

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文)	SARS-CoV-2 の大気中の粒径分布の分析法の開発と応用		
研究テーマ (英文)	Development of particle-size dependence of SARS-CoV-2 in the atmosphere		
研究期間	2020年 ~ 2022年		研究機関名 東京大学
研究代表者	氏名	(漢字)	高橋 嘉夫
		(カタカナ)	タカハシ ヨシオ
		(英文)	Takahashi Yoshio
	所属機関・職名		東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻・教授
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	砂村 倫成
		(カタカナ)	すなむら みちなり
		(英文)	Sunamura Michinari
	所属機関・職名		東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻・助教

概要 (600 字~800 字程度にまとめてください。)

【背景】 感染性ウイルスはエアロゾル、飛沫、接触感染によって感染を拡大させることから、空気中のウイルスコミュニティを解析することは感染症の伝播を理解する上で重要な知見をもたらす。COVID-19 ウイルスは細菌や真菌に比べてサイズが桁違いに小さいが、実際に大気中の浮遊する場合のエアロゾル粒子の粒径を特定することは、大気中の COVID-19 の滞留時間などを推定する上で重要であり、その粒径依存性を知るための手法開発とその応用を進めた。

【手法】 エアロゾル態の COVID-19 は、主に密閉された室内で不活化ウイルス 10 ul を加湿器に入れて大気中に噴霧した後で、0.08~20 μm までを 9 画分で粒径別の試料採取が可能なアンダーセン型エアサンプラーを用いて (Takahashi et al., 2006)、2 時間回収した試料を用いた。定量 PCR は増幅曲線から、試料に含まれていたテンプレート RNA (DNA) の量を算出する方法で、どの段階で増幅したとみなすかの閾値を設定しすると、そのサイクル数と濃度の対数が比例した。データに即して検量線近似をするために、近似曲線は逆数の関数とした。RNA の逆転写反応に依存するとした場合は、反応速度が Michaelles-Menten に基づくと考え、出された近似式に基づき、濃度に換算した。

【粒径分布】 確立した手法を用いて virus RNA copy 数を算出し、大気中の粒径依存性を得た。最終的に検出に成功した 2 度の実験 (実験 1、実験 2) のうち、実験 1 では上記の粒径範囲のうち 0.43~2.1 μm の画分で COVID-19 を検出した。また、実験 2 では、0.43~0.65 μm の画分で COVID-19 を検出した。これらの粒径は、エアロゾル化学研究においては、水に溶けた物質が乾燥した際に生成する液滴モードと呼ばれる粒径である。このことは、大気中に浮遊する COVID-19 は、このように液滴が乾燥して生成したエアロゾル中に存在することを示している。ここで COVID-19 を含むエアロゾル粒子の粒径を 1 μm 程度とすると、その場合の粒子の沈降速度は 10 cm/h 程度 (Seinfeld and Pandis, 2006) なので、COVID-19 を含むエアロゾル粒子は、大気の流れが無い室内では、1 m 沈降するのに約 10 時間かかり、半日程度室内を浮遊していると予想される。こうした知見は、室内での COVID-19 のエアロゾル感染を考える上で重要な知見である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	Gypsum formation from calcite in the atmosphere recorded in aerosol particles transported and trapped in Greenland ice core sample is a signature of secular change of SO ₂ emission in East Asia				
	著者名	C. Miyamoto, Y. Iizuka, S. Matoba, S. Hattori, and Y. Takahashi.	雑誌名	Atmospheric Environment		
	ページ	119061	発行年	2022	巻号	278
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

Although COVID-19 viruses are an order of magnitude smaller than bacteria and fungi, it is important to identify the particle size of aerosol particles of COVID-19 when they are actually suspended in the air in order to estimate their residence time in the atmosphere. We have developed a method to determine the particle size dependence of the COVID-19 virus and its application to aerosol particles. The virus RNA copy number was calculated using the established method and the particle size dependence in air was obtained. In Experiment 1, COVID-19 was detected in the 0.43–2.1 μm fraction of the above particle size range. In Experiment 2, COVID-19 was detected in the 0.43–0.65 μm fraction. These particle sizes are known in aerosol chemistry studies as the droplet mode, which is formed when a substance dissolved in water dries, suggesting that COVID-19 suspended in air is in a hydrated state in water. If the particle size of aerosol particles containing COVID-19 is about 1 μm , the particle settling velocity is about 10 cm/h (Seinfeld and Pandis, 2006), so it would take 10 hours for 1 m to settle in a room with no atmospheric flow, and the particles are expected to float around the room for about half a day. This finding is consistent with the indoor COV. These findings are important information when considering aerosol transmission of COVID-19 indoors.