

2 6 飛行機の旅は安全か？

前著、「新型コロナウイルス感染症 30 の研究」の 28 章で、飛行機での無症候性感染の伝播の可能性について紹介しました¹⁾。COVID-19 の症状のある、または発症前の乗客による機内感染について、最近の報告^{2)・4)}を紹介します。

1) SARS-CoV-2 の飛行中での感染

ロンドン大学衛生熱帯医学大学院の Choi ならびに香港大学の Cheng らのグループ²⁾は、香港で 2020 年 1 月 23 日から 6 月 13 日までに COVID-19 の診断が確定した 1,110 名の香港公衆衛生データ (CHP public records, Vote4HK COVID-19) から、診断前に旅行したもののデータを抽出した。その結果、4 名のクラスター (患者 A-D) が判明し、4 名とも 3 月 9 日米国ボストン発、翌日香港着の便 (ボーイング 777-300ER) に搭乗していた。この便は、15 時間以上の飛行時間で、最大 294 名が搭乗していた。4 名のうち、2 名は乗客で、2 名は客室乗務員であった。いずれも、到着から 5-11 日目に陽性が判明した。

患者 A, B は夫婦であり、A は 58 歳男性、ビジネスクラスの窓側の席に座っていた。3 月 10 日に発熱と咳嗽を認め 13 日には軽度の腹部不快感があり、その後 2 日間の下痢があった。61 歳の妻 (患者 B) は、ビジネスクラスの患者 A の 1 つ前の窓側の席に座っていた。3 月 10 日に咽頭痛を訴え、1 日後には発熱と咳嗽が出現した。症状が進むために、彼らは 3 月 14 日に入院となり、翌 15 日に SARS-CoV-2 が陽性と診断された。搭乗時に症状があったかどうかや併存疾患については不明であった。搭乗前の 14 日の潜伏期間中に、彼らはトロント、オンタリオ、カナダ、ニューヨーク、ボストンを訪問していた。

患者 C は、香港政府により患者 A, B と濃厚接触したと考えられた、無症状の 25 歳男性である。患者 A, B の感染が判明したので、患者 C も検査を受け 3 月 17 日に陽性が判明し、隔離後入院となった。患者 D は 51 歳の女性客室乗務員で同機に搭乗しており、3 月 18 日に発熱と咳嗽をきたし 3 月 21 日に SARS-CoV-2 陽性と診断され入院した。

4 名の検体を香港大学に送り全塩基配列を決定したところ、100%一致し系統樹的には clade G に属した (not shown)。この配列は当時の香港では存在せず、その反面、2 塩基違いの配列がトロント、ニューヨーク、マサチューセッツで 3 月に分離されている。このことから、患者 A, B が北米旅行中に訪問先のうち

のどこかでウイルスに感染し、機内で患者 C, D に伝播し、香港に持ち込んだものと考えられた。4名の共通の接点は機内であり、感染が機内で伝播した可能性が高い。他の搭乗者の検査はしていないので、正確な罹患率は不明である。

これまでの機内での感染症例の報告では、遺伝子的な裏付けがなかった。2020年1月から3月までに国際空輸連盟は機内感染疑い3例の報告を受けている。中国からカナダへ飛行した2名の感染者の接触追跡では、飛行からの2次感染の兆候はなかった。しかしながら、何百人もの客室乗務員やパイロットの SARS-CoV-2 感染例があり、少なくとも2名が死亡している。今回のわれわれの検討で、SARS-CoV-2 は機内で感染することが明らかとなった。旅行中のウイルス伝播を防ぐためにも、感染予防策を継続するべきである。

2) 長時間飛行における SARS-CoV-2 の感染

ベトナムハノイの国立衛生伝染病研究所の Khanh らのグループ³⁾は、10時間の飛行便における SARS-CoV-2 のクラスター解析を行った。

航空機の中での、SARS-CoV-2 感染者から乗客や乗務員への感染に関する詳細な事例やリスクに関しての情報は限られている。国際的航空産業は、飛行時の感染リスクはととても低いと考えているが、とくに長時間飛行は、各国が飛行制限を緩和していることもあって関心を集めている。

われわれは、パンデミックが深刻化した3月初旬に、ロンドンからベトナムハノイに到着した飛行機(ベトナム航空54便[VN54])の乗客の中で COVID-19 のクラスターが発生したことに気づいた。同時期に、COVID-19 のベトナムへの航空機3便による移入(中国武漢からの避難者6名と2次感染6名)が公表されている。それ以上の詳細な検討はなされておらず、その感染が飛行そのもので起きたかどうかの証拠は示されなかった。

VN54 便の初期調査で、ビジネスクラスの乗客1名からの飛行中の感染が疑われた(最初の感染者疑い)。そこで、乗客乗員の徹底的な調査を施行し、飛行中の感染の可能性の評価と危険因子を同定することを試みた。

飛行関連 COVID-19 例の定義としては、3月2日にハノイに到着した VN54 便に搭乗した乗客乗員で、3月1日から16日までに発熱や咳嗽、息切れ(なしも含む)を認めたものとし、飛行関連 COVID-19 確定例は、症状のあるなしを問わず、鼻咽頭ぬぐい液からの RT-qPCR 検査が陽性例とした。2次感染の定義としては、1) 到着後 2-14 日で症状があるか、SARS-CoV-2 の PCR 検査が到

着後 2-14 日以内で陽性（症状の有無を問わず）、2）詳細の調査で、COVID-19 の潜伏期間内で飛行前後に SARS-CoV-2 の暴露がないもの、3）飛行時間内に最初の感染者と同じキャビンにいたもの、とした。

VN54 便がハノイに到着した当時は、イギリスを含め COVID-19 流行地域からの乗客は、体温検査と COVID-19 症状の申告をした。また、中国、韓国、イラン、イタリアからの乗客は、SARS-CoV-2 の検査と 14 日間の隔離をした。この当時は、空港および機内におけるマスク着用は任意であった。

VN54 便に関する追跡調査が行われた乗客、乗務員には面会による標準的な質問がなされ、SARS-CoV-2 の検査を施行し、専用施設ないしは自宅で隔離となった。とくに質問で確認したのは、搭乗以外での感染の可能性の確認であった。また、飛行関連 COVID-19 例、および疑い者には濃厚接触（2m 以内、15 分以上の接触）がなかったかどうかを確認された。機内感染リスクに関連する因子を同定するために、リスク比と 95% CIs を計算した。

結 果

ロンドン発の VN54 便は、10 時間の飛行ののちにハノイに到着した。乗員 16 名と乗客 201 名が搭乗しており、274 の座席は、ビジネスクラス（B, 28 席）、プレミアムエコノミー（PE, 35 席）、エコノミー（E, 211 席）に分けられており、4 つのトイレが B、PE にあり、E には 5 つあった。B は他の 2 種類の座席からはトイレとサービスエリアによって仕切られていた（図 1）。201 名の座席の内訳は、21 名が B、35 名が PE、145 名が E であった。食事が提供され、客室乗務員は 2 チームで、それぞれ 1 チームずつが B+PE、E を担当した。

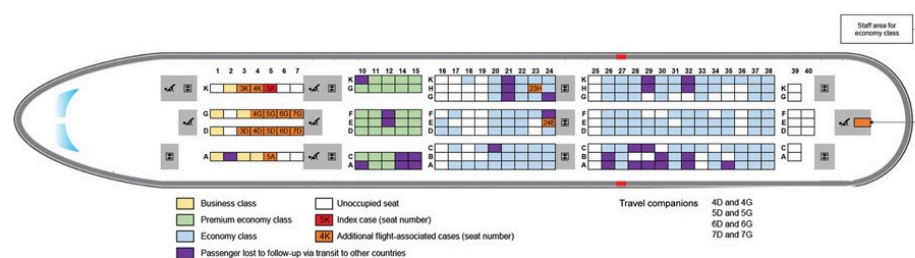


Figure 1. Seating location of passengers on Vietnam Airlines flight 54 from London, UK, to Hanoi, Vietnam, on March 2, 2020, for whom severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection was later confirmed.

図 1 ベトナム航空 54 便の座席表と感染者

ベトナム出身の 27 歳の女性客が最初の感染者と考えられた (症例 1)。彼女は、2 月初旬から、ロンドンに滞在し、姉と一緒に 2 月 18 日にイタリアを旅行していたが、(この姉は後日 SARS-CoV-2 陽性と診断された) 2 月 20 日にロンドンに戻り、2 日間一緒に滞在した。さらに、姉妹は、2 月 22 日にイタリアミラノに戻り、さらにフランスパリでのファッション週間に参加し、2 月 25 日にロンドンに戻った。彼女らは、さらに 2 月 29 日までロンドンに滞在したが、症例 1 はこの頃より喉の痛みと咳嗽を自覚したものの、友人とエンターテインメント拠点で会合をした。3 月 1 日に VN54 便に搭乗したが、その間、症状は継続し、到着後に症状が悪化したのでハノイの自宅に滞在し、3 月 5 日に病院受診し、3 月 6 日に SARS-CoV-2 陽性と診断された。2 月 29 日に会ったロンドンの友人も 3 月 10 日に陽性と診断された。

3 月 10 日までに、16 名(100%)の乗務員と、168 名(84%)の乗客がベトナムに滞在していたので追跡調査されたが、33 名(16%)はすでに出国していた。これらの対象者を隔離、面会し検査を行った。この結果、さらに 15 名の PCR 陽性 COVID-19 確定例 (14 名の乗客と 1 名の乗員) を同定でき、全体で 16 名の飛行関連 COVID-19 確定例となった。年齢は、30 歳から 74 歳で (中央値は 63.5 歳)、男性 9 例、12 例はイギリス国籍であった。12 例(80%)は B で症例 1 と一緒にあり、他の 2 例 (症例 14, 15) と 1 名の客室乗務員 (症例 16) は E であった。B における罹患率は 62%であり、症例 1 から 2m 以内 (シートで 2 つ以内) の乗客の罹患率 (11 例, 92%) はそうでない場合(1 例, 13%)と比べてリスク比は 7.3 (95% CI 1.2-46.2)であった。12 例の B における症例では、8 例(67%)でその後症状が出現し、潜伏期間の中央値は 8.8 日 (四分位範囲 5.8-13.5) であった。他の乗客には症状はなく、B の 12 例は 2 次感染の疑いと考えられた。

4 組 (8 名) の添乗員も症例 1 の隣の B に座っていたが、他の感染者との接点はなかった。うち 3 組(6 名)は到着後 6 日で SARS-COV-2 陽性となった (図 1)。

1,300 名の VN54 搭乗者との濃厚接触者の検査の結果、5 名の感染者がみつかったが、3 名は症例 1 の家族であった。

考 察

症例 1 は搭乗時に唯一症状を認め、SARS-CoV-2 感染者 (姉) との潜伏期間での接触が確認された。飛行関連 COVID-19 確定例の潜伏期間は搭乗時期と重なっていた。この飛行の前後で明らかな他の接触がないので、症例 1 からの感

染が考えられた。添乗員の潜伏期間も同様であったので、同一の飛行機内での感染が考えられ、初めの感染者からの距離が危険因子であることが明らかになった。遺伝子的な検討がなされていないので他の感染経路を完全に否定できないが、当時のイギリスの感染状況はわずかに 23 例のみだったのでイギリス国内からの感染の可能性は少ない。ベトナム国内での感染も、2020 年 3 月 1 日現在ではわずかに 16 例であったのでこれも考えにくい。しかし、感染国からの入国者 10,089 件は調査中であった。

飛行機内での感染経路は、症例 1 からのエアロゾルや飛沫感染と考えられるが、飛行機外の B 専用ラウンジなどで起きた可能性も否定できない。E での 2 名の感染は、入国審査や手荷物受け取りで起きた可能性も残る。搭乗中の媒介物による接触感染、すなわちテーブルやトイレの表面からの可能性も不明である。乗務員はよく B のトイレを使用していたので、E における客室乗務員の感染原因かもしれない。

この研究の限界としては、1) 遺伝子データがない、2) 搭乗中の各症例の具体的な行動パターンが不明、3) 搭乗前の感染の可能性が質問だけで行った点、4) 個々の乗客、乗員のマスク着用状態が不明、5) 機内の環境サンプルを検査していない、などの点である。

各国は感染流行が収まらないうちに海外渡航を再開しつつあるので、われわれの発見は、国際線での旅行に関して幾つかの重要な点を意味している。まず、体温表示や症状の自己申告では、症例 1 でも明らかのように、感染者発見には限界がある。第 2 に、長時間飛行は、COVID-19 の移入のみならず、機内でのスーパースプレディング事例(SSE)の可能性を高める。また、機内の環境（湿度や温度、さらには気流）が室内での SARS-CoV-2 の存在を延長させる可能性がある。今回、VN54 便の空調や、換気システムの不具合は指摘されなかった。エアロゾルや飛沫の機内での伝播状況はよくわかっていないが、マスクをしない状況での今回の 2 次感染者数は、仮定での最大数なのかもしれない。2020 年 2 月のシンガポールからの飛行では、16 名の COVID-19 クラスタが発生したが、飛行関連のものは 1 例の可能性があった。飛行関連感染の推測はできるものの、中国からの 10 件のケースの報告はレビューなしの論文であり、十分に実証されていない。2020 年 1 月のカナダからの 15 時間の飛行では、COVID-19 症例が搭乗していたが、2 次感染は見られなかった。しかし、この報告では、接触者追跡は限られていた。フランスやタイからも同様の報告があ

るが、これらの報告では、接触者追跡は座席の2列目までであり、2次感染がとらえられなかったのかもしれない。

国際的航空産業からの最新の案内では、飛行中の感染リスクはとても低いものと分類している。そして、マスクの装着は推奨するが、真ん中の席を塞ぐなどのソーシャルディスタンスは必要ないとしている。われわれのVN54便の検討からはB席という、すでに距離が十分取れているにもかかわらず、2列以上や2m以上のところに感染が伝播した。この条件は、飛行機や他の公共交通におけるCOVID-19感染予防ができるものとしてあげられている数字である。同様の結論は2003年のSARS-CoVや、インフルエンザのSSEでも述べられており、この時は3列を超える場所でも感染が起きた。さらに、SARS-CoV-2では、空気感染が主たる感染経路であるという事実も集まりつつある。今回の検討により、感染の広がっている地域では、公衆衛生当局、関連機関、航空会社によるスクリーニングや感染予防策を強化する必要がある。真ん中の席を閉鎖することはある程度の感染予防につながるかもしれないが、SSEを予防することはできないと思われる。また、入国者に対する組織的な検査、隔離政策、あるいはその両方は、地域での感染が少ないところ、感染者の移入リスクが高いところ、接触追跡の能力が低いところでは正当化されるべきであろう。ベトナムは、今回の件で、どこの国からの入国者に対してもPCR検査と14日の隔離を義務付けた。これにより、資源消費型の乗客への接触追跡の必要がなくなり、国際線を閉鎖した3月28日までに5,000名以上の搭乗者、44の飛行から106名の感染者を見つけることができた。しかし、論理的、経済的な観点からも、より迅速で信頼の置ける、感染期間をすべて網羅するような医療現場での検査法の開発は依然として重要課題である。SARS-CoV-2の長時間飛行での機内感染は現実に存在し、B席という広々として距離が保たれる状況でもクラスターが起り得る。COVID-19が蔓延し、良い検査法がない状況では、機内での感染予防や到着時のスクリーニング手段は、飛行機での旅を安全なものにするのに必要である。

3) 全ゲノム配列決定をおこなったSARS-CoV-2の飛行関連感染

オーストラリア ノートルダム大学のSpeakeら⁴⁾は、国内線でのSARS-CoV-2感染例で全ゲノム配列決定(WGS)をおこなった。

2020年3月21日西オーストラリア保健省はシドニー（ニューサウスウエー

ルズ州) からパース (西オーストラリア州) への 3 月 19 日の国内便の搭乗客 6 名が、PCR で確定された SARS-CoV-2 感染者であったとの報告を受けた。この 6 名全ては、シドニー港に最近停泊したクルーズ船からの下船者であった。その後の 2 週間で、他の何名かの搭乗者の中に SARS-COV-2 感染者が確認された。

方 法

検査で確定された症例と、その濃厚接触者は、オーストラリア伝染病ネットワークによる方法で検査され、管理された。飛行機はエアバス A330-200 であり、28 名のビジネスと 213 名のエコノミーの乗客が搭乗していた。乗客は、海外から到着し、シドニー国際空港経由でパースに向かう客と、国内線の乗客、シドニー港に停泊した 3 つのうちの 1 つの客船 (Ovation of the Seas, 3/18; Ruby Princess と Sun Princess, 3/19) から下船した乗客だった。搭乗客のうち最初の 6 名の感染が明らかになってから、すべての濃厚接触者は 14 日の自己隔離を指示された。この検査の際には、PCR 検査は症状のある者に限定されていたが、その後 4 月 1 日までに感染者が 20 名を超えたので、暴露の可能性がある残り全ての乗客が告知を受けた。飛行に関連する感染者数や、その後に診断されたものの症状の発現時期から、飛行関連の感染が発生したと考えられた。

検査方法

PCR 検査は Roche cobas SARS-CoV-2 test ないしは、in-house assay (S タンパク遺伝子を標的)を用いた。用いた遺伝子配列の検査方法 (機器) は、以下の如くである。Amplicon PCR at PathWest, Illumina MiSeq sequencer, Geneious Prime version 2020.1.1, iVar version 1.2.2, Global Outbreak LINeages (PANGOLIN) tool, MAFFT version 7.467, MEGA version 7.014 なお、遺伝子データベースは、GenBank, GISAID を用いた。ウイルス培養は、Vero-E6 細胞を 80%密度で用い、細胞変性効果を 10 日目まで検査した。

WGS の結果と疫学的な調査で潜伏期間における各々の乗客の感染源を調査した。ここで、1 次感染者とは、搭乗 14 日前までにクルーズ船に乗船し、SARS-CoV-2 の感染が確認され、その WGS がクルーズ船での感染爆発の種と近縁の場合と、飛行機の出発後 48 時間以内、または前で発症した乗客とした (飛行中に感染源となる場合)。 2 次感染者は、PCR で SARS-CoV-2 が確認された乗客で、発症 14 日以内にクルーズ船には乗船していなかったが、飛行 48 時間

以降、かつ14日以内に症状が発現した者とした。

統計学的な解析は、2次感染者が飛行機のキャビン間、あるいはシートの位置(窓側かそうでないか)で発現率が異なるかどうかを、修正 Mantel-Haenszel χ^2 乗検定で検討した。

結 果

この便の搭乗者で、飛行中あるいはその後に COVID-19 症状を呈した 64 名に PCR 検査を施行した。その結果、29 名が SARS-CoV-2 陽性であり、35 名は陰性であった。PCR 陽性例では、症状の出現は 2020 年 3 月 15 日から 4 月 1 日の間であった。年齢の中央値は 59 歳 (range, 4-81) で、男性 15 名であった。さらに、13 名は Ruby Princess(RP)の、4 名は Ovation of the Sea(OS)の、2 名は Sun Princess(SP)の乗客であった。5 名はシドニーを中継とした海外からの渡航者で、5 名はクルーズ船には乗船しなかった国内旅行者であった。

21 例で WGS を比較した結果、SARS-CoV-2 の近縁ウイルスとして、A.2 (n=17), B.1 (n=4)が同定された。A.2 は ≤ 2 の SNIP で分類される特定のゲノム集団であり、これを A2-Ruby Princess (A2-RP)と名付けた。A2-RP は今回の事例より以前の GISAID 国際データベースにはなかった種である。4 つの B.1 は、3 つの B.1.31 と 1 つの、系統樹で B.1 よりも遠い種に分けられた。4 つの部分的な配列のものは、3 つの A2-RP と 1 つの B.1.1 (B1.31 に近い) に分類した。ウイルス培養は、PCR 陽性 17 例より 9 例で可能であった。

1 次感染

29 名の PCR 陽性例のうち、18 名が 1 次感染と考えられた。このうち、RP の乗客は、13 名であり、すべてのゲノム配列は A2-RPであった。9 名の RP の乗客は飛行中に感染性があると考えられ、4 名の検体が培養陽性であった。残りの 5 名の 1 次感染例のうち 4 名は OS の乗客で、ゲノム配列は 3 名で B.1.31、1 名で B.1.1 であった。

2 次感染

11 名の 2 次感染での症状発現は、3 月 22 日から 4 月 1 日であった。これらのうち、8 名が渡航関連とされた。全例でゲノム配列は A2-RPであった。2020 年 7 月 28 日現在で、GISAID は、A2-RP に一致するものとして、2 つの US の地

域より 5 種類のゲノム配列を上げている。残り 4 例の渡航関連例のゲノム配列はすべて A2-RP であった。8 名の渡航関連の発症時期は搭乗から 4 日 (range 3-6) であった。3 名は渡航関連の可能性ありとされた。これらのうち、1 名のゲノム配列は A2-RP であった。SARS-CoV-2 がニューサウスウェールズや西オーストラリア由来である可能性は低い。なぜなら、当時これらの地域での感染確認は少数であったからである。

11 名 (6 名は中央キャビン、5 名は後方キャビン) の 1 次感染例は渡航中に感染性があり、5 名は症状があった。中央キャビンには RP からの症状のある 3 名が同じ列に着席し、ゲノム配列は A2-RP で培養も陽性であった。中央キャビンにはこのほかに、1 名の米国からの旅行者と 1 名の OS の乗客がおり、いずれも感染性があった(ゲノムは B.1)。さらに 1 名は RP の乗客は発症前であったが感染性があった。残りの 5 名の感染性のある 1 次感染例 (RP 乗客) は後方キャビンに着席しており、2 名は飛行中に症状があった。すべての 2 次感染例はエコノミークラスで中央キャビンであった。2 次感染例の中で、8 名は感染性のある RP の乗客の 2 列以内に着席していた。7 名(64%)は窓側の座席であった(図 4)。

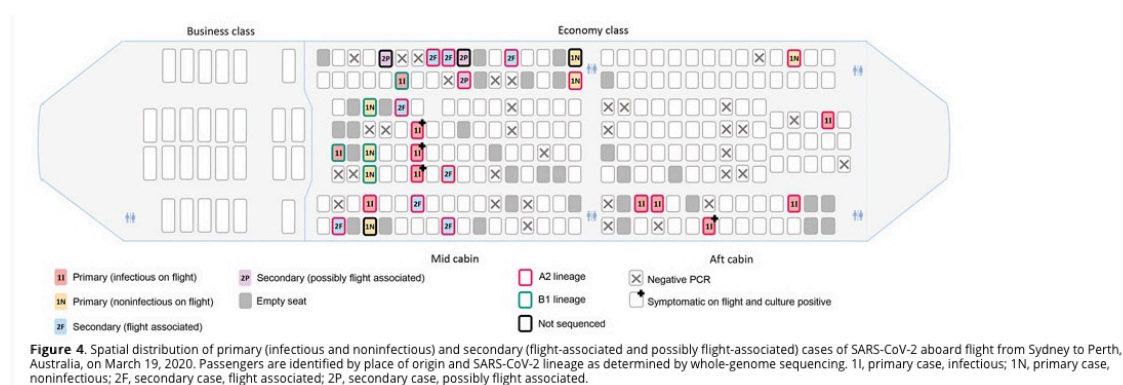


図 4 感染者の空間的分布

これをもとに SARS-CoV-2 の 2 次感染のリスクは、中央キャビンにいた乗客は、後方キャビンにいた乗客より有意に高かった (修正 MH χ^2 乗=8.6, $p<0.005$)。また、中央キャビンの窓側の席に着席していた乗客の 2 次感染罹患率は、そうでない場合より有意に高かった (4/83; リスク比 5.2, 95% CI 1.6-16.4; 修正 MH χ^2 乗=7.0; $p<0.007$)。

考 察

今回の検討を可能にしたのは以下の 3 点である。1) この便の飛行時にシドニーから下船した乗客から特徴的な SARS-CoV-2 の種類 (A2-RP) が出現したこと、2) 海外からの旅行者でシドニー空港から離れなかった乗客から A2-RP ウイルス配列が見つかったこと、3) 当時のオーストラリアでは地域での SARS-CoV-2 の感染が限定的だったこと、である。

他の飛行関連の SARS-CoV-2 感染の報告はあるが、これを支持する遺伝子検索をしていない。我々の研究は、WGS が SARS-CoV-2 の感染を解明する価値があることを示した。遺伝子的な証拠がなければ、海外からの旅行者が感染したのは、オーストラリアではなく米国であったと考えていただろう。

それ以外の知見としては、

- 1) 2 次感染の 11 名中 3 名は、従来の濃厚接触を示唆する指標からは外れていた。すなわち、飛行関連の感染者は 9 列にわたり、反対側の席にまで及んでいた。空気処理システムの点検に関する記載はみられず、乗務員に病気のものはいなかった。SARS-CoV-1 の検討では、最初の感染者の 2 ないしは 3 列以内の座席で 2 次感染のリスクが高いことが報告されている一方で、それより遠く離れた席でも発生しており、US 連邦航空局の報告では、2003 年の SARS 感染爆発の際には、感染者から 7 列離れている乗客への機内感染は、人の動きと関連があるかもしれないと結論している。今回の機内での空間的な 2 次感染の広がりを解明するには、接触追跡に補足する何らかの研究が必要かもしれない。
- 2) 多くの 2 次感染者は窓側に座っていた。うち 2 名は席の移動がなかったという。これは、米国での、通路 1 つの航空機での飛沫による病原体の感染性は、窓側の席の方が感染リスクが低いという事実と相反する。別の報告では、航空機内での複雑な空気の流れを測定し理解することは難しいと述べている。加えて、乗客と乗務員の動きも機内の空気の流れに影響を与えるので、実際の状況での空力学的な検討が必要である。
- 3) 感染性のある乗客からの 2 次感染のリスクは均一ではない。今回の飛行では、B 系統の感染力がある乗客が 2 名いたが、B 系統の 2 次感染はおこらなかった。A2-RP ウイルスをもった 2 名の 1 次感染者が中央と後方キャビンにいたが、2 次感染は後方キャビンではおきなかった。この解離の原因としては、SARS-CoV-2 の superspreader (SS) が中央キャビンに

1名以上いた可能性がある。咳をしていた乗客がいたとの報告や、マスクをしていた乗客は稀であった。2次感染の乗客はマスクをつけていたが、ずっとではなかった。呼吸気道におけるウイルス量は、検体採取が搭乗後であることもあり、検討しなかった。搭乗中に感染性のある4名の乗客からの検体では、ウイルス培養が陽性であった。

飛行中のSARS-CoV-2感染例の報告は比較的少ない。これは、すでに確立された、飛行中での感染例は稀であろうという確立された事実挑戦する内容でもあり、実際、感染が広がると多くの航空会社は感染リスクを下げる方策（食事や飲み物の提供を減らす、飛行中の娯楽をなくす、マスクや清拭布を渡す、機内の移動の制限、飛行機内の清掃を強化する）を取るためである。AHPPCは国内線空港や利用客向けの感染リスク低減のための、国内旅行客向けの指示書を出した。これには、「気分が悪い場合の旅行は控える」といった内容も含まれている。この研究にはいくつかの限界がある。それらは、

- 1) 3名の飛行中での感染の可能性のあるものに関しては、飛行前後の感染の可能性を否定できない。逆に、7名の1次感染者で船を下船し、48時間以降に症状が発現したものが機内で感染した可能性であるが、これは可能性からして船で感染したと考えるのが妥当であろう。
- 2) 乗客の空港内、搭乗口、さらに機内での行動が完全に把握できないので、機内感染がおきたという特異性に限界がある。しかし、2次感染例が中央キャビンに集中していたことから感染は機内で起きたと考えるのが妥当であろう。
- 3) 1次感染や2次感染という区別は、乗客の発症日時の申告に依存しているので、記憶違いの可能性も残る。
- 4) 確認バイアス、すなわち感染者の出たクルーズ船で濃厚接触と言われた乗客は、具合が悪いとより検査を求めたのかもしれない。
- 5) PCR検査は症状のある乗客のみに施行し、全員に施行したものではないことと、感度は100%ではないので過小評価している可能性がある。これは、無症状患者からの感染もあるので、2次感染と考えられている人でも無症状患者から感染したことを否定できない。

オーストラリアにおける中程度の時間のフライトにおけるSARS-CoV-2の機内感染を報告した。SARS-CoV-2からの感染を決定するのにWGSが役に立った。

航空業界では飛行機での旅は安全とされていますが、搭乗者と機体の問題に注目し、実際おこっている事例を詳細に検討し、対策を立てることが重要と思われます。以下、気がつくところを並べてみると、

- 1) 事前の体温検査や申告だけでは感染者を発見できない（とくに不顕性感染や、発症前の感染者はのがれてしまう）、
- 2) マスクを外して会話するだけでウイルスが拡散するので、空気感染を予防しきれない（接触、飛沫よりウイルス量は多い）
- 3) 感染は人の移動や機内の空気の流れにも影響され、遠くの座席に及ぶ可能性がある
- 4) 飛行機内の空調・換気システムの作動状況が不明である エンジンが停止している状態（搭乗時など）では換気は作動しない場合がある エンジンによっては取り入れる空気にガス(fume)が含まれ有害である フィルターは高性能フィルター（HEPA）が使われているので問題ないとされる

文献

- 1) 避難便における SARS-CoV-2 の無症候性感染 新型コロナウイルス感染症 30 の研究
松井英男著 VH 出版 2020 pp84-86
- 2) Choi EM, et al. In-flight transmission of severe acute respiratory coronavirus 2. *Emerg Infect Dis.* 2020 Nov [cited 2020 Oct 17]
doi:10.3201/eid2611.203254
- 3) Khanh NC, et al. Transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 during long flight. *Emerg Infect Dis.* 2020 Nov [cited 2020 Oct 17]
doi:10.3201/eid2611.203299
- 4) Speake H, et al. Flight-associated transmission of severe acute respiratory coronavirus 2 corroborated by whole-genome sequencing. *Emerg Infect Dis.* 2020 Nov [cited 2020 Oct 17]
doi:10.3201/eid2611.203299