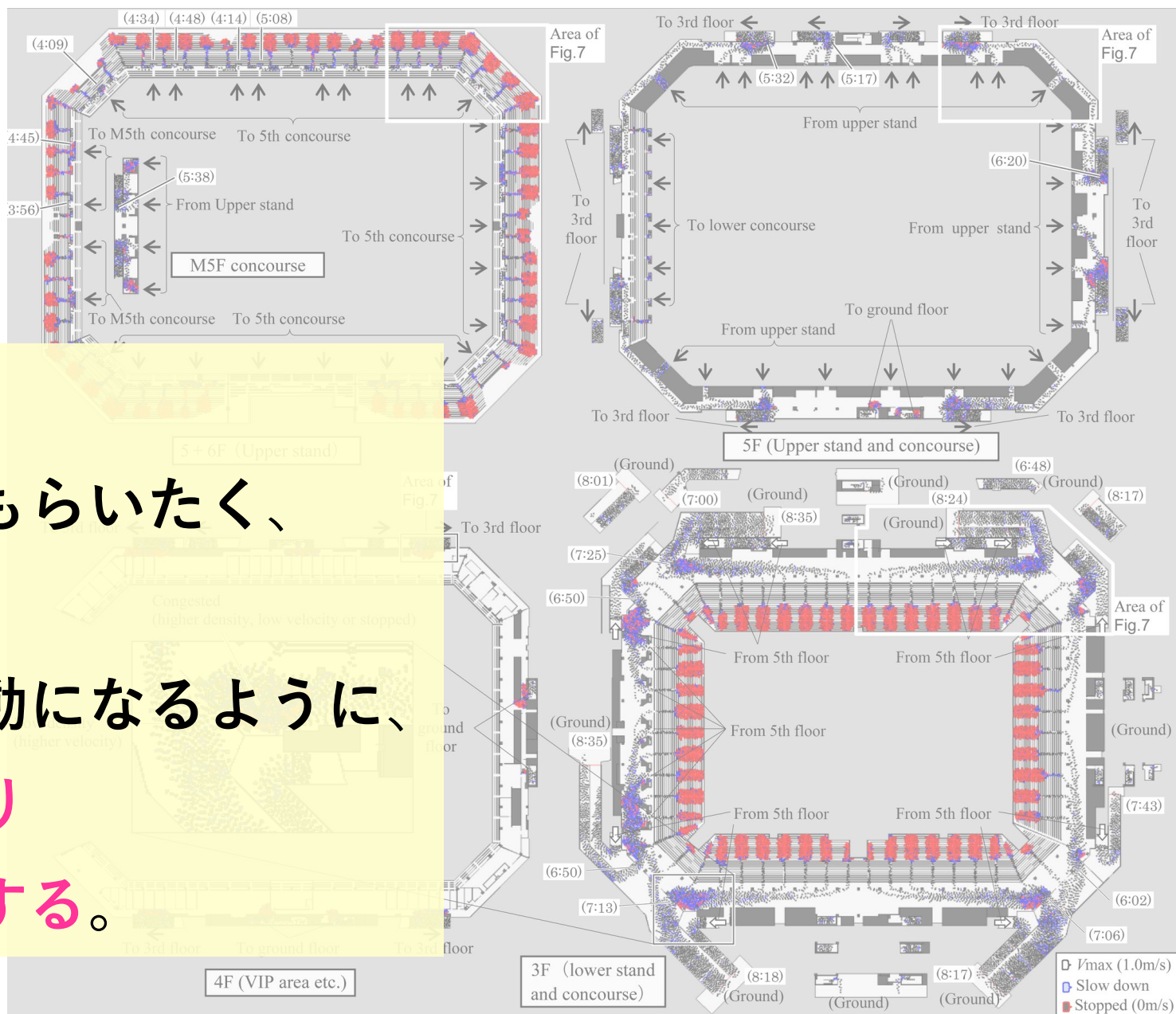
エレベーターがどれくらいで来るのか、どれくらい待つ必要がある
のかわからない。「建築的発想」が必要だから。

車いす利用者など、本当に特に必要な人がうまく使えるか。

避難設計の発想

~~計算した通りに、
避難者が避難する。~~

避難者に、
このように避難してもらいたく、
そのために、
自然とそのような行動になるように、
建築空間の設計により
避難者の行動を制御する。

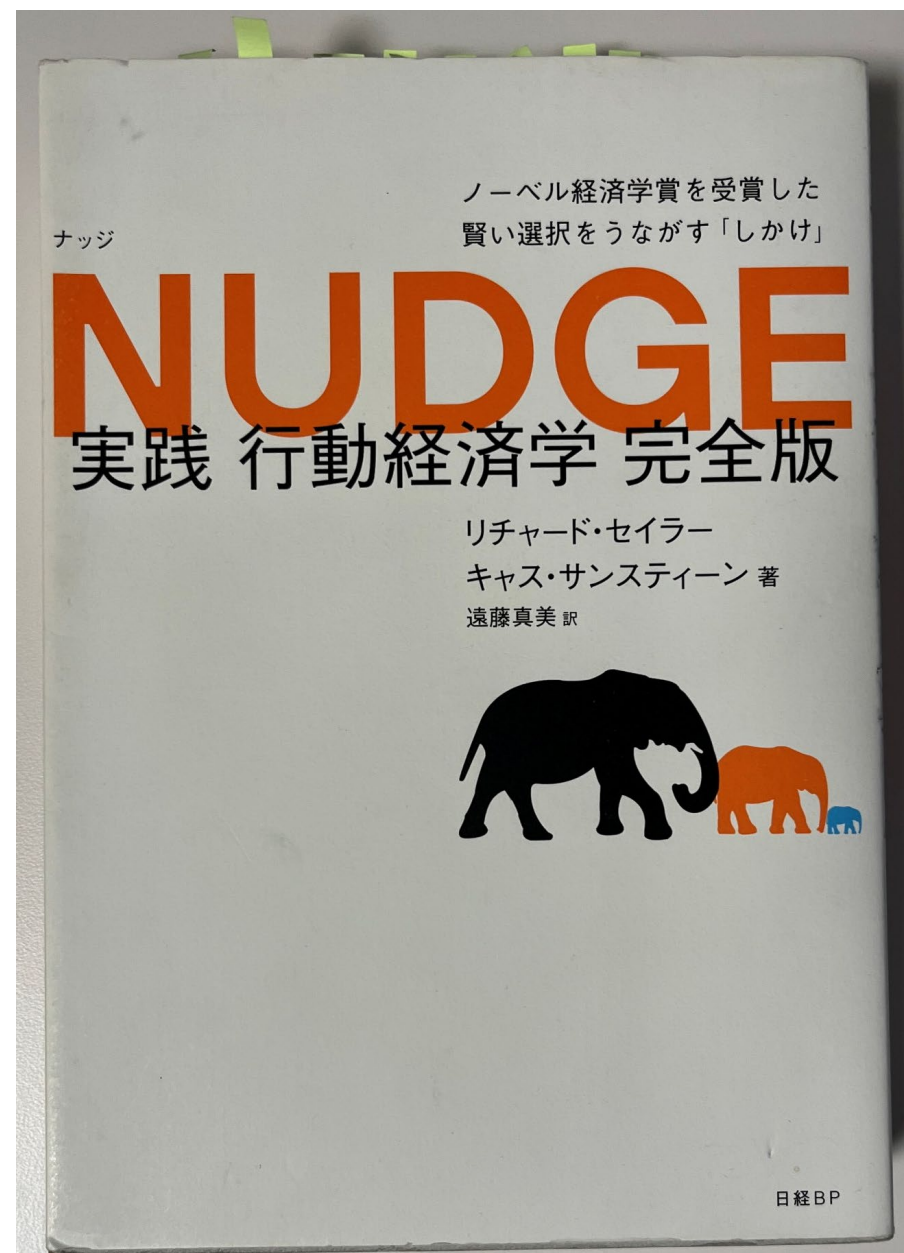


実は同じ

環境や仕掛けのデザイン： ナッジ

により、

エレベーター利用避難につきまとう
群集制御の課題を
解決（軽減）する。



本日の話題

①超高層建築物の**非常用エレベーター**を、
車いす利用者に使ってもらいやすくする

避難のバリアフリー

②超高層建築物の**一般のエレベーター**を、
一般の人の避難手段として使う

あるものを有効に使えるように



Yoshikazu Minegishi: Crowd management employing nudge theory for safe elevator use by people with mobility limitations during a high-rise building evacuation, Fire Safety Journal 147 (2024) 104185.
<https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2024.104185>

①超高層建築物で**非常用エレベーター**を、
車いす利用者に使ってもらいやすくする

避難のバリアフリー

背景

非常用エレベーターを自力避難困難者の救助のために向かわせたとしても、その周囲にいる健常者もエレベーターを利用したいと思い、エレベーターに殺到し、エレベーターを運行できなくなる、ひいては群集事故につながる懸念がある。

防災センター
インターホン

階段混んでて入れない！

EV来るみたいよ！

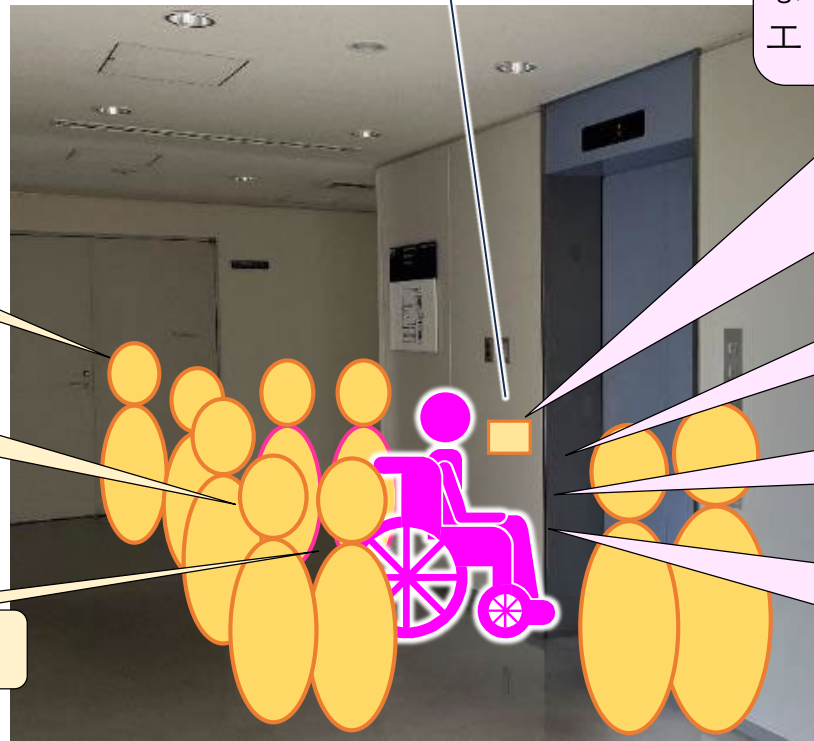
EV来たら乗ろう！

防災センターの方ですか。車いす利用者なので、階段降りられません。エレベーターも使えないみたいです。

え、防災センターの人はこのエレベーター動かせるのですか！

エレベーターで迎えに来てくれるんですね。わかりました。ありがとうございます。

ただ、エレベーター使いたい人が多いと制御できない・・・。そうかもしれませんね。

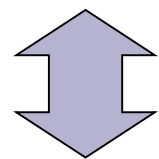


目的

健常者がどのような状況であると
エレベーターを使いたくなるか、

どのような状況であれば、**無理なく**
自力避難困難者に**エレベーターを譲る**ことができるか

◎ **心理**を、被験者実験により明らかにする



◎ そのような心理状態になりにくい**誘導方法の構築**

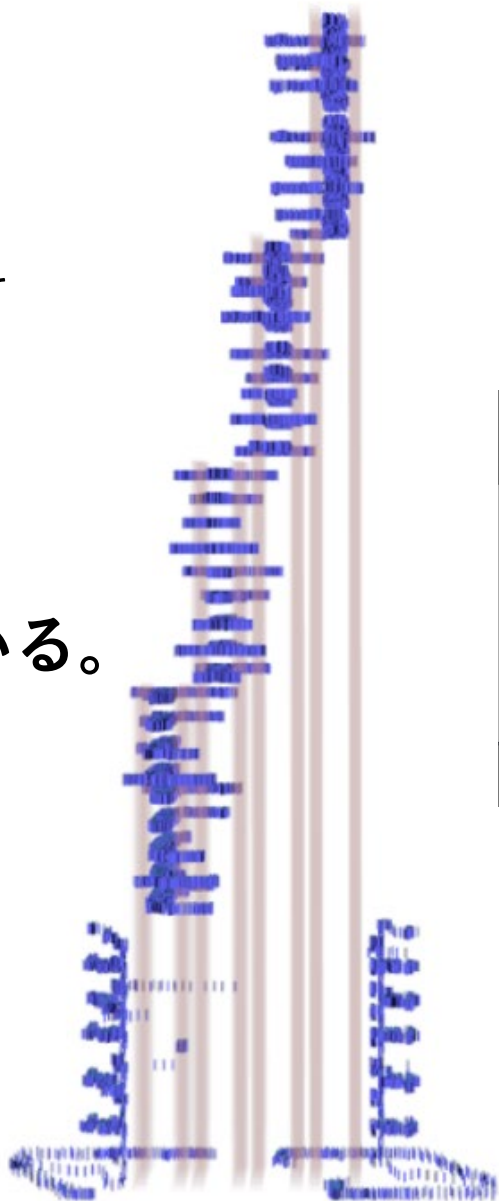
研究の発想

従来の避難設計・研究

「神の目線」

建物内の
どこがどうなっ
ているかを
俯瞰的に
認識している。

全てを把握している。



本研究

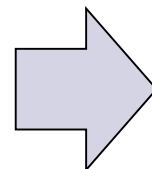
「避難者の目線」

分かるのは自分の近くの状況のみ。
なぜそんな状況になっているのか、
よくわからない。

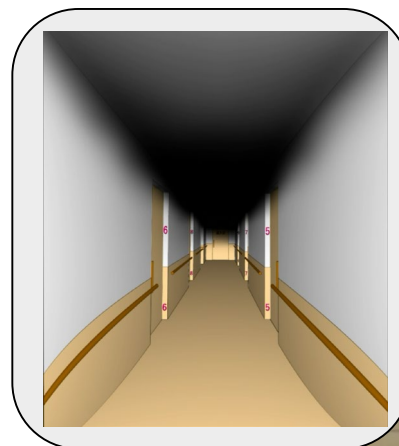
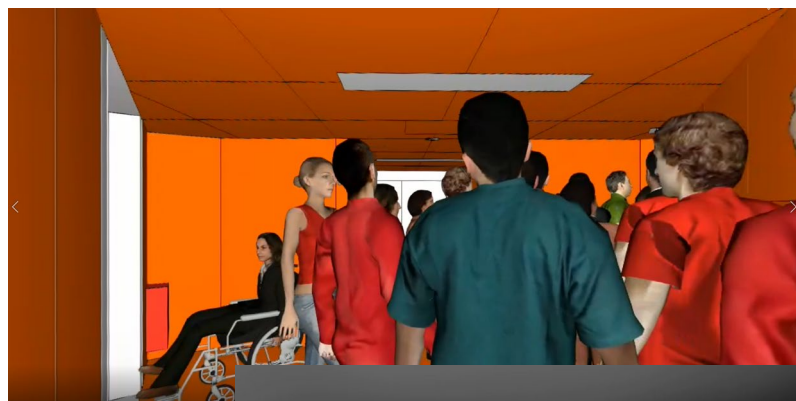


実験方法

コンピュータ3Dモデル
避難・煙シミュレーション
バーチャルリアリティ (VR)



1人称目線
の体験



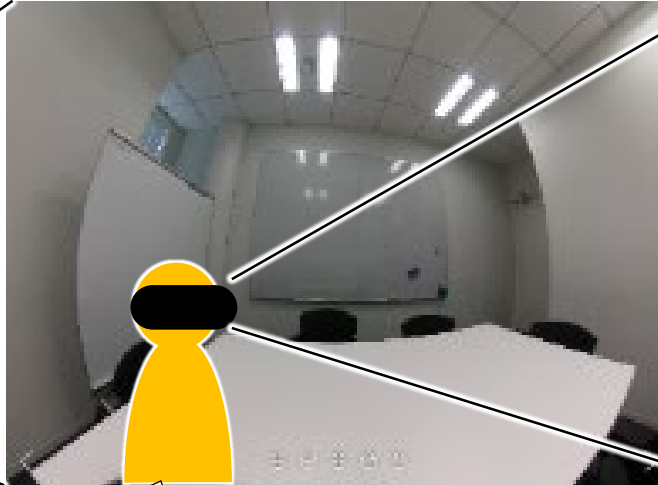
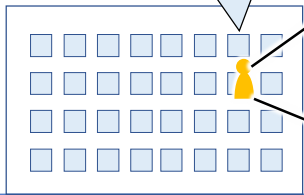
Yoshikazu Minegishi: Limits of assisted evacuation considering the safety of caregivers and impact of smoke control at small-scale older people's welfare facilities, Journal of Physics Conference Series 2885(1) (2024) 012090. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2885/1/012090>

峰岸良和 火災時のエレベーター利用避難の実用化に向けて一避難者の心理・行動の制御を中心に

令和6年度建築研究所講演会 2025.2.21

普通のVR実験

超高層建物の避難の
実験をVRでします！

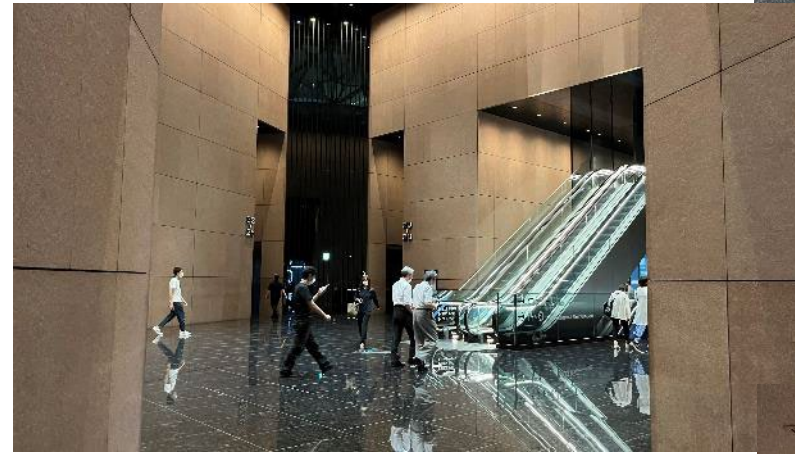


いや、まあ、やりたいことの趣旨は分かるんですけど、
ここは低層の建物の会議室なのはわかっているので、
超高層ビルで避難する状況と思って下さいと言われててもねえ…

高い建物の高い階にいて、避難が必要な状況になったという心境になってもらうには、



実際の高層建物
で実験を行う。



高!



高いところに来てもらう。



この会議室で行われる
講演会・セミナー・イベントに
参加しに来たと思ってください。

47階

おひとりで来られたと思って
ください（知り合いなどいない）。



講演会が行われるのを待っている。



と、今いる部屋で火災が起きる。

今、皆様のいる会議室で火災が起きたので、階段に向けて避難します。
どのように火災が大きくなるか、よくわからない状況です。



階段に向けて避難する。



階段付室に到着すると、車いす利用者が非常用エレベーターの前で待っている。



車いす利用者が防災センターの人とインターホンで話している内容が聞こえる



防災センターの方ですか。私、車いす利用者で階段下りられません。このエレベーターで迎えに来てくれるのですか。ありがとうございます。

車いす利用の人だ

他の人が避難している様子を、その場でVRで体験する。

防災センターの方ですか。私、車いす利用者で階段下りられません。このエレベーターで迎えに来てくれるのですか。ありがとうございます。



※実際は、ゴーグルを被る前に、実際の車いす利用者を見る。

防災センターの方ですか。私、車いす利用者で階段下りられません。このエレベーターで迎えに来てくれるのですか。ありがとうございます。



被験者がVRで見ている避難状況

実験の様子



被験者の体験している状況



実験ケース

Case 1



Case 2



Case 3



Case 4



避難方法の選択に関する4択質問

No. 選択肢

略称

1 階段で避難する。

1. Stair-1

2 階段で避難するが、エレベーターで避難したい気も、少しする。

2. Stair-2

3 どちらかと言えば階段で避難するつもりだが、エレベーターを使いたい気持ちも強いので、場合によってはエレベーターに乗ろうとするかもしれない。

3. Stair-3

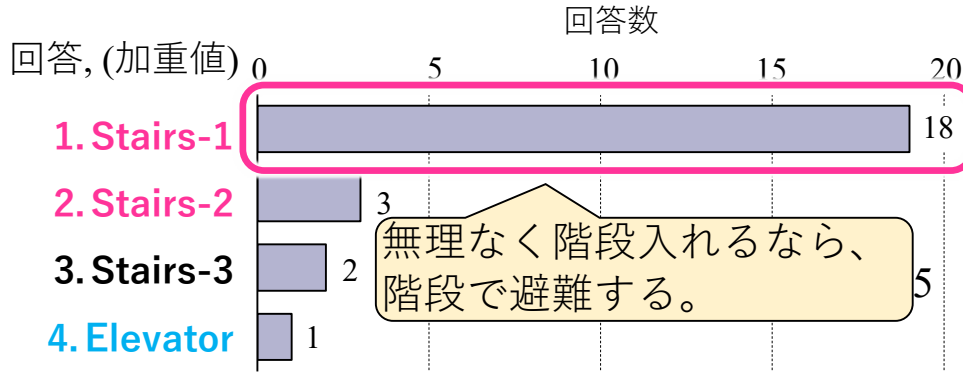
4 エレベーターで避難する。

4. Elevator

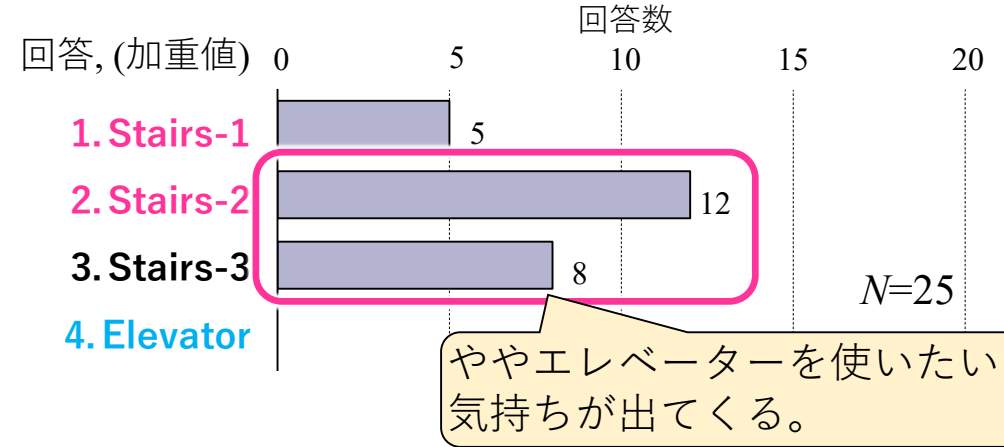
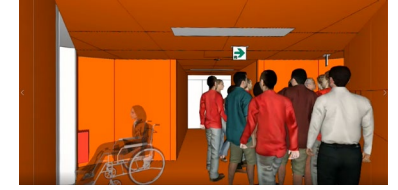


階段を使うか・エレベーターを使うかの判断・心理

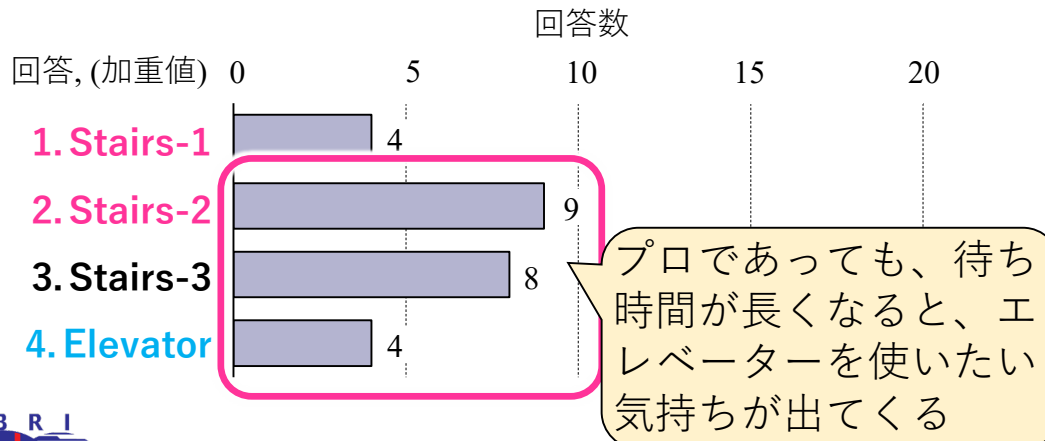
Case1 出火階+直上階で避難



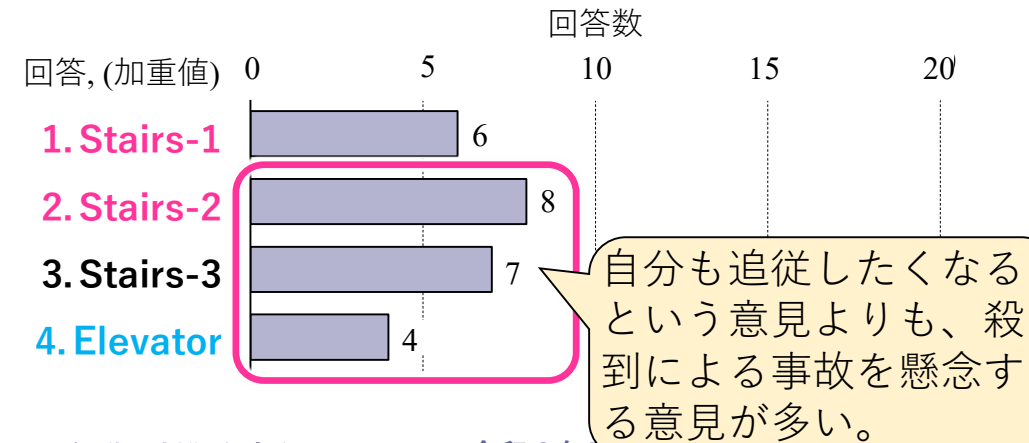
Case2 5階層で避難が生じる



Case3 すべての階で避難



Case4 4/10人の避難者がEVに乗り込もうとする



もし、どうあったら、エレベーターを使いたくなるか

Case4で階段で避難すると回答した人のみに質問

Case4について

4/10人の避難者がEVに
乗り込もうとする



Case4の際には、他のCaseに比べて、
エレベーターを使うことに関するお気持ちは、どうだったでしょうか。

回答数

0 2 4 6 8 10 12 14 16

多少、エレベーターを使いたいと思った。
ただ、階段で避難すると判断した。

12

特に違いはない。

3

逆に、階段で避難しようとして更に思った。

5

よくわからない。

1

エレベーターを使いたいという潜在的な気持ちはある。

$N = 21$

もし、どうあったら、エレベーターを使いたくなるか

Case4で階段で避難すると回答した人のみに質問

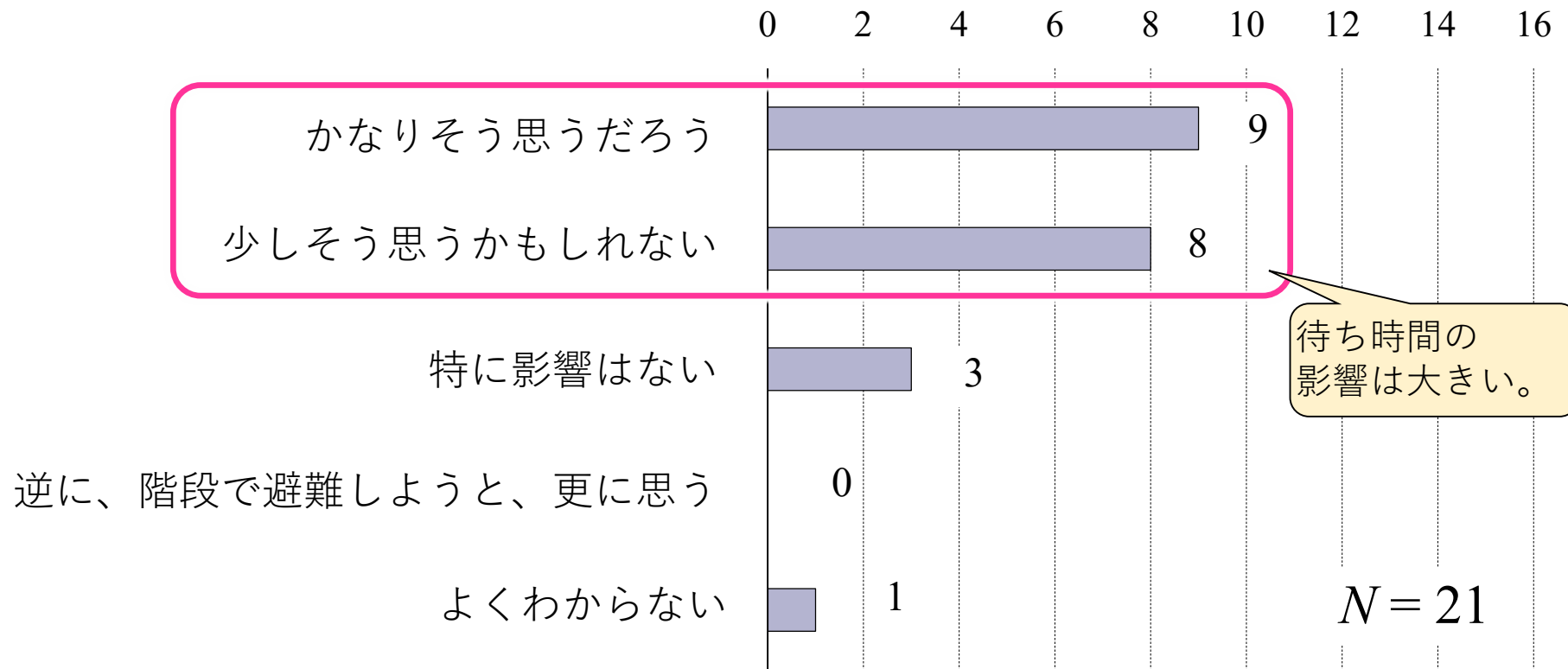
Case4について

4/10人の避難者がEVに
乗り込もうとする



今の動画では約5分待ったところでエレベーターが来ましたが、
より長い時間、動けずに待ったのちに、エレベーターが到着した場合

回答数



考察

車いす利用者にエレベーターを「**譲っている**」というより、

「**階段で避難できそうなら、階段で避難したほうが早そうだし、そのほうがよさそうなので、階段で避難する。**」
という判断をしている。

このような状況を、設計や誘導により作り出せばよい。

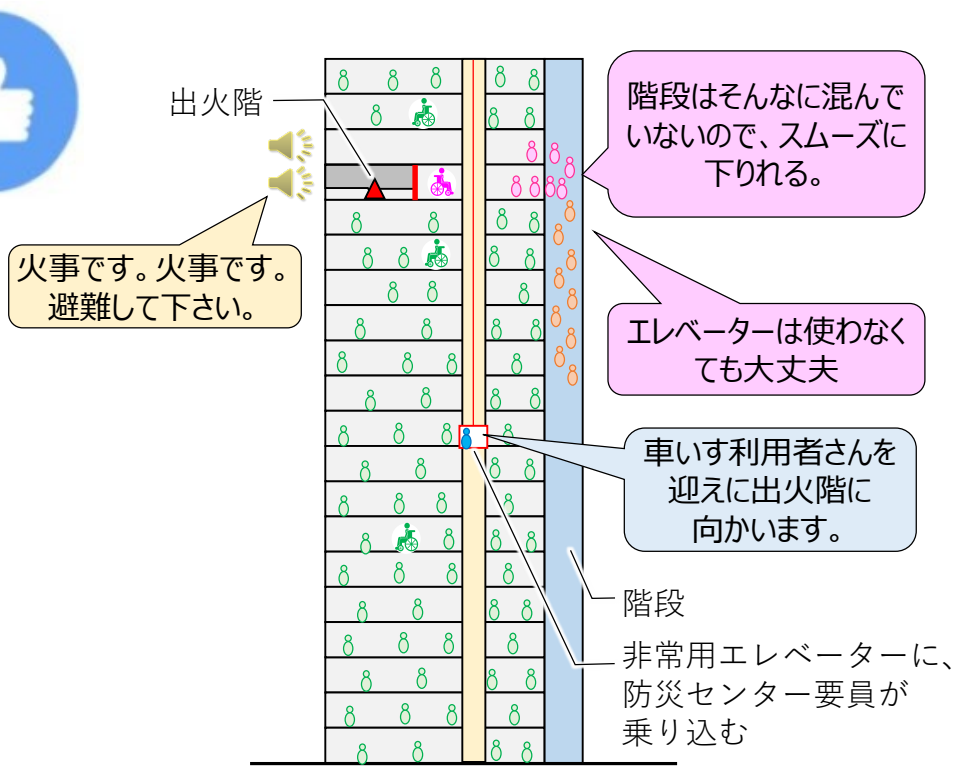
もう1つのメリット

誰がエレベーターを使うべきかを客観的に決めなくてよい。

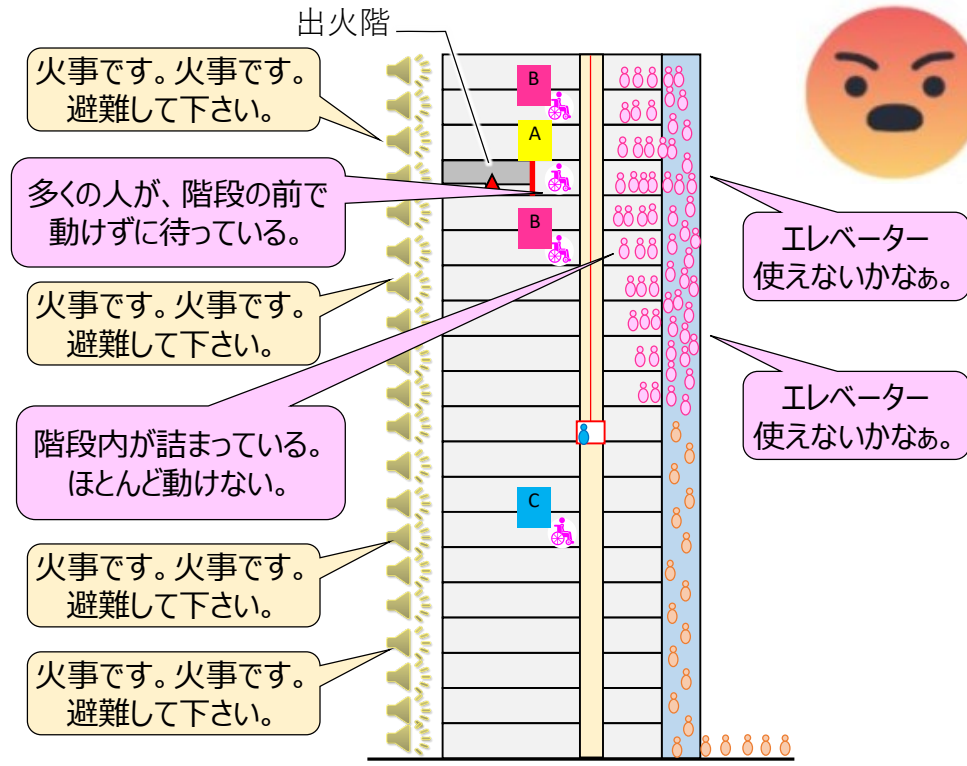
階段を使える人を、自発的に階段を使いたくなるようにする。
相対的に、エレベーターが必要な人がエレベーターを使いやすくなる。

まとめ

- 1) **階段前で大きな滞留が生じ、長時間階段に入れない状況**でなければ、健全避難者は無理にエレベーターを利用する心境にはなりにくい。
- 2) 階段前での滞留は他の階で同時的な避難なければ生じないことから、**非常放送の鳴動の範囲・タイミングの調整**により、非常用エレベーターでの救助容易性が改善できる。



出火階 + 直上階の在館者が避難開始する。(ケース 1)



全館の在館者が避難開始する。(ケース 3, 4)

まとめ

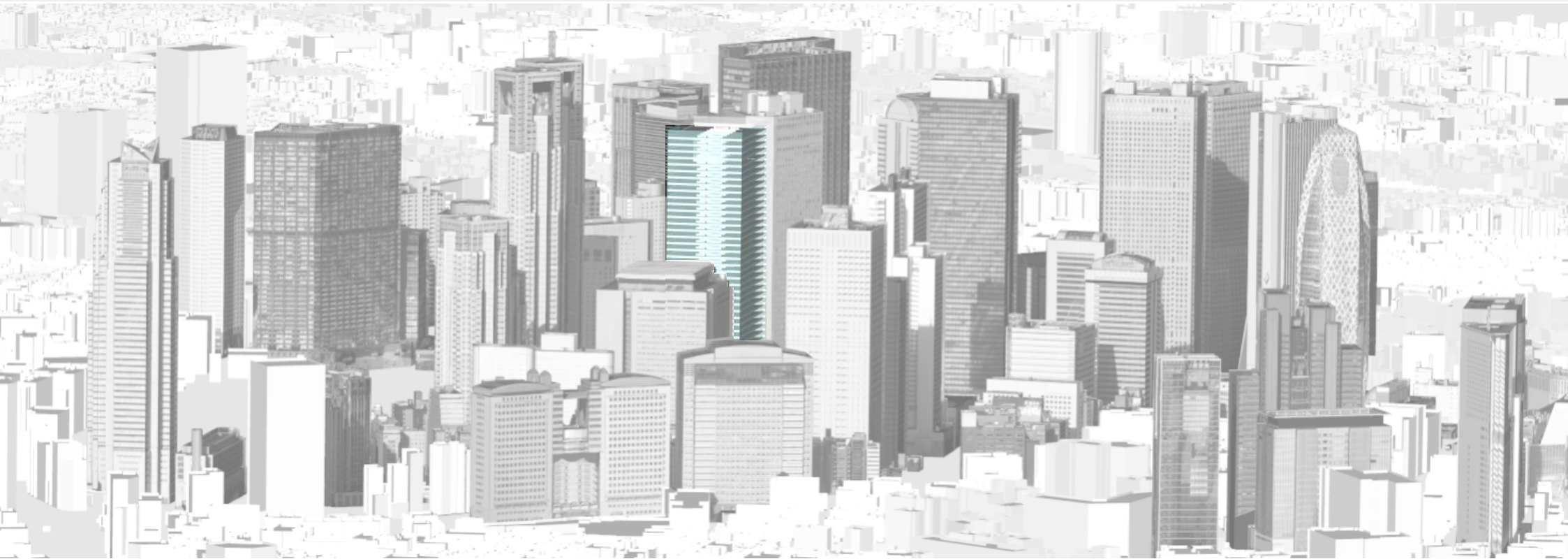
Case1のような、非常放送を出火階+直上階に放送するのは、現在の日本の標準的な方法。

つまり、基本は、現在の非常放送の方法でよい。

放送の範囲の制御は、基本は、健常者群集の制御が目的。

群集制御のための方法が、自力避難困難者のためにもなる。

このような、**隠れたメカニズム**を認識しておくことが重要。



②超高層建築物の一般のエレベーターを、
一般の人の避難手段として使う
あるものを有効に使えるように

目的

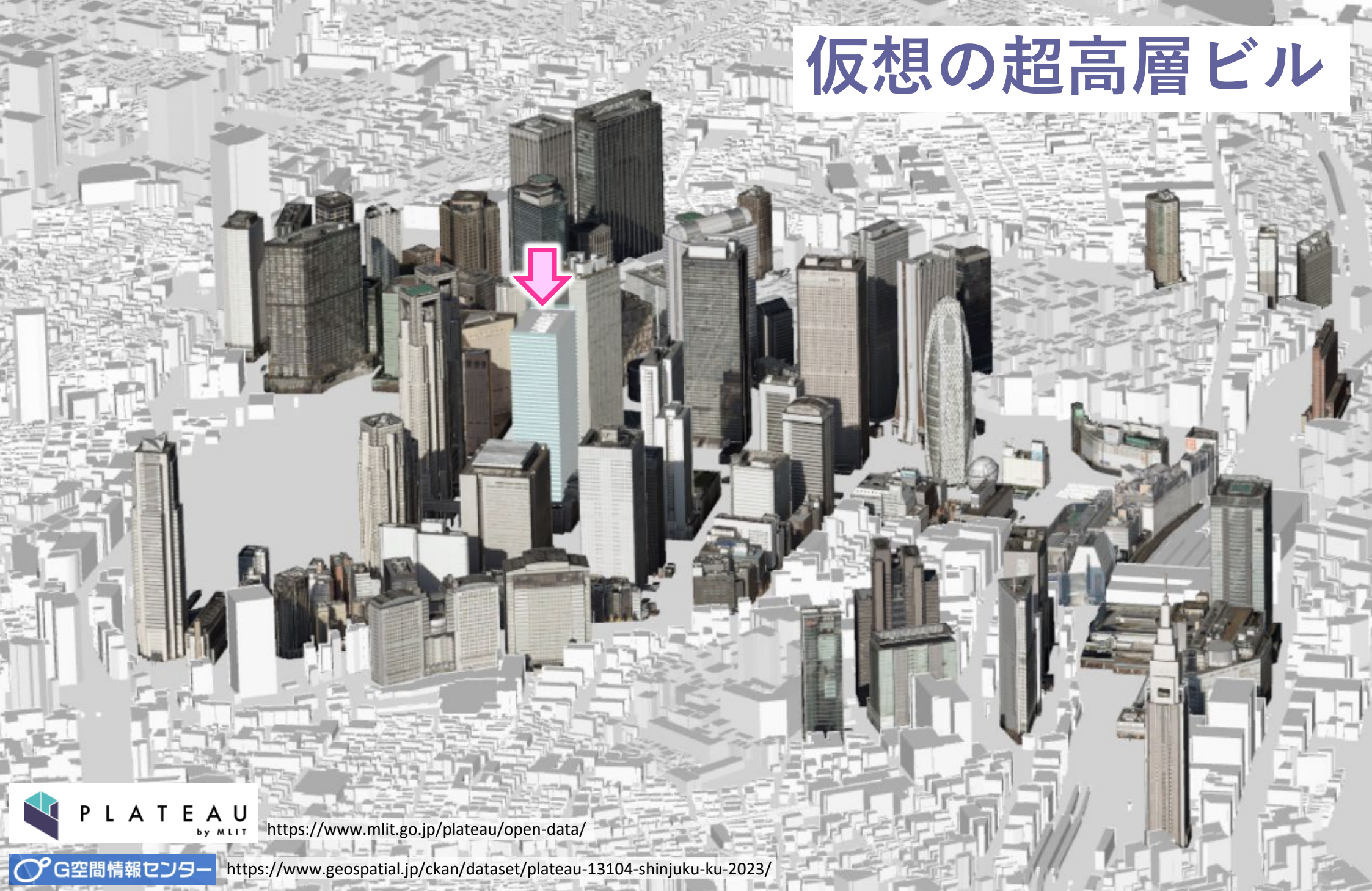
一般のエレベーターを火災時の避難に利用する。

ただし、避難に利用することを前提として火災対策や運行制御などの対応はしたものを想定する。

多くの人の避難に利用する。自力避難困難者の利用に限らない。


全館避難の「デザイン」に利用する。

仮想の超高層ビル



 PLATEAU
by MLIT

<https://www.mlit.go.jp/plateau/open-data/>

 G空間情報センター

<https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/plateau-13104-shinjuku-ku-2023/>



峯岸良和 火災時のエレベーター利用避難の実用化に向けて一避難者の心理・行動の制御を中心に

国立研究開発法人 建築研究所

令和6年度建築研究所講演会 2025.2.21

Building Research Institute 33

モデル建築物・エレベーター計画

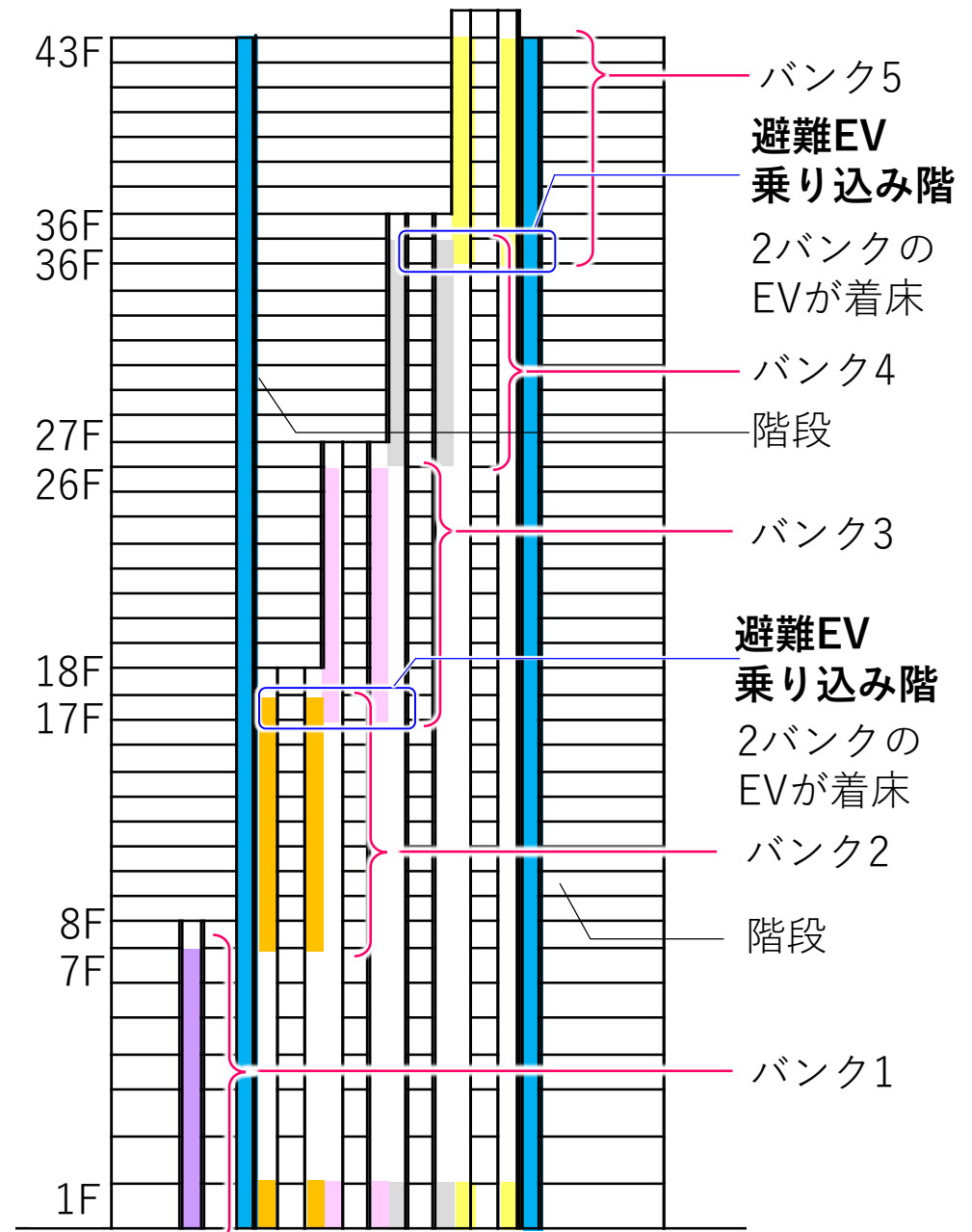
ほぼすべての階が
テナント事務所である43階建ての
超高層建築物を想定する。

テナント部 3000㎡、300人

階段2本：幅1.2 m
階段だけで避難すると約2時間

エレベーター
5分間集中率11%として設計
バンク、台数、かごサイズ、速度など

5バンク構成で、
1バンクで地上階と9層程度を
サービスするものとする。



在館者全員が一度にエレベータで避難しようとする

エレベーターの輸送能力

日常交通、特にその特定のピーク時間を考慮して台数や能力が計画される。

テナント事務所の場合

サービスする階の人員に対して、5分間輸送能力が11～25%程度

出勤時の5分間輸送能力11%と仮定

地上階で乗り込み、サービスするすべての階にて停止する可能性がある運行方式

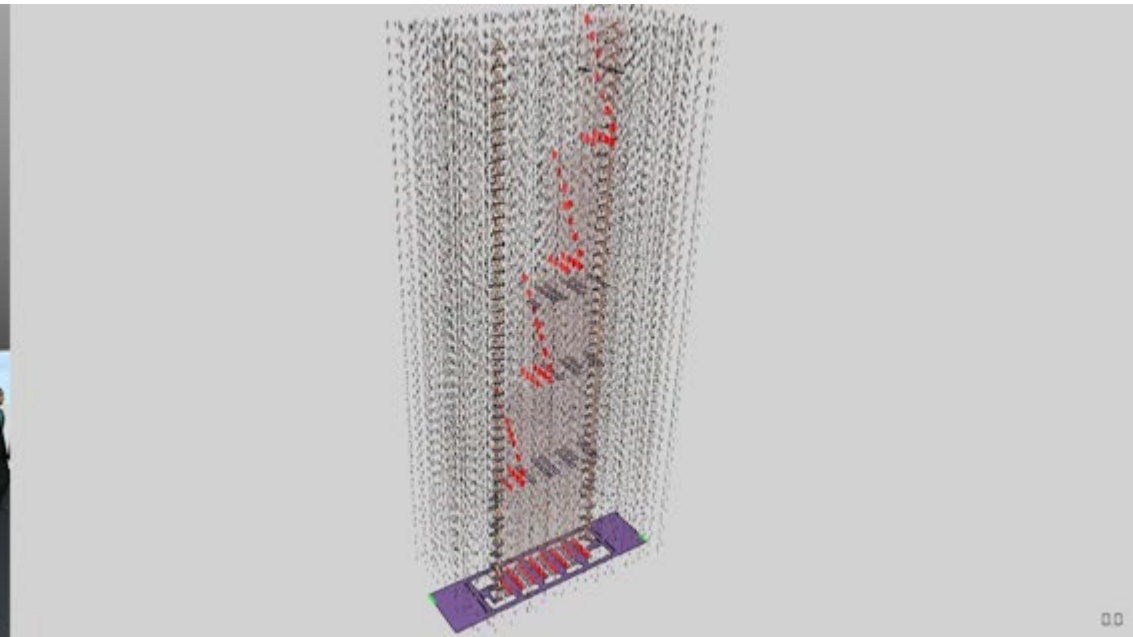
仮に、この輸送能力がそのまま避難に使えたとする。

(輸送能力は運行方式によっても変わる)

全在館者が全てのエレベーターを使って同時に避難しようとする、
 $1/0.11 \times 5 =$ **約45分**となる。

Richard W. Bukowski: Emergency egress strategies for buildings,
In: Proceedings of Fire Science and Engineering conference, Interflam 2007

45分間、エレベーターへの乗り込みを待つ



火災時という不安な状態で、長い時間、多くの人エレベーターを待っているところにエレベーターが到着した場合、エレベーターに乗り込もうと人々が殺到し、エレベーターが発車できない、ひいては、群集事故となる懸念。

係員による制御や、サイネージ、放送などでの誘導を行うにしても、その奏功の程度は不明確である。

不確実性自体をコントロールする

このような**不確実性**に対しては、

潜在的な危険性の元となる

「**エレベーターの前に多くの人**が長時間待つ状態」

が生じないようにする設計や誘導とすることが、
本質的な解決策。

建物内で避難者を並ばせて待たせる？

Yoshikazu Minegishi: Tracer observation of egress and way-home crowd behavior at stadiums: From the perspective of crowd control in emergency evacuations, Japan Architectural Review 6(1) (2023) e12358. <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12358>

群集制御の基本的なアプローチは、
「支障のない場所に留める」

より具体的には、
「並ばせる」、「停止させる」

・・・どうやって？



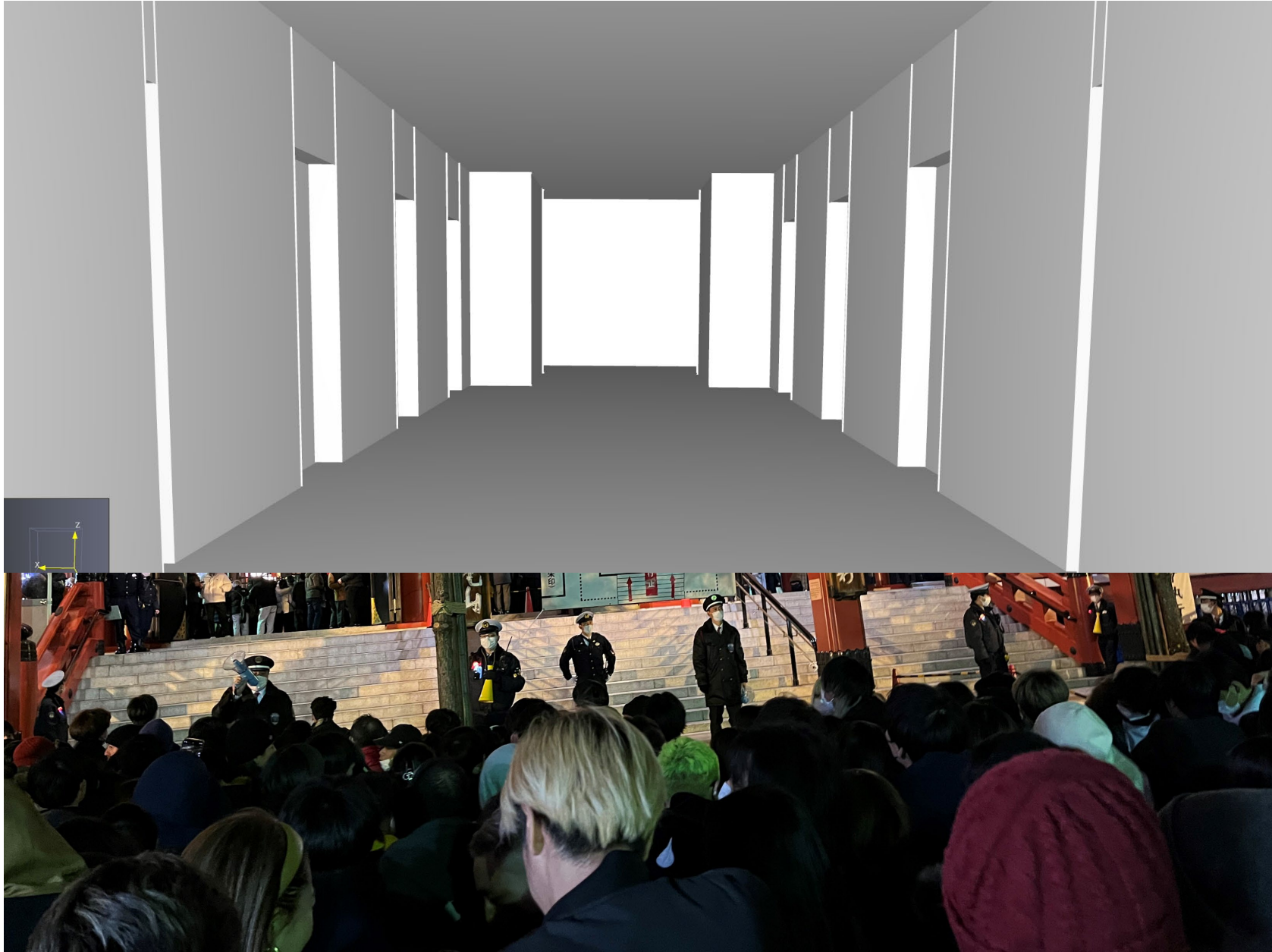
初詣！



拝殿に殺到しないように流量を絞る



エレベーターに殺到しないように流量を絞る？



階段流出量とエレベーター輸送能力の比較

峯岸良和：超高層建築物の火災時のエレベーター避難における
群集制御・待機時心理を考慮した設計アプローチ, 日本建築学会
大会学術講演梗概集 (2023) 防火, 101-102

階段からの流出人数

出口幅0.8 m × 流動係数1.3 人/ms = **1.04 人/s**程度

エレベーターの1バンク当たりの輸送能力

各階のテナント事務所専有部人数を300人、出勤時5分間輸送能力を11%とすると
 $9 \times 3000 \times 0.11 / 5 / 60 = \mathbf{0.99 \text{ 人/s}}$ 程度

階段1本からの避難者の流出量と、
エレベーター1バンクの出勤時輸送能力が**概ね同じオーダー**

階段1本から流出した避難者をエレベーター1バンクに流し込む
ようにすれば、長時間待つことなく、エレベーターに乗り込める
状態とできる。

設計・誘導方針



実験

避難の様子を1人称目線で作成した動画を視聴してもらう。



建築防火・避難・設備・エレベーターなどの専門家・実務者



一般の方

火災・避難の状況設定

東京にある**43階建て**の超高層ビルを訪れます。

その**40階の会議室**で開催される**講演会に参加**に来ました。

講演会の開始を待っていると、**火災警報**が聞こえてきました。

そのため、あなたも含め、
建物内の人達が避難を始めます。

あなたも、**動画中で避難して
いる人の1人であると思って
下さい。**

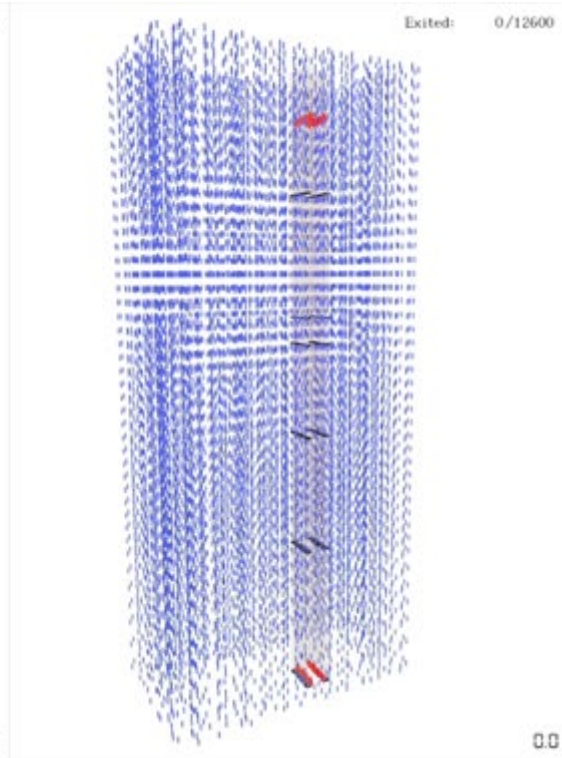
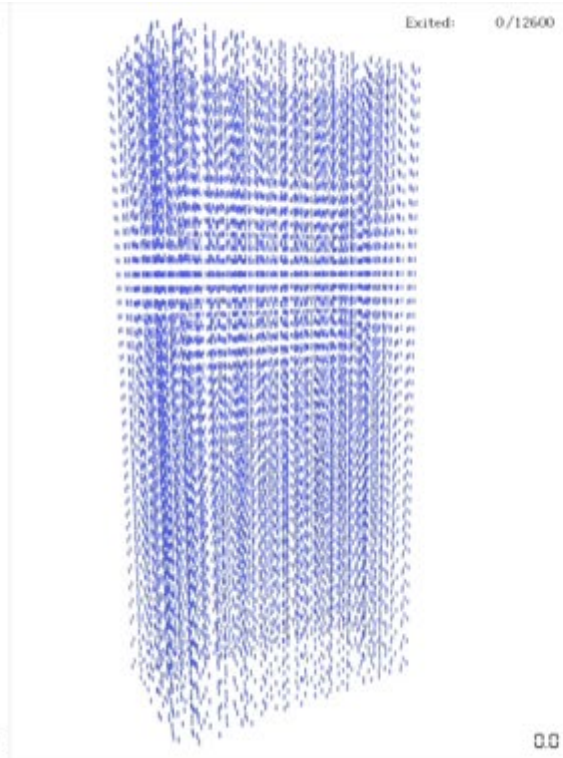
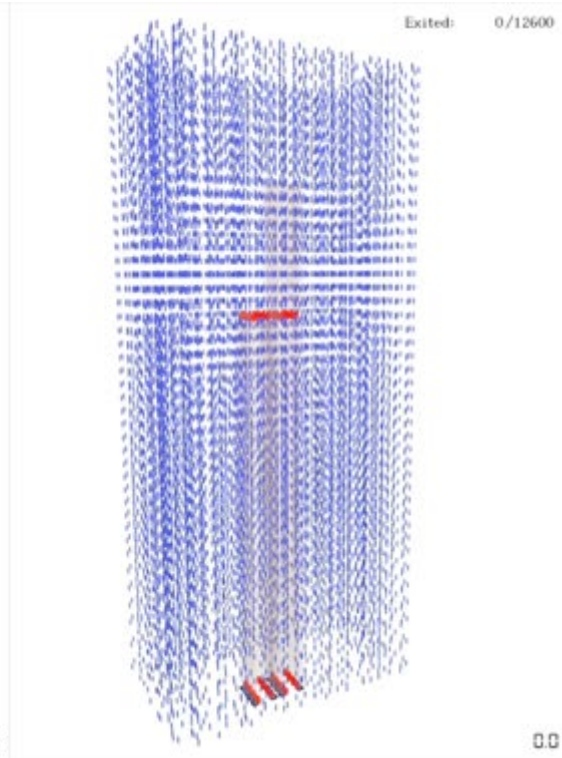
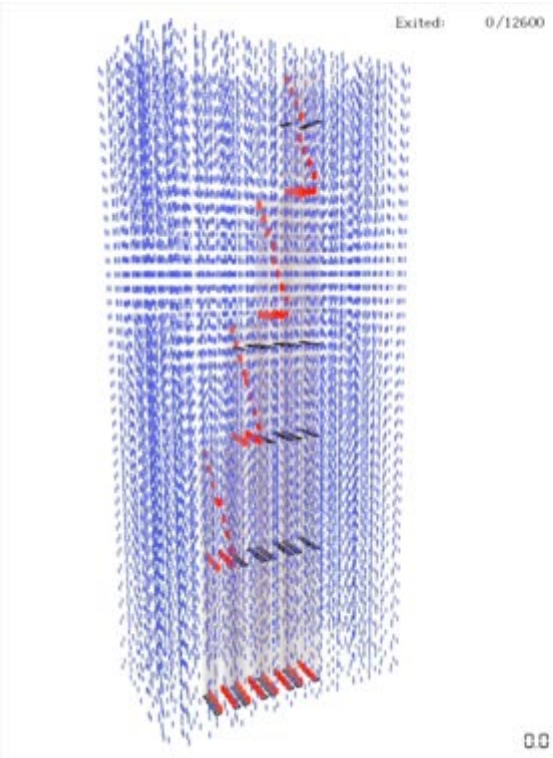


ケース1

ケース2

ケース3

ケース4



すべての階で
エレベーターを
使用して避難する。

すべての階で
一旦階段に入る。
27階以上の方は、
26階で階段を出て、
エレベーターに向かい、
乗り込むする。

在館者の
全員が階段で
避難する

出火階
(皆さんのいた階) に
すべてのエレベーターを
集結させ、
出火階のみエレベーターで
避難する。

ケース1 すべての階でエレベーターを使用して避難する



ケース2 途中階で階段を出てエレベーターに向かう



0:00:00



峯岸良和 火災時のエレベーター利用避難の実用化に向けて一避難者の心理・行動の制御を中心に

国立研究開発法人 建築研究所

令和6年度建築研究所講演会 2025.2.21

Building Research Institute 48

ケース4 出火階のみ避難する

Yoshikazu Minegishi: Occupant evacuation elevators as a measure for crowd management and evacuation for people with mobility impairments in high-rise buildings, Japan Architectural Review 4(2) (2021) 391–402.
<https://doi.org/10.1002/2475-8876.12219>



峯岸良和 火災時のエレベーター利用避難の実用化に向けて一避難者の心理・行動の制御を中心に

国立研究開発法人 建築研究所

令和6年度建築研究所講演会 2025.2.21

Building Research Institute 49

エレベーターホール前での待ち ケース間比較



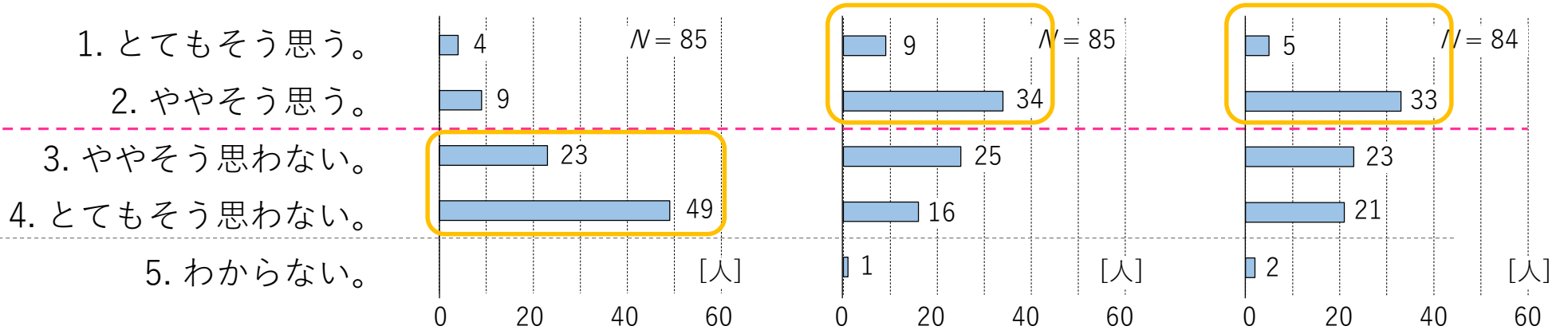
すべての階で
エレベーターを
使用して避難する。

26階で階段を出て、
エレベーターに向かい、
乗り込むする。

出火階のみ
エレベーターで
避難する。



A. 今の状況では、エレベーターホールに誘導する人がいませんでした。
この状況で、避難者が**無理なくエレベーターに乗り込める**と思いますか。

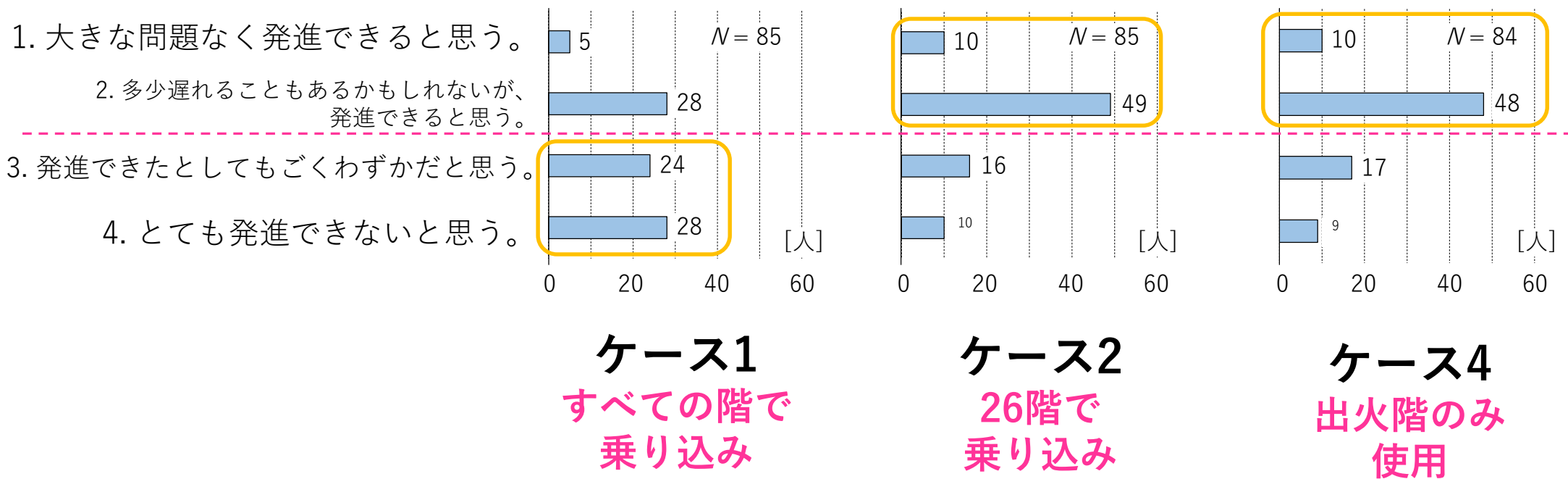


ケース1
すべての階で
乗り込み

ケース2
26階で
乗り込み

ケース4
出火階のみ
使用

B. エレベーター内に**運行係**（制服を着用しており、一般の人でも、外見で誘導の担当者とわかる）が**いないとした場合**、待っている人たちが無理にエレベーターに乗り込み、エレベーターが発進できない状態になると思いますか。



ケース1
すべての階で
乗り込み

ケース2
26階で
乗り込み

ケース4
出火階のみ
使用

長短あるが、どちらも良さそう。

ケース2 途中階乗り込み

長所 ・避難者に、とにかく一旦階段下りてと言えばよい。

課題 ・出火階を通過する運行
・乗り換え階での出火

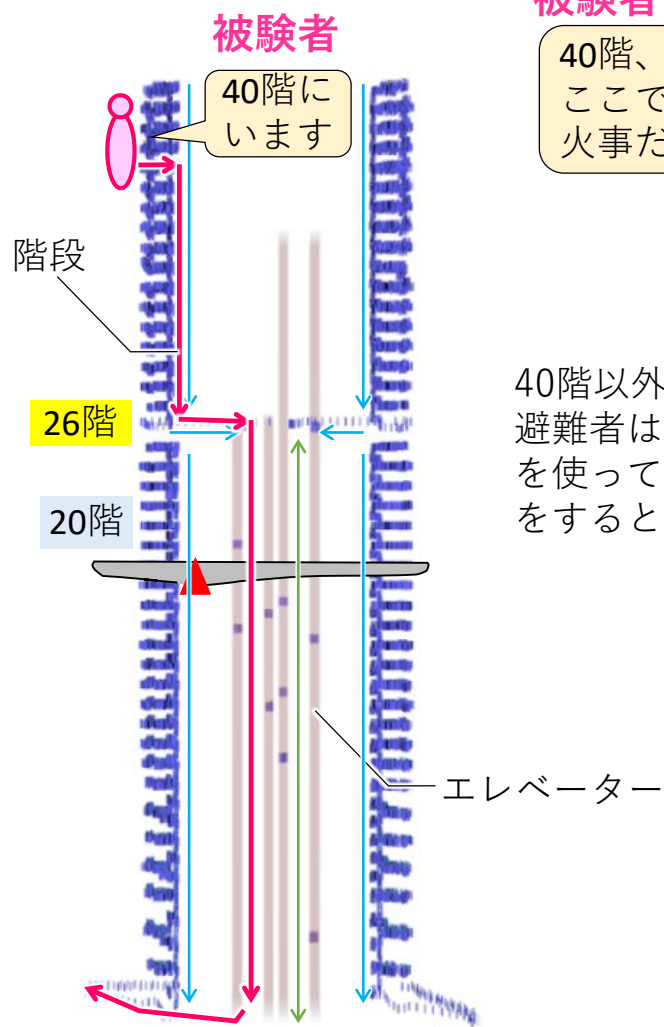
ケース4 出火階のみ利用

長所 ・自力避難困難者も同じ方法で避難できる。

課題 ・出火階での煙防護
・他の階の扱い

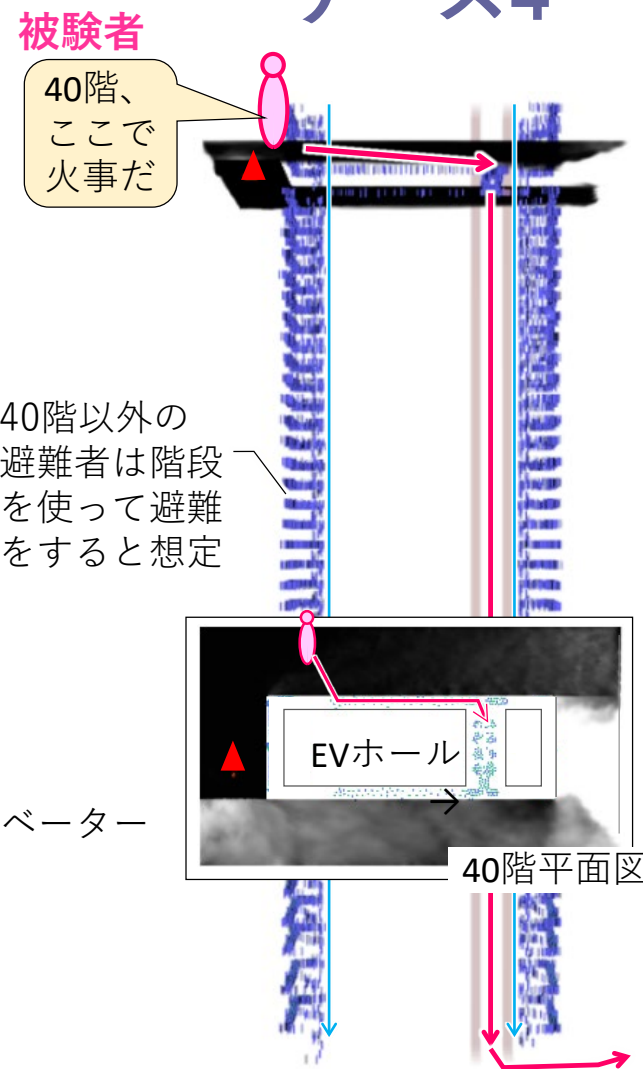
途中階乗り込み型を組み合わせてもよい。

ケース2



26階で階段を出て、エレベーターに向かい、乗り込むする。

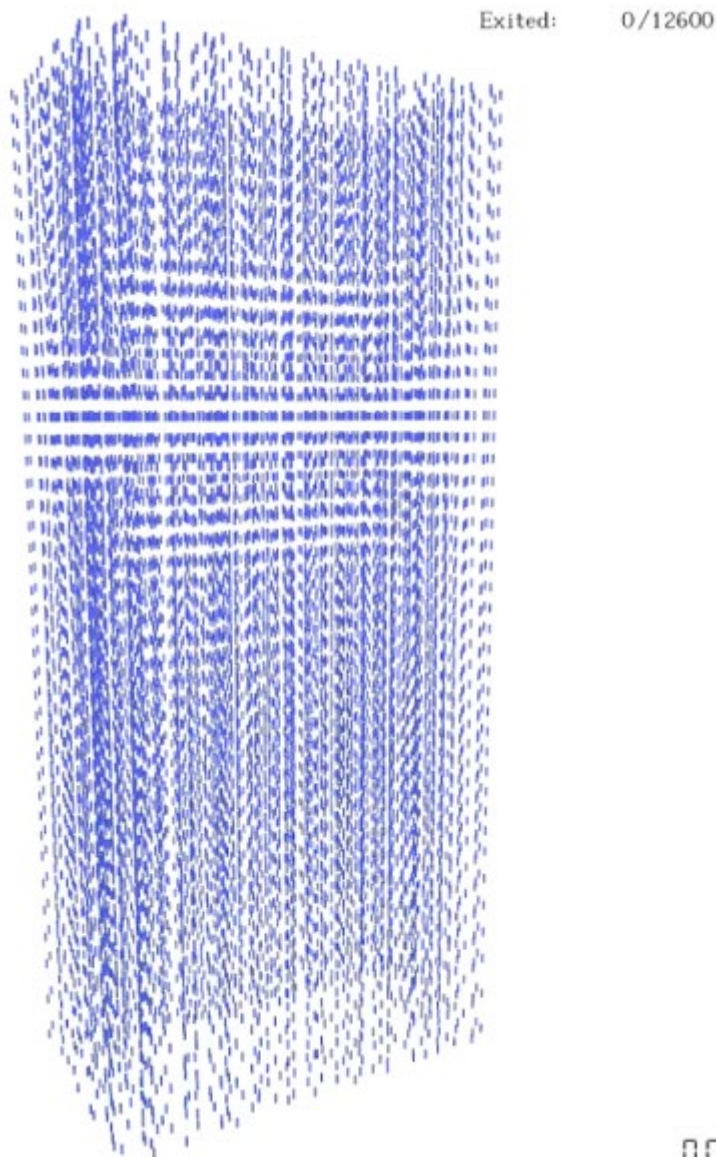
ケース4



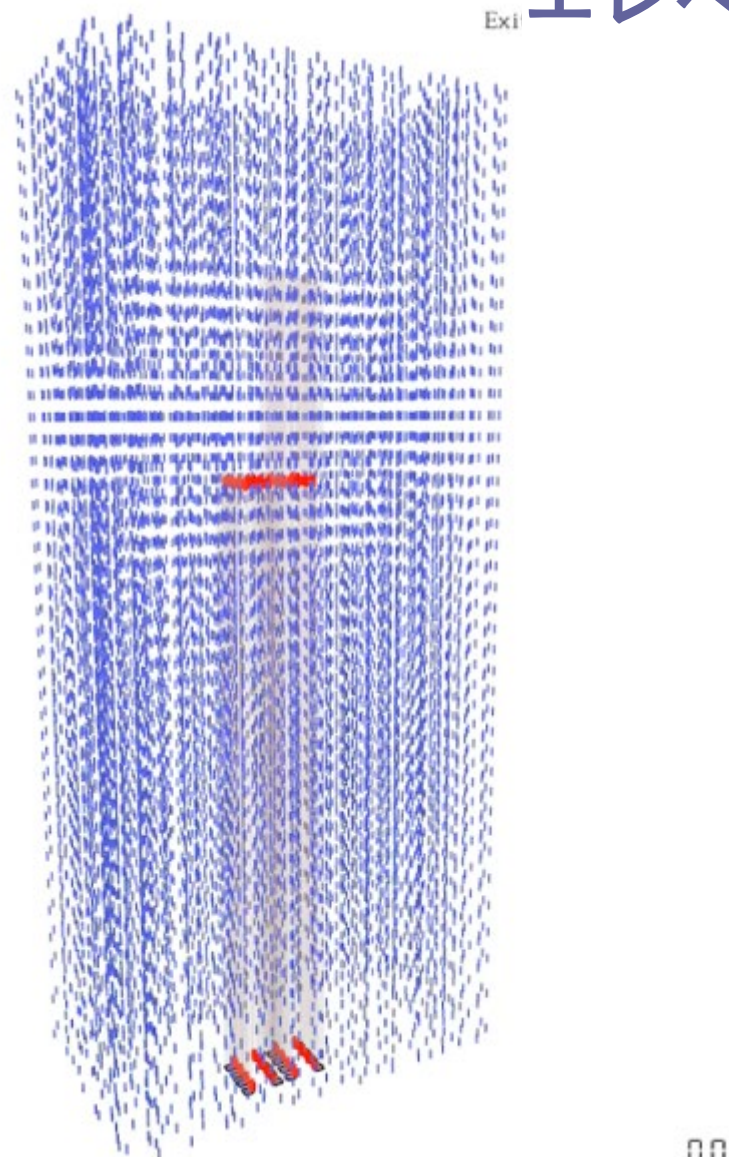
出火階のみエレベーターで避難する。

全館避難の「デザイン」

階段のみ



エレベーターも使う



おわりに

日本の建築防火は、**規定に従うことに終始しがち。**

ハードに対する基準を設ければ従うことはできるであろうが、その「**しくみ**」を関係者がうまく使いこなすことができるか。

過大な体制や複雑なオペレーションの必要ない「しくみ」、

すなわち、**避難者を無理なく自然と制御する「しかけ**」、を

建築設計により実装するという考え方が必要。