

タクシーの感染症対策 ～多重防護の視点から～

電気通信大学大学院 特任准教授 石垣陽

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染経路は「接触」「飛沫(せき・くしゃみ)」「飛沫核(空気感染)」の3種類しか無いので、それぞれの感染経路毎に、その場の特性に応じた感染症対策を行うことが重要である。対策は1つだけではモレ・ヌケが必ず起きるので、2つ以上を組み合わせることで多重防護することがリスク管理の基本である。しかし、これらタクシーの感染症対策のうち、「接触」については現状、有効な多重防護がなされていない。そこで新しい防護策としてオゾン・深紫外線技術の有効性を考察する。

2. タクシーの感染症対策

まずタクシーの感染症対策について、「接触」「飛沫」「飛沫核」の3つについて、それぞれ第一と第二の防護策としてどのような対策が有効かを考察する。

まず「接触」についてだが、内装材(シート・フロアマット・つり革)、金銭やトレイを介した乗客対乗客や乗客対運転手の感染経路が、最もウイルスの潜む量が多いと考えられ、従ってリスクも大きく、徹底した対策が求められる。これに対して第一に挙げられる有効な対策はアルコール等による「拭き取り」だが、最も面積の多い繊維系のシート、フロアマットや内装材をまんべんなく拭き取ることは容易ではない。そこで重要になるのが、今回のテーマでもある深紫外線やオゾンといった第二の防護策だが、これについては後述する。

続いて「飛沫」だが、これは第一にマスクの着用が重要になる。昨年11月にマスク未着用者を乗車拒否することを国交省が許可したこともあり、乗客のマスク着用率は限りなく100%に近づいているだろう。また第二にアクリルパネルや塩ビシートにより前後の飛沫は確実にブロックされており、国内の多くのタクシーにおいて、飛沫感染のリスクは相当抑えられているといえる。

最後の「飛沫核」だが、これは直径数ミクロン以下のウイルスを含む微粒子を介した感染である。第一の防護策は飛沫と同様にマスクだが、通常のマスクだけでは漏れ率が高い¹た

¹ 結核の感染以降、CDCがN95やDS2などの防じんマスクが飛沫核感染に対して有効だとしており、今でも多くの感染症対策の現場で使用されている。実はN95/DS2のフィルターは、我々が普段使っている不織布マスクと同種のメルトブロー不織布である。しかし

め、これを吸い込んでしまう確率が高い。そこで第二に重要になるのが換気である。富岳のシミュレーションにより、タクシーでは外気導入モードとすることで、窓を閉めていても1分半で空気が入れ替わることがわかっている。これは換気回数にすると40回/hであり、非常に良好な環境だと言える。換気を行えば、ウイルスを含む飛沫核があっても、それが外に排出され、新鮮な空気が代わりに導入されるので、感染症対策には非常に有効である。さらに第三の防護策として、車内に空気清浄機を設置することも考えられるだろう。しかし、40回/hの大風量で空気清浄を行うことはなかなか難しいため、あくまでも換気に対する予備的な位置付けであるといえる。

3. 接触感染における第二の防護策としてのオゾン、深紫外線の役割

タクシーの感染症対策のうち、「接触」の防護策については現状、有効な多重防護がなされていないといえる。そこでオゾンと深紫外線による対策の有効性を考える。

オゾンは強い消毒/殺菌作用があることが知られており、藤田医科大学の村田貴之教授(ウイルス・寄生虫学)らの研究グループは、0.05ppm または 0.1ppm の低濃度のオゾンガスでも新型コロナウイルスに対して除染効果があるということを、世界に先駆けて実験的に明らかにしている²。特にタクシーのような複雑な狭い空間で、オゾンガスを用いれば奥深くまで消毒効果を期待できるだろう。一方でデメリットもある。まずオゾンには独特の匂いがあり、コピー機やレーザープリンターもオゾンを発するので、あの印刷後の生臭く甘い匂いといえればおわかりになる方も多いただろう。オゾンの匂いは0.1ppmを超えるとかなり強く刺激臭のように感じられる。さらに、オゾンの作業環境基準値は0.1ppmであるため、少なくとも0.1ppmを超えないよう、適切に機器を管理する必要があるだろう。今後は、オゾン消毒装置のオゾン放出量の管理や、オゾンセンサとの併用による制御、第三者機関によるオゾン濃度の検証も重要となる。

深紫外線(UVC)は紫外線よりも短い波長を持つ光であり、専用のLEDで照射できる。UVCは新型コロナウイルスの不活化作用があるとされ、宮崎大学の研究では280nmの深紫外線LEDを使用し積算光量37.5mJ/cm²の条件下で99.9%が不活化されている。LEDを天井のルームランプ近傍に設置すれば広範囲を照射できることから、タクシーへの応用に向いている技術だといえる。しかし深紫外線にも大きな注意点がある。それは、皮膚に有害

N95/DS2では、ゴムバンドによる強い力で肌に押し付けてフィッティングを強制的に向上させ、空気の漏れを防いでいる。一般のマスク(フェイスマスクまたはサージカルマスク)は、耳掛け方式であるため、そこまで強くフィッティングすることができない。そのためどうしても肌とマスクの間に隙間ができてしまい、外気をそのまま吸い込む割合(漏れ率)が高くなる。一般にフェイスマスクの漏れ率は、30%~90%程度とされ、個人差が大きい。

² <https://www.fujita-hu.ac.jp/news/j93sdv0000007394.html>

であるという点である。深紫外線はウィルスの DNA だけでなく、ヒトの皮膚細胞の DNA にも悪影響を及ぼすため、発がん性が指摘されている。また、モデル女性が飲食店の紫外線照射によるコロナ対策でヤケドした事例³が報告されているように、強いエネルギー量を持つ光線照射にはリスクが伴う。一方でタクシーには、乗客が乗っていない「空車」という時間帯がある。この時間を有効活用し、乗客の乗る後部エリアにだけ深紫外線を照射すれば、効率よく安全に消毒を行うことが出来る。もちろん、運転席側に深紫外線が漏れ出ないように設計する必要がある⁴。あるいは、万が一システムの故障により乗客に深紫外線が照射されることがないように安全設計（フェールセーフ）、さらに、例えば実車中に運転手が間違っても、照射ボタンを押したとしても、システムがそれを抑制するような失敗回避機能（フォールトトレラント）も重要である。

タクシーの特性をうまく活かし、感染症に対する万全の多重防護により、世界で一番、快適・便利で安全な乗り物として、新しい日常が生まれることを切に願っている。一技術者として、その安全技術の開発に貢献して行きたい。

以上

³ https://news.biglobe.ne.jp/trend/0123/bps_210123_7772390784.html

⁴ アクリルや塩化ビニールは深紫外線をほとんど通さないことも好都合といえる。