

医療福祉建築 リレー連載 第5回

# 中小規模の医療機関における感染症対策

## 中長期視点での解決策で医療スタッフを守る



戸田建設(株)  
本社 建築営業統轄部 副統轄部長  
(医療福祉事業担当 執行役員)  
工藤 真人

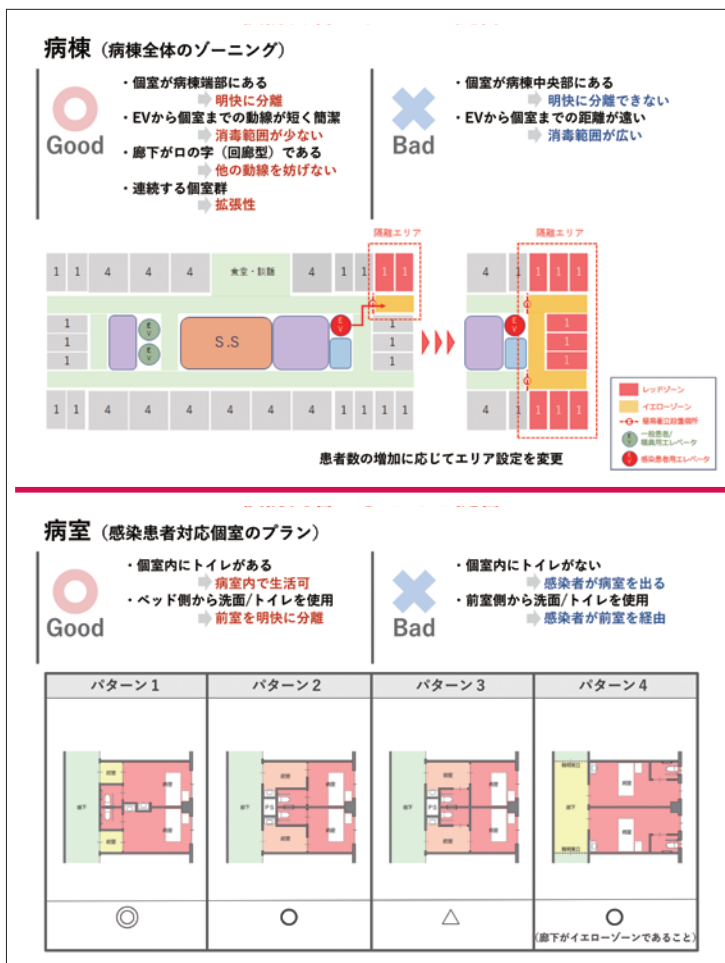
一級建築士。病院建築に携わって30年、過去には国立保健医療科学院にて研究活動。安全安心対策、精神科パス研究、事業プロセス調査を行う。約50病院の施設環境改善を業務担当(設計/営業)。

2020年初頭から世界中で新型コロナウイルス感染拡大が発生し、いまだ収束が見られず、今日までの2年以上を一言で表すと「SARS-CoV-2(以下、新型コロナ)に翻弄される時間」を過ごしたことになる。一方で、多様な試みとともに、遠隔技術の活用など「新しい時代への扉」が開いたこ

とも共通認識として存在していると思う。

感染症対策の基本は、「感染源の量(濃度)を抑えること」「取り込む可能性を減らすこと」になる。われわれは治療環境の構築を業務としているが、本稿では前代未聞の感染拡大の2年間でわれわれが実践してきたことを紹介しながら、医療機関への感染症対策をアドバイスする側として、どのような考え方で、どのような点に目を向け留意すべきかを述べてみたい。具体的手法や商品も紹介するが、これらが必ずしもすべての解決に結び付くわけではなく、多様な感染症対策の1つの“考え方”としてご参考いただければと思う。

●図表1 ゾーニング提案の一例



出所: 戸田建設(株) 作成資料

### 〈対策1〉分ける 施工不要のプロダクトでゾーニング

新型コロナに限ったことではないが、病院内の感染症対策では、まず「汚染区域」と「非汚染区域」を分けること、つまり動線の整理が必要になる。新型コロナ対策では、この動線整理を早急に行うことが求められた。

そこで、病院設計を行う際に日常的に活用している「感染管理に関するノウハウ」に注目し、主に専属施設管理者の配置が困難な中小規模の医療機関に向けて「ゾーニング・アイデアを無償提供」を行い、100を超える病院からゾーニング提供のご要望をいただいた。各病院へ提供したゾーニング提案を「病棟」「病室」「出入口階」などの院内の構造部門別に、「病棟全体のゾーニング」「感染患者対応個室のプラン」「外部出入口からエレベーター

●写真 1



●写真 2



●写真 3



ターまでの動線」など検討すべき内容を提言として冊子にまとめて発信を行った（図表 1）。

このゾーニング提供を実践する中で、以下の2つの問題点に気づくことができた。

1. 施工によって院内の特定空間に人が集まることで、院内感染のリスクが高まること
2. 施工者が従事する感染管理期間が通常工事よりも長く、対象工事の労務費が高騰すること

これらを踏まえてわれわれは次の提案として、「病院のスタッフだけで簡単にゾーニングを構築できるような方法はないか」と考え、施工不要のプロダクト開発に着手した。当社は商品開発&販売流通の専門的なノウハウを持ち合わせてはいないが、「新興感染症に立ち向かう医療スタッフを何とか支援したい」との思いから、新しいチャレンジを開始。その開発手法は、①市場調査、ブレスト、②手作業で「モックアップ」作製、仕様方針を決定、③コンセプト立案、④製品づくりのパートナー探し、⑤試作検証、⑥試作改良、⑦設置検証／ヒアリング、⑧販売と、試作・改善を繰り返しながら製品を少しずつ作り上げていく方法である。以下に②⑥⑦について、簡単に紹介する。

#### ●「②：手作業で「モックアップ」作製、仕様方針を決定」（写真 1～3）

社内会議室の1つを占有してモックアップの作製に取りかかった。先行事例が多かったビニール製の「柔らかい」パターンとアルミ製の「より堅牢な」パターンの両方で検討を開始。ビニール製には軽さ等の利点もあったが、掃除の問題やどこを触ったのかわかりにくいなどの意見もあり、

●写真 4



アルミ製の「より堅牢な」パターンで検討を進めることになった。

#### ●「⑥試作改良」（写真 4）

設置をいかに簡単に行えるかにもこだわった。1つが脚立に乗って作業をする必要がないようにしたこと。スピードを優先し開発をしたが、素材選びや調整方法については何度も何度もトライを重ね決定した。

#### ●「⑦設置検証／ヒアリング」（写真 5）

プロダクトの開発手法には様々な方法があるが、プロダクトアウトとマーケットインの中間的な方法で進めていった。その際に重視したのが実際の検証作業である。販売前に医療機関の協力を得て、本当に使えるものなのかを実際に触ってもらい意見を聞き、それを反映し、また検証することを繰り返した。確認ポ

●写真 5



●写真 6



●写真 7



イントは、「搬入から設置まで」「設置後の使い勝手」などがメインである。貴重な意見をいただき、さらに改良を重ね（2020年12月）、2021年2月より販売をスタートさせた。開発から発売までの期間は約7カ月だった。

写真6・7が、実際の当社のプロダクトである。コロナ対応指定医療機関のような多数の患者を受け入れる病院などでは、フロアを丸ごと新型コロナ対応の感染症病棟にすることも可能だが、それが可能な病院ばかりではない。当社のプロダクトは大掛かりな工事を必要とせず、感染者の増減に応じ容易に区画を再構築できるのが最大の特徴である。柔軟な病棟構成の変更は、ベッドの稼働率向上に結び付くわけだが、何より視覚的に不用意に人が感染エリアに入ることができない対策ツールになっていると考える。

### 〈対策2〉濃度を抑える 可搬型デバイスの活用で換気

感染拡大を抑制するためには、感染源となるウイルス量（濃度）を抑えることも必要になる。つまり空気の清浄化だが、新型コロナ対策として多く用いられたのがHEPAフィルターであった。0.3 $\mu$ mまでの粒子を捕獲できると多用されたが、換気空調設備を改造したり、HEPA付空気清浄機を追加設置する「工事」が伴った。そのため課題となったのが、下記の5つである。

1. 大掛かりな工事=高額な工事費用を要する
2. 設置する部屋の稼働停止=膨大な収益損失

3. 院内感染が発生すると入場規制で迅速な工事ができない
4. 新型コロナ以外の感染症への対策も必要
5. 大規模な変更を行った場合は工事完了後の継続的な対応が不可欠

新型コロナは未知のウイルスで、感染経路や感染力などあらゆることが未知数である。そうした中での工事には不安が伴うものである。また、既存空調システムへのHEPAフィルターの追加工事で全館の空調が大きく変化してしまう懸念も生じる。

当社は「工事」という部分でビジネスを行っているが、新型コロナ対策では「工事」にこだわらず有用なあらゆる方法を模索すべきと考えた。あらためてエアロゾル感染に着目し、「空気中の感染源の量を減らす」ことにフォーカスしてみると、既存の対応方法に問題があるのではとの考えに至った。そこで「もっと容易に状況が変化したときに都度対応を変えられるような方法や技術はないか」と、国内外の情報を集めて調査した。

そして、解決策の1つとして到達したのが可搬型の空気浄化装置の設置・活用である。

その他の装置としては、オゾンや紫外線などの技術による解決も多数あるが、ウイルスに対して効果のある濃度や波長は、人体にも有害である。たとえば、オゾンを人体有害ではない濃度にして噴霧すれば、ウイルスに効果を発揮するまでに長い時間が必要となる。時間を要するということは、その間はヒトとウイルスが同じ空間に存在することになる。ヒトがいない中で噴霧する方法もあるが、作業の間その場所は使用できなくなる。

紫外線も、空気中やモノに付着したウイルス等を破壊するが、原則、人がいない場所で照射する必要がある（人体に害のない波長の装置も登場し実用化されている）。また紫外線が当たらない場所への対策等を別途考える必要が生じる。

どのような方法にも一長一短がある中で、さらに選択肢はないのか、手を尽くして調べることが重要と考えた。

そうしてたどり着いたのが可搬型空気浄化装置による解決であった(写真8)。機種を選定にあたってわれわれが重視したのは「①どのような技術であるのか」「②導入実績」「③エビデンスは存在するのか」「④次の展開も見据えているのか」という4つのポイントであった。

### ●写真 8



空気浄化装置「GENANO (ゲナノ)」(フィンランド製)

以下に、各ポイントでの留意点を述べる。

#### ①どのような技術であるのか

選択肢の精査では、本当に有効な技術として判断しているのかが最初のステップになる。

集塵力が低下することなくウィルス・細菌・カビの不活化滅菌を行い、臭いや音の問題も発生しない。そればかりか、陰圧・陽圧の部屋を簡便に創ることできるというマルチな技術が、“エアロゾル”(最近では“空気”も)が主要な感染経路として示されている新型コロナ対策にはマッチしていると判断した。特に「臭い(臭気除去)」「音(MAX 42dBの静音性)」は、中等症患者が増加している中では重要な要素と考えたことを付け加えておく。

#### ②導入実績

新しい技術については導入事例がないことも多数あるが、他に類似した技術がないのかも含めて一度調査が必要であると考え世界中の導入事例を調査した。その結果、世界40カ国以上で20年間にわたる販売実績がある製品であることが確認できた。2002年の重症急性呼吸器症候群(SARS)や2012年の中東呼吸器症候群(MERS)の発生時も各地で使用され成果が報告されていた。その後も淘汰されず現在まで活用されていることは、信頼に値するものと考えた。

#### ③エビデンスは存在するのか

医療現場で使用するためには、試験などによるデータの裏付けが求められる。たとえ技術的によいものとわかっていても、具体的な指標がなけれ

ば判断できないためである。当該プロダクトについては発売20年という期間の中で、様々な国や機関で検証が行われ、次のような試験結果に基づくエビデンスが示されていた。以下にその一部を紹介する。

#### 【微生物除染試験の結果(2004年・ポーランド)】

装置を通過した空気から真菌細菌の除去・破壊を確認。数日間の長時間使用でも濾過効率が落ちないことも確認。0.003 $\mu$ m以上の微粒子が99.999%減少。ISOクラス5に相当するレベルに部屋の清浄度が改善されたことが報告された。

#### 【微生物除染の動態測定結果(2005年・フランス)】

グラム陽性菌(ミクロコッカス・ルテウス)、グラム陰性菌(大腸菌)、芽胞状態の枯草菌、酵母菌(サッカロミス・セレビシエ)、真菌(クロコウジカビ)すべてが40分以内に除去不活化されたことが報告された。

#### 【微生物学的効果試験の結果(2020年・フィンランド)】

Bacillus菌(芽胞)、真菌(クロコウジカビ)、表皮ブドウ球菌(皮膚常在菌)、バクテリオファージMS2(コロナ代替のRNAウイルス)をエアロゾル充填した30 $\text{m}^3$ 試験室で試験を実施。これらすべての微生物を99.999%除去したことが確認された。

このように海外でのエビデンスが複数あったが、残念ながらそれだけでは不十分である。重要なのは日本ではどうかというエビデンスであり、国内の蓄積されたデータが求められる。

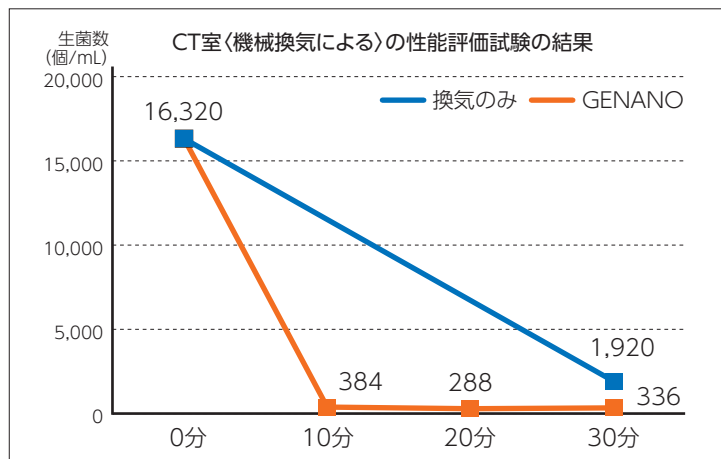
そこで、われわれは実験環境ではなく実際の医療環境下で、性能評価試験を行った。実施した2例を紹介する。

#### 【一般清潔区域における塵埃と生菌の相関試験

(2020年・某国立大学病院)】

「室内に浮遊する生きた菌の数」をカウントした結果、当該プロダクト併用により浮遊生菌数が減少していた(次頁図表2)。一方、塵埃はドアなどから流入するので緩い減少を示した。塵埃コントロールが難しい一般環境においても、「浮遊生菌を確実に除去できる」ことが証明できた。

●図表2 浮遊微生物（生菌数）計数試験結果の一例



出所：戸田建設（株）作成資料

#### 【クリーンルーム（ISOクラス7）での清浄度性能測定

（2020年 某市立大学病院）】

超微粒子ろ過試験を実施、最小0.08 $\mu$ mまでの微粒子の検出調査を行った。結果は0.08 $\mu$ mまでの微粒子検出はオールゼロを記録した。

また、ISOクラスではレベル1～2に相当する評価が得られ、高度清潔区域ではより清浄度の向上が認められ、清浄度を上げたい空間での能力も保有していることが示された。

独自評価試験に取り組んだのは、海外のエビデンスデータを信用していないからではない。安全・安心を提供するためには必要なものと認識しての取り組みであった。

#### ④次の展開も見据えているのか

当該プロダクトは可搬型であり、汚染源や汚染が拡大する可能性のある場所で空気を浄化するという使い方が一方、空調ダクトと接続する設備機器としての使い方も可能である。海外では「建築換気システム」として活用されている。先が見えない中だからこそ、次の展開への可能性があるのかも徹底的に確認することは大切なポイントだと思っている。

### 「事前の対応」と「事後の対応」を想定した感染症対策を

当社は「工事」という方法での課題解決を主戦場に行っているが、奇しくも新型コロナウイルスという新興感染症の台頭の中で、「今までのような方法では

解決できないことも多数発生する」ことを認識するに至った。そして先が見えない中での「工事」への負担が、どのようなカタチで後々跳ね返ってくるのが最も注意した部分であった。

前提として中小規模の医療機関では、「工事」という解決策を判断するための専門部署や専門職員を配置することが難しい現状にある。

そのような現実も踏まえて、当社が提案した新型コロナウイルスの解決策は、下記2点である。

1. 分ける⇒感染症対策ユニットというプロダクトによる課題解決
2. 濃度を抑える⇒可搬型空気浄化装置というプロダクトによる課題解決

2つはいずれもプロダクトによる課題解決法であり、大きな変更を必要とせず、かつ容易に対応できる部分がメリットと考えている。

ただし、2つともに、新型コロナウイルスが発生した後の「事後の対応」である。新型コロナウイルスの台頭は、新興感染症がいつでも発生し得ることを周知の事実とした。今後は、変化の予兆を捉える仕組みを準備しておくことも考えておかなければならないとの教訓である。

たとえばIoT技術とAI技術を活用して「事前の対応」を行うようなアプリケーションを開発することも1つである。こうした「事前の対応」と「事後の対応」の2つの組み合わせは、さらなる効果を発揮することになると考える。どちらも科学技術で構築可能な対応であるが、一方で「すべてが目的を達成するための手段にすぎない」との認識を頭の片隅に入れておきながら構築していくことを忘れてはならないだろう。

新型コロナウイルスの感染拡大は、われわれゼネコンに「工事」という解決方法だけでは、発生しているすべての課題を解決できないことを再認識させる機会となった。医療機関内で起きている課題を解決するだけでなく、世界に広く目を向け、解決策をゼロベースで考え、各ジャンルの専門家と連携して実行する力を養い、適時的確な提案に努めたい。