

病院 A の火災発生時における避難安全

Evacuation safety of the hospital A in case of Fire

藤川明代 (K110616)

Akiyo Fujikawa(K110616)

1. はじめに

入院患者等の避難能力が低い人が多い病院は、火災により多くの死者が発生すると予測できる。火災時は、この避難能力の低い人を職員は避難させるという義務がある。さらに夜間の火災時には1人あたりに担当する患者も多く避難の難易度が上がる。一方、職員の人数が多い日勤帯でも火災時は避難困難であり、職員が昼夜問わず火災や避難方法の知識を身に付けることが重要である。

本報では筆者の勤務する病院 A を事例とし、火災発生における避難安全の改善点ならびに改善方法を検討することを目的とする。病院 A の詳細を表 1 に示す。

2. 研究の流れ

病院職員に対して 3.火災安全に関するアンケート調査, 4. 専門家の病院視察により病院職員の防災意識の不十分な点を明らかにする。次に 5.NFPA101¹⁾の安全シートを利用して評価を行い 6.火災発生に伴う人命危険の評価法²⁾の 2 つの評価法を使用する。意見や考え方を把握していく方法と、表や点数で可視化できる 2 方法を使って検討を進めていく。

3. 職員に対する火災安全に関するアンケート調査

3.1 対象・方法

病院 A の医師から事務員までの全職種を対象に手渡しにて 112 部配布。

アンケート項目は大きく I ~IV に分かれている。

- I. 回答者
- II. 建物の危険性
- III. 防災訓練
- IV. 回答者の経験

3.2 調査期間・回収率

平成 23 年 7 月 1 日(金)~7 月 22 日(金)の 3 週間とした。84 部回収し、75%の回収率だった。その職種内訳を表 2 に示す。

3.3 結果

消防訓練の実施頻度という質問の回答では、半年に 1 回と認識している人の割合は全体の 14%で 1 年 1 回と認識している人は 63%となった。実際の訓練は半年に 1 回行っており、避難訓練が行われる日時は病院内で通知されているが、認知度は低いという結果になった。参加できない理由の多くが、業務があるからという回答だった。次に多かったのは出勤日ではないであった。(図 1)

表 1 病院 A の概要

対象建物	A病院	建築面積	442.40㎡
	地上8階	延べ床面積	3,125.99㎡
施工年数	1981年		
病床数	介護療養型施設	65床	
	一般病棟	50床	
職員数	112人		

表 2 アンケート回収内訳

職種	配布	回収	
医師	6	6	
看護師	外来	5	3
	病棟	44	33
ケアワーカー	24	19	
栄養士	2	2	
リハビリ	5	3	
臨床検査技師	2	2	
放射線技師	1	1	
事務	10	4	
その他	13	8	
空欄		3	

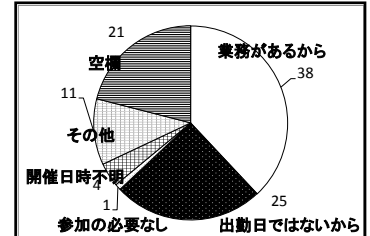


図 1 参加できない理由

Q2. この建物は火災時にあなたが避難するうえでどのくらいの危険があると思いますか？

- 1. 階段や廊下の幅が狭い
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 2. 避難経路(避難トビラの枠等)に段差がある
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 3. 階段の位置が分かりにくい
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 4. 階段の勾配が急である
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 5. 病室に避難バルコニーがないところがある
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 6. 行き止まり廊下があり、通り抜けが出来ないところがある
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 7. 廊下の手すり設置数が不十分である
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 8. 病室の扉幅が狭い
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】
- 9. 病室から2つの方向に避難が困難である
【 1. 非常に高い 2. やや高い 3. やや低い 4. 非常に低い 】

図 2 アンケート用紙 II-Q2

4. 専門家による病院視察

4.1 日時・方法

平成 23 年 8 月 18 日に病院 A にて行った。参加者は当大学教員 4 人と筆者。

4.2 検討項目

3.アンケート調査項目の II-Q2(図 2)を中心に視察を行い専門家と職員との認識の差を比較した。その項目を表 3 に示す。

4.3 結果

この中で、専門家と職員で大きな違いがあったのは、表 3 より下記の 3 項目である。

①違いのあった 3 項目について

II-Q2-1.階段や廊下の幅が狭い

II-Q2-4.階段の勾配が急である

II-Q2-8.病室の扉幅が狭い

②専門家、職員ともに危険が高いと判断したもの

II-Q2-2.避難経路に段差がある

- II-Q2-3.階段の位置が分かりにくい
- II-Q2-5.病室に避難バルコニーがないところがある
- II-Q2-6.行き止まり廊下があり、通り抜けできないところがある
- II-Q2-7.廊下の手すりの設置数が不十分である
- II-Q2-9.病室から2つの方向に避難が困難である

建物を毎日使っている職員の主観的意見と火災専門家による視察の結果を比較すると、①の3項目以外は専門家・職員ともに危険が低いと判断したものはなかった。総じて、大きな認識の差はなく、職員のほうが危険を高めに認識している。

5. NFPA101 の火災安全評価シート利用した評価法

5.1 目的

NFPA とは火災安全に関する技術基準(code)を提案する任意団体である。現在、100を超える code を提案しており、このうち NFPA101 は Life Safety Code と呼ばれ生命安全へ関するガイドをするものである。それを使用し病院 A の特徴や防火に対する設備面を火災安全評価シートにより数値化する。

5.2 方法・対象

NFPA101 の火災安全評価シートでは、実際に病棟で各項目を確認し点数化していく。対象は病院 A の 6F とした。理由は避難が困難と予測される夜勤時の火災を想定しており、火災が起きた際に職員 2 人がおり、1 番警備室から遠く警備員が知らせに来るまでの時間が最も長いためリスクが高いと判断した。

5.3 結果

表 4 に病院 A の建物安全と設備面の評価を示す。表 4 の中の 5 の項目は廊下と病室の扉性能が耐火であるかを問う項目であるが、日本の建築基準法や消防法では廊下と病室の扉を耐火しなくてはならないという義務はなく、ドアに隙間が出来たり素材が木製であることもある。そのため表 4 の中の 5 の項目は法律の違いにより大幅に減点となる。しかし、米国ではこの項目が大きく危険に関わると判断されていると推測する。NFPA101 は米国の基準であるため日本で NFPA101 のチェックシートをそのまま使用することは問題があると考え。今回の結果 4 項目中 3 項目が 'No' という結果であった。

6. 火災発生に伴う人命危険の評価法

6.1 目的

文献 2) では「各空間で滞在時間当たりの火災により死亡する回数」を危険度と定義しており、病室のように滞在者の運動能力に明らかに差があるような場合には運動能力別にも危険度が算出できるように作成されている。また、多数の平面に適応した結果があり、その値の分布から患者それぞれの危険度を判断できる。

6.2 評価法の具体化

今回、危険度の定義は『単位時間当たり火災により避難不能となる回数』とする。

表 3 専門家と職員の回答の比較

		2Q2-1	2Q2-2	2Q2-3	2Q2-4	2Q2-5	2Q2-6	2Q2-7	2Q2-8	2Q2-9
評価(危険が) 1.非常に高い 2.やや高い 3.やや低い 4.非常に低い	専門家A	4	2	4	4	2	2	2	4	3
	専門家B	3	2	2	3	1	1	3	3	1
	専門家C	3	2	3	3	1	2	2	3	2
	専門家D	3	3	3	3	2	2	4	3	2
病院 職員	なし	0人	3人	2人	2人	3人	1人	1人	1人	2人
	1	26人	23人	19人	19人	37人	24人	13人	29人	36人
	2	33人	31人	38人	38人	32人	26人	34人	29人	30人
	3	25人	22人	21人	21人	6人	23人	27人	20人	12人
4	0人	5人	13人	4人	6人	10人	9人	5人	4人	

表 4 安全の指標

安全尺度	防火区画 S ₁	消火安全 S ₂	人々の動作安全 S ₃	全体的な安全 S ₀
1.構造	4	4		4
2.避難経路の内装	0		0	0
3.居室の内装	1			1
4.廊下の壁	0			0
5.廊下へのドア	-10		-10	-10
6.重複距離			1	1
7.壁穴区画	0		0	0
8.危険区域	0	0		0
9.排煙			0	0
10.避難経路			1	1
11.手動警報器		1		1
12.煙感知器・報知器		2	2	2
13.スプリンクラー	0	0	0÷2=0	0
total value	S ₁ =-5	S ₂ =7	S ₃ =-6	S ₀ =0

6.2.1 条件設定

- 1) 建築・人間の行動条件
- 2) 火災性状・煙流動予測プログラム
- 3) 人間の行動シミュレーションプログラム
- 4) 空間の出火率

$$F_j = f \cdot A_j \quad \dots(1)$$

F_j: 空間 j の出火率(回/年)

f: 用途別の床面積当たりの出火率(回/年・m²)

A_j: 空間の床面積

6.2.2 シナリオの作成

成否の確率を与えられる要素ごとに枝分かれする時間経過を考慮したイベントツリー(Event tree)を作る。図 3 を使用した。

6.2.3 危険度の計算

・危険度

$$R_i = \sum_{j=1}^n (j \neq i) [F_j \cdot \{\sum_{k=1}^m P_k \cdot T_k / N_i\}] \quad \dots(2)$$

R_i: 空間 i の滞在者の危険度(回/年)

F_j: 空間 j の出火率

n: 防火区画内の出火空間の総数(iを除く)

P_k: ツリーの中でのシナリオ k の生起率

m: シナリオの総数

T_k: 空間 j からの出火で、空間 i にいた人のうちシナリオ k で避難不能となった人数(人)。

N_i: 空間 i の滞在者数(人)

上記の式を用いて各シナリオ、各火災空間に合算することで各空間の滞在者の危険度を定量化する。

6.3 病院 A への適用

a. 火災形状・煙流動予測

文献 2) より F.O.=180 秒後とし、F.O.の発生時期、廊下への煙の流出量は減光係数 Cs が 0.15 を超える時点を計算する。また、閉状態の扉からの隙間から漏れ、廊下全体に瞬時一様拡散するとした。今回は 203 秒後^{3,4)}から Cs \geq 0.15 となる。この時点で安全域に達していない人は避難不能になるとした。

b. 人間条件

① 職員

- ・放送設備がある 1 階に 1 名(警備員)
- ・警備員が火災を感知してから避難指示を出すまでは 80 秒とする。
- ・出火階は看護師 2 名
- ・上記の職員以外による消火・誘導等の活動は考えない。

② 病床数・患者の行動能力別人数

合計 105 床(3F-7F)100 床に対して利用率は 100%とする。今回対象とするのは 6F の運動能力 A が 1 人、運動能力 B が 16 人、運動能力 C が 14 人の合計 31 人とする。(表 5)

c. 火災側条件

出火時刻：夜間就寝時

d. 患者病室配置の条件

患者配置は図 4 に示しており、この配置設定(患者の配置・ベッドへの配置)については実際の病棟とほぼ同様になっている。

e. 介助・避難条件

今回は、どの病室で火災が起こっても看護師は 2 人 1 組で必ず病室 a の患者から避難させる。避難経路(安全域 階段イ、ロ)へ避難するときは火災室の前は通らず安全域までの距離の短い方を選択する。

f. 危険度を変動させる要因

危険度は患者をサポートする看護師の人数を変えるなど境界条件を意図的に変えることで変化させることができる。(表 6)そこで、条件①看護師 2 人による避難(病室から出るまで 30 秒)②看護師 4 人による避難(病室から出るまで 30 秒)③看護師 2 人(病室から出るまで 10 秒)④防火戸を設置した時の 4 つの場合の危険度を計算した。

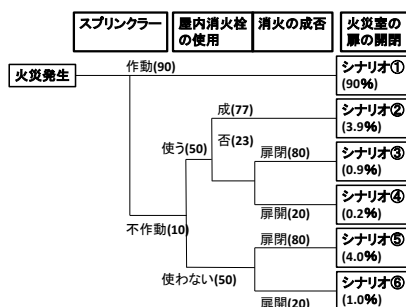


図 3 イベントツリーの構成

表 5 患者の運動能力

移動形態	自力避難		C. 介助されて
	A. 自由歩行	B. 杖歩行・車椅子	
移動速度 (m/s)	0.8	0.4	0.8
非常時の移送区分	担送		14
	護送	16	
	独歩	1	
計			31

表 6 危険度を変動させる要因

A. 火災系	A-1: 出火率 A-2: F.O.の発生時期 A-3: Cs \geq 0.15の時期
B. 設備系	B-1: 感知器の有無・作動信頼性・作動時期 B-2: スプリンクラーの有無・作動信頼性・作動時期 B-3: 火災室の扉の性能・閉鎖率
C. 人間系	C-1: 管理者が火災確認に要する時間 C-2: 初期消火活動の有無と成功率 C-3: 避難指示に時期・誘導者の人数 C-4: 避難者の運動能力
D. 空間系	D-1: 用途・規模 D-2: 平面(安全域の数・避難経路数・避難距離・廊下幅・開口部幅) D-3: 空間の使用・管理状況

6.4 結果

上記の条件①での 6F での患者の危険度は図 4 のようになる。

1. 各空間での危険度について

空間での数値が大きいくほど危険度が高く、数値が少なくて危険度が低い。1 つの病室内にはいろいろな種類の運動能力の患者がおり、さらに運動能力 C については介助順番を決めているので各個人の危険度が算出できる。避難を病室 a から開始していること、運動能力 C の人で病室の手前の人から避難介助を始めているので病室 b~f の運動能力 C の人たちは危険度が上がる。

2. シミュレーション設定について

1 より、避難困難者が多い場合、避難介助に行く看護師 2 人の行動は非常に重要になる。どの病室のどの人から避難させるという違いで患者の危険度は大きく変わって結果となった。また、看護師を 4 人にすることで避難能力が 2 倍になるため病室 c の運動能力 C の危険度は 54.4 から 24.4 へと約 1/2 に減少する。

3. 建物について

病室から安全域までの距離が長いほど避難に時間がかかるので危険度が上がる。また、病院 A は 1 フロア 1 区画になっているためこの病室で火災が起こっても炎や煙が 6F 全体に広がることが考えられる。また、病院自体が小さいので廊下に回る煙の速さも早くなる。また、条件④防火扉を病室 d 前に設置することで境界条件①と比べ病室 e かつ運動能力 C の危険度は 65.6 であったが、危険度が 30.0 と約 1/2 になる。(図 5)

7. 考察

以下 3 点 3. アンケート及び 4. 病院視察の結果と 5.6 の評価法の結果の共通項を探る。

① 安全域までの距離について

i. アンケート II-Q2-5. 病室に避難バルコニーがないところがある

→この項目は、専門家も職員も病院内で危険だと感じている項目である。避難バルコニーがないことは安全域までに距離があることと同等である。

ii. 火災発生に伴う人命危険の評価法

→図4より病院Aには運動能力Cが多い。運動能力Cは自力避難が困難なので避難に介助が必要になる。安全域までの距離で危険度が変わることは6での分析でわかっている。バルコニーがないということは安全域までに廊下を通り避難しなくてはならず危険度を上昇させる要因となる。

よって上記iで専門家と職員が危険だと感じている。iiの評価でも、防火扉を設置し安全域までの距離を変化させると危険度が下がる。

② 平面が袋小路上になっていることについて

iii. アンケートII-Q2-6. 行き止まり廊下があり通り抜けできない

→この項目は専門家も職員も危険だと感じている。

実際、病院Aは行き止まりになる場所があるため避難の時に避難経路を間違えると同じ経路を戻らなくてはならず、避難するのに時間がかかる。

iv. 火災発生に伴う人命危険の評価法

→図4を見てみると、避難させる順番にもよるが病室a避難させると仮定すると病室eのように奥の人たちは避難が遅くなり危険度が上がる。しかし、この図4から袋小路上の平面でも運動能力の高い人が避難するときには、平面の問題よりも安全域までの距離が問題になるので今回のA病院では危険度は上がらない。しかし、袋小路になっている廊下の往復距離が長いと安全域までの距離が長くなるので運動能力が高くても危険度は上昇する。また袋小路の周りの病室に運動能力Cが多いと自力避難が出来ないことに加え避難距離も延びるので危険度が大幅に上昇すると予測することができる。

よって、平面が袋小路になっていて通り抜けできないということはアンケートでも評価でも危険が高いということが考えられる。

③ 煙の漏れる量について

v. NFPA101

→表4の項目5が廊下へのドアに関する項目であるが、NFPA101は米国で作成されたもので日本の建築基準法とは異なる。よって米国では病室の扉は防火扉であるが、日本はそのような規定はない。

vi. 火災発生に伴う人命危険の評価法

→上記のように、日本の病室の扉は防火扉ではない。火災が病室で起きたときに扉を閉めても煙が扉から漏れ出てくる。よって煙で視界がさえぎられるため避難が困難となる。今回、6では避難不能までの減光係数 $C_s \geq 0.15$ と設定している。それが、米国の基準に変更され扉が防火扉になると看護師が出火室の扉を閉めるだけで避難時間が増え、どの運動能力の患者も、袋小路の多い平面でも危険度が下がることが予測できる。

上記より、米国で安全だとされている病室の扉の性能を防火扉に変更するだけで、運動能力Cは危険度が減少する。病院Aは運動能力Cが多いので扉を変えるだけでも避難時間を確保することができることがわかった。

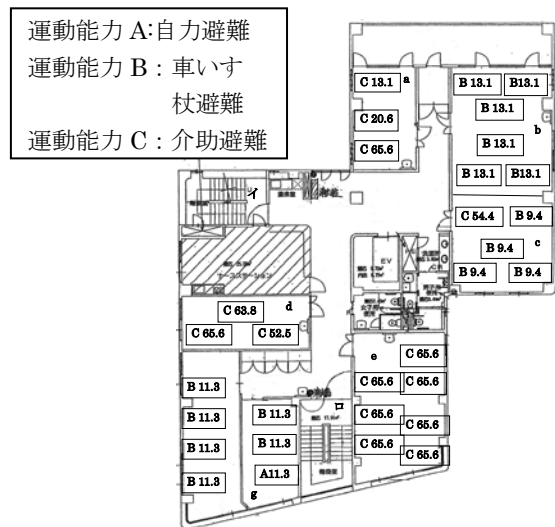


図4 看護師2人病室脱出まで30秒の危険度

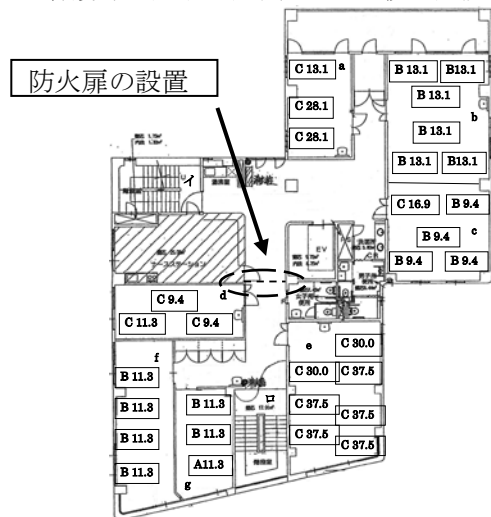


図5 看護師2人病室脱出まで30秒防火戸あり

8. 結論

病院A職員の火災に関する危機感が高い。避難訓練に多くの職員が参加し火災の知識を身につけることで実際の火災時に落ち着いて行動できるようになると考える。また病院組織として災害への意識を持ち対策に取り組む必要があると考える。

今後は、この結果を参考に職員の人数を集めて実際に避難訓練を行っていく予定である。

謝辞

今回の研究にあたりご協力いただいた病院Aの皆様、関係者の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) NFPA : (Life Safety Code), 2010
- 2) 志田弘二 : 建築計画のための性能評価手法に関する研究, 名古屋大学博士論文, 1987
- 3) 日本建築センター 編 : 排煙設備技術基準, 新日本法規出版株式会社, 1975
- 4) 神忠久 : 煙の中での心の動揺度に関する研究(第1報), 火災学会研究発表会概要集, 1979.5