

別紙 3

令和 7 年度厚生労働科学研究費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
「食品取扱現場における効果的なウイルス汚染対策の策定のための研究」
総括研究報告書

研究代表者	上間 匡	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部
研究分担者	岡 智一郎	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部
	遠矢 真理	国立医薬品食品衛生研究所	食品衛生管理部
	村上 耕介	国立感染症研究所	検査診断技術研究部
	元岡 大祐	大阪大学	微生物病研究所
	木村 博一	群馬パース大学大学院	保健科学研究科
	吉村 和久	東京都健康安全研究センター	
	白崎 伸隆	北海道大学	大学院工学研究院
研究協力者	貞升 健志	東京都健康安全研究センター	微生物部
	長島 真美	東京都健康安全研究センター	ウイルス研究科
	浅倉 弘幸	東京都健康安全研究センター	ウイルス研究科
	横田 翔太	東京都健康安全研究センター	ウイルス研究科
	黒木絢士郎	東京都健康安全研究センター	ウイルス研究科
	斎藤 博之	秋田県健康環境センター	保健衛生部
	國吉 杏子	国立医薬品食品衛生研究所	
	南村 幸世	国立医薬品食品衛生研究所	

研究概要

増加傾向を示す食中毒起因ウイルスに対する、食品取扱現場での実行可能性を伴った衛生対策の提示に向けて、水試料からのウイルス検出法、NGS を用いた網羅的ウイルス検索法の導入、製造工程でのウイルス対策の科学的根拠を示すために、ノロウイルス、サポウイルスといった食中毒・胃腸炎ウイルスを用いて、感染性を指標とする加熱条件について検討し、次のことを示した。

- ・ 水試料からのウイルス検出については、すでに多くの検査期間で用いられている PEG/NaCl 法による検体処理が有効である。
- ・ NGS により検出されるウイルスの詳細な遺伝子解析のほか、網羅的検出にロングリード NGS の利用が有効である。
- ・ 感染性ウイルスを指標にした評価により、70℃以上であれば1分で十分不活化されるが、65℃1時間の加熱条件はウイルスによっては不十分な可能性がある。
- ・ ノロウイルスの他に、サポウイルス、E 型肝炎ウイルスの感染、健康被害の発生可能性がある。
- ・ ノロウイルス GII. 17 が GII. 4 に変わって主流株となり、感染者拡大の要因となった可能性がある。
- ・ MPN 法の考え方を取り入れた ICC-PCR 法を用いることでブランク法が利用できなくても感染性ウイルスの評価が可能であること。

一方で以下の課題が示された

- ・ ノロウイルス以外の食品由来のウイルスについて探知する手段が限られていること
- ・ ノロウイルス、サポウイルスの培養系では評価可能なクリアランスレベルが未だ小さいこと
- ・ 加熱による不活化以外の、洗浄による除去、不活化効果に関する知見が少ないこと

A. 研究目的

国内で発生するノロウイルスによる食中毒患者数は、2022 年は 2,175 人だったが、2023 年 5,502 人、2024 年 8,656 人、2025 年 18,556 人と大幅に増えている。2024 年から 2025 年にかけての約 1 万人のノロウイルスによる食中毒患者数増加は、食中毒全体の患者数の増加とほぼ同数であり、ノロウイルスによる食中毒対策は食品衛生において非常に大きな課題であることが改めて示された。

増加傾向を示す食中毒起因ウイルスに対

する、食品取扱現場での実行可能性を伴った衛生対策の提示に向けて、水試料からのウイルス検出法、NGS を用いた網羅的ウイルス検索法の導入、製造工程でのウイルス対策の科学的根拠を示すために、ノロウイルス、サポウイルスといった食中毒・胃腸炎ウイルスを用いて、感染性を指標とする加熱条件について検討した。

B. 研究方法

次のことについて研究を実施した。

- ・ 水試料からのウイルス検出について

は、すでに多くの検査期間で用いられている PEG/NaCl 法による検体処理の条件の最適化の検討。

- ・ NGS により検出されるウイルスの詳細な遺伝子解析のほか、網羅的検出にロングリード NGS の有効性の検討。
- ・ 感染性ウイルスを指標にしたウイルスの不活化評価を、効率的な培養系が確立されているサポウイルスにより検討した。
- ・ ノロウイルスの他の食品由来ウイルスの感染状況の探知のために、下水に含まれるウイルスの調査を行なった。
- ・ 2025 年のノロウイルス流行遺伝子型の把握。
- ・ 2024 年から 2025 年にかけてのノロウイルス食中毒患者数拡大の要因の探索。
- ・ ノロウイルス培養系の改良。
- ・ 細菌検査で用いられる MPN 法の考え方を取り入れた感染性ウイルス評価系の構築。

C. 研究の結果

水試料からのウイルス検出法・手指から食品へウイルス汚染伝播の評価（上間）

水道水、ペットボトル水（軟水、硬水、シリカ水、炭酸水）を対象に PEG/NaCl の添加量を変えてノロウイルス、A 型肝炎ウイルスの検出を比較した。水試料 40mL に対して、PEG を 5.0g、NaCl を 0.87g あるいは 1.74g 添加する場合に、ウイルスの検出率が高い結果となった。また、ペットボトル軟水に塩素濃度 0.2ppm あるいは 1.0ppm となるように次亜塩素酸ナトリウムを加えるとウイルスの検出率が低下した。さらに、炭酸水ではばっ気と pH 調整

を行うことでウイルス検出率が向上した。塩素濃度によってウイルスが殺菌されたか、遺伝子検出を阻害しているかは今後の検討課題となった。

ファージ MS2 を用いて、手指—食品のウイルス伝播のモデル系の構築を検討した。

水試料を用いたウイルス検査と NGS の検討（遠矢）

下水試料に対して、PEG/NaCl 法にて処理し、RT-qPCR にてノロウイルス、サポウイルス、A 型肝炎ウイルス、E 型肝炎ウイルスの検索を実施した。ノロウイルスのほか、サポウイルス、E 型肝炎ウイルスが高頻度に検出された。また、E 型肝炎ウイルスについて、NGS により遺伝子解析を実施し、genotype 3 が検出された。

ロングリードメタゲノム解析を用いたウイルス検出法（元岡）

食中毒発生時に既存のリアルタイム PCR での検査対象でないウイルス、ゲノム変異により検出効率が低下するウイルスなどへの対応を念頭に、ロングリードシーケンスを用いたウイルス検出について検討した。ショートリードに比較して、ロングリード解析ではノロウイルス由来のリードが 7 割を占め、検出効率が大きく向上し、総リード数が少ない条件でも検出効率の向上の可能性が示唆された。

ノロウイルスの疫学動向 2025/26 シーズン（木村）

国内で報告されるノロウイルスの流行遺伝子型の解析を実施した。GII.17[P17]が COVID-19 以降に最も拡大した主要な遺伝子型となっていた。遺伝子解析から遺伝子型によって進化・疫学パターンが異なることが示唆され、GII.17[P17]の進化パター

ンは特徴的であった。

ノロウイルス等の検出・不活化評価（吉村）

2025 年 4 月から 2026 年 3 月に東京都内で発生した食中毒事例（有症疑い含む）のうち、東京都健康安全センターに検査依頼のあった事例について起因ウイルスの検索を実施し、2024, 2025 年はノロウイルスによる食中毒がアニサキスによる事件より多く発生し、179 事例がノロウイルス、2 事例がロタウイルスによるものだった。ノロウイルスについては GII. 17 が最多の遺伝子型だった。

iPS 由来細胞を用いたノロウイルス不活化の検証では、65℃1 時間の加熱は、ノロウイルス不活化に不十分である可能性が示された。また同培養系において培養にインプットするウイルス量が 106 以上であれば、さまざまな遺伝子型のノロウイルスの増殖を確認できることが示唆された。

サポウイルスの加熱不活化条件（岡）

ノロウイルスと同様に胃腸炎の起因ウイルスであるサポウイルスの培養系を用いて Codex 委員会が示す 85-90℃90 秒以上の加熱による不活化を検証した。GI. 1、GII. 3 サポウイルスを用い、70℃以上の加熱であれば 1 分間の加熱でサポウイルスが不活化することが明らかとなった。65℃の加熱では、GI. 1 で 5 分間、GII. 3 で 10 分間とウイルスによって不活化に要する条件が異なっていた。

腸管オルガノイド系による感染性ウイルス評価（村上）

現状のノロウイルス培養系はウイルスの増殖効率が低く、感染性の定量評価が行えない課題を抱えている。宿主免疫応答に着目して、化合物添加による免疫応答の抑制が

特に GII. 17 ノロウイルス増殖効率の向上に関連することを示した。

培養系による感染性ウイルスの定量評価系（白崎）

食中毒関連ウイルスの殺菌・洗浄工程における不活化効果・洗浄効果を定量的に評価するめに細菌検査で用いられる MPN 法の考え方と培養法、PCR を組み合わせた ICC-PCR(Integrated cell culture PCR)法を検討した。サポウイルス GV. 1 と A 型肝炎ウイルス HA175/18f を用いて、ICC-PCR、プラーク法の比較により ICC-PCR 法を用いることで、プラーク法を用いることが困難な胃腸炎ウイルスに対しても、感染性ウイルスの定量評価が行えることを示した。

D. 政策等への活用または実用化に向けた取り組み、活用できる成果

- ・ 水試料からのウイルス検出法については、食中毒発生時のみならず、食品製造工程における安全性確保のための検査としての活用、将来 Codex 委員会での食品製造用水等の衛生管理におけるリスク評価にウイルスが加わった際にも、国内で対応可能となることが期待できる。
- ・ 下水を含めて、各種ウイルスの検出に NGS を利用した網羅的検出法の構築を進め、食中毒その他、公衆衛生的な観点からの検査への対応が可能となると期待できる。
- ・ 東京都を含めて、全国的にノロウイルスの食中毒、胃腸炎の主要流行株がこれまでの GII. 4 から GII. 17 へ置き換わったことが示唆された。2024 年から 25 年にかけて、ノロウイルスによる食中

毒患者は1万人増加し、食中毒全体の患者数の押し上げの大きな要因となっているが、遺伝子型の変遷がこの患者拡大に寄与している可能性が示唆された。

- ・ ウイルスの加熱条件については、85-90℃で1分以上の加熱では十分に不活化されることを、サポウイルスでも示すことができた反面、65℃ではウイルス株による差が大きい可能性が示されたことから、必要な加熱条件についてはさらに慎重な検証が必要と考えられた。食肉の提供にかかる63℃30分以上の加熱によっても不活化が不十分となる可能性が示された。
- ・ プラーク法などによる感染性評価が難しいが、培養可能なウイルスについて、MPN法の考え方をもとにしたICC-PCRを用いることで、感染性の定量評価を行えることを示し、これを応用して加熱や洗浄による効果を定量評価することができるようになった。

以上の成果は、HACCPに基づく衛生管理において、科学的根拠として活用すること、食中毒対応において活用することが期待できる。

課題

- ・ 下水の調査で示されるように、ノロウイルスに加えて、サポウイルス、E型肝炎ウイルスは高頻度に検出されており、医療機関等で探知できていないことが示唆された。サポウイルスの食中毒や感染性胃腸炎への関与、E型肝炎ウイルスの食品汚染実態調査などのデータに基づいた対策の提案が必要と考えられる。

- ・ 2025年3月に大阪府で発生した給食パンに関連したノロウイルスによる食中毒など、食品の汚染経路の特定は、現状では非常に難しいことから、ファージ等の培養が簡便なウイルスを用いた汚染拡大を模したデータの蓄積を行い、食品汚染経路について関係者で考察・共有して実行可能な汚染対策の提案が必要と考えられる。
- ・ 加熱による不活化のほか、非加熱喫食されるReady-to-eat食品での対策として、洗浄等による除去、殺菌効果について感染性を指標にしたデータの蓄積が十分でない。
- ・ ノロウイルスそのものを用いた評価が難しい状況は未だ解決できていないため、ノロウイルス培養系の改良に加えてサポウイルス、ファージ等を利用し現場に提示できるデータの蓄積を進める必要がある。

E. 健康危険情報

該当なし

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Tabe C, Motooka D, Fujita T, Makiguchi T, Taima K, Tanaka H, Itoga M, Ishioka Y, Akita T, Ishidoya M, Chubachi K, Fukushima T, Tanaka Y, Odagiri H, Kameyama Y, Kobori Y, Tasaka S, Fujii H. The gut microbiota as a potential biomarker in patients with EGFR-mutant lung cancer. *Sci Rep*. 2025.
2. Kotaki T, Akieda Y, Chen Z, Onishi M, Komatsu S, Motooka D, Omori H, Tamiya S, Kanai Y, Minami S, Kawagishi T, Sakon N, Sato S, Ishitani T, Kobayashi T. Recovery of infectious recombinant human norovirus using zebrafish embryos. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2025 Dec 9;122(49):e2526726122.
3. Kotaki T, Kanai Y, Onishi M, Sakai Y, Motooka D, Chen Z, Enoki Y, Komatsu S, Hirai K, Minami S, Kawagishi T, Ushijima H, Kobayashi T. Single-round infectious rotaviruses with deletions of VP7 or VP4 genes, based on SA11 and WC3 strain backbones, and their potential use as viral vectors. *PLoS Pathog*. 2025 Sep 15;21(9):e1013484.
4. Lin NY, Fukuoka S, Koyama S, Motooka D, Tourlousse DM, Shigeno Y, Matsumoto Y, Yamano H, Murotomi K, Tamaki H, Irie T, Sugiyama E, Kumagai S, Itahashi K, Tanegashima T, Fujimaki K, Ito S, Shindo M, Tsuji T, Wake H, Watanabe K, Maeda Y, Enokida T, Tahara M, Yamashita R, Fujisawa T, Nomura M, Kawazoe A, Goto K, Doi T, Shitara K, Mano H, Sekiguchi Y, Nakamura S, Benno Y, Nishikawa H. Microbiota-driven antitumour immunity mediated by dendritic cell migration. *Nature*. 2025 Aug;644(8078):1058-1068.
5. Shirai T, Motooka D, Ushikai Y, Komano J, Shioda T, Iida T, Sakon N. Molecular epidemiology of human sapovirus based on the surveillance of wastewater and patients with acute gastroenteritis in Osaka, Japan. *Sci Total Environ*. 2025 Jul 10;985:179622.
6. Mizukoshi F, Doan H, Hirata-Saito A, Tsukagoshi H, Motoya T, Kimura R, Takahashi T, Hayashi Y, Matsushima Y, Miyakawa K, Sakon N, Sadamasu K, Yoshimura K, Saruki N, Suzuki Y, Uema M, Murakami K, Katayama K, Ryo A, Kageyama T, Kimura H., Phylogenetic Analyses of RdRp Region and VP1 Gene in Human Norovirus Genotype GII.17[P17] Variants., *Microorganisms* 2026, 14(4), 770.
7. 上間匡、岡智一郎、遠矢真理. 厚生労働科学研究 「食中毒原因ウイルス等の汎用性を備えた検査法と制御を目的とした失活法の開発のための研究」 食品衛生研究 76 (4) 7-12, 2026.
8. 野田衛, 山崎栄樹, 遠矢真理, 岡智一郎, 上間匡. オープンデータ活用による 2025 年 2 月に多発した感染性胃腸炎およびノロウイルス食中毒の気象要因の分析. 日本食品微生物学会雑誌 42(4) 102-110, 2026.
9. Ly LTK, Doan YH, Mai CTN, Takemae N,

- Kageyama T, Oka T, Parashar UD, Tate JE, Trang NV. Clinical, Molecular and Evolutionary Characterization of Noroviruses in Hospitalized Children With Acute Gastroenteritis in Vietnam, 2016 to 2021. *J Med Virol.* 2026 Mar;98(3):e70876. doi: 10.1002/jmv.70876.
10. 岡智一郎, サポウイルス等による食中毒とその対策. 食の安全と安心通信 vol.59, 2025.12. <https://nposfss.com/quarterly-magazine/sfss59/>
11. Saha R, Lo M, Doan YH, Deb AK, Miyoshi SI, Kitahara K, Oka T, Chawla-Sarkar M. Epidemiological and Full Genomic Analysis of the Sapoviruses Circulating During Post Rotavirus Vaccination Period (2021-2023) in West Bengal, India. *J Med Virol.* 2025 Nov;97(11):e70712. doi: 10.1002/jmv.70712.
12. Oka T, Okemoto-Nakamura Y, Takagi H. CD36 is required for human sapovirus propagation. *J Virol.* 2025 Nov 25;99(11):e0132525. doi: 10.1128/jvi.01325-25.
13. Aryal B, Petznick T, Takagi H, Oka T, Liu M, Li G, Li D, Wang Q. Molecular characterization and isolation of contemporary porcine sapoviruses from swine farms in the United States. *Vet Microbiol.* 2025 Nov;310:110709. doi: 10.1016/j.vetmic.2025.110709.
14. Kusahara H, Doan YH, Kobayashi A, Takagi H, Oka T. Genotypic Analysis and Clinical Findings of Sapovirus-Associated Acute Gastroenteritis in Mie Prefecture, Japan, 2010-2022. *J Med Virol.* 2025 Jul;97(7):e70470. doi: 10.1002/jmv.70470.
- 2.学会発表
1. 上間匡, 南村幸世, 遠矢真理. 食品製造用水、飲料水からの食中毒関連ウイルス検出法の検討. 第121回日本食品衛生学会学術講演会. 2025/10/16-17. 東京.
2. 遠矢真理, 南村幸世, 國吉杏子, 斎藤博之, 岡智一郎, 上間匡. 下水疫学による食中毒関連ウイルスの流行調査. 第46回日本食品微生物学会学術総会. 2025/9/18-19. 神奈川.
3. 白井達哉, 元岡大祐, 牛飼裕美, 駒野淳, 塩田達雄, 飯田哲也, 左近直美. 大阪府の下水および臨床検体から検出されたヒトサポウイルスの分子疫学的解析. 第72回日本ウイルス学会学術集会. 2025/10/28-30. 静岡.
4. 元岡大祐. メタゲノム解析による臨床検体や環境試料からの病原体探索. ベックマン・コールター社オンラインセミナー. 2025/06/19. オンライン.
5. 横田翔太, 浅倉弘幸, 黒木絢士郎, 三関詞久, 岩崎直哉, 磯貝まや, 三宅啓文, 貞升健志, 千葉隆司. 市販のヒトiPS細胞由来腸管上皮細胞を用いた加熱によるヒトノロウイルス不活化の検討. 第72回日本ウイルス学会学術集会. 2025/10/28-30. 静岡.
6. 岡智一郎, 中村(桶本)優子, 高木弘隆. ヒトサポウイルスの増殖に必須な細胞因子の同定. 第72回日本ウイルス学会学術集会. 2025/10/28-30. 静岡.
7. 遠矢真理, 國吉杏子, 南村幸世, 池内隼祐,

- 小松優樹, 鈴木亜希子, 岡智一郎, 上間匡. 2021-2025 年におけるシジミからのノロウイルス検出状況. 第 121 回日本食品衛生学会学術講演会. 2025/10/16-17. 東京.
8. 斎藤博之, 秋野和華子, 藤谷陽子, 樫尾拓子, 小川千春, 萩生田遼, 木内雄, 遠矢真理, 上間匡, 岡智一郎. 食中毒事例対応のためのサポウイルス検出法に関する検討. 第 121 回日本食品衛生学会学術講演会. 2025/10/16-17. 東京.
 9. Oka T, Okemoto-Nakamura Y, Takagi H. Essential cellular factor for human sapovirus propagation. (Invited State-of-the-Art-Speaker). The 9th International Calicivirus Conference, September 7-11, 2025, Banff, Alberta, Canada.
 10. Kusahara H., Doan YH, Kobayashi A, Takagi H, Oka T. Genotypes and Clinical Manifestations of Sapovirus-Associated Gastroenteritis in Mie Prefecture, Japan, 2010-2022. The 9th International Calicivirus Conference, September 7-11, 2025, Banff, Alberta, Canada.
 11. Wang Q, Aryal B, Petznick T, Takagi H, Oka T, Liu M, Li G, Li D. Characterization and Isolation of PoSaVs from Swine Farms in the U. S. The 9th International Calicivirus Conference, September 7-11, 2025, Banff, Alberta, Canada.
 12. Ly LTK, Doan YH, Mai TNC, Takemae N, Kageyama T, Oka T, Parashar UD, Tate JE and Trang NV. Clinical and Molecular Characterization of Noroviruses in hospitalized children with Acute Gastroenteritis in Vietnam, 2016 to 2021. The 9th International Calicivirus Conference, September 7-11, 2025, Banff, Alberta, Canada.
 13. Raymond P, Allen M-M, Blain R, Larocque É, Takagi H, Qiu J, Oka T. Evaluation of sensitivity and heat susceptibility of isolated human Sapovirus in the HuTu80 cells culture model. The 9th International Calicivirus Conference, September 7-11, 2025, Banff, Alberta, Canada.
 14. 遠矢真理, 佐々木瑞希, 佐々木貴正, 岡智一郎, 田中亜美, 坂田秀勝, 松林圭二, 上間匡. ブタ胆汁、肝臓および横隔膜由来 E 型肝炎ウイルスの疫学解析. 第 168 回日本獣医学会学術集会. 2025/09/3-6. 宮崎.
 15. Murakami K, Hayashi T, Kagimoto F, Tamiya S, Sakon N, Takahashi T, Sakagami A, Uema M, Sato S. Evaluation of heat inactivation of human norovirus using two distinct cultivation systems. 9th International Calicivirus Conference, Canada. Oct 7-13, 2025.
 16. Takahashi A, Takemoto S, Kamaishi T, Murakami K. Feeding- and temperature-dependent accumulation of norovirus like particles in oysters.. 9th International Calicivirus Conference, Canada. Oct 7-13, 2025.
 17. 林豪士, 藤井克樹, 小林さくら, 村上耕介. ヒトノロウイルス増殖を規定する宿主因子・経路の探索研究. 第 72 回日本ウイルス学会学術集会. 2025/10/28-30. 静岡.
 18. 鍵本風花, 民谷繁幸, 林豪士, 左近直美, 高橋知子, 坂上亜希恵, 上間匡, 村上耕介,

佐藤慎太郎, 熱処理によるヒトノロウイルスの不活化における *in vitro* 培養系での検討. 日本薬学会第 146 年会. 2026/03/26-29. 大阪

19. 山口耕平, 白崎伸隆, 松下拓 (2026). 病原ウイルスのオゾン処理耐性の把握とトウガラシ微斑ウイルスを指標とした実浄水場におけるオゾン処理強度の推定. 第 60 回日本水環境学会年会. 2026/3/9-11. 東京.
20. 佐々木有那, 白崎伸隆, 松下拓, 李天成 (2026). E 型肝炎ウイルスの塩素処理性評価: 細胞増殖系を活用した感染力評価手法の構築と適用. 第 60 回日本水環境学会年会. 2026/3/9-11. 東京.

G. 知的財産の出願・登録状況

なし