

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 関連
「国際緊急共同研究・調査支援プログラム (J-RAPID)」事後評価報告書

1. 研究課題名： 「下水疫学調査による新型コロナウイルスの感染流行状況のリアルタイム監視」

2. 研究代表者名：

日本側： 山梨大学 大学院総合研究部附属 国際流域環境研究センター
教授 原本 英司

相手側： 米国 ノートルダム大学 土木環境工学・地球科学科
准教授 カイル・ビビー

3. 事後評価結果

(1) 研究成果の評価について

本研究では、第7波以前において、感染者数が少ないという我が国特有の状況が下水疫学調査を困難にしていたことを受け、感度の高いRT-qPCR検出法（日本水環境学会 COVID-19 タスクフォース推奨法の8倍の感度で1/3の所要時間）を新たに開発し、タスクフォース推奨法、陽性数カウント法、分担者が開発に関与した北大・塩野義法と比較をし、試料陽性率とウェル陽性率のいずれにおいても100%を達成でき、所要時間を顕著に改善できることを示した。また、ナノプレートを用いるデジタルPCR装置としてQIAamp Viral RNA Mini Kitと組み合わせることで、最も高い性能が得られることを示した。これらを用いて下水の長期モニタリングを実際に行い、期間内における変異株の変遷をリアルタイムで検出し、流行のごく初期の段階で拡大の予兆を検出することにも成功した。さらにこの技術を他のウイルスや病原体の検出も含めたハイスループットリアルタイムPCR法へと発展させ、それらの検出にも成功した点は評価できる。また、下水中の新型コロナウイルスの新しい高感度検出法を開発するとともに、この方法を社会実装し、「下水疫学調査」に顕著な貢献を果たしている。デジタルPCR法により、下水中の新型コロナウイルスRNAの定量が可能になったことと、次世代シーケンス解析を適用してウイルスの変異体が同時に検出できるようになったことが特筆される。

一方、研究の方針検討と、これを受けての提言的で総論的な学界におけるその共同報告において、両国チーム間での共同作業が行われたことは確認できるが、報告されている各種手法の研究開発と、データ処理法の研究開発において米国側からどのような貢献があったのかが不明である。双方のデータと成果の共有と相互利用がどのようなになされ、新しい展開を生んだのかが報告書からは読み取れない。また、今後、国内の特定観測値での推移データが、地域感染者数と対応したグラフで提示

されることに期待する。他方、PCR 検査キットが行き渡った国内の現況においては、患者検体に頼らず下水検体から何をどのように察知して政策に生かすか、学術的な本研究のアウトプットが、社会的インパクトとしてのアウトカムとしてどのように社会実装されるかが継続的な課題と理解した。

(2) 交流活動の評価について

新型コロナウイルスおよび近縁のコロナウイルスに関する総説論文を共著で発表し、ホットペーパーに選ばれるほどの引用数（450 回以上）を得た。これが NSF の RAPID プログラムの COVID-19 グローバル・ネットワークの結成につながっている。国内のみならず、COVID-19 グローバル・ネットワークの主要メンバーと共同でネパール・カトマンズ盆地内の 2 ヶ所の下水処理場でも実施し、大部分の下水から新型コロナウイルス RNA を検出し、途上国においても有効となる技術であることを示した点は評価できる。また、これまでも交流があったとはいえ、日米双方の研究チームが本研究課題に取り組んだ連携プレーは高く評価したい。特に、COVID-19 グローバル・ネットワークと密にリンクしながら、国際的な連携を強化してきたことは極めて重要であると思われる。

一方、本プロジェクトに関して言えば、研究成果として謳われている個々の研究開発成果である具体的な手法や技術に関して、米国側からどのような具体的貢献がなされたのかが不明であり、期間中における米国側の新技術開発が何であったのかが分からない。両者において、研究開発中の技術や手法と、対象試料やデータの共有があったのか否か、それがどのような新展開を生んだのか否かも不明である。報告書を読む限りでは、このような活動の形跡がない。期間中のワークショップの共同開催が報告されていない点も残念である。また、準備段階以降の共同研究のための定期的なオンライン会議の形跡が見受けられない。他方、「下水疫学調査」がにわかには脚光を浴びてきたこともあり、こうした国際共同研究を基盤として、世界における日本のリーダーシップが発揮されること、WHO などの支援を得て途上国での実装が進展することを期待したい。

(3) その他

カトマンズ下水処理場での評価のごとく、PCR 検査キットが行き渡らない発展途上国では、感染実態を適切に把握し、ワクチンの効率的な配分を促す根拠となるような、下水処理地点での観測がグローバルに長期的に展開されることに期待する。世界銀行等への提言書など社会的インパクトの具現にも期待したい。申請にある汚水の河川流入等の観測（下水施設のない発展途上国対象）は、技術的条件設定が困難であり、有効性にはさらなる議論を要する。

以上