

1 はじめに

2020年初頭に中国・武漢を発生源としたCOVID-19（通称：新型コロナウイルス感染症）の世界的流行により、欧米を中心とした各国で都市封鎖や外出制限がかけられ世界経済は低迷を極めた。日本においても欧米のような都市封鎖とまではいかなかったが、外出自粛が求められ人々の移動が無くなったことで多くの産業で甚大な損害を受けた。中でも旅行業界に与えたダメージは凄まじく、宿泊者数が5月には前年同月比で-84.8%となるなど壊滅的な打撃を受けたことは記憶に新しい。それに伴い公共交通機関においても利用者数の大幅減が見られ、JR東日本では新幹線と在来線特急で前年同月比-89%、飛行旅客は-93.4%と甚大な影響を受けた。その後はGoToキャンペーンなどもあり回復基調にあるとされるが、11月の3連休には第3波襲来を菅総理が実質的に明言しGoToキャンペーンの運用見直しを図るなど依然として厳しい状況が続いている。【出典1・2・3】

これらの事象を踏まえ本稿では、再び旅客が安心して飛行機を利用できるように、そして感染をおこさないようにするために、他国空港における新型コロナウイルスの自動除菌技術を紹介し、それらを活かすことによって空港内での利用者と従業員双方の感染を防ぐとともに、利用客に感染症対策実施をしているという安心感を与え航空需要の回復を目指していくものである。

2 新型コロナウイルスの感染メカニズム

すでに多くの方がご存知であろうが、改めて感染のメカニズムを現在分かっているところまで述べていく。なぜならば感染メカニズムを正確に把握しないままその対策をすることは不可能であり、それぞれの感染経路によって有効な対策も異なるからである。感染パターンは4つあり、それぞれ、飛沫感染、空気感染、接触感染、動物から人への感染である。以下に記すのはアメリカ疾病予防管理センター(CDC)が述べている10月28日現在の最新情報である。

2-1 飛沫感染

飛沫感染とは、口や鼻から飛沫が放出されたときに至近距離(おおよそ2メートル以内)にいる他者がそれらを吸引してしまったり直接飛沫が鼻やのどの粘膜についてしまったりすることで伝播してしまうことである。感染性のある人が咳、くしゃみ、歌唱、会話、呼吸をした際に飛沫が放出されそれを粘膜で受け止めてしまうことで感染してしまう。新型コロナウイルスの感染経路のほとんどはこの感染経路だと言われている。

2-2 空気感染

換気の悪い場所で激しい運動や歌唱をした後や飛沫から水分が蒸発し、感染性のある極めて小さい飛沫や粒子が空気中に滞留してしまうことがおこる。それらの量がある一定以上に達してしまったときに、

呼吸の際にウイルスを吸い込んでしまうことで感染をしてしまうことがわかっている。

2-3 接触感染

ウイルスを含む飛沫がモノの表面に付着し、そのウイルスに触れてしまい手などから目や鼻の粘膜に付着し感染を引き起こしてしまうことである。新型コロナウイルスはモノの表面で長時間生存することがわかっており、摂氏 20 度前後の室温環境下ではプラスチックなど表面が滑らかなものの上でおおよそ 6 日間、繊維などでおおよそ 2 日間生存することがわかっている。【出典 4】

2-4 動物から人への感染

動物も新型コロナウイルスに感染し理論上人へ感染させうるが、空港などで想定されるケースでなく、また実例報告もないのでここでは記さない。

3 感染防止対策及び除菌方法

前述した感染を防ぐには、兎にも角にも新型コロナウイルス感染者からウイルスを放出させないということにつきる。飛沫の放出に関して 10 月に東京大学医科学研究所から出された資料では、ウイルス感染者が正しくマスクを着用することによってウイルスを放出する量が約 60%抑えられることが分かり、翻って吸引する側のみマスクをしている場合は約 40~50%に抑えられる。さらにどちらもマスクを正しくしていれば約 70%程度にウイルス吸引量を抑えられることが分かった。そのため理論上全員がマスクを正しく着用していれば吸引するウイルス量にある一定程度抑えられるということになる。またスーパーコンピューター「富岳」を使ったシミュレーションによって、飛沫は直進性が強いことが報告されていることよりパーティションなどで仕切りを作ることも飛沫感染予防には効果がある。【出典 5・6】

空気感染においてはエアロゾルと呼ばれる通常の飛沫よりもはるかに小さい飛沫が空気中を舞うことで起こる感染であり、換気によってエアロゾルを屋外に放出し濃度を下げることによって感染を防止することができる。

以上、二つの感染方法においては空港という公共の用に供する施設が対応することは比較的容易であると言える。なぜならば日本国内においては公共の場に出かけるときにマスクをつけることは一種のスタンダードになっており、パーティションなどにおいても

ほとんどの空港で既に採用されている実績があるからである。更に厚生労働省より 3 月末に出された指針において、ビル管理法が定める換気基準に準拠することで空気感染対策に十分な換気が行われていると考えられると明記されていることを考えると、空港内で換気が不十分なことが原因で空気感染が起こるリスクは低い。(更に空港では換気設備による対策だけではなく、窓やドアの開閉などによる換気もすでに行われている。) 【出典 7】

しかし、接触感染対策となると話が少々変わってくる。接触感染対策には実質無限ともよべる除菌対応を迫られるからである。接触感染対策に万全を期すには、人が触れた場所をその都度除菌するという対

	マスク無との比較
排出側に綿マスク	57%減
排出側に不織布マスク	58%減
吸引側に綿マスク	37%減
吸引側に不織布マスク	50%減
どちらも綿マスク	67%減
どちらも不織布マスク	76%減

表①：マスク有無によるウイルス吸引量比較

策が求められる。だが人が触れたそばから全て除菌することは、人的リソースの制限を考えても不可能であろう。しかし、多くの人に触れると考えられる場所、モノを重点的に毎回除菌することは工夫次第で可能である。それらについては機械に任せることによって作業者の感染を防ぐという観点、除菌を確実に遂行できるという方法、また人員を適切に配置し機械に除菌を任せられない場所の除菌効率をあげるといった方法でメリットを享受することができる。

人々がよく触れる場所とはエレベーターの押ボタンやセルフバッグドロップのタッチパネル、手すりなどがあげられる。そして人々がよく触れるモノとは保安検査トレイや大型手荷物向けの通いかご、カートなどである。そして海外空港においては、モノの除菌を自動化している例が多く見受けられる。

4 接触感染を防止するための提案

前項でも述べた通り接触感染を予防する上で機械に頼らない場合は、多くの人を割く作業が求められる。しかし、多くの人に触れるモノや場所に関しては除菌を自動化することで効率を高め貴重な人的リソースの無駄遣いを抑えることができる。以下においては、弊社が代理店を務める Sanycar 社と SaniPass 社の自動除菌技術を紹介していきたい。

4-1 Sanycar 社

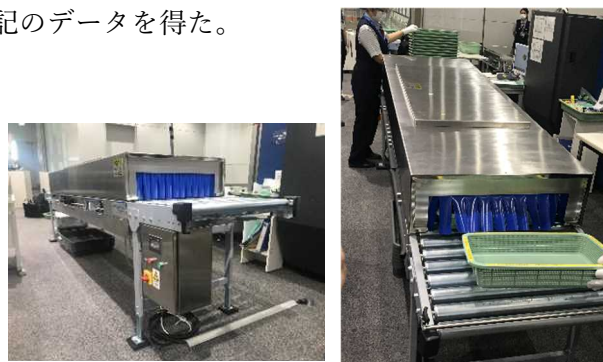
イタリアに本拠を置く UVC(深紫外線)を用いた除菌装置メーカーで、保安検査トレイやカート、預託手荷物を除菌する機械を製作している。UVC ライトは 20 世紀初頭から既に消毒の手段として使われており、上水道や食中毒防止の為に除菌など我々の生活にとってなくてはならない除菌手段としてなっている。

すでに、UVC ライトを用いた新型コロナウイルスの不活性化には論文が何本か上梓されており多数にばらつきはあるものの、最低 3.7mJ/cm² ほどの UVC ライト照射があると 99.9%の不活性化が確認されるとされている。これは季節性インフルエンザなどに比べると低い数値になっており、既に病院などに導入されている UVC 除菌装置などでも充分に対応できるということを示している。

Sanycar 社はいち早く UVC を用いた除菌装置を開発し、2020 年 3 月下旬にはイタリア国内の 3 空港に送り出した。日本国内では保安検査トレイ除菌装置が 10 月 14 日から 11 月 5 日までの日程で NPO 法人・空港に於ける RFID 技術普及促進連絡会(ARTA)様が企画した RFID タグを用いたカート除菌情報のトラッキング、及び預託手荷物の返却時間を利用者に知らせるシステムの実証実験にて中部国際空港で使用されていた。私たちは上記、実証実験期間中に富士フイルム株式会社様にご協力いただいて保安検査トレイの各部における UVC 照射量を確認し、下記のデータを得た。

計測部位	UVC 照射量
トレイ底面	約 10mJ/cm ²
持ち手部分上部(進行垂直)	約 10mJ/cm ²
持ち手部分横部(進行垂直)	約 3.5mJ/cm ²
持ち手部分裏面(進行垂直)	約 4mJ/cm ²

表②：各部位における UVC 照射量(抜粋)



写真①：実際の機械様子と運用風景

これらのデータから、新型コロナウイルスを不活性化するにはほぼ十分な UVC がトレイに当たっていることが分かった。光が当たりにくい部分、例えば隣のトレイと接している進行垂直部などにおいては 3.7mJ/cm² の照射量を少し欠いていたが UVC 照射部を通過する時間を長くすることや、トレイの投入方法を工夫することなどで改善させ UVC 耐性の強い季節性インフルエンザ等も、実績からの計算によると除菌できると考えている。また、同社は独シーメンス社と共同で預託手荷物に対する UVC 除菌装置の開発も行っており、同社の UVC 除菌装置は欧州を中心に 20 基ほどの導入実績をすでに持っている。

4-1-1 保安検査トレイ除菌の必要性

我々は同社製除菌装置の中でも、前述した UVC を用いた保安検査トレイ除菌装置に強い関心を寄せている。なぜならば、接触感染のリスクが非常に高いポイントの中でも傑出して保安検査トレイの利用回数は多い。英国ノッティンガム大学の研究によると空港内で最も細菌が繁殖している場所が保安検査場トレイであることが明らかになっている。また除菌しようと考えた時にかかる人的リソースを考慮すると、今後航空需要が回復してくる中で自動化によるメリットが一番高いと考えられる。【出典 8】

例えば、日本航空と全日本空輸の来年 3 月の航空需要予測を見ると、2019 年比で見たときに国内線でおおよそ 8 割、国際線でおおよそ 5 割までの回復を見越している。仮にその数字まで回復した場合、日本で一番利用者が多い羽田空港では国内線 142,211 人/日、国際線 23,047 人/日の利用を見込んでいるということになる。合わせると 165,258 人/日の利用ということになり、乗客数は半分の 82,629 人と計算でき、全員が保安検査場を通過する際にトレイを利用する。電子機器などと機内持ち込み手荷物は別々のトレイに入れることなどを勘案すると、利用客数の二倍であるのべ約 17 万台の保安検査トレイが使われる計算になる。【出典 9・10・11】

その場合、どれほどの人が除菌作業に必要なのか計算してみよう。羽田空港における 11 月の商用飛行が 6:10~22:55 であるので、保安検査場は 5:30~22:30 の 17 時間運用だと考えたときに、2 シフト制で 1 人が 1 台 30 秒で除菌完了させるとしたら 167 人が除菌作業のみに従事しなければならない。しかしトレイ除菌装置に置き換えた場合、1 台 5 秒ほどに短縮でき、更に 1 人で 2 台の機械を使うことができるので 14 人で同じ作業ができる。この場合、除菌作業に係る人数を約 1/12 に削減することができる。

4-2 SaniPass 社

カナダに本拠を置くドライフォグ技術を用いた除菌装置メーカーで、ドライフォグを預託手荷物や貨物に噴霧することで全く濡らすことなく除菌できる装置を作製している。ドライフォグ技術とは液体を 10 マイクロメートル以下の粒子にしてノズルより拡散させる技術である。10 マイクロメートルとは 0.01 ミリメートルと同じ大きさなのでその小ささがわかるであろう。なぜ全く濡れないのかというと、20 マイクロメートル以下の粒子がモノに当たった時には破裂せずに反発をするという効果を使っているからである。そしてドライフォグには人体に無害だが強い除菌効果を持つ微酸性電解水を使用している。微酸性電解水とドライフォグ技術の組み合わせによって、所持物やスーツケースに一切の害を与えることがなく、微酸性電解水の特性である除菌効果を保持したままあらゆるものを除菌できるのである。また彼らは微酸性電解水ドライフォグを使用して体全身を除菌する装置も海外にて納入実績があるが、除菌能力を持つドライフォグを人体に向けて噴霧することの安全性について公式見解がまだないため、

更なる研究が待たれている。

この技術の一番のポイントは、水から生成した除菌液で除菌を行えるという点にある。環境に優しく、食品添加物としても安全性が認められているため通常使用によつての悪影響は考えられない。航空預託手荷物専用のドライフォグ噴出装置など、商品バリエーションも豊富なため、組み合わせて使用することにより空港利用者のみならず空港従業員に対しても感染症対策の徹底を図ることができる。



写真②：預託手荷物除菌装置

5 各国での導入事例

既に前項でも触れているが、改めてこれらの自動除菌技術をすでに取り入れている空港についていくつか述べていこうと思う。UVC 除菌技術はすでに多くの空港で本格導入または、テスト導入されており、ヒースロー空港やヘルシンキ空港などのヨーロッパのハブ空港を始めとして、韓国のインチョン空港でもすでに保安検査トレイ除菌システムをトライアル導入している。前述の Sanycar 社製品は、マルペンサ空港、リナーテ空港、シンガポール空港を始め、ナポリ空港やカリアリ空港など比較的小規模な空港においても、継続的な負担となる人件費をかけることなく確実に除菌を行うことができることが高く評価され、既に運用を開始している空港もある。

国内では前述の通り NPO 法人の ARTA 様企画の元、中部国際空港において先月初旬まで、保安検査トレイ、カート、預託手荷物除菌装置を 1 か月ほど試験運用していた。試験運用の評価などは現在取りまとめている最中だが、私どもがハンドリングした保安検査トレイ除菌装置においては、トレイ 1 台につき除菌に 30 秒程度かかっていた時間が 5 秒ほどに短縮でき、また定期的に発注していた消毒液も不要になっている。【出典 12・13・14・15】

ドライフォグ技術についても多くの空港で採用にむけての話し合いが進んでいる。例えば、プラハ国際空港には先ほど紹介した SaniPass 社の全身消毒装置と預託手荷物消毒装置がすでに導入済みである。また、少なくとも 5 つ以上の空港で導入に向けた話し合いが進んでいるということである。

これらの UVC やドライフォグを用いた除菌装置を用いることのメリットは、本質的な除菌の徹底はもちろんだが、装置を使うことによって利用客に心理的な安心感を与えることにもある。

6 将来展望

将来的には UVC 除菌装置とドライフォグ除菌装置を空港に適材適所で配置することによって、外部から感染症を持ち込ませず、また咳やくしゃみによってモノに付着した飛沫から広がる接触感染を防ぐことができるようにする。さらに、国際的な人の往来が回復してきたときにマスクの着用や手指消毒を異なる文化や考えを持つ人々がお願いベースでの感染症対策に協力してくれるのかという疑問点にも除菌を徹底することによって対応していく。要するに、今までは利用客に対しお願いベースで行っていた感染症対策をシフトチェンジしていくことである。何かに触ったら手指消毒をする、マスクで飛沫の排出を抑えることによって多くの人が触れる場所にウイルスを付着させないという対策から、多くの人が触れる場所の除菌の回数を増やし徹底させることで感染症対策をするという考え方である。WHO の調べではこのパンデミック下においてもヨーロッパでのマスク着用率は 60%ほどであるという。世界的

な人々の往来が戻ってきた時に、利用客がお願いを守らないと嘆くのではなく、それを計算にいった感染対策をしていくことを目指した方が良いのではないか。それによって利用客、従業員双方を感染から守っていけるようにしたい。【出典 16】

7 まとめ・結論

以上のように、世界各国の空港において除菌作業の自動化がすでに進んできている。手作業の除菌と比べた際に自動の除菌技術が与えられる大きなメリットは、一つには除菌作業の定量化によって除菌ムラを無くすことができること、そして人的リソースを大幅に削減できること、更に人力では対応できないほど膨大な数を除菌することができる点である。

これらの技術は人が密集することで伝播してしまう新型コロナウイルスを抑えるのに非常に効果的である。なぜならば除菌作業の為だけのために人を雇い入れたりする必要は全くなく、除菌作業中に誤って感染してしまうリスクも防ぐことができるからである。

新型コロナウイルスが流行を続けようが続けまいが、定期的に新種の感染症が出現し世界を騒がせている事実がある中で、ウイルスや細菌が繁殖している公共物をそのまま使い続けるという選択肢を存在させていいはずがない。しかし、除菌にかけられる人数は限られている。そうなれば自動除菌のメリットを享受して感染症に対する対策をしていかなければならないだろう。目先の事態だけでなく今後起こりうることも考えて航空産業を守るためにも、機械による自動除菌を普及させていくべきだと考えている。

出典 1 観光庁 <https://www.mlit.go.jp/kankocho/siryoutoukei/content/001355872.pdf>

出典 2 NHK <https://www.nhk.or.jp/politics/articles/statement/39315.html>

出典 3 eStat https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00600360&tstat=000001136503&cycle=1&year=20200&month=12040605&stat_infid=000031968850&result_back=1&tclass1val=0

出典 4 ナレッジキャピタル 山田進 https://kc-i.jp/activity/kwn/yamada_s/20200519/

出典 5 東京大学医科学研究所 <https://pc.watch.impress.co.jp/docs/news/1284495.html>

出典 6 理化学研究所 坪倉誠 <https://www.r-ccs.riken.jp/wp-content/uploads/2020/10/201013tsubokura.pdf>

出典 7 厚生労働省 <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>

出典 8 ノッティンガム大学 <https://www.nottingham.ac.uk/news/pressreleases/2018/september/airport-security-plastic-trays-harbour-highest-levels-of-viruses-study-finds.aspx>

出典 9 日本航空 https://www.jal.com/ja/investor/library/results_briefing/pdf/fy2020q2_1030ja.pdf

出典 10 全日本空輸 https://www.ana.co.jp/group/investors/data/kessan/pdf/2021_10_1.pdf

出典 11 国土交通省 https://www.mlit.go.jp/koku/15_bf_000185.html

出典 12 BBC <https://www.bbc.com/news/av/technology-53525018>

出典 13 Finavia airport <https://www.finavia.fi/en/newsroom/2020/finavia-will-start-piloting-uv-c-technology-disinfect-security-control-trays-after>

出典 14 mobihealthnews <https://www.mobihealthnews.com/news/asia-pacific/incheon-international-airport-trials-uv-light-tray-disinfection-tech>

出典 15 中部国際空港 <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000274.000024522.html>

出典 16 NHK <https://www3.nhk.or.jp/news/html/20201120/k10012721811000.html>