

異分野融合による新型コロナウイルスをはじめとした感染症との共生に資する
技術基盤の創生

2020 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

片山 浩之

東京大学 大学院工学系研究科

教授

新素材による環境中のウイルス検出・除去技術の創出

§ 1. 研究成果の概要

新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の出現以降、世界各国において様々な感染対策が実施されているが、感染流行の波などもあり、その効果についてはまだ詳細は不明な状況である。また、ワクチン接種や SARS-CoV-2 自体の弱毒化の影響もあり、不顕性感染者も増加していると考えられ、感染流行の実態が把握しにくくなっている状況になりつつある。また、一方で、ゼロコロナを目指すためには、中国の都市部で住民全員を対象とした検査などが実施されているが、流行状況の把握のためにはそこまでする必要はなく、下水疫学調査などが適していると考えられる。

本研究では、都市環境工学・材料化学の専門家が異分野融合し、ウイルスの検出と除去を速やかに行うことが可能な新システムを開発することを目的とする。昨年度から定期的に行っている「素材戦略会議」は、本年度は 9 回開催した。また、開発した素材の一元管理の体制を構築し、合成サンプルリストを共有している。

ウイルスのサイズの計測、分散性の確認、並びに電気泳動移動度の測定が可能となり、ウイルスのゼータ電位などを計測する体制を整えた。

ウイルスの吸着能および脱着能を上げるため、ガラスウール、コットン、炭素材料の化学修飾により疎水性などを変化させた素材を開発した。コットンガーゼの化学修飾方法の開発を行った。ガラスフィルターの化学修飾により疎水性などを変化させ、ウイルス濃縮用資材としての吸着特性および脱着特性を評価した。また、それらのウイルス吸着素材としての性能評価法を開発し、ウイルスの吸着特性および脱着特性を評価した。

グラブ型濃縮法に使用可能な新素材の候補として、鎖長の異なるフルオロ基を修飾したガラス繊維フィルターおよびサトウキビ残渣を材料としたセルロースフィルターを用い、SARS-CoV-2 およびモデルウイルスの吸着率と回収率を測定し、ウイルス濃縮法としての有効性を評価した。

新素材スクリーニングラボにおいて、粉体素材に対し、PET 基板に塗布し、インフルエンザウイルスを用いて抗ウイルス性能の評価する方法を開発した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 片山グループ

① 研究代表者:片山 浩之 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)
新型コロナウイルスの吸脱着制御による高感度検出法の創出

② 研究項目

(1-1) 粒子特性計測による新型コロナウイルスの代替ウイルスの評価

(1-2) 浸漬型ウイルス検出法の開発

(1-3) 新素材によるウイルス除去・不活化効果の評価

(2) 原本グループ

① 主たる共同研究者:原本 英司 (山梨大学 大学院総合研究部 教授)
下水中の新型コロナウイルス検出法の高度化

② 研究項目

(2-1) グラブ型ウイルス検出法の開発:新素材を用いた大容量下水中の新型コロナウイルス濃縮

(2-2) 新素材によるウイルス除去・不活化効果の評価:コロナウイルスの選択的・高感度検出

(3) 加藤グループ

① 主たる共同研究者:加藤 隆史 (東京大学 大学院工学系研究科 教授)
新素材高分子を用いるウイルスの濃縮・除去膜および検出システムの開発

② 研究項目

(3-1) 高分子素材の化学修飾による高機能ウイルス吸脱着膜の開発

(3-2) ウイルスを除去する自己組織化高分子の開発

(4) 手嶋グループ

① 主たる共同研究者:手嶋 勝弥 (信州大学 先鋭領域融合研究群 教授)
無機結晶材料の超空間構造制御によるウイルスの吸着・分解技術の創出

② 研究項目

(4-1) ガラス繊維の化学修飾による高機能ウイルス吸脱着膜の開発

(4-2) ウイルスを分解する光触媒素材の開発

(5) 仁科グループ

① 主たる共同研究者:仁科 勇太 (岡山大学 異分野融合先端研究コア 研究教授)
化学修飾カーボンを用いるウイルスの濃縮・除去膜の開発および光触媒との複合化

② 研究項目

(5-1) 活性炭の化学修飾による高機能ウイルス吸脱着膜の開発

(5-2) ウイルスを不活化するカーボン素材の開発

【代表的な原著論文情報】

- 1) Mongkol Tipplook, Gasidit Panomsuwan, Tomohito Sudare, and Katsuya Teshima (2022) Graphitic Carbon Nitride Nanoflakes Decorated on Multielement- Doped Carbon as Photocatalysts for Bacterial Disinfection under Visible and NearInfrared Light, ACS Applied Nano Materials 5 (3), 3422-3433. doi.org/10.1021/acsanm.1c03980
- 2) Mohammed Zahedul Islam Nizami, Benoît Denis Louis Campéon, Akira Satoh, Yuta Nishina (2022) Graphene oxide-based multicomponent antimicrobial hydrogel, Bull. Chem. Soc. Jpn., 95, 713-720. doi:10.1246/bcsj.20220017
- 3) Daniel Kuo, Takeshi Sakamoto, Shotaro Torii, Miaomiao Liu, Hiroyuki Katayama, Takashi Kato (2022) Removal of viruses from their cocktail solution by liquid-crystalline water-treatment membranes, Polymer Journal, 54, 821-825. doi: 10.1038/s41428-022-00631-1