

膜構造と防災

安全から安全安心への系譜と膜建築



Good Shepherd Lutheran Church
Fresno, CA 1983

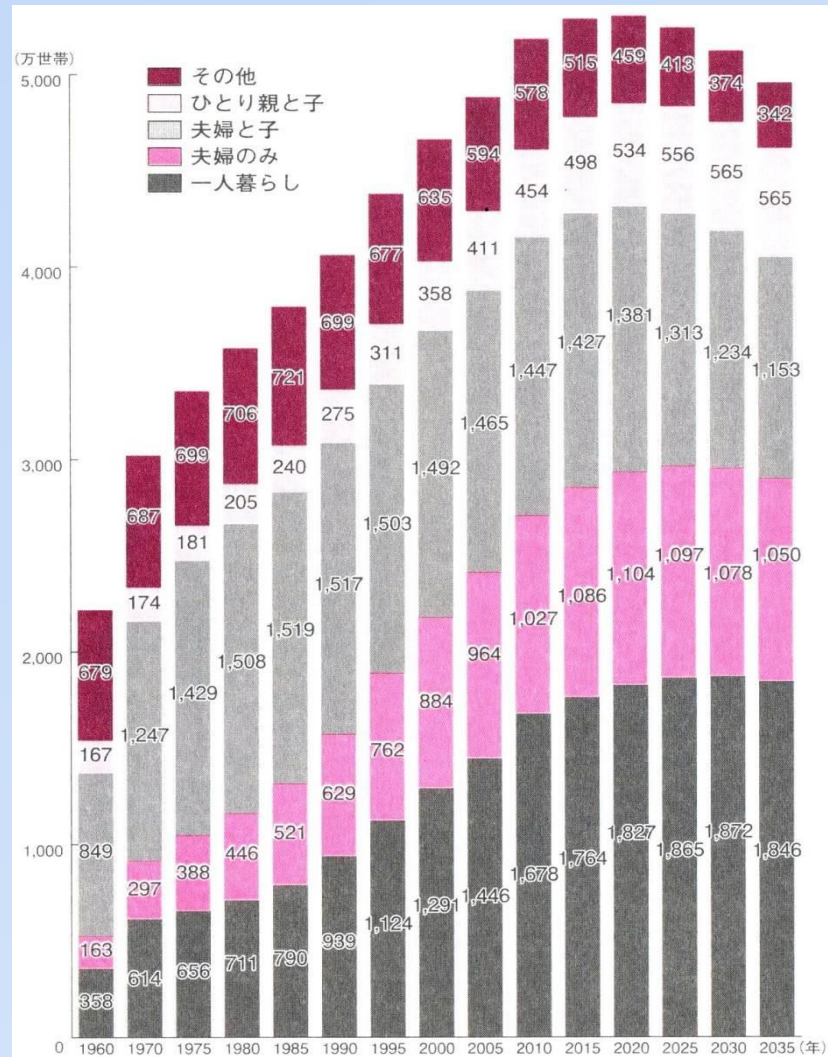
2017年6月8日
菅原 進一

コンテンツ

- 防災対策とは・・・気候・地勢条件,都市・地域の特徴と施設・建築の様態,人口構成や生活様態の変化に応じてた災害の予測と対応の仕方を構築すること
- 膜構造災害の例と分析・・・膜・鋼索・骨組（膜構造の仕様）,収容人員（観客・事務管理員・防災警備員）,各種災害の特徴,（雪害・風害・火災・震災,放射線災害,テロ----爆発・銃撃・毒物）,社会的影響
- 防災と防火・・・木密都市をベースとした防火管理➡都市の急激な変化に伴う防災管理（視点の変化）
- 消防組織の変革・・・消防力の基準（昭和36年及び平成12年---装備・水利・人員）,救急・救助の増大,消防吏職員・消防団・女性防火クラブ少年消防クラブ・自主防災組織・自治会など
- テロへの対応（情報,初動態勢,医療・行政・地域との連携体制,訓練----オーム真理教事件）
- 災害対策の基本理念・・・間（空間・時間・人間）,卒災,リスク,防災のユニバーサルデザイン,安全安心,メビウスの輪
- 社会の変化・・・人口構成の少子・高齢化,グローバル化,サステナビリティー,ICT・IoT,AI・VR,環境負荷低減

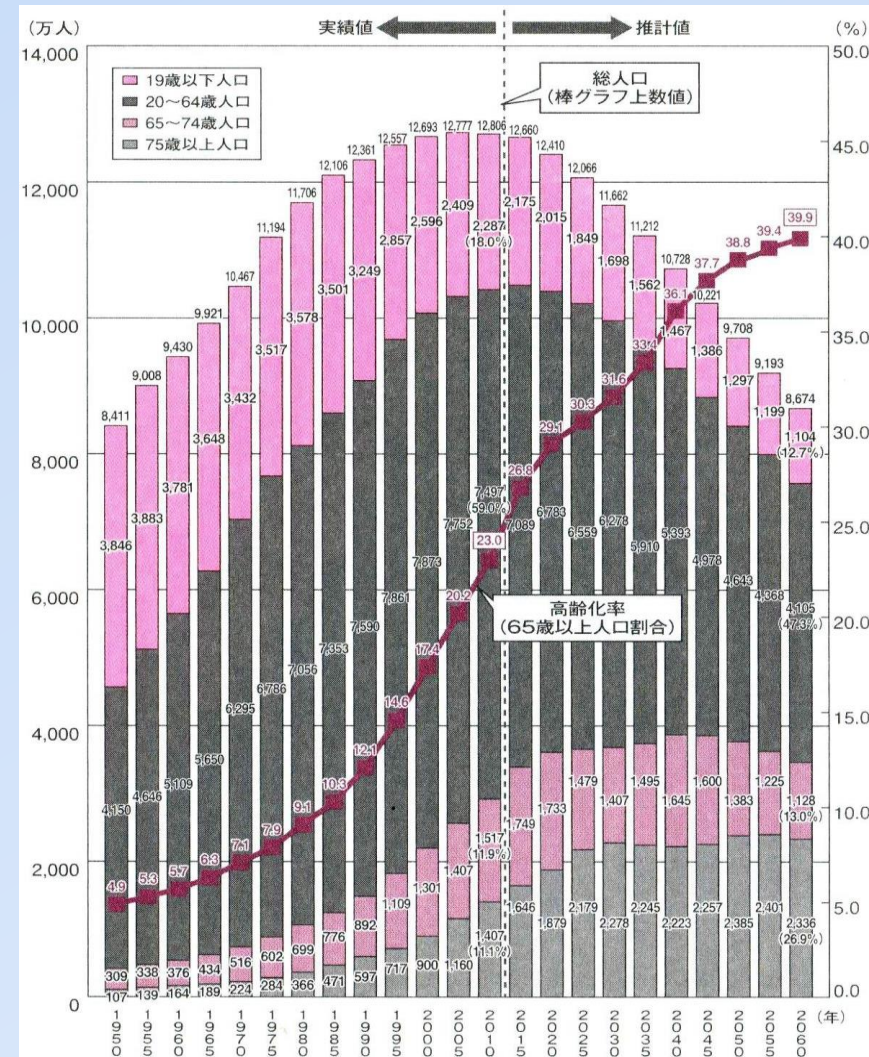
人口構成などの変化

世帯数及び構成の推移



介護者の減少

高齢化の推移



膜建築を何処に

地方創成の中核となる建築の要求は、その地方の魅力を発掘することに始まる。よく東京は欲望が渦巻きドリームを叶えるところ、北海道は環境が疲弊した心身を癒し生気を取り戻してくれるところと言われるが、どちらにも生活が根づかない。膜建築には、そのための特効薬となりうる要素を秘めている……。

	1位	2位	3位
女性が働き易い	福井県	石川県	長野県
防災意識が高い	兵庫県	愛知県	静岡県
持家比率が高い	秋田県	富山県	山形県
病気予防意識が高い	仙台市	浜松市	千葉市
文化的魅力度が高い	京都市	大阪市	福岡市
仕事がある	豊田市	宇都宮市	長野市
積雪量(H19-28)	青森市559cm	札幌市473cm	山形市306cm
時間雨量 152-153mm	千葉・香取,1999	長崎・長浦,1982	沖縄・多良間,1988
地域別風速(国交省告示1454号) 順位は無関係	鹿児島・名瀬市46m	高知県・室戸市40m	千葉県・館山市38m

順位	自治体名 ▶ 市区町村	人口密度 2010年	人口総数 2010年(A)	面積 2010年(B)
1	東京都 ▶	6,015.7人/㎢	13,159,388人	2,187.50㎢
2	大阪府 ▶	4,669.7人/㎢	8,865,245人	1,898.47㎢
3	神奈川県 ▶	3,745.4人/㎢	9,048,331人	2,415.86㎢
4	埼玉県 ▶	1,894.2人/㎢	7,194,556人	3,798.13㎢
5	愛知県 ▶	1,434.8人/㎢	7,410,719人	5,165.04㎢
6	千葉県 ▶	1,205.5人/㎢	6,216,289人	5,156.70㎢
7	福岡県 ▶	1,019.0人/㎢	5,071,968人	4,977.24㎢
8	兵庫県 ▶	665.6人/㎢	5,588,133人	8,396.13㎢
9	沖縄県 ▶	611.9人/㎢	1,392,818人	2,276.15㎢
10	京都府 ▶	571.4人/㎢	2,638,092人	4,613.21㎢
11	香川県 ▶	530.7人/㎢	995,842人	1,876.53㎢
12	茨城県 ▶	487.2人/㎢	2,989,770人	6,095.72㎢
13	静岡県 ▶	483.9人/㎢	3,765,007人	7,780.42㎢
14	奈良県 ▶	379.5人/㎢	1,400,728人	3,691.09㎢
15	滋賀県 ▶	351.2人/㎢	1,410,777人	4,017.36㎢
16	佐賀県 ▶	348.3人/㎢	849,788人	2,439.65㎢
17	長崎県 ▶	347.5人/㎢	1,426,779人	4,105.33㎢
18	広島県 ▶	337.4人/㎢	2,880,750人	8,479.58㎢
19	宮城県 ▶	322.3人/㎢	2,348,165人	7,285.76㎢
20	三重県 ▶	321.0人/㎢	1,854,724人	5,777.27㎢
21	群馬県 ▶	315.6人/㎢	2,008,068人	6,362.33㎢
22	栃木県 ▶	313.3人/㎢	2,007,683人	6,408.28㎢
23	石川県 ▶	279.5人/㎢	1,169,788人	4,185.66㎢
24	岡山県 ▶	273.5人/㎢	1,945,276人	7,113.21㎢

防災対策の基本理念

- 災害の種類・・・自然災害（地震,噴火,豪風雨災害,豪雪,災害,雷災,etc.）,人為災害（火災,日常災害,爆発,放射線災害,電波災害,サイバー/武力/毒物テロ,暴動,戦争etc.）
- 発生リスク・・・許容確率（人間 10^{-6} ,社会 10^{-15} ,宇宙規模 10^{-50} 確率と生活（Emile Borel,仏,1871-1956） ----人口当たり全体 10.4×10^{-3} ,交通事故 6×10^{-3} ,病死 10^{-3} ,住宅火災死 10^{-5} ---- 10^{-3} 危険を感じて行動するレベル, 10^{-4} 公的にリスク低減を図るべきレベル, 10^{-5} 危険意識はあまり持たないレベル, 10^{-6} 安心して生活できるレベル
- 予防・減災・・・自然現象は発生を防止できない,人為災害では発生防止に努める
- 災害対策の視点・・・起こるものとして対応を考える,計画して安心はしない
- 卒災思考・・・終わりが始まりである ---- commencement卒業式,開始の意がある
- 建築の3要件・・・空間・人間・時間（間が絆,コミュニケーション）,用・強・美 Vitruvius ----De architectura libri decem,総合技術家architectus ⇒ 分化;設計・構造・設備・(防火)技術者
- 安全安心・・・法規（安全尺度,公的最低基準）,満足（リスク感,個人基準）

消防活動の基本理念

- Obama's Inaugural Address・・・It is the firefighter's courage to storm a stairway filled with smoke, but also a parent's willingness to nurture a child that finally decides our fate. 煙階段に突進する消防士の勇気

“What is required of us now is a new era of responsibility”
新しい責任の時代

戦略：火災等の災害による死者数の半減、大規模複合施設における総合防火（防災）管理体制の構築、地域における防火（防災）対策イノベーション・・・誇り高き広域化の推進(矜持性の保持、既存建物の防火性能評価手法の開発と運用、少子・高齢社会における現場防災力の向上、俯瞰性と細密性；アナログとデジタルが融和する（人の判断を軽視しない）システムの構築

各災害の危険性尺度の例

火災	地震	津波 m	大雨 mm/h	竜巻 m/s	原発 事故
ほや	震度 0	津波注意報	10～20	EF0 29-38	安全性無関係
部分焼	震度 1	0.2～1	20～30	EF1 39-49	0-安全影響無
半焼	震度 2	津波警報	30～50	EF2 50-60	0+安全影響有
全焼	震度 3	1～3	50～80	EF3 61-74	1 管理逸脱
類焼	震度 4	大津波警報	80～	EF4 75-89	2 異常事象
集団火災	震度 5弱	3～5		EF5 90-	3 重大異常
大火	震度 5強	5～10			4 外部小リスク
	震度 6弱	10～			5 外部リスク有
津波火災	震度 6強		土砂崩れ		6 大事故
	震度 7				7 深刻事故

膜構造等の雪害例

- 日時：2014年2月14日夜半～16日,関東甲信越地方で発生した豪雪＋降雨
被害膜構造の特徴：体育館等の大スパン大規模,緩傾斜屋根の建築物,カーポート,アーケード等（カーポート崩落で死者2名,重傷者3名）
対応策：気象庁と連携して体育館等の管理者に注意を促す。雪の少ない地域における降雪後の降雨を考慮した応力割り増し等の検討を行う。滑雪が容易な設計・維持管理の周知。法定積雪荷重を満たすカーポート製品の供給。アーケードの定期点検・維持管理の周知。防災拠点となる体育館等の降雪（＋降雨）対策を再検討する。既存不適格建築物の応力見直し等の検討や改修の推進。
- 消防庁被害調査**：死者26名,負傷者701名,住宅（全壊16,半壊46,部分壊585棟）,非住宅（公共建物40棟,その他）
- ドーム膜屋根の被害**：
50年再現期待値の約1.4倍である500年再現期待値を上回る豪雪となった,緩傾斜屋根であった,融雪・滑雪の方法,気象情報との連携,ポンディング対策,建設後の劣化とメンテナンス,降雪と降雨が重なった場合被害が大きい,引張破断の50%を超える張力に長時間曝されクリープ破断が起こった。etc.

膜構造等の風害例

- 日時：2004年8月30,31日,9月4～8日,10月20日に発生した台風被害が大であった。
- 概要：保険金の総支払額：過去最高の約7400億円に及んだ。死者数は9月の台風0148号の被害が最大で九州43名,中国32名,北海道9名などであった。断熱仕様の屋根では,金属折版間の温度差で生じる剪断力に耐えられずボルトが破断した例があり,風害を拡大する原因の一つとなった。屋根のケラバ部分で葺き材が剥がれたり捲れたため連鎖的に葺き材被害が拡大する現象も発生した。文化財の被害は風によるものが約80%と圧倒的に多い。
- 膜構造被害の特徴：傘イメージのドームは,ガラス繊維基布に四フッ化ポリエチレンをコーティングした0.8mm厚の膜を押さえケーブルを介してアーチ型の本質集成材に取り付けた構造で竣工後12年を経過していた。砂塵が膜とテフロン被覆ケーブルの間に入って擦れ続けていたため,膜強度が低下し破断したと考えられている。
- 対応策：台風は進路予測もかなり正確になって来ているので,日頃の維持管理と共に応急処置に万全を期することが大切である。最近は気候変動により北海道へ上陸する台風も増え,その強さも大きなものが増えている。体育館などは避難拠点として利用されるケースも多く地震や雪と同様に風にも強い構造が要求されているので,各種災害における避難者の保護のための設計マニュアルを作成しておくことも必須である。

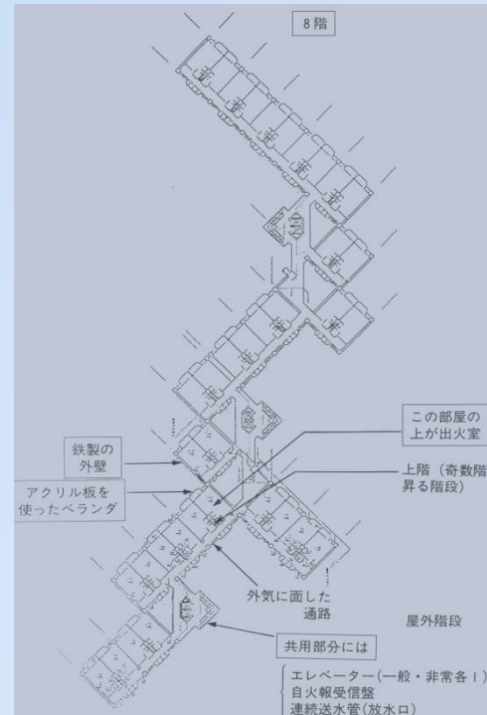
スタジアムの火災

- 概説：昔はサーカス小屋の可燃テントが炎上して観客が被災する事故が多発し犠牲者を出していたが、大規模スタジアム等の火災は稀有であった。開放的な設計であり、人の目による火災覚知が早く小火の内に消し止められ大事に至らなかった例が殆どであった事が大きな理由であろう。しかし,Bradford City Stadium Fire (11May,1985) はそうではなく56名の死者を出した。
 - ブラッドフォードサッカー場火災：出火原因はタバコの火の不始末とされた。観客椅子の下には新聞紙等のゴミが堆積しており、これに火種の残ったタバコの吸い殻が接して出火した。各処にあった消火器は暴動が起こった場合、凶器になるとして事務所に保管されていて役立たなかった。天井部材はコールタール塗りで観客椅子は木製、ポリエチレン製であったため急激に火災が拡大した。主出入り口は施錠されていた。
- [中日球場火災]** 9Aug,1951 (昭和26年) ,pm14:50頃,三塁側ネット裏中段の観客席下で火種の残ったタバコから出火,約8m/sの風に煽られて木製座椅子の下を横へ急速に拡大した。観客はパニックとなり出口に殺到し,スタンドへ飛び降りようとした。この日は12回タバコ出火があり,その都度警備員が消しとめ,吸い殻の始末に注意を促していた。 注：RC教室で50人学級分の机椅子を50x10列に並べ後方中央に椅子に点火した実験では,約7分でFOとなった例がある。

An example of affordable evacuation system

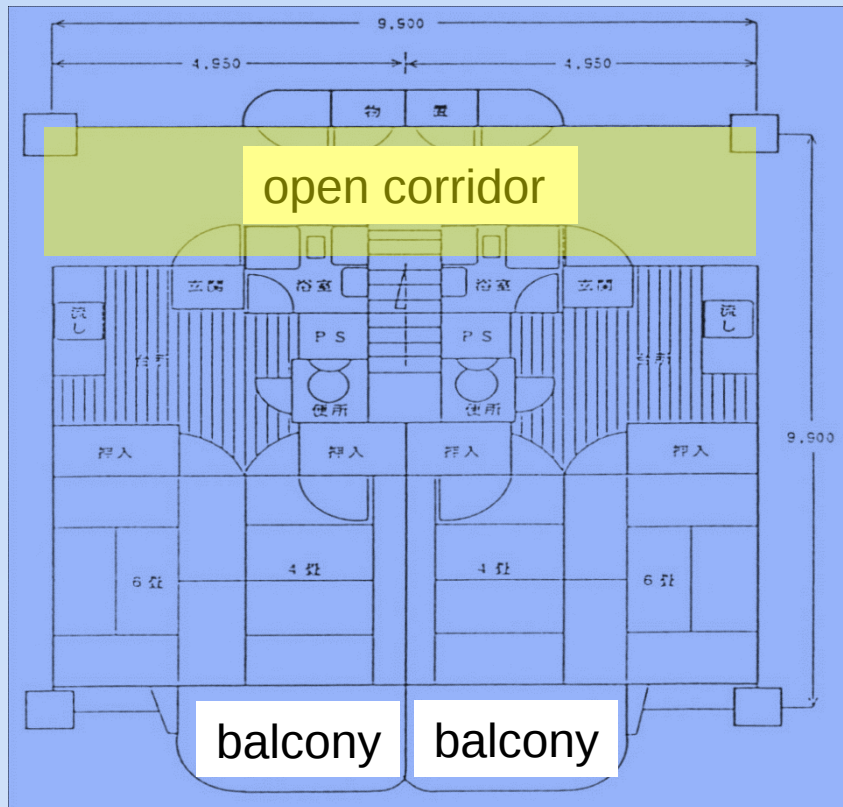
～ スタジアム避難でも使われる方式である～

Famous apartment complex located at Motomachim in Hirisima City was blazed on 28 Oct, 1996. The fire was quickly developed upward the exterior wall, however, all residents could escape, because of open corridor and separated vertical facilities allocated backside of flamed balcony.



An example of affordable evacuation system

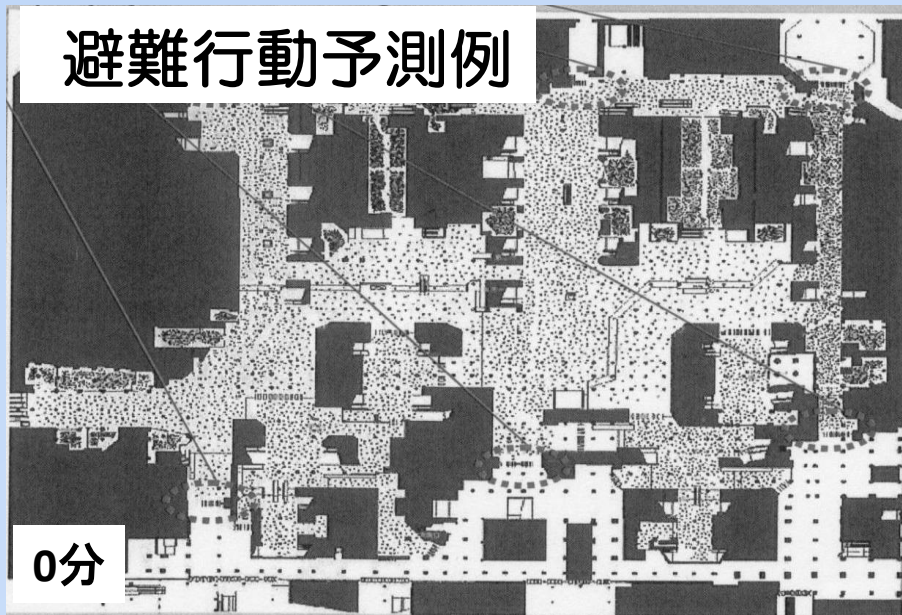
Check point: flaming up time from 9FL to 20FL was only 19min. affected house holds 83 and 158 residents. **No deaths**, balcony blindfolds were quite flammable acrylic plate. many elderly could escape through open corridor located opposite side.



entrance ➡ staircase
to
open corridor



避難行動予測例



避難弱者 4%

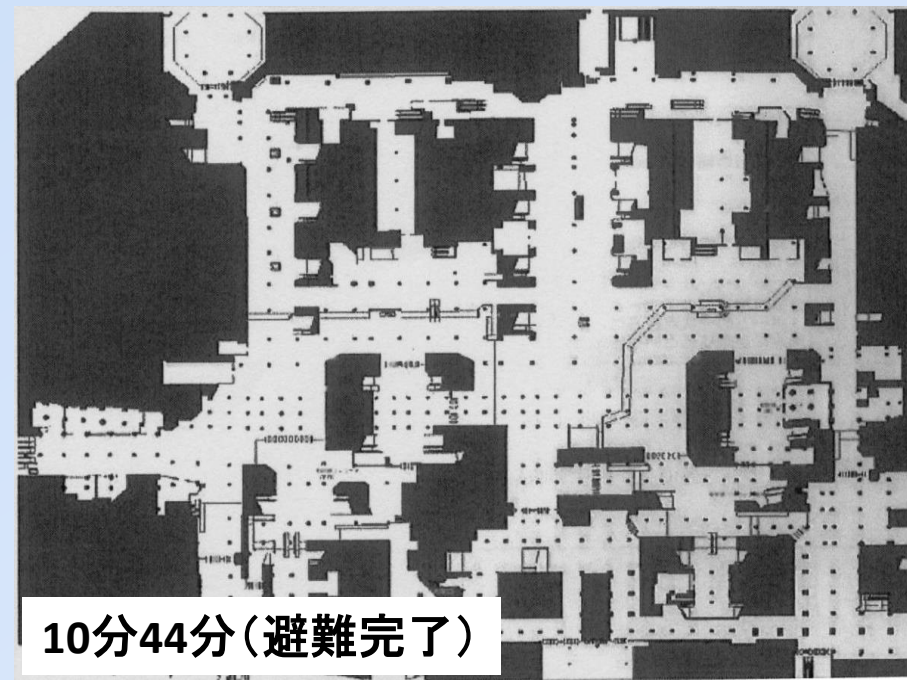
最短の改札口へ避難する

滞留時間が長くなるとパニック発生危険

滞留面積が狭いとパニック発生危険

表3.5.3 必要滞留面積

避難経路等の部分	一人当たりの必要滞留面積 (m ² /人)
階段の附室又はバルコニー	0.2 5人/m ²
階段室	0.25 4
廊下その他の通路	0.3 3.3



避難シミュレーションの課題

構造要件（居室,廊下,階段の形態etc.）,人的要件（人口構成—密度,障碍,避難ルートetc.）

計算要件

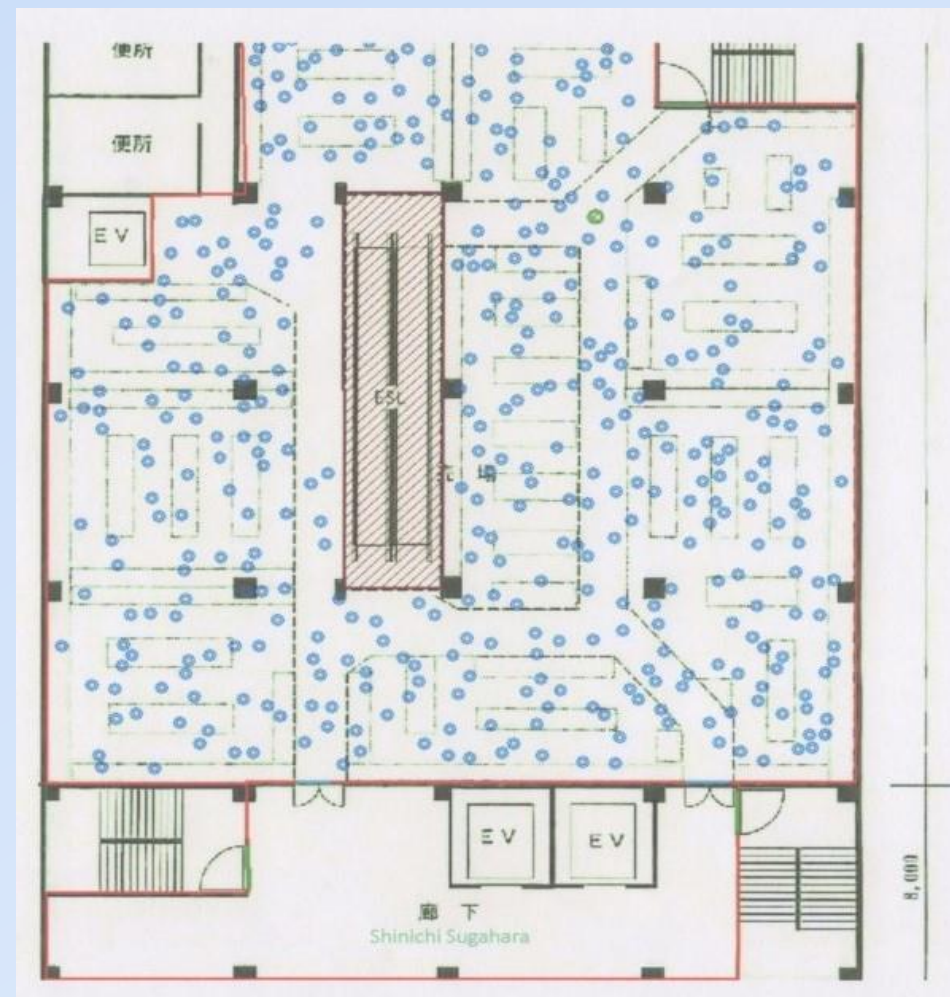
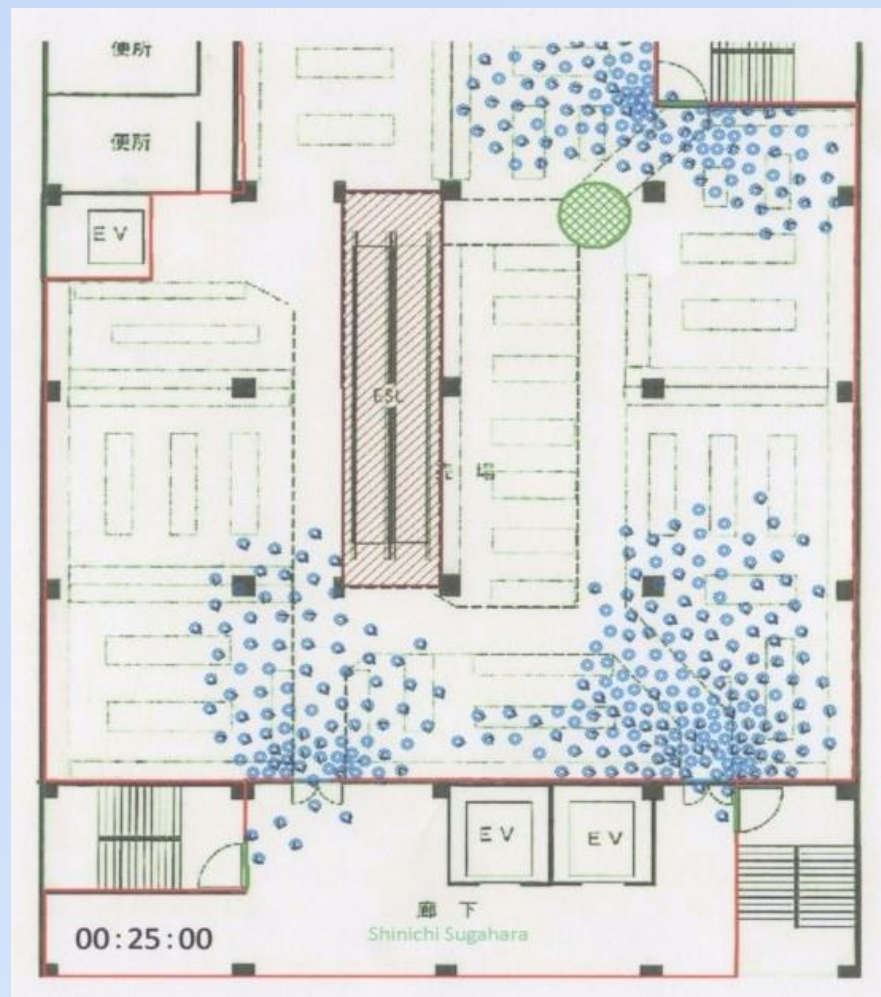
動線形態—居室,廊下
階段etc.,滞留時間/面
積,避難安全EV

避難行動—避難開始
時間,歩行速度,介添
者,待機場所,水平避
難,障碍者分離避難の
適否etc.

設備機器の設置—

自火報,非常用放送
設備,消火機器,SP
ストレッチャーetc.

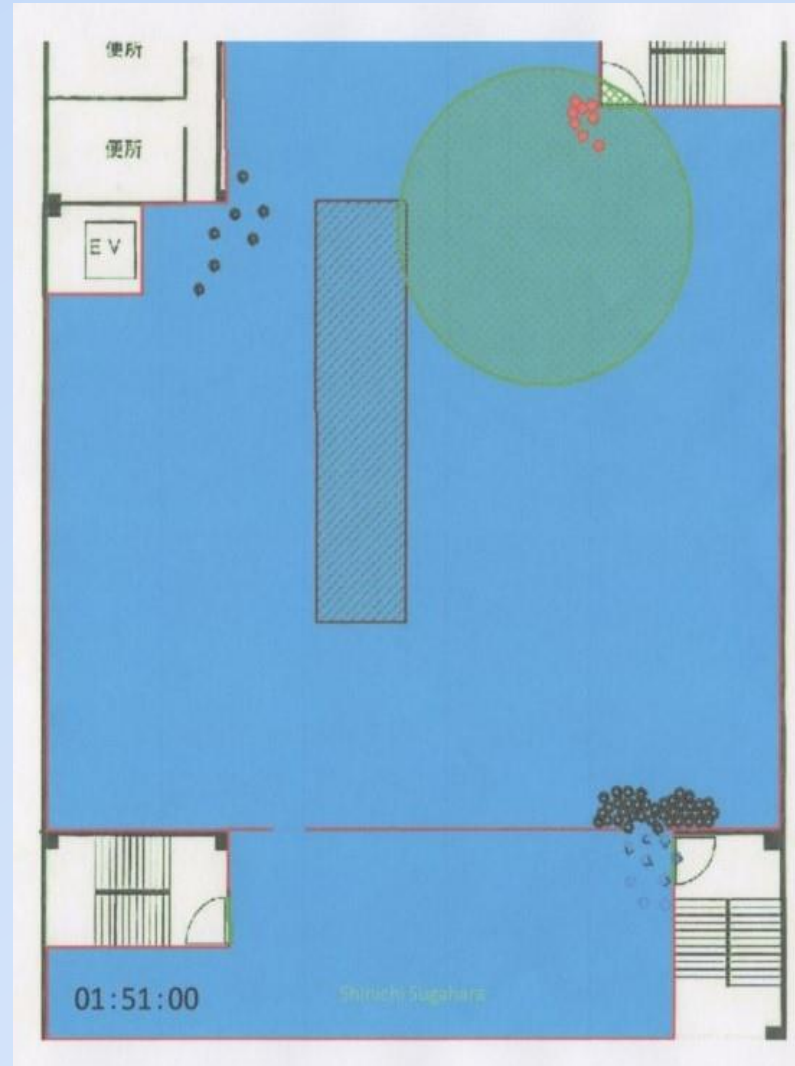
区画形成—避難所要
時間の確保,縦穴区画,
階/全館避難安全検証
法



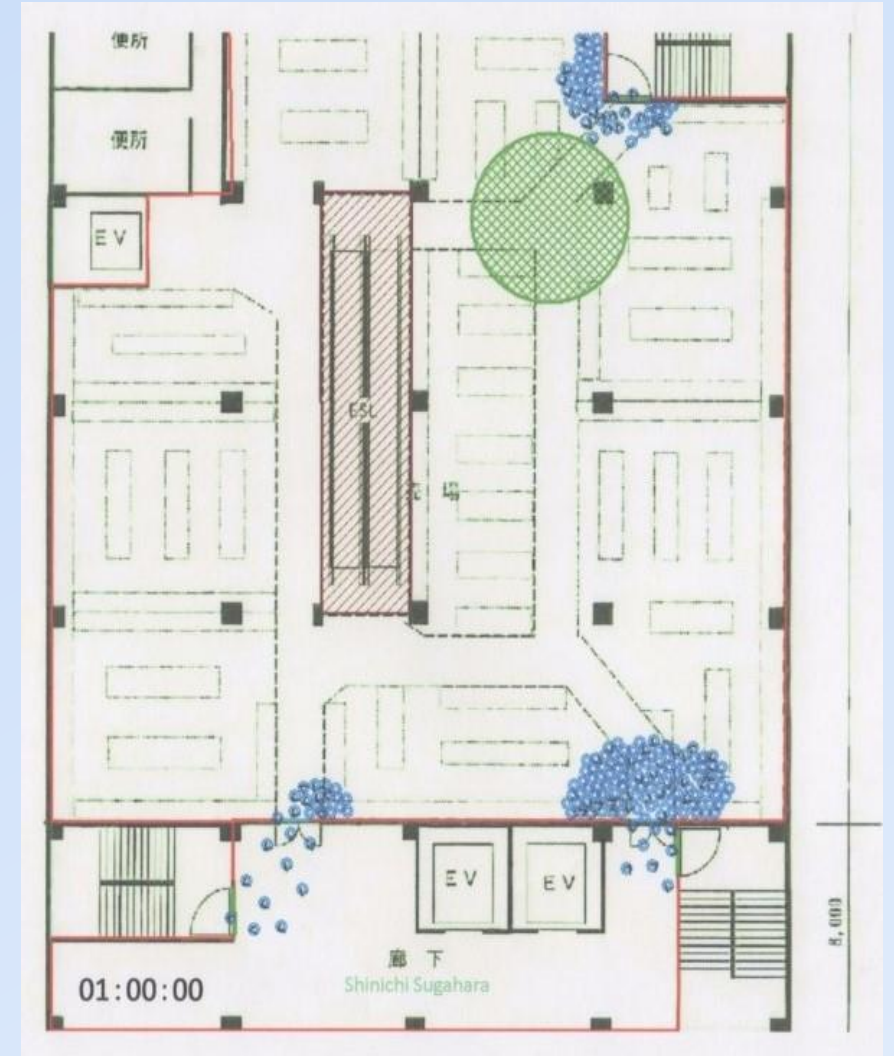
避難時間と煙降下/室温上昇等の課題

- ・煙/高温中避難の限界
- ・煙層の安定と吸排気口の位置/強さ
- ・煙層の壁面降下,2層流の保持条件
- ・空中避難路の設定可否
- ・電気錠,横引戸の扱い
- ・避難経路にある障害物の設置限度
- ・大空間内イベントの許可条件
- ・床埋込み消火栓,放水砲の設置要件
- ・火元位置の早期感知

2017/6/8



Shinichi Sugahara



15

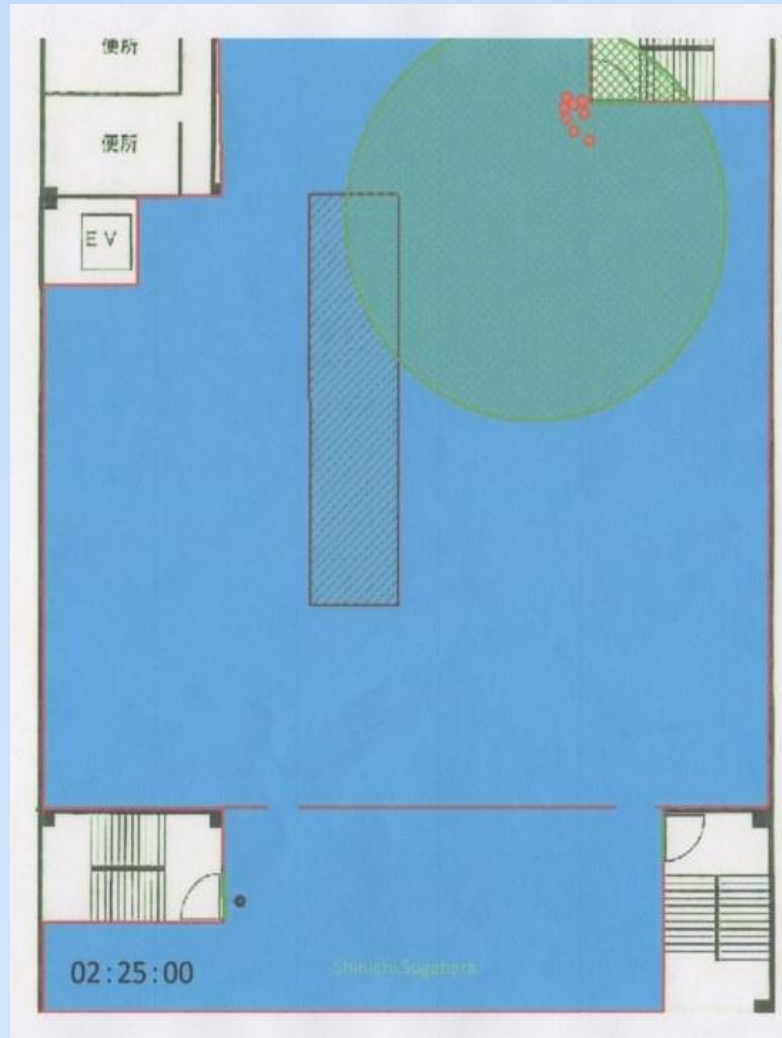
火災拡大と避難安全の課題

火災拡大の要因

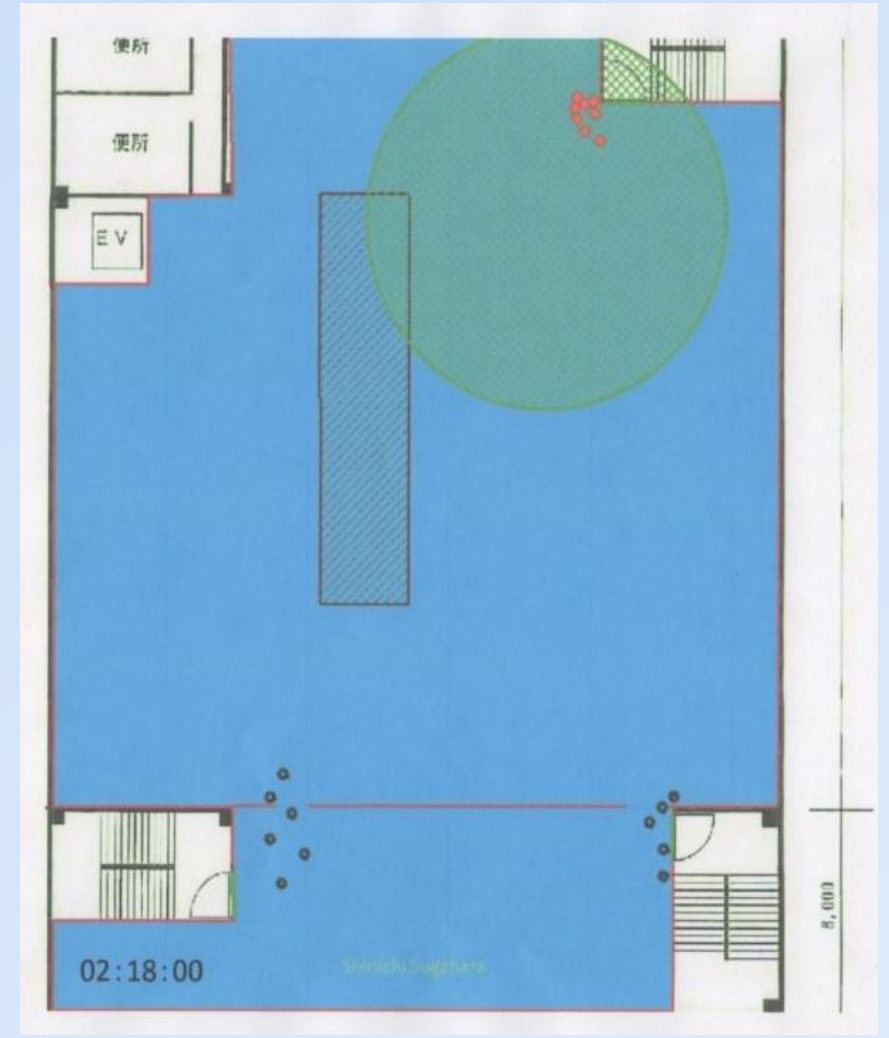
- 木製建具の構法と出火拡大
- 局所火源の認定と火炎伝播拡大

その他

- ETFE, C種膜の局所溶解条件
- 昼/夜間の火災発生拡大と避難安全
- 的確な避難ルートとパニックの防止
- 重度障害アスリートの避難安全性確保



Shinichi Sugahara



防災センターの要件

- 目的:

集中管理(消防用設備等又は特殊消防用設備等の監視、操作を行う総合操作盤の設置、防災要員3名以上)

- 設置基準:

消防法施行規則第12条八(令別表第1の一～十六項)の防火対象物

延面積5万m²以上、地上階数15以上＋延面積3万m²以上、地下街で延面積1千m²以上、消防長・消防署長指定

「地上階数11以上＋延面積1万m²以上、地上階数5以上＋延面積2万m²以上、地階で延面積5千m²以上」

東京都火災予防条例第55条二の二(令別表第1の一～四、五イ、六、九イ、十六イ)

地上階数11以上＋延面積1万m²以上、地上階数5以上＋延面積2万m²以上:十六の二・延面積1千m²以上:五口、七項、八項、九項口、十～十五、十六口・地上階数15以上＋延面積3万m²以上:五口、七項、八項、九項口、十～十五、十六口以外・延面積5万m²以上)

- 防災センター要員:

防災センター要員講習修了証・有効5年、自衛消防技術認定証を有する者(後者は自衛消防活動中核要員にも就任可能)

スマートビル Command Center の例

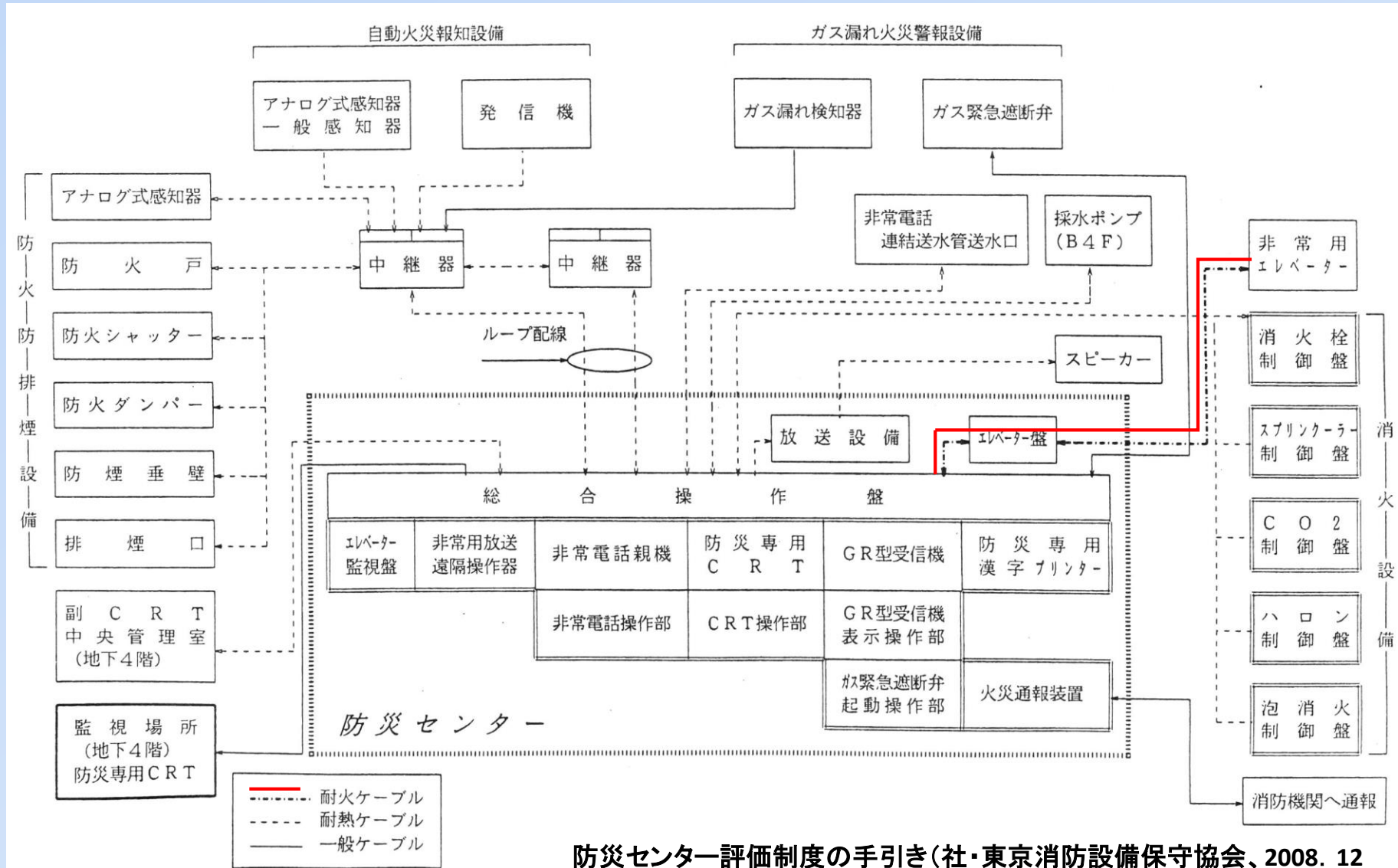


[First Case]
City Place at
Hartford,
Connecticut, 38
FLs., 163.7m,
76180m², office,
restaurant,
retail
completed **1980**



← reception
+ security

防災センターシステム構成図



防災センター評価制度の手引き(社・東京消防設備保守協会、2008. 12)

防災センターの主な評価項目

- 防火対象物の確認・・・設置義務の有無と設置項目
- 集中管理体制の確認・・・防災要員数、総合操作・制御
- 位置・構造・・・進入の容易性、侵入制限(電子錠)、広さ(40m²以上)、総合操作盤の配置・色(白地に赤)、防災要員の仮眠・即時対応、耐火構造・特定防火設備、防水措置
- 機能・・・

耐震措置(日本建築センター建築設備耐震設計・施工指針2005年版)、防災LCDモニターに表示、音声警報、防災LCD(Liquid Cristal Display)の一元操作、火災受信盤タッチパネルからの防火区画・消火ポンプ・排煙機の遠隔操作、放送設備の自動・手動操作、EVの火災管制、電気錠の遠隔開錠、火災断定スイッチの解除操作、記録・情報伝達・消防隊用連絡インターフォン、電源確保(UPS: Uninterruptible Power System, 予備電源、自家発電(総合操作盤、制御装置)、記憶機能の複数設置、ITV(Industrial TV)、中央管理室兼用
- 自衛消防隊行動限界・・・6分、9分(SPあり)、10分(SP+アナログ)

単体火災					成功	失敗	累計成功	累計失敗
フェイズ								
出火	自火報作動	0.8						
	作動なし	0.2						
初期消火	自火報作動	成功	0.7	0.56				
		失敗	0.3	0.24	0.56	0.24		
	自火報不作動	成功	0.3	0.06				
		失敗	0.7	0.14	0.06	0.14		
拡大、FO					0.62	0.38		
		SP作動						
	屋内消火栓		0.95	0.05				
		0.6	0.57	0.03	0.98	0.02	0.9924	0.0076
		0.4	0.38	0.02				
火盛り		消防消火						
			0.9	0.1				
	自衛消防消火	0.4	0.36	0.04	0.94	0.06	0.999544	0.000456
		0.6	0.54	0.06				
同階延焼		消防消火						
			0.8	0.2				
	自衛消防消火	0.2	0.16	0.04	0.84	0.16	0.999927	0.00007296
		0.8	0.64	0.16				
他階延焼		消防消火						
			0.7	0.3	0.7	0.3	0.999978	0.000021888
全館火災		消防消火						
			1	0	1	0	1	0

単体火災 延焼拡大リスク

(自火報作動・不作動後に初期消火)

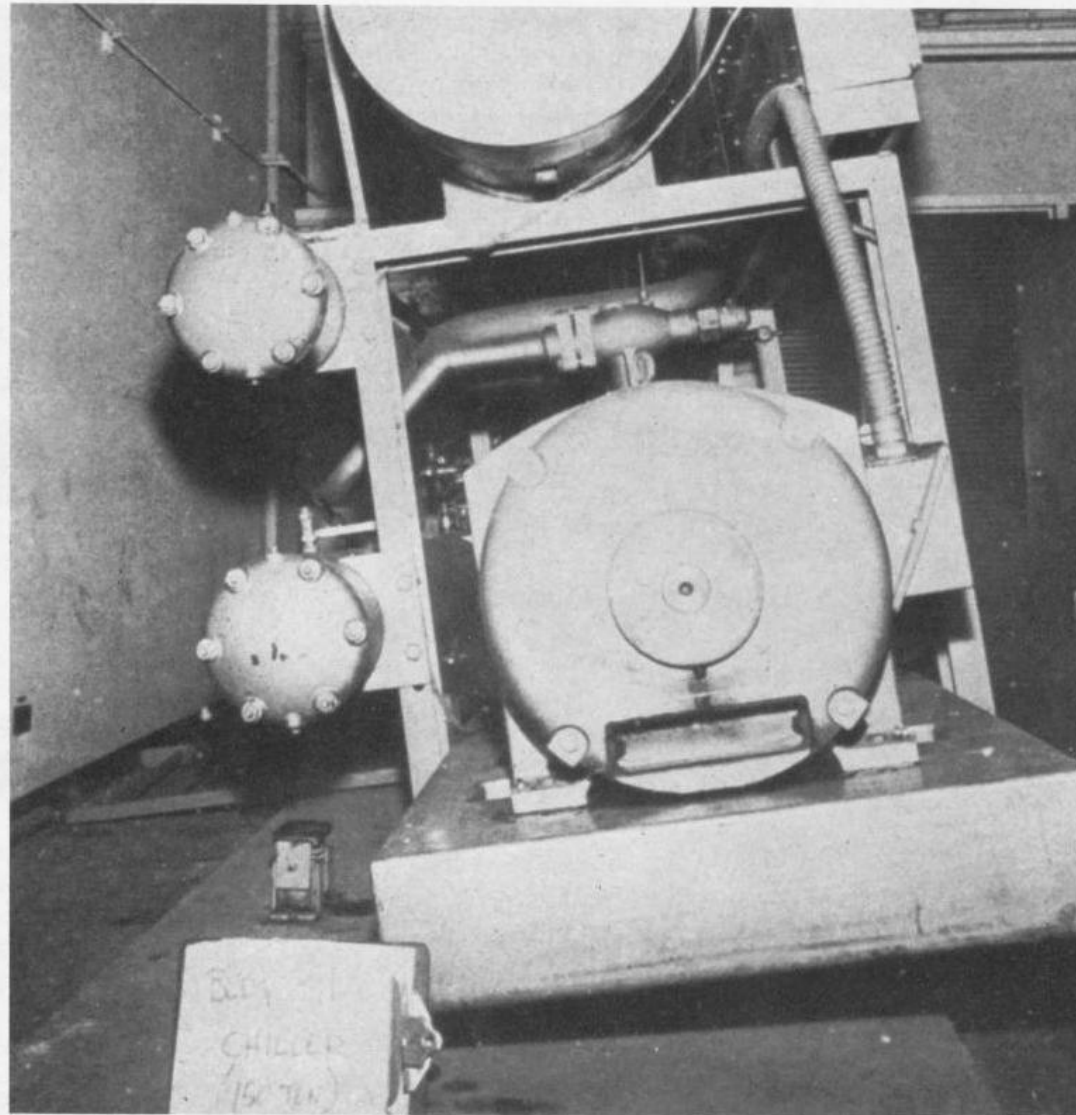
← ほとんど抑制

地震時における防災設備の課題（非常用発電機、防災監視盤 etc.）

A nchor heavy equipment to prevent movement. Here, equipment shifted enough to break through the building wall. ▼



A n air-conditioning chiller shifted in the Livermore, California, earthquake of 1980. ►



防災計画と排煙設備

- 建築審議会答申（昭和42年12月）・・・建築物の安全及び衛生基準の整備、建築執行体制、適正な市街地の形成、建築物形態の規制
- 建築物の安全及び衛生基準の整備・・・重点（特殊建築物、地下街、高層建築物）
- 安全基準の骨格・・・耐火構造の性能設計、防火区画、防煙基準、開口部設置基準、階段室の防煙基準
- 防火規定の大改正（昭和45年6月）・・・不燃材料性能の明確化と性能認定試験方法の創設、防火区画の避難上の緩和、特殊建築物の排煙基準・非常用照明・進入口、高層建築物に非常用EV設置、特殊建築物および建築設備の維持保全
- 排煙規定・・・必要排煙量 $120 \text{ m}^3/\text{防煙区画} \cdot \text{分}$ 、 $1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{分}$ （昭和49年1月金杉橋実験による）、特別避難階段付室の排煙量 $4 \text{ m}^3/\text{秒}$ （昭和41年の大阪電々公社火災実験のデータより）、各種防煙手法の課題（隣接空間加圧、室の吸出し排煙、消防隊はプロである吸気加圧はOK, 吸気加圧は火災を増大化される恐れ）

品質認識の格差⇒日本人の物的価値観の背景（都市建物の儚さ）

日本	欧米
・フロー型社会（1世代程度） ・仮設（草庵）文化 ・都市景観は後回し ・構造よりも見映え ・多層請負制度 ・粗略リフォーム ・ゆるい中間検査 ・ゆるい罰則、罰金	・ストック型社会（3世代以上） ・恒設（石・レンガ造）文化 ・都市の景観が前提 ・構造軽微、仮使用盛ん ・PM中心の建設活動 ・中古市場活性化金融 ・工程毎の検査励行 ・きつい罰則、罰金

社会における責任

- 刑事責任 不法行為の事実を厳密に検証し, 有罪であれば処罰する.
- 民事責任 被告に与えた損害の程度を検証し, 原告に賠償させる.
- 行政責任 違反事実を認定し, 処罰する.
- 倫理責任 不作為行為を叱責する.
- 環境責任 環境破壊者を厳罰に処す.

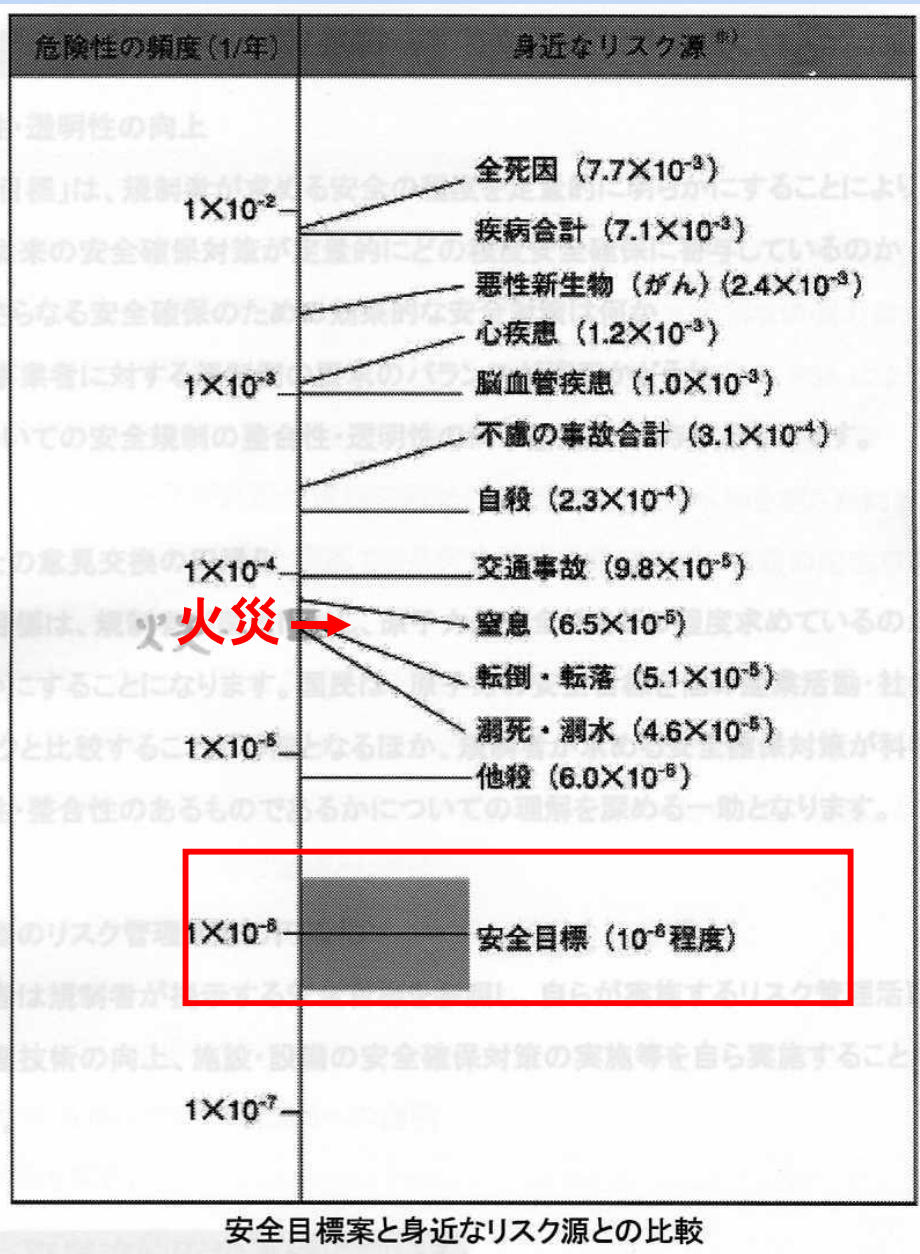
(責任の回避で環境が破壊され人類は滅亡する。

ex. 地球温暖化：極地氷の融解

環境保護が儲かる仕組み、厳罰＋巨額罰金が
解決の鍵)

管理社会における活動

- 活動の範囲を規定し、責任を限定する
（奥入瀬溪谷枯れ枝落下主婦重傷事故etc）
- 責任領域の重複、乖離によるトラブル問題
（責任のなすり合い、無関係と放置、既存不適格etc）
- 責任をめぐる善意と悪意
（法的には同罪だが、善意には寛容、不作為は追及etc.）
- 責任とサービスの交錯時代
（サービスは新責任領域へのチャレンジ、競争社会、儲けると儲かる etc.）



原子力の安全目標

・原子力施設からある距離にある公衆の個人の放射線被爆によって生じ得る癌による平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

名監督・名優の癌死列伝

(1960～70年代死亡)

ジョンフォード、ディックパウエル

ジョンウェイン

ゲーリークーパー

スーザンヘイワード

スティーブマックウィーン

ハンフリーボガード

ロナルドレーガン(大統領)

マリリンモンロー?

etc.

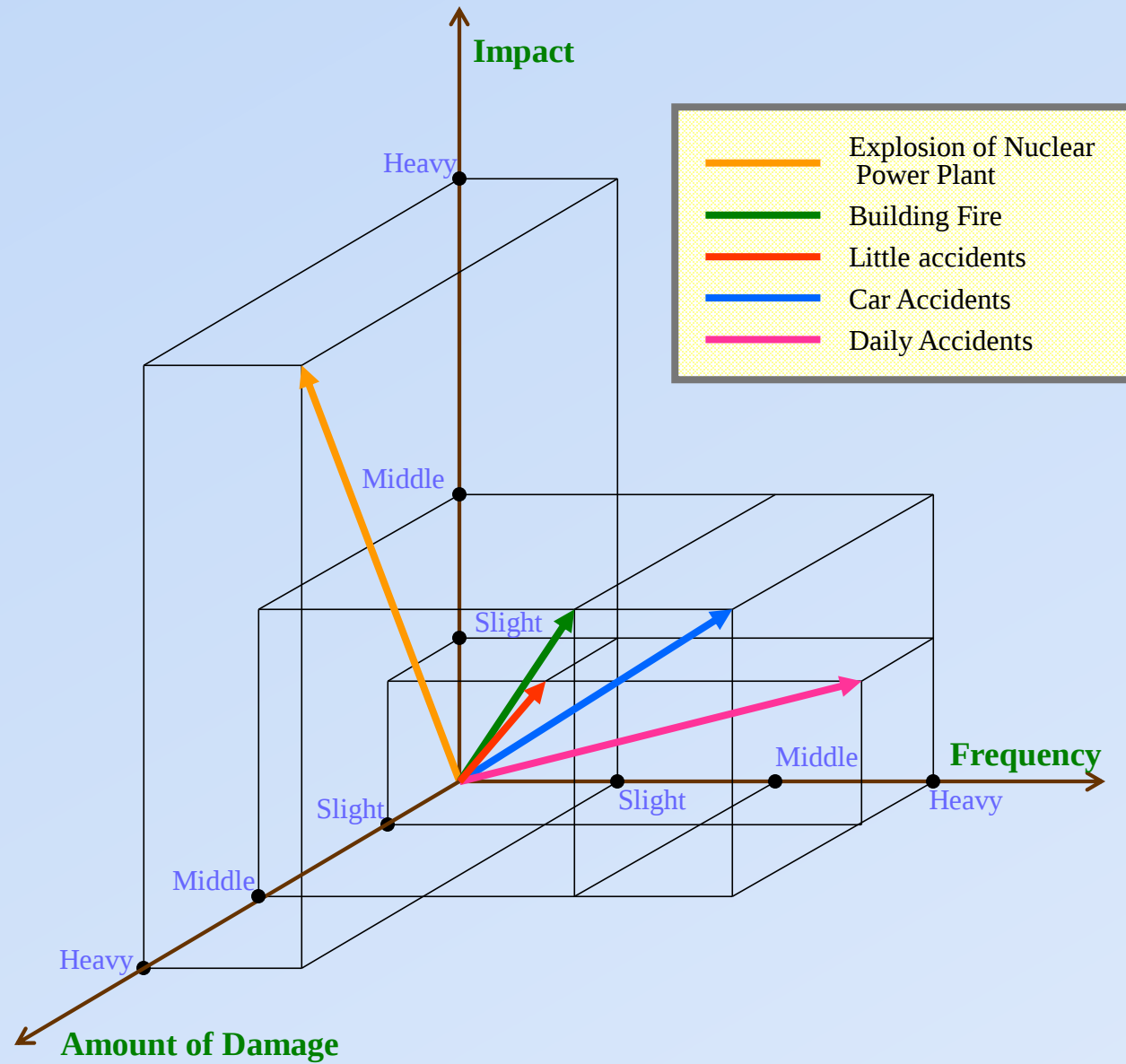
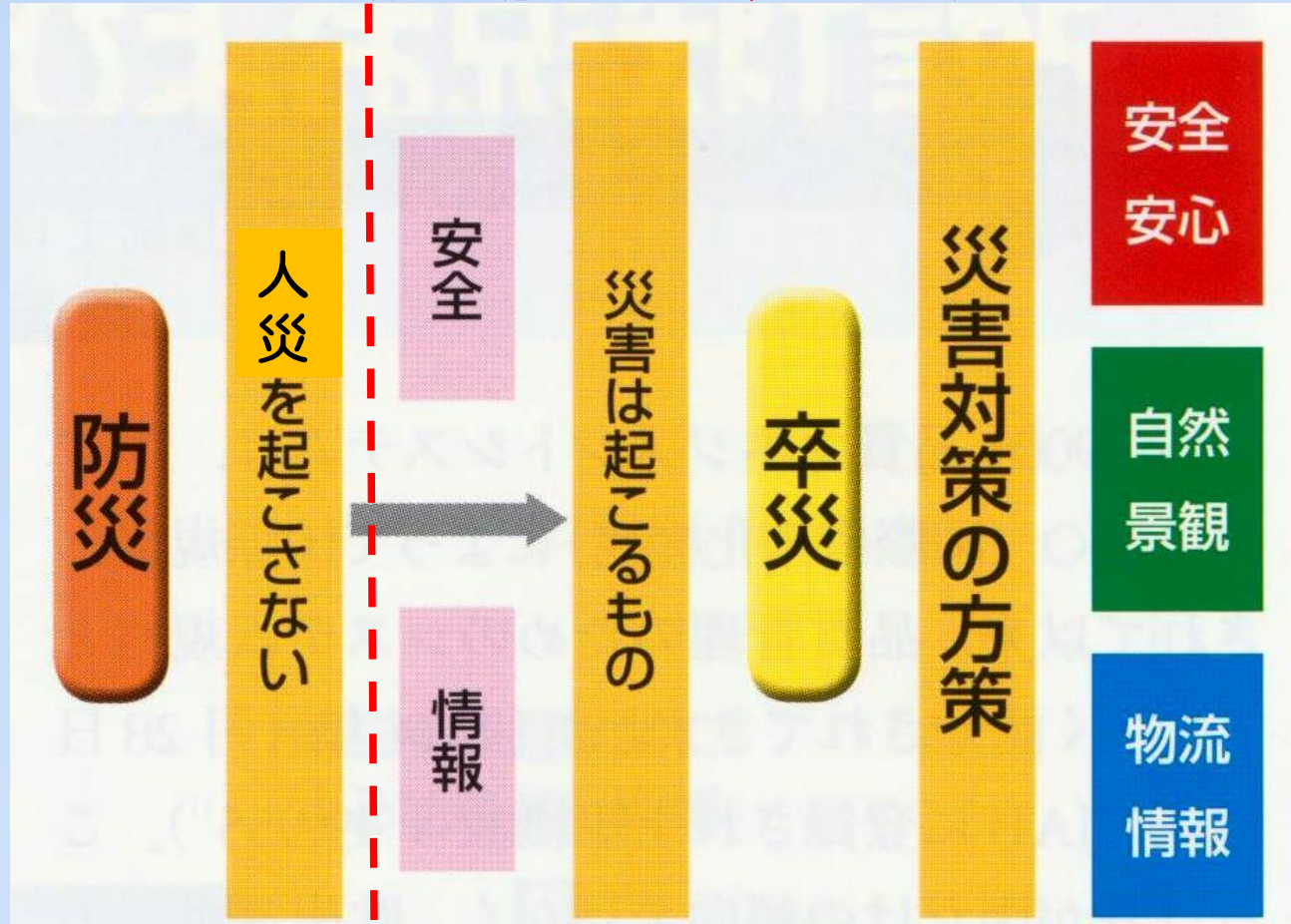


Image of Safety Map

災害は起こる、起こったらどうする

思考停止（計画できた、もう安心）



妥当な安全基準
安心感の醸成



自然寄生の視点
豊かな景観構成



災害に強い物流
複雑多様な情報

予防・防災から卒災思考へ



防災



環境

都市

農業都市

- ・食糧確保
- ・気候改善



コミュニケーションの復活

ヒューマンスケールのまち

Shinichi Sugahara



農業

世界人口

- ・ 1970 39億
- ・ 2000 60
- ・ 2030 93
- ・ 2060 105

人工土地

建築物の最低限の安全性

(minimum safety requirements)

地震*建物が逃げるいとまもなく崩壊しないこと

火事*で居住者（在館者）が逃げるいとまもなく死に至る被害を受けないこと

*超巨大地震や超急速拡大火災など建物の存在期間中にまず発生しないと考えられる事象は除く

「チェック項目」

崩壊の原因：老朽化・既存不適格・特異構造・予測できない事象・メンテナンス不履行

逃げるいとまの長短：火災感知、避難の判断、避難の準備、幼児・高齢者の連れ出し、避難の行動、避難経路の安全性（動線の明快さ、障害物の有無、明るさの度合い、証明の適正配置など）、避難誘導指示（人、機械）

火事の起こり方：発生時刻（深夜、昼間）、火気の取り扱い（日常生活行為、放火、テロ）、火源（種類、規模）、周囲可燃物（種類、規模）、出火場所（寝室、台所、リビング、物置、小屋浦、壁内、外壁、軒裏、屋根、共用廊下、共用階段、ダクト内、電気・機械設備）

火事の及ぼす影響：リスクの大きさ、発生頻度、用途・規模による死者数の多さ、死に方の悲惨さ、大被害になる可能性、これからへの不安の大きさ、防御技術の進展

標準(standard)と基準(criterion)

一般的に使える物差しとその物差しでの適用点

標準＝共用のもの差し(ISO,JIS,標準的家庭)

基準＝もの差しの基礎(**建築基準法**)、限定された標準

評価＝標準を用いて適合性を検証すること(法定評価、みなし評価、任意評価、appraisal, evaluate, estimate)

標準の種類

＝自然の摂理、社会の約束事、製品の品質規定

デジュール標準(de jure standard)

＝社会標準、一般解ベース、福祉、環境、防災、支援部隊
のとまどい……連結ジャックの不整合、構法の違い、ISO

デファクト標準(de facto standard)

＝業界標準、特許ベース、戦術（先端、大益）、Blue-ray,
HD DVD

価格（Price）から価値（Value）重視へ

- 価値の源泉……空間の「安全、豊かさ、自然融和性、長命性」
- 価値の創造……世界の遺産（地霊、真一性、人の絆、素材）
- 価値の維持……住み続けたい街・住居、安全・安心、3R
- 価値の危機……儲け主義、モラルハザード、自然破壊、無関心
- 価値感の変化……儲かる仕組みの変化（CSR債権, フェアトレード、天然素材活用ビジネス（CNF：Cellulose Nano Fiber）, 鉄より強い透明シート、脱石油社会、炭素排出権ビジネス、LOHAS（Lifestyles of Health and Sustainability）, ナショナルトラスト、ECOツアー）

生き甲斐…生きたい、安心したい、愛されたい、認められたい、自己実現（やりがいのある仕事の達成）……5段階欲求説

アブラハム・マズロー（Abraham Harold Maslow）, 1908.4.1 – 1970.6.8
アメリカの心理学者、ニューヨーク州のブルックリン生れ

安全問題へのアプローチ

- 目標設定

 - 人類持続のシナリオの解明(ローマクラブ「成長の限界」1960)

 - 災害弱者の安心感を支える安全技術

 - 安全の神話の形成の社会的・人間的背景

- 目的設定

 - 業態による安全認識の差異の解明

 - 安全基準と安心感(満足度)との関連

 - 先取り型安全計画の構築は可能か

 - IT化による「リアル」離れの問題点

- 建築物の安全

 - 表面化粧と違い構造の安全性は

 - 目に見えない。竣工物の検査は

 - 出来ない。施工中の検査が不可欠。

 - 安全性の検証方法は多様で同じ

 - 結論に至るとは限らない。



叫び

Edvard Munch, 1893

あなたの確認業務不安はどのくらい？

---安心感の定量化---

- 前提: 適切な検査人80%, 不適切な検査人20%・・・というデータがある(仮定)
- A検査機関: 適切な検査人を正しく適切と評価90%, 不適切な検査人を正しく不適切と評価80%・・・信頼性の低いB機関(前者: 75%, 後者: 65%)の場合ならどうか)

[評価結果による安心感・不安感]

Veritas	80%	20%
A評価	適切	不適切
適切	0.9	0.2
不適切	0.1	0.8

0.8・0.9	0.2・0.2	
0.72・0.95	0.04・0.05	0.76
0.08・0.33	0.16・0.67	0.24
0.8・0.1	0.2・0.8	1.00

安心

不安

[評価結果による安心感]

A機関で適切と評価されるとVeritas80%が、評価結果から95%になるので、大丈夫と安心感を持つ。

[評価結果による不安感]

ある人がA機関の評価で不適切とされると、その人は失敗集団にいて不成功と評価されたと感じるからVeritas20%が、評価結果67%のため不安感が高まる。

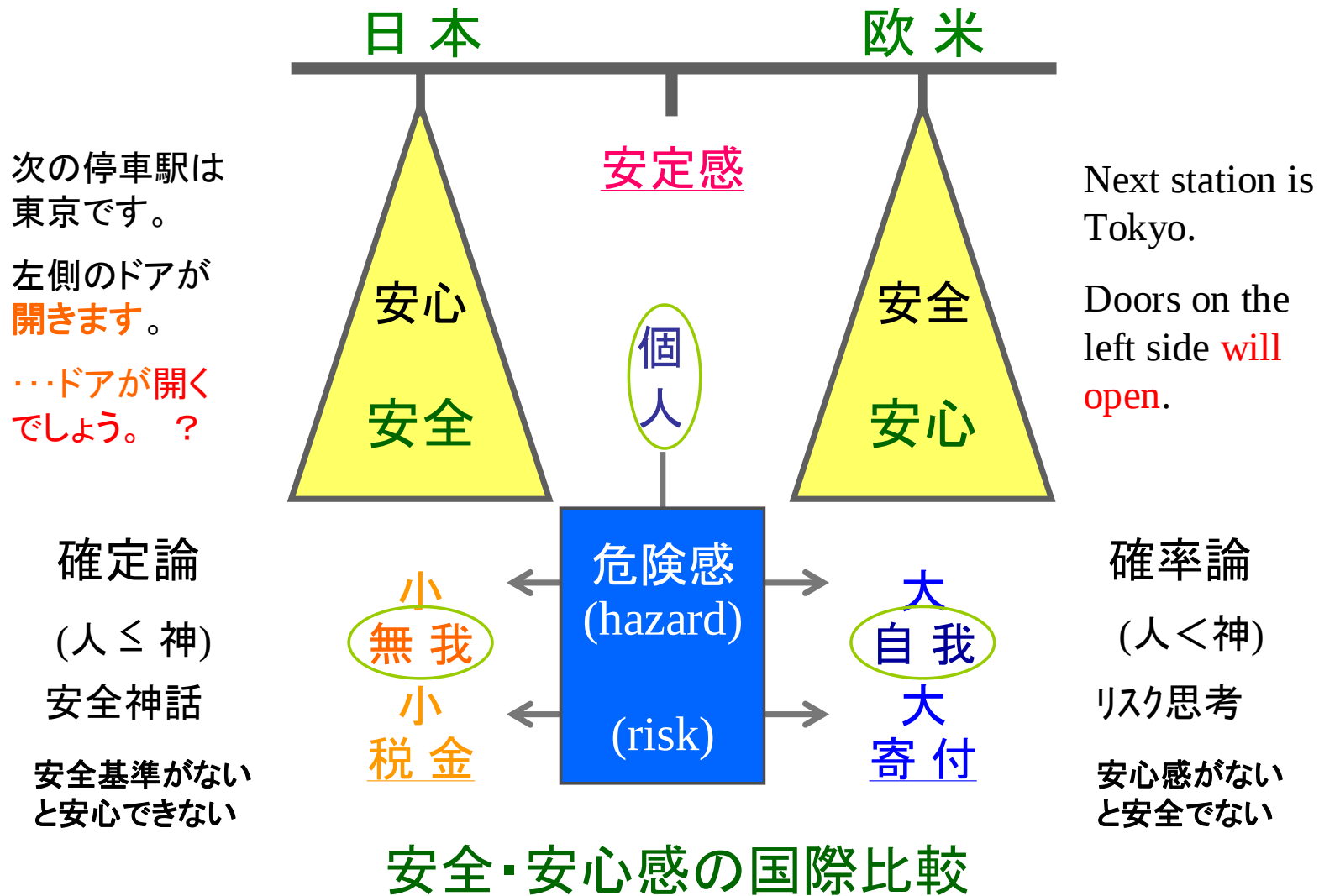
安全情勢

・安全の背景……

【後退現象】 経済至上主義の破綻、環境の破壊、少子・高齢化、人性を阻害し高度化するITシステム技術、社会施設等の老朽化、証券化対応施設の大規模複合化→金が回らない、物が売れない（当面「我慢できる」）、高齢化で安全水準を高める必要があるのに安全は二の次、（潜在）危険の増大、リスクが読めない→不安感の増殖

【発展現象】 人口の減少（2050年頃には0.8億人との推計あり）、マン不足→既成市街地の再生（減築の進行、都市環境・景観の改善）、サステナビリティの推進、ライフスタイルの変革（LOHAS, Universal）→建築・都市分野などにおける新価値観の誕生（自然寄生型ライフスタイル、農業都市づくりなど）、建築物等の長命化（耐用性・安全性の増進、美観の確保など）

・ **安全の確保**……経済至上主義の破綻・環境の破壊→当面「我慢できる」→ものが売れない、少子・高齢社会→建築・都市分野などにおける新価値観の創出→自然寄生形都市再生、新しいまちづくり



3-6. みなとみらい21地区

1983年 MM21事業スタート

1983年 2月「安心都市」, 建築防災誌

1989年 7月18-22横浜国際都市防災会議

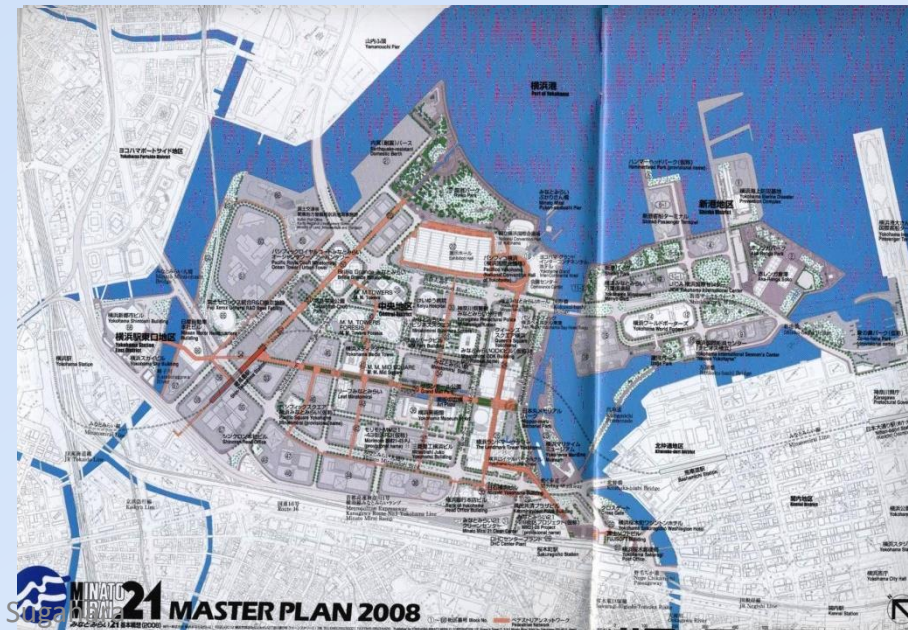
(第Ⅱ-3セッション, Home & Regional Safety-Security System, Chairman Dr. S. Sugahara)

安全と安心が論議された最初の会議

⇒安全第一から**安全安心**へ

1997年 クイーンズスクエア完成(景観重視)

⇒自然・景観・安全重視⇒安心感の高まり



ものつくりとヒューマンエラー

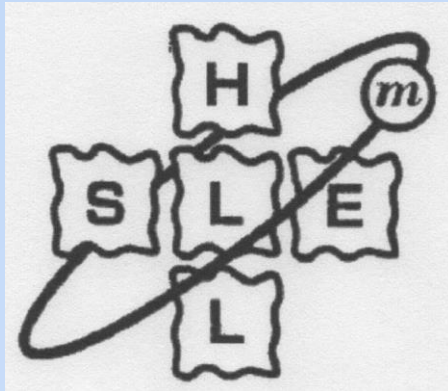
-----飽き・疲れの構図-----

- 前期事故多発型-----心身のウォームアップ（体操）、徐々に高密度複雑ワークへ、着手時に準備状況などの徹底チェック
- 中間事故多発型-----始業時間早い場合手持ち時間で気分転換、違う作業を入れる、一定時間毎にBGM・時報など聴覚刺激を入れる
- 後期事故多発型-----終業時は単純・簡易ワークへ移行、始業遅い場合は引き継ぐワークの明確化、チェックリストによる事後確認

人と機器 システム

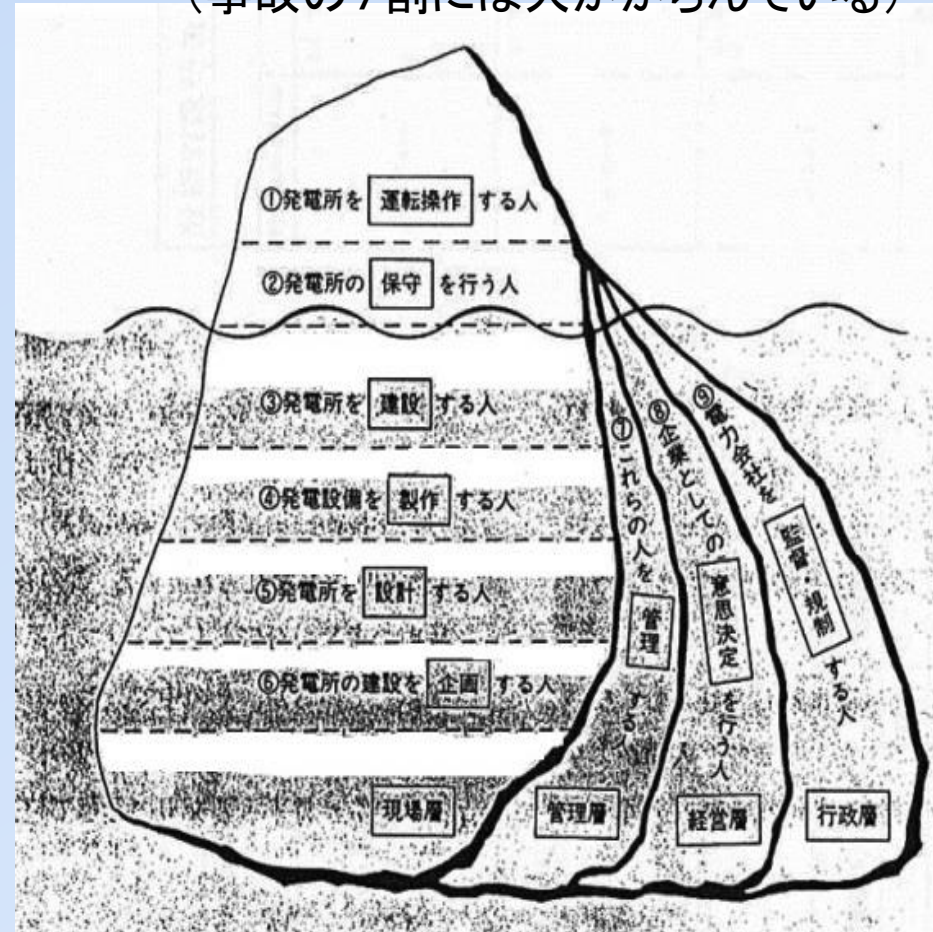
ヒューマンファクター： 人的要件を考慮した消防防災計画の運用

(事故の7割には人がからんでいる)



H: Hardware 消防用設備等
S: Software 防災システム(防災センター)
E: environment 防火対象物
L: Lifeware 防災要員、防火管理者
(staff, executive)
m: management 防災マネージメント
by 東電 from Hoking
captain, KLM air

Fail safe, Fool proof
(double system)



ヒューマンファクターの重層構造

(白砂孝夫、電力計算センター)

安全問題

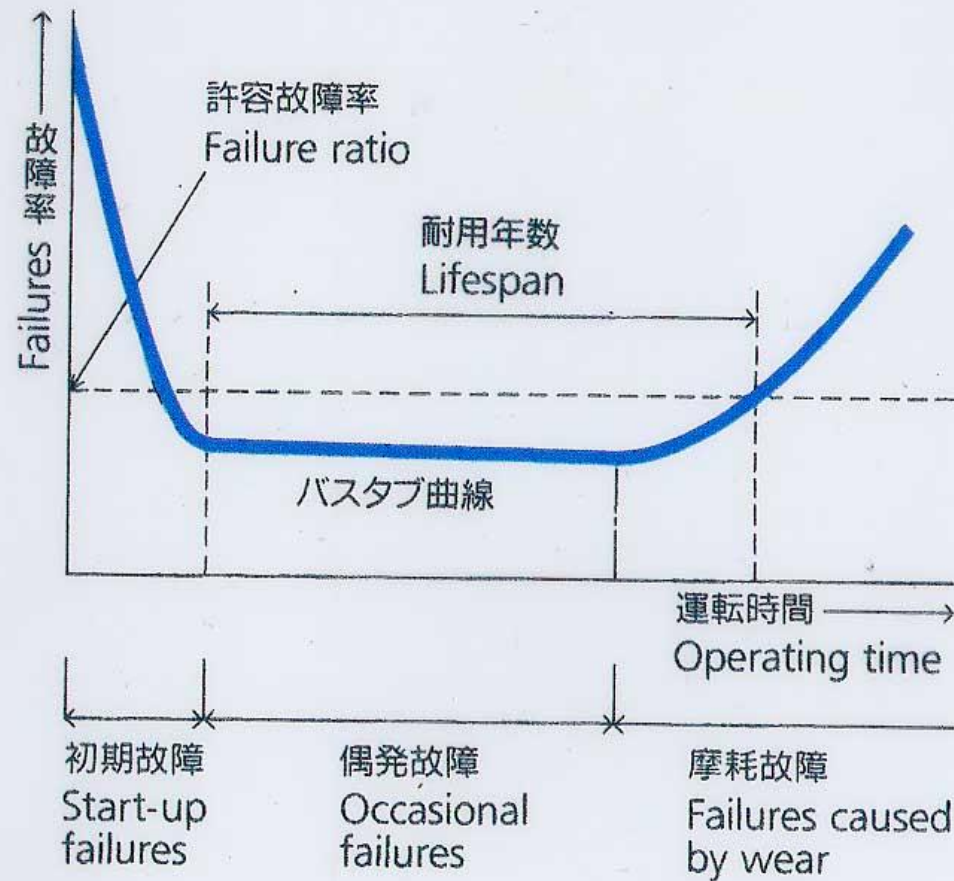
- ・施設・装置の劣化
- ・劣化機構未解明
- ・保全体制の不備
- ・ヒューマンエラー
- ・ヒューマンファクター
- ・高齢化/雇用体制
- ・フェイルセーフ
- ・フルプルーフ
- ・リスク評価の欠如

安心問題

- ・劣化知識の欠如
- ・情報伝達の不備
- ・保全体制の不備
- ・ヒューマンエラー
- ・ヒューマンファクター
- ・高齢化/雇用体制
- ・装置の未熟運用
- ・フルプルーフ
- ・リスク評価が困難

故障率の時間的变化

Generalized MTBF (mean time between failure) graph for building equipment





ビルの火害状況



2017/6/8



Shinichi Sugahara

膜建築の二ーズ

沖縄は戦後、多くの住宅や社会施設が造られたが、それらはRCやコンクリートブロックで、貴重なセメント、石灰質の軽石、海砂が使われ、劣化対策が深刻な課題となっている。世界の遺産オペラハウスも海岸域にあり修理が大変と聞く。

膜構造による爽快な空間のグローバルな演出は、こうした閉塞感の打開に極めて有益である。



Sydney Opera House, Jorn Utzon 1973



沖縄の建造物劣化問題



Stephen C. O'Connell Center, Florida 1980

建築における“間”を考える

空間構成

(空気を) 壁や床で仕切り居室・廊下などを配置すること。
「間」取り

時間

時刻-時刻, 過去現在-未来, 「間」がいい, 悪い。間をとる。幕間

人間

人と人の関係, 人間が社会をつくる。
「間」抜け

豊かさ

ゆとり

広さ、無駄そうな空間、自転車路と歩道の分離、南側の玄関

調和

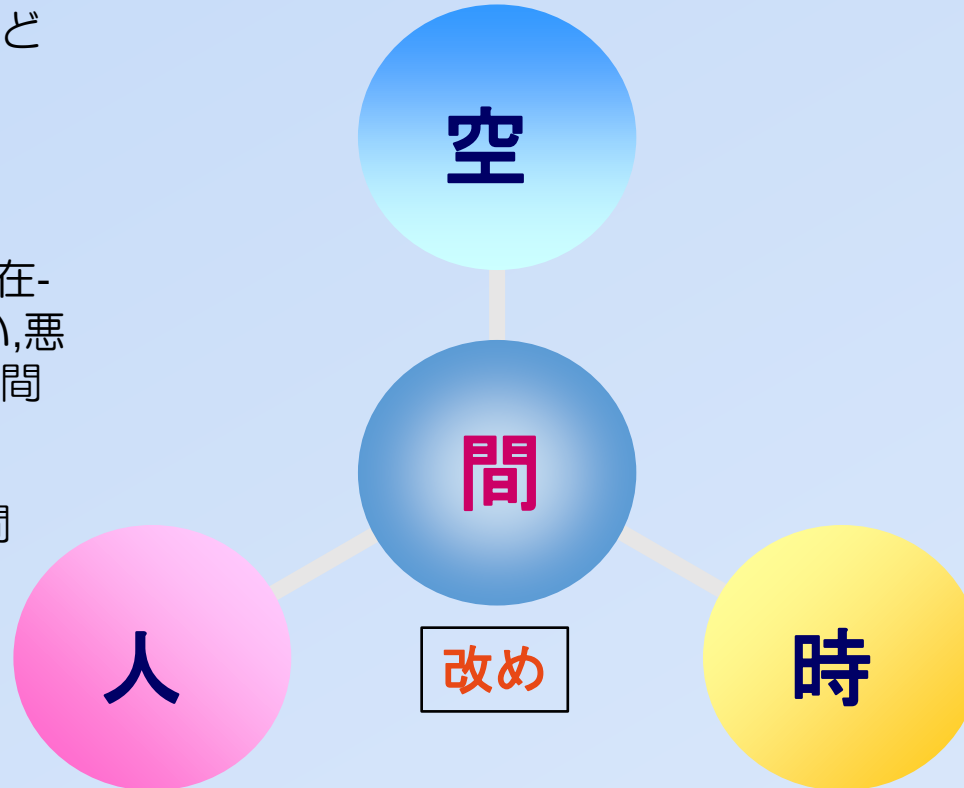
壁面線・高さを揃える、コミュニケーション

多彩

アミューズメント、活気、刺激、発展

意志

尊厳、自己実現、地霊、存在感、文化、ミッション



「間」⇒相互関係を改める、コミュニケーション、マネージメント

4. 性能設計に基づく防火避難上安全な建築ストックの確保

(持続可能な社会の実現⇔性能設計に基づく建築ストック・住宅5.5千万戸、空き家0.85千万戸；非住宅3.5百万棟、空き室率?%の活用)

- チェックすべき性能項目

耐震性能の向上、既存不適格建築物の改善、用途変更を伴う改修(コンバージョン)、性能的火災安全設計による建物の維持管理など

- 建築ストック社会の実現

必要な性能の継続的な維持・更新、建物の使われ方(用途)や間仕切等の空間の火災安全性能に関わる変化、スーパーストラクチャー

- 2000年の建築基準法改正による性能的火災安全設計の新たな課題

火災安全性能の適切な維持は、建物の所有者・管理者の責任

性能的火災安全設計による建物には、仕様規定とは異なる火災安全性能上の特徴があり、これまでの知識だけでは適切に維持することができない。

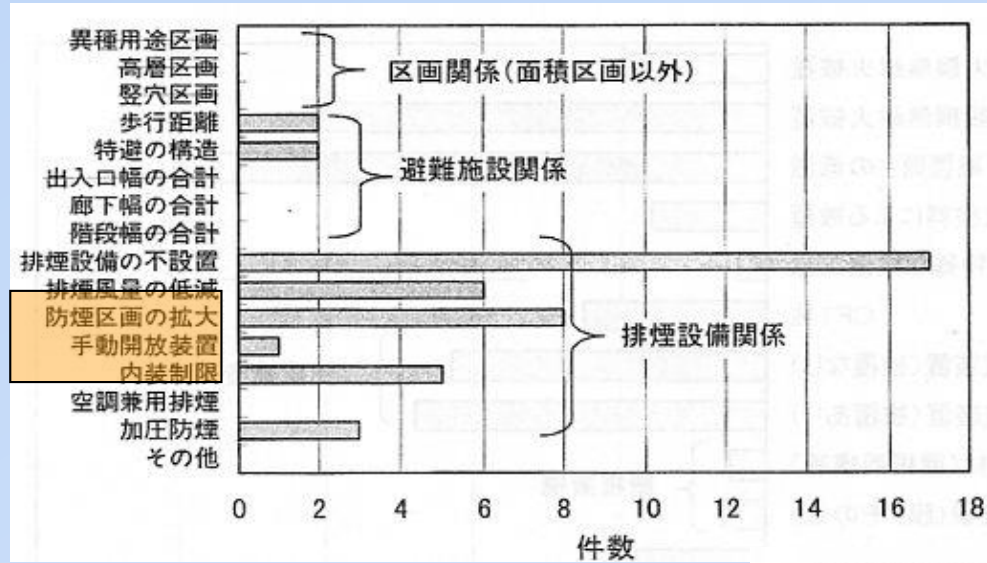
認識のある建物所有者・管理者は、専門家に確認依頼、しかし時間的および費用的に大きな負担がかかる。所有者・管理者の認識が不足している場合には、仕様規定のみで安全確認してしまう可能性もあり、火災安全性能の維持が危惧される。

- 対応策

特に避難安全検証により設計された建物について、建物の所有者・管理者が安全管理上の課題を理解し、適切に維持管理する方法の検討を進め、安全確認方法の具体例を示すことがポイント、これらを共通化することで一定以上の品質での火災安全性能の維持管理が促進される。

緩和規定と性能検証法

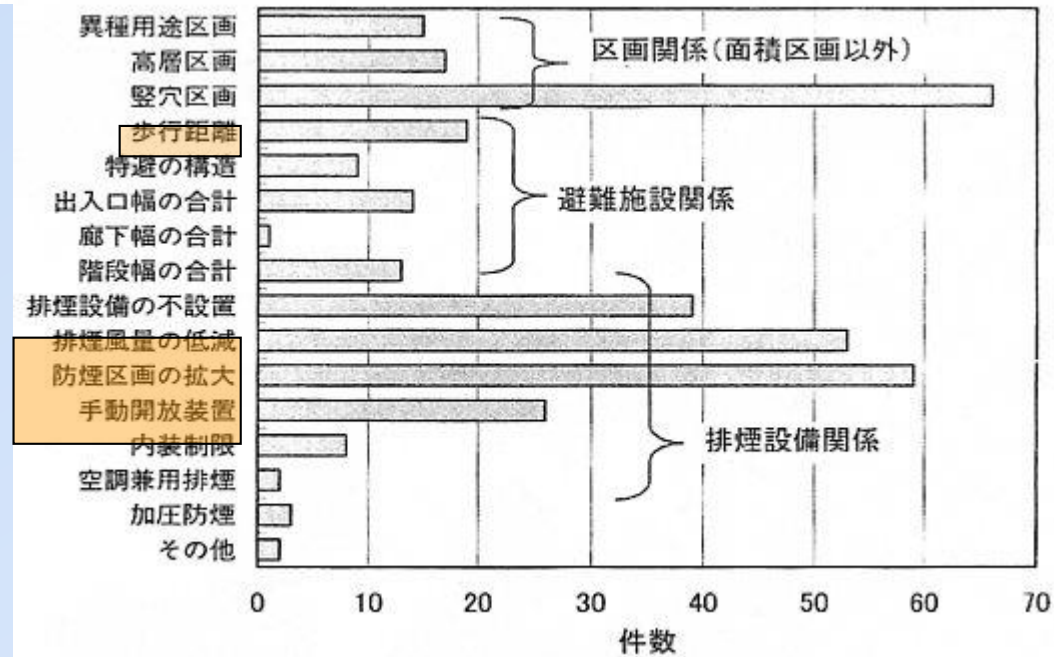
← 階避難検証法



全館避難検証法 →

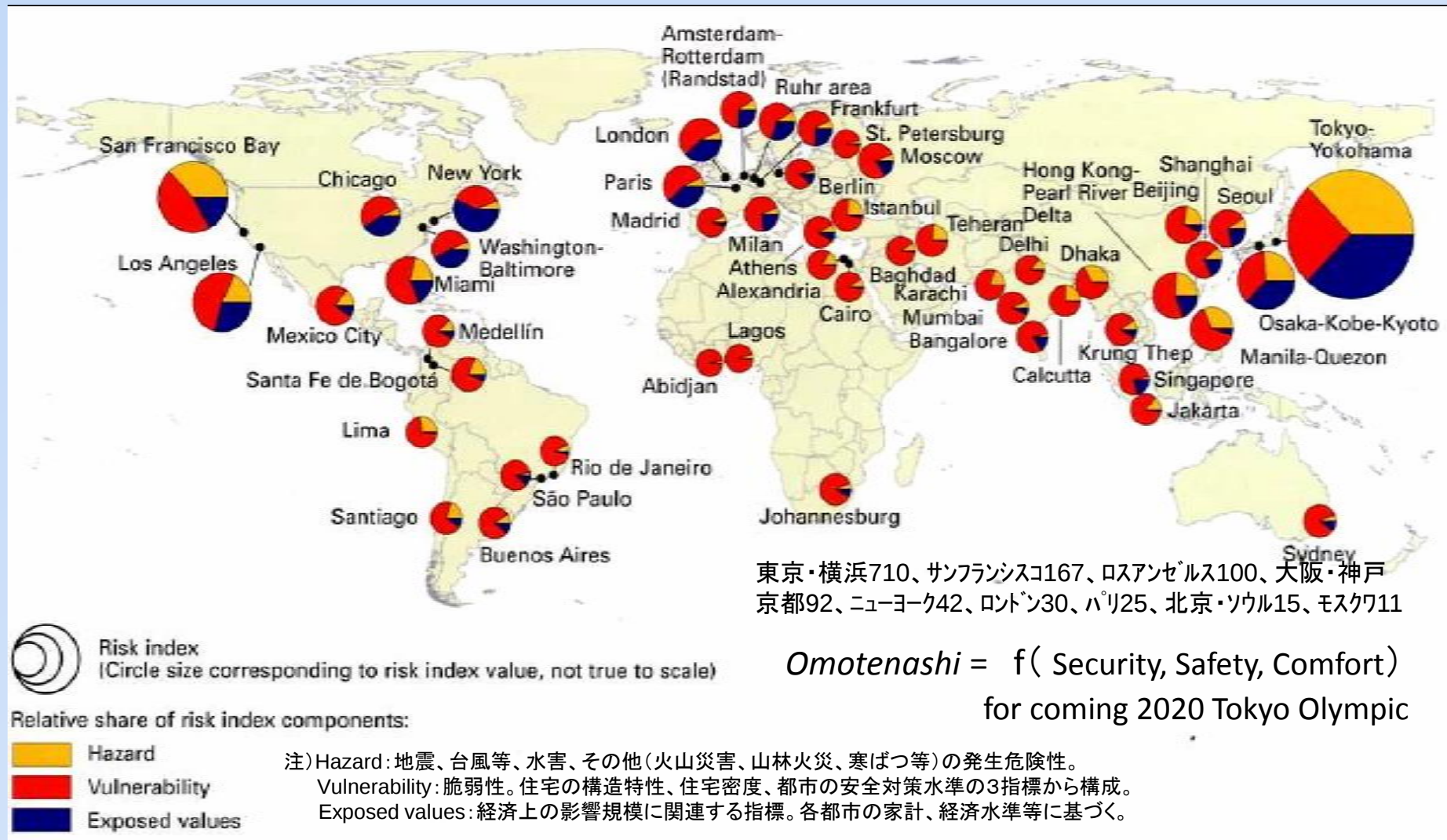
非緩和規定

100m²区画(≥11F)、縦穴区画、異種用途区画、避難階段の構造、物販屋外への出入口までの歩行距離・幅



世界の都市のリスク指数

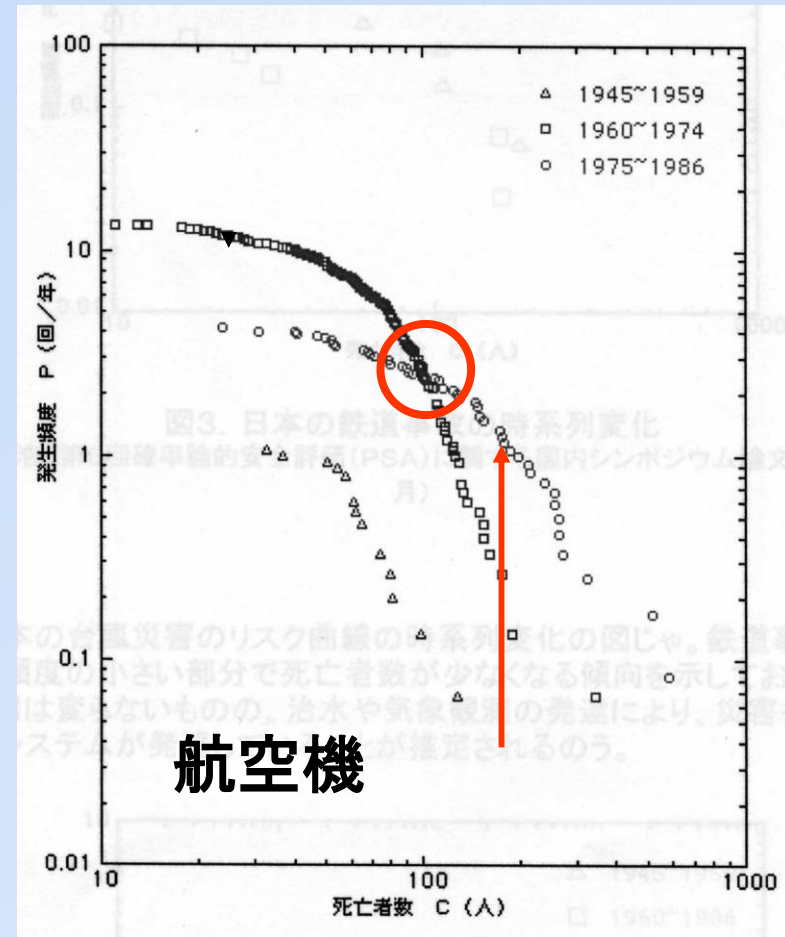
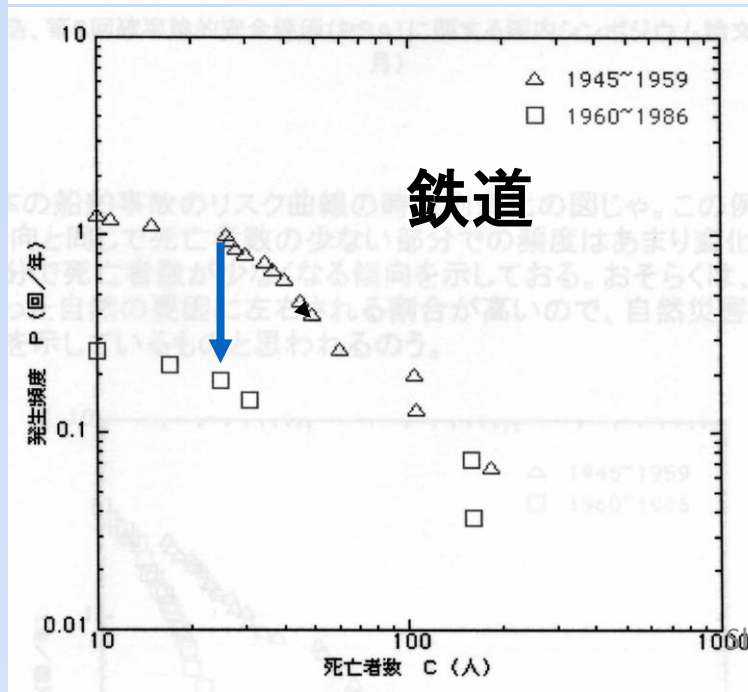
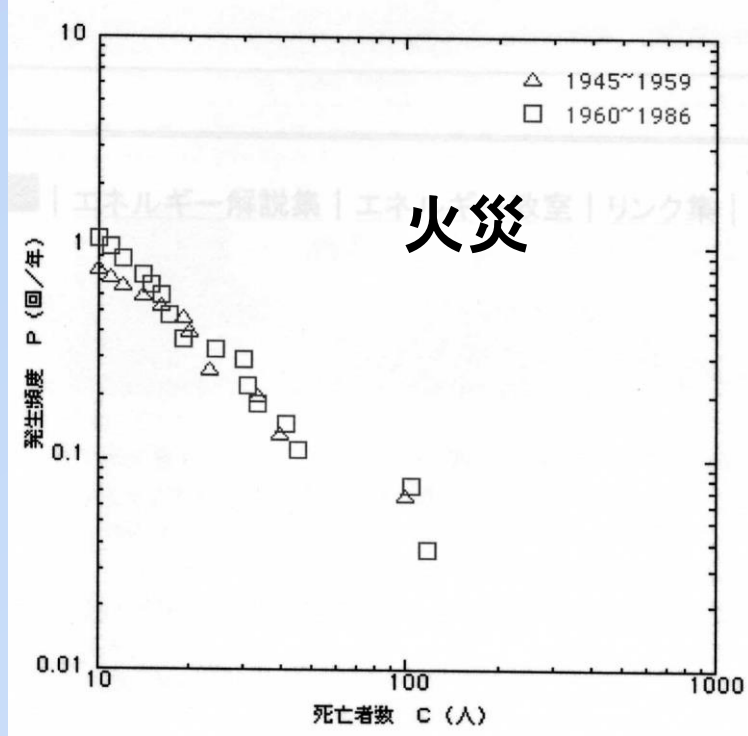
出典) "topics annual review : natural catastrophes 2002" MunchenerRuckMunich Re Group



身近なRA/RM

- ISO/JIS Q 2001・・・「RM構築の指針」
- 天気予報(雨の確率90%? →傘を持って出かける(事前対策) →傘を借りる・購入する(緊急対策)、雨宿りする(回避対策) →傘が壊れたら修理、亡くしたら購入する(事後対策))
- 第三者の対応・・・予報の精度UP、傘のCost/Performanceの検討、雨宿り者へのサービス、企業への親近感・信頼性UP
- JR西日本福知山線事故(新型列車自動停止装置ATS-Pの設置、パンクチュアルな運行、人間工学、**カンタス航空社は----焦って事故を起こし到着しないより、遅れても着いた方がよい。**)
- 自分が遭遇する可能性とRA(隕石に当たって死ぬ、巨大地震が来る、回転ドアに挟まれる、アスベストで中皮腫になる、自動車事故にあう) → (保険にはいる、リフォームをする、補助金をもらう、より低い金利で借金できる?)
- 琵琶湖西岸断層帯上を走る湖西線の耐震化(早期に高架橋の補強工事を行う。Cf.国の基準: 1時間当たりの片道の列車運行本数が10本以上が対象線区)
- 大地震、全焼火災は150年、500年に1回くらい出くわすから、お金をかけて耐震耐火構造にするのはもったいない。それより風通しのよい住まいで暮らした方が日本的だ。(ただし、他人に損害を与えたら弁済する)

事故別リスク曲線



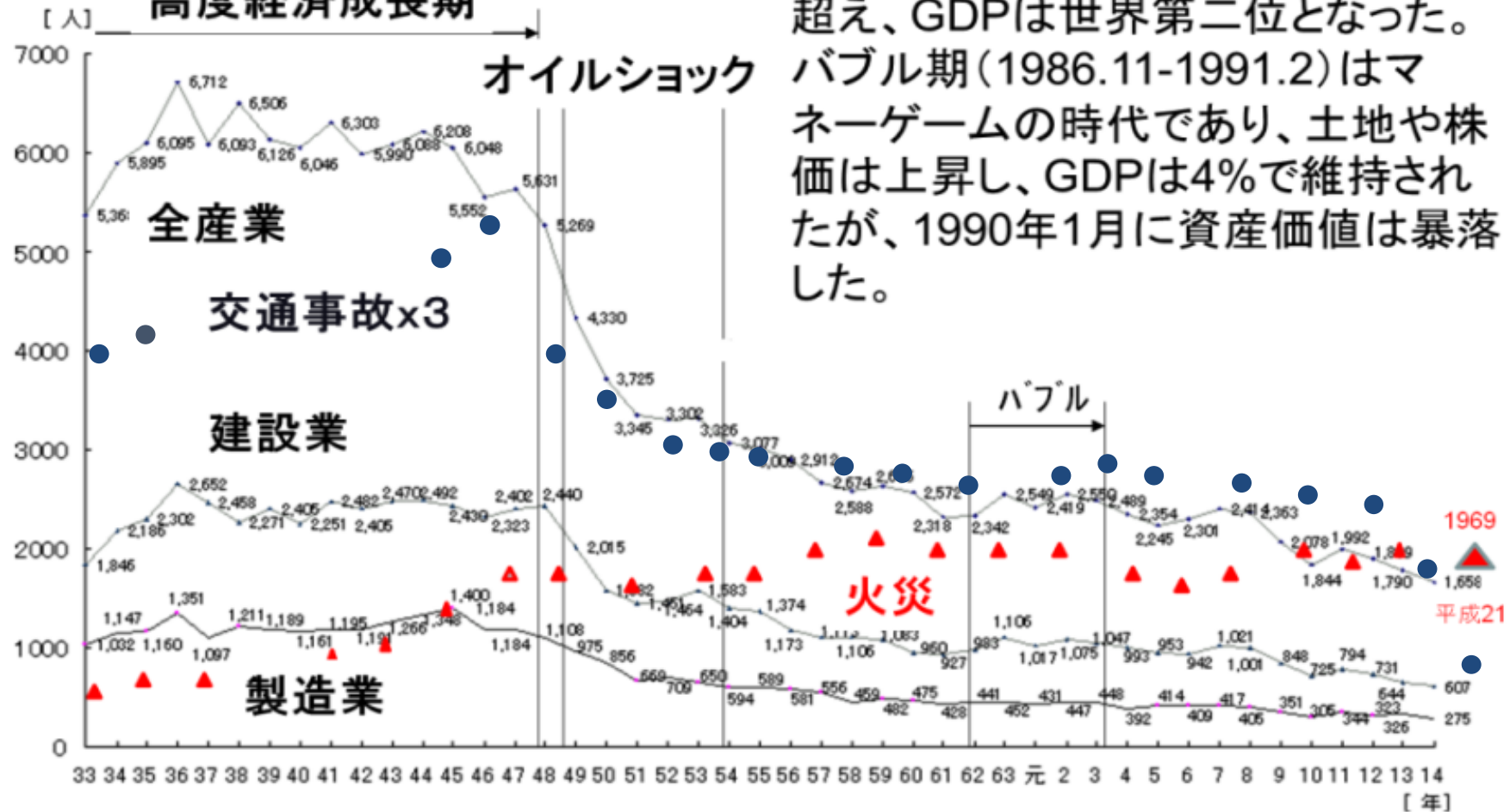
下岡浩: 第6回確率論的安全評価シンポ

死者数

高度経済成長期

オイルショック

日本経済は20年間、成長率10%を超え、GDPは世界第二位となった。バブル期(1986.11-1991.2)はマネーゲームの時代であり、土地や株価は上昇し、GDPは4%で維持されたが、1990年1月に資産価値は暴落した。



労災・交通事故・火災による死者数(1958-2002, 厚労省・警察庁・消防庁)

大規模膜建築空間の管理区分 によるリスク分散

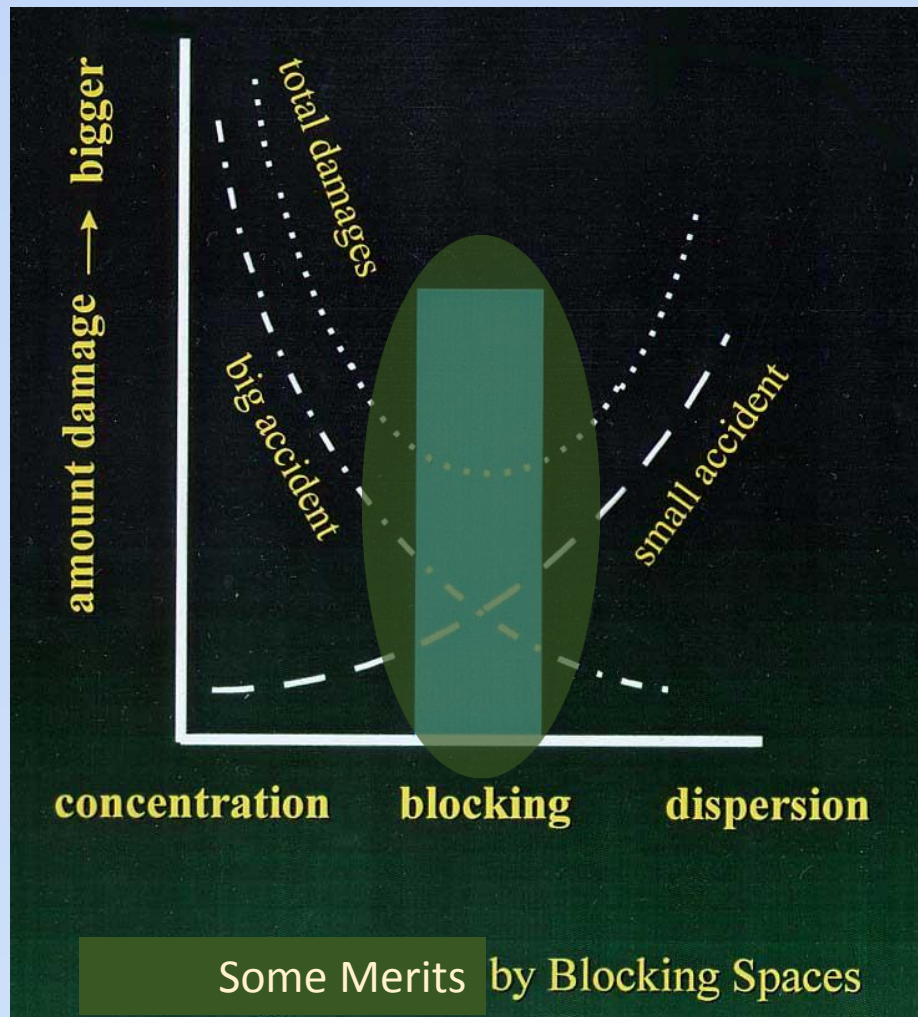
分散・分節・集中

アリーナ・観客席・ロビー・管理域

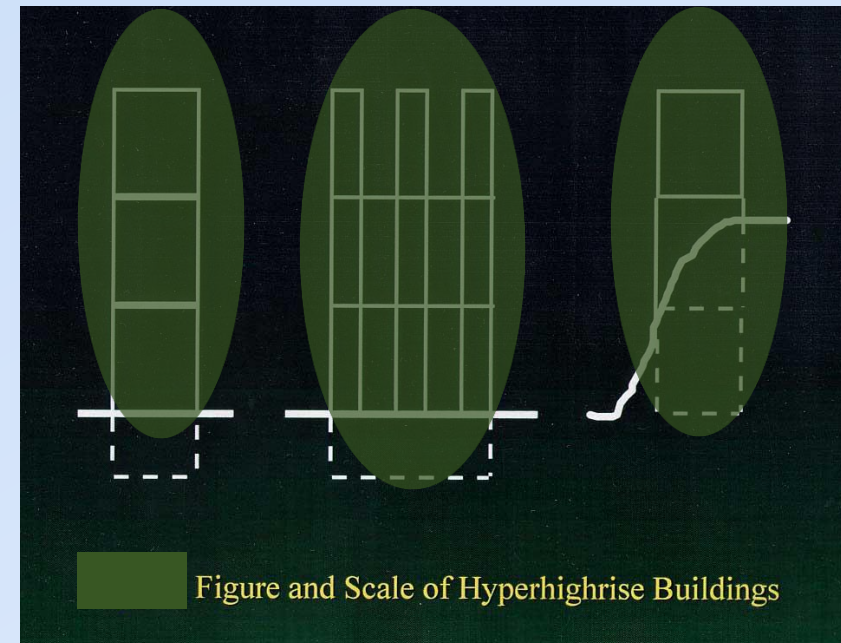
避難方向(通常)階段⇒ロビー⇒斜路⇒外部

(テロ)アリーナ⇒荷捌口⇒外部

(アスリート避難)重度障害: 荷捌口⇒外部

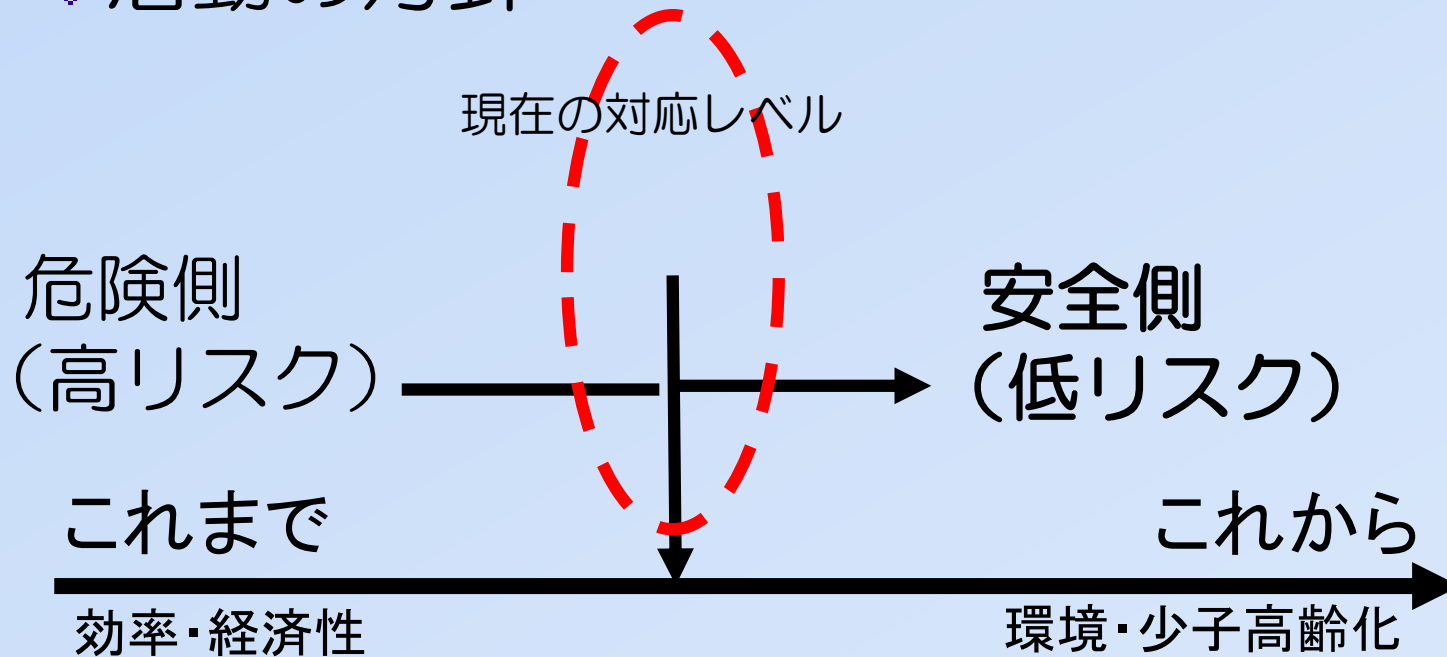


ex.消防用設備等の集約の適否
2-way wiring



安全・安心とリスクの構造

◆活動の方針



安全基準・標準（建基法, 消防法など）

金融危機・失業時代・安全カット（超低リスク対象）

高齢者のトイレ認知

- 黒字に青の人マークは、高齢者に見難く、既往の調査によると、90%の高齢男性は何とか分かるが、10%は認知できない。ある人が認知できる高齢者は姿勢や歩き方を見れば分かると豪語した。この人の推理力を調べたところ、70%が正しく、30%が誤った判断をしていることが判明した。
- この人が、ある高齢者を見てトイレを認知できない人だといった。この人の推理が正しい確率は何%か、 $10 \times 0.7 / (10 \times 0.7 + 90 \times 0.3) = 20.6\%$



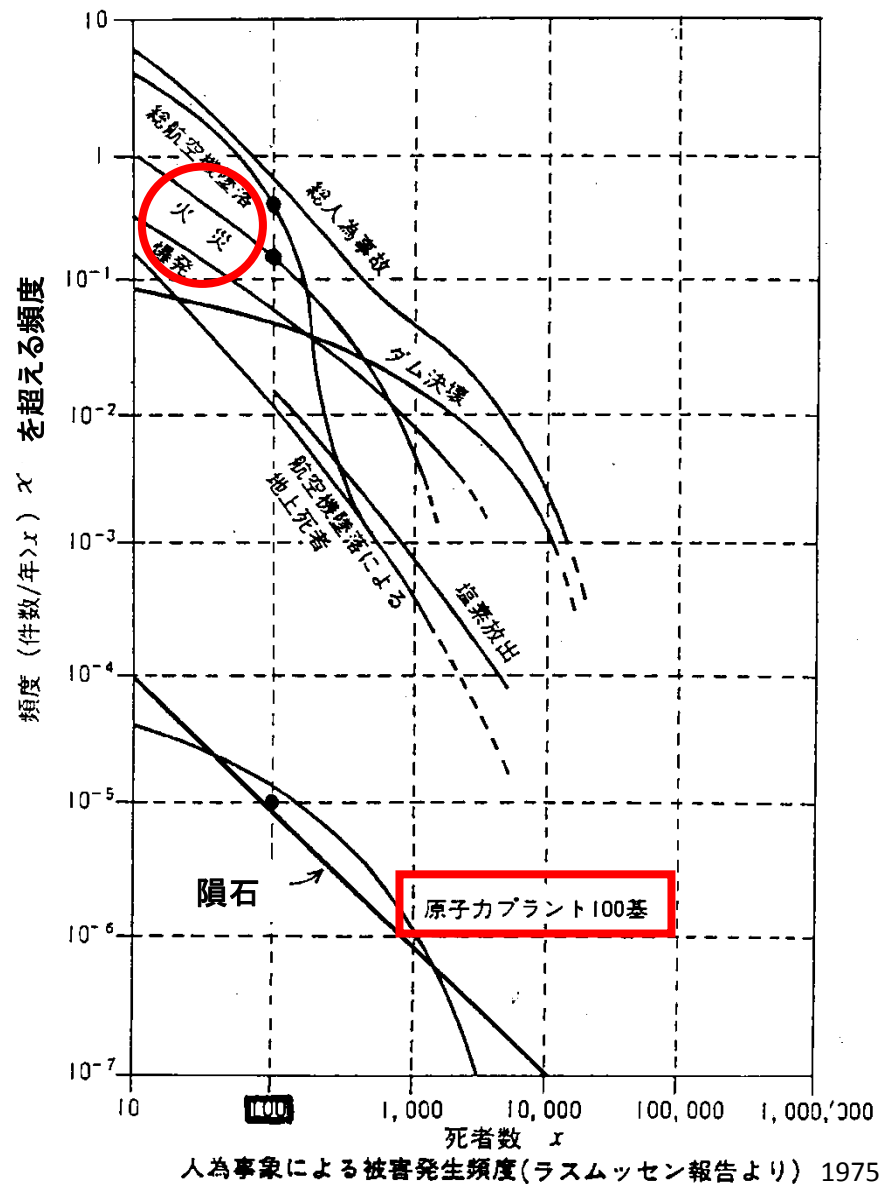
人間の習性

- もと来た道に戻る
- いつも通る道を通る
- 左回りが得意
- 住めば都
- 知らぬが仏
- 隅による
- 光に集まる
- 慣れっ子になる
- 単調作業よりも創造的作業を好む
- 左側通行
- 攻撃に対し左によける
- エスカレーターで左による(大阪は右による)
- 青信号みんなで渡れば怖くない
- 近道を行く
- 高齢になると黒と青の区別が困難になる

Take a risk

A young guy(23) made a successful free-solo climb at Yosemite Half Dome in 2hr 50min, besides 83 persons died since 1955



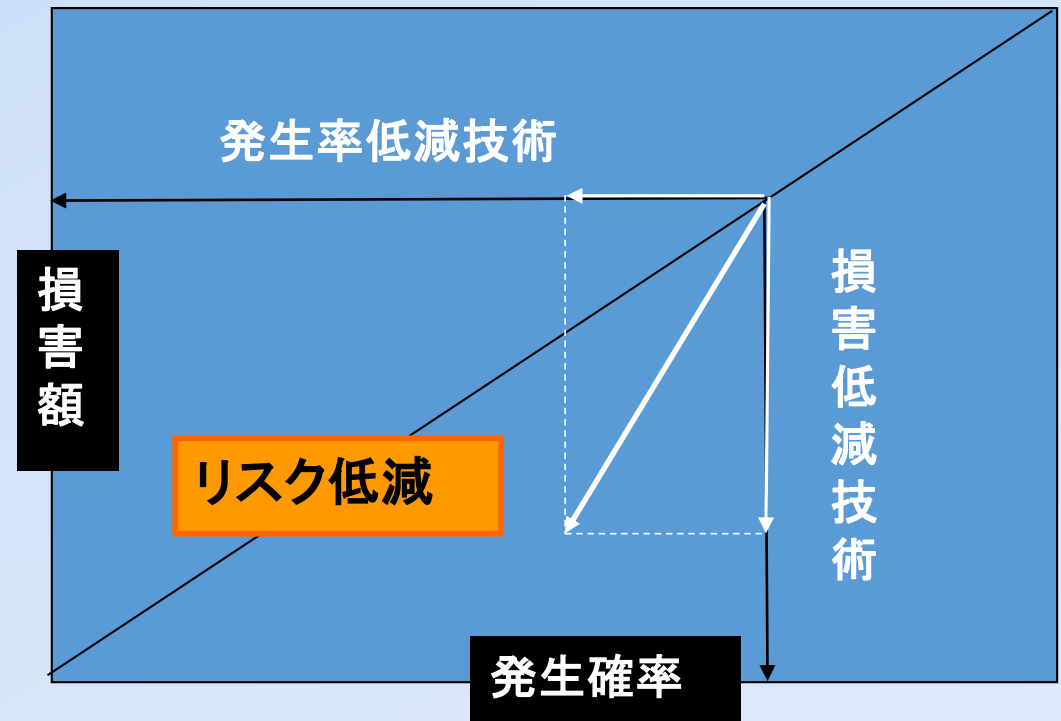


災い転じて福となす

予防対策; 発生→体験→教訓→新対策
(火災は発生率を低減できる)

減災対策; 通報・消火・避難への有効対応,
(創意工夫, fool proof, fail safe)

発生→モデル→再発生→修正モデル



ETFE膜建築の法的位置づけ

- 1987年：特定膜構造建築物技術基準 ← 膜構造建築物の個別認定(旧38条)
- 2000年：38条廃止,告示第1446号「建基法37条に基づく指定建築材料(JIS,JAS,国交省品質認定基準)」
- 2002年 → 2017年：ETFEを用いた一般的設計法の位置づけ(設計法が決定すれば大臣認定は受けなくてもよくなる。)

国土交通省告示第666号「膜構造建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術基準を定める等の件」……骨組膜構造は,膜材料又は膜構造用フィルムを張り張力を導入して骨組と一体とし,荷重及び外力を常時負担できる平面・曲面を構成し構造耐力上主要な部分である屋根版又は壁を設ける構造をいう。膜面水平又は垂直投影面積の合計は1000m²以下を原則とする。サスペンション膜構造は(以下略),剛性骨組 部材で囲まれる膜面の投影面積は300m²以下,膜面の支点間距離は4m以下,屋根の形式は切妻,片流れ,円弧と

する。膜構造用フィルムはETFEとする。etc.

国土交通省告示第667号「テント倉庫建築物の構造方法に関する安全上必要な技術基準を定める件」……膜材料,テント倉庫用膜材料又はETFEを用いて,構造体力上主要な部分である屋根版及び壁を設けること。(以下略)



Empire city casino yonkers,2010

ETFE- 膜建築の未来解へ向かって



てんとう虫の後ろ羽

ETFE (ethylene tetrafluoroethylene) : $-\text{[CH}_2\text{-CH}_2\text{-CF}_2\text{-CF}_2\text{]}_n\text{-}$

物性: 酸素指数32, 着火温度 00°C , 可使温度 $-185^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$, 融点 260°C , 密度 1.7g/cm^3 , 引張強度 40MPa (40N/mm^2 , 410kgf/cm^2), 成型加工性優, 透光率90%, 動摩擦係数0.4, 耐候性優, 放射線遮蔽性良, 耐薬品性優 (強酸除く), 電気絶縁性優, 利用厚さ $100 \sim 500\mu\text{m}$, 防火性能: 飛び火15度・30度試験合格, 発熱性テンション方式 ($200\mu\text{m}$, 総発熱量 2.3MJ/m^2 , 発熱速度 79.9kW/m^2), クッション方式 (3枚 $600\mu\text{m}$, 5.1, 158.6) ……

齋藤嘉仁・親川昭彦: 日本建築学会大会学術講演概要集2015.9

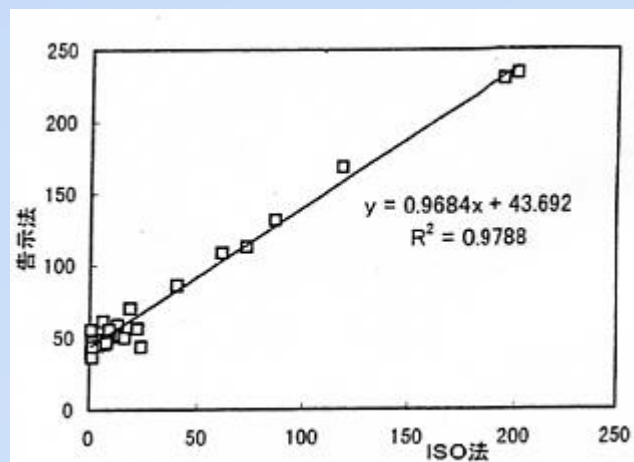
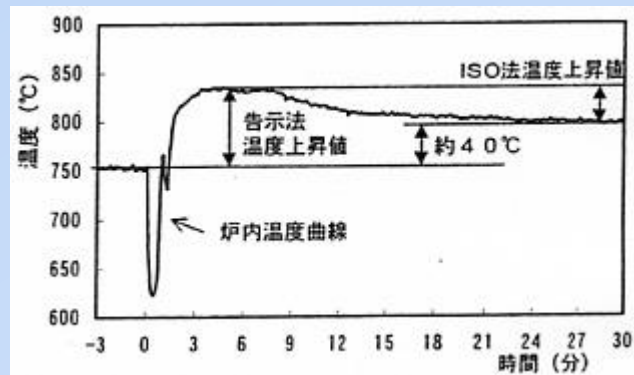
比較: 四フッ化ポリエチレン (テフロン); 不燃・耐熱・防災, 耐候等諸物性は勝る, 強度 215MPa , 基布使用のため透光性確保に工夫がいる。

建築例:

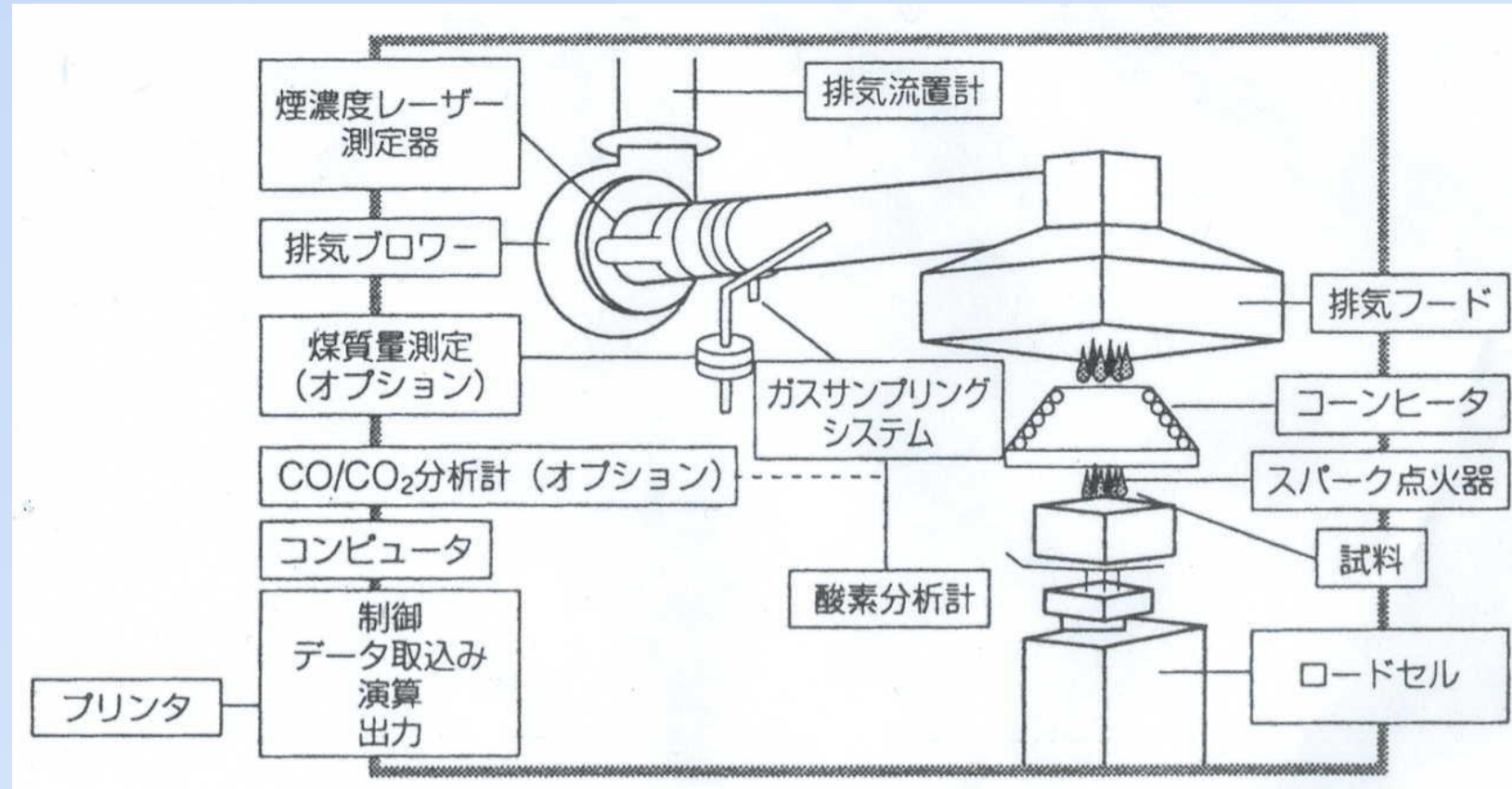
- ① ユニクロ心齋橋店 2010年9/1, 4F/1BF, 36m, 1200m^2 , クッション方式, $2.2 \times 2.7\text{m}$ ユニット, 158枚, LED照明 etc.
- ② 新豊洲 Brillia ランニングスタジアム 2016月12/10, 109.3m (トラック60m $\times$ 6レーン), 1746.32m^2 , H8.5m, カラマツ集成材, ドット状プリント ETFE $250\mu\text{m}$, 透光率35%, クッション方式, 断熱性複層ガラスと同等, 重さ 440g/m^2 , 耐久性20年以上
- ③ 上海万博日本館, 薄膜太陽電池内臓光触媒使用 クッション方式 ETFE 膜構造, 日本貿易振興機構, 日建設計, 建設工程有限公司, 上海太陽膜結構有限公司, 2010

防火材料の法的性能評価—ETFE 発熱性は総量・速度とも不燃,燃抜けるが展炎なし

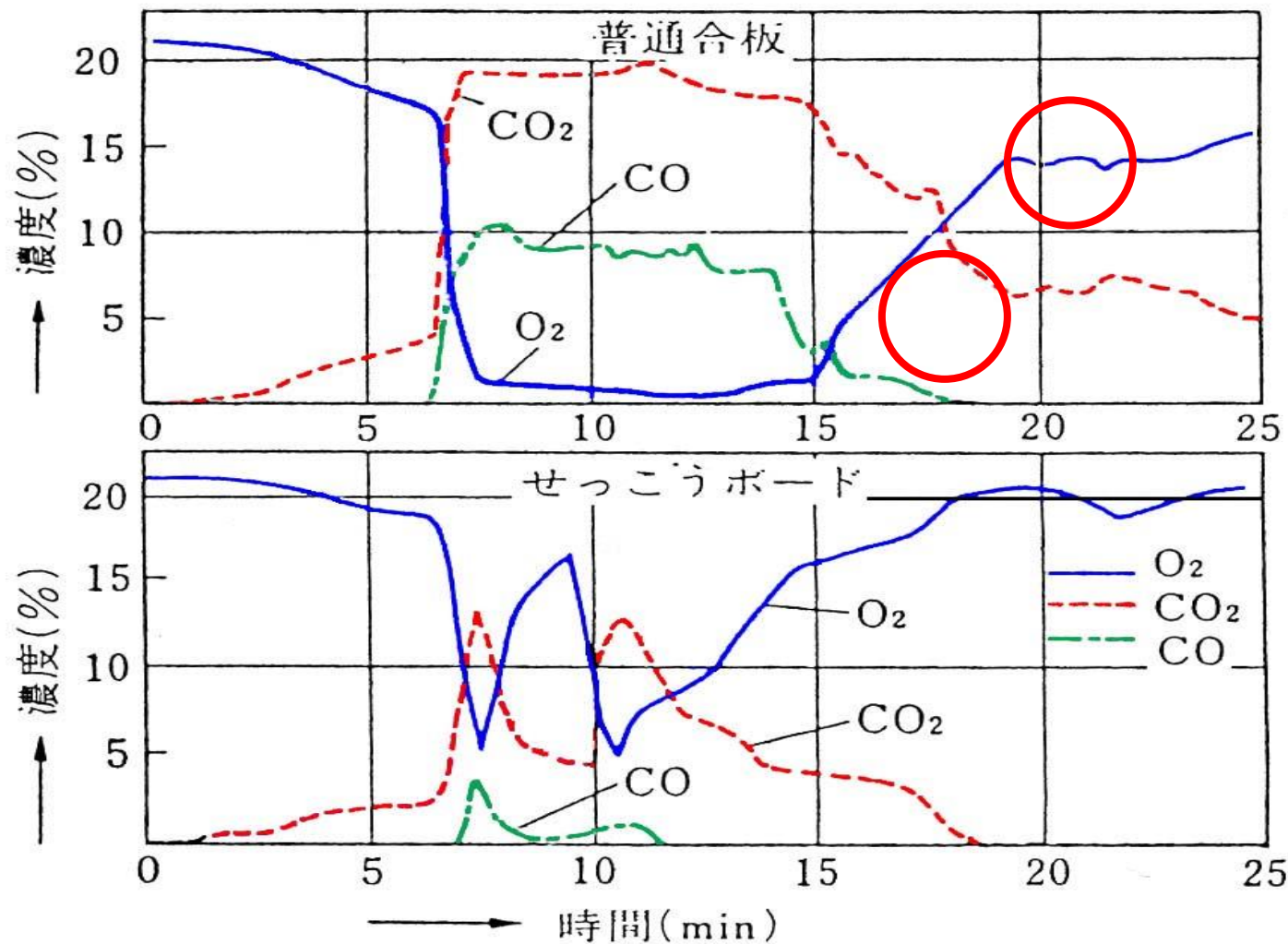
種別: 不燃/準不燃/難燃----防災, 試験装置----基材,発熱性(コーンカロリー),(表面),ガス有害性試験,傾斜バーナ
➡ 空間試験の必要性(模型箱,ルームコーナー,Single Burning Item----トンネルテスト),コーンとの比較),材質不燃と内外装不燃,材料構法と耐火・準耐火・防火・準防火性能,飛び火試験,断熱材料を用いた防耐火構法



基材試験: 炉内温度上昇比較



発熱性試験: 試験体の厚さ・水平/垂直置き, 燃焼面の特定----Ical,



床面積 10m², 積載可燃物 約17kg/m², 開口 1.8m×1.8m

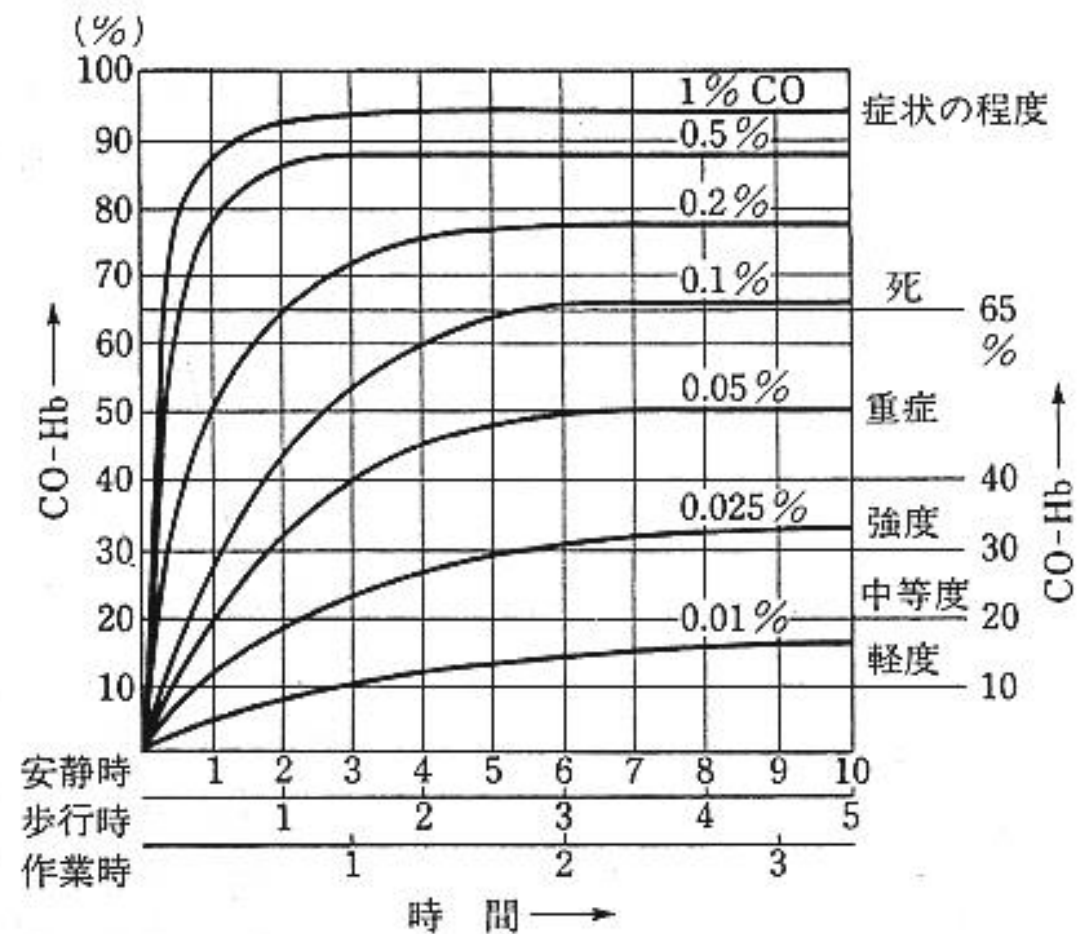
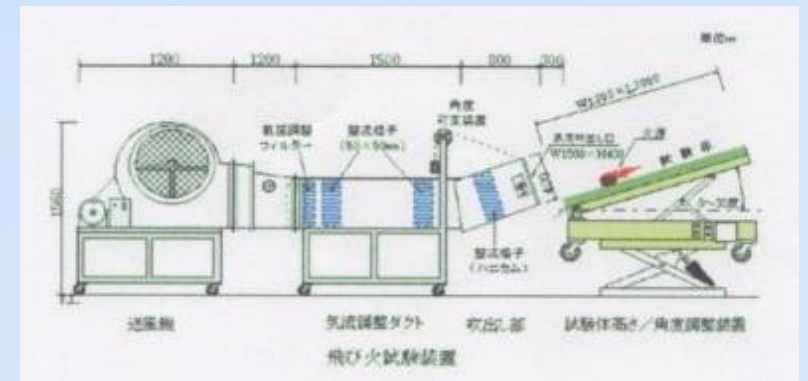


図 3・34 空气中 CO 濃度, 吸入時間, 血中 CO-Hb 濃度および症状の相互関係

屋根構造の飛び火試験方法—JTCCM, H28.6.1

通常の火災(法22条1項)

- ・試験体：原則として製品から施工,幅 $1200 \pm 100\text{mm}$,長さ $2000 \pm 200\text{mm}$,高さ $\leq 250\text{mm}$,弱点部を火種の位置に設ける。気乾状態,垂,ALC50mm,軽量溝形鋼50-100mm
- ・火種：ブナ材,密度 $560 \pm 50\text{kg/m}^2$,大きさ $40 \times 40 \times 40$,幅3mmの鋸目(22条1項),質量 $33 \pm 5\text{g}$,設置位置：底辺から500mm,中心軸150mm(クリブ上面部,底部に各1分間プロパン火炎),設置時間：最初の火種設置から2分後に2番目のクリブに着火し4分後に対称位置に置く
- ・傾斜角： 0° (陸屋根), 15° ($0-30^\circ$ の屋根), 30° ($30-70^\circ$ の屋根),基準板上面の風速は2~3m
- ・判定：火種の落下,火炎の到達距離,火炎進展長さ2000mm,幅方向600mmに達しない,貫通孔 $10 \times 10\text{mm}$ 以下



市街地火災(法63条)

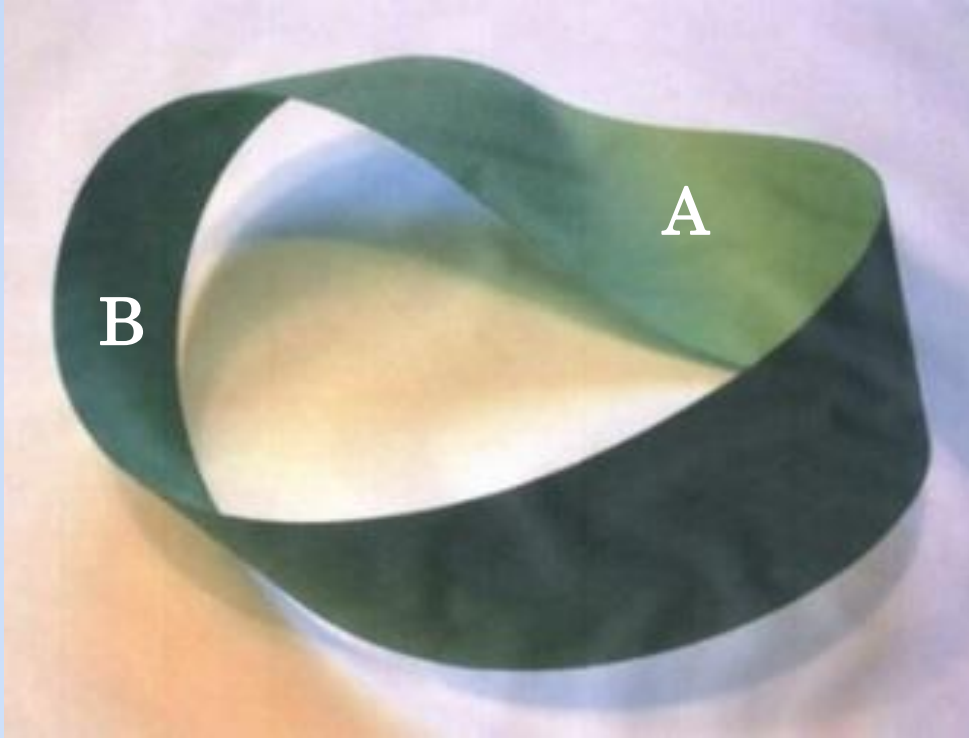
- ・試験体: 19x19x80mm, 大きさ①9x19x80mm三段積み
- ・貫通孔: 10x10mm以下, 裏面で火炎がない, 展炎: 長さ2000mm, 幅600以下

ETFE: (用途限定---可燃物が少ない)で展覧幅・長さのみ制限,燃え抜けは可

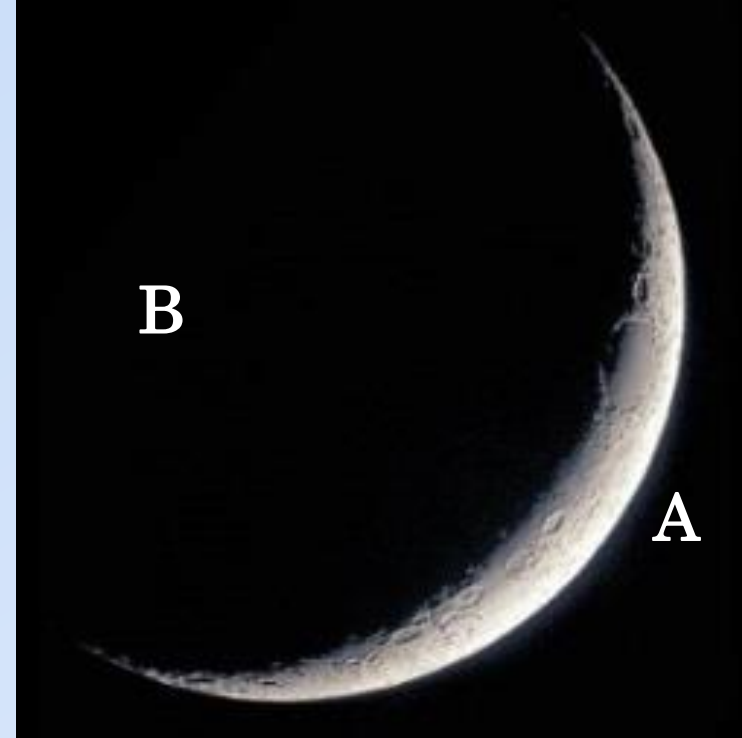


1. 安全-危険の推移：上り坂⇄下り坂（日常） 「まさか」（非常）

表裏一体⇒楽・苦、明・暗、凹・凸、去・来、昼・夜etc.



メビウスの輪
(Mobius String by David Benbennick)



三日月
(朔から3日目の月)

安全から安心社会へ（個の確立）

安全と安心の表現の違い

安全：法令などの規定に基づき事件、事故、災害などの発生を防止することを目的とした言葉、決定論的表現

安心：その規定に対する社会や個人の心理的判断の幅を表す言葉、予見的表現、ある予定行為に対するリスク思考の感性的表現

日本人：「赤信号みんなで渡れば怖くない。」と安全第一に頼る

欧米人：「みなさん大丈夫と言うより、自分が大丈夫であることを確認するのが先決だ。」と安心第一を重視する

事例1：電車のドアの開閉アナウンスである、“Doors on this side will open.”という表現の直訳は、「こちら側のドアが開くでしょう。」になるが、これを聞いた日本の乗客は「開く。」と断言してもらわないと不安になる。

事例2：ポーラ・ラドクリフの言葉「途中離脱して皆さんにすまない。しかし、もっと悲しいのは私です。」（アテネオリンピック女子マラソン）

事例3：「コンビニのお弁当とお母さんのお弁当では、どっちがいい」、「お母さんのお弁当がいい」、「でも、このごろお母さんのお弁当がコンビニのお弁当になったよ」

ご清聴ありがとうございました



Grand Arche/ Nuage, 1989
Johann Otto von Spreckelsen, Peter Rice

2019年6月8日

日本大学大学院理工学研究科教授
東京大学名誉教授

菅原進一

sugasuga@beige.ocn.ne.jp