



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Molecular mechanism underlying the N ₂ O-reducing ability of Campylobacteria isolated from a deep-sea hydrothermal vent
Author(s)	土屋, 地郎
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第16713号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16713
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99558
Type	doctoral thesis
File Information	Jiro_Tsuchiya_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（水産科学）

氏名：土屋 地郎

審査委員	主査	教授	笠井	久会
	副査	教授	大木	淳之
	副査	教授	澤辺	智雄
	副査	助教	美野	さやか

学 位 論 文 題 目

Molecular mechanism underlying the N₂O-reducing ability of *Campylobacter*
isolated from a deep-sea hydrothermal vent

（深海底熱水孔環境から分離された *Campylobacter* 綱細菌の N₂O 還元能を規定する分子機構）

亜酸化窒素（N₂O）は温室効果ガスであると同時にオゾン層破壊を引き起こす物質であり、その大気中濃度は増加傾向にある。微生物による脱窒の最終段階は、N₂O を分子状窒素へと還元する過程であり、これは地球上で唯一の生物学的な N₂O 消失反応として知られている。この反応は N₂O 還元酵素（NosZ）を持つ微生物によって触媒されることから、高い N₂O 還元活性を示す微生物は、地球規模の N₂O 削減に貢献し得る重要な微生物資源として注目されている。沖縄トラフ深海底熱水孔環境から分離された *Nitrosophilus labii* HRV44^T 株は、二酸化炭素を炭素源に利用し、水素を電子供与体として N₂O を還元する能力を持つ化学合成独立栄養細菌である。その N₂O 還元活性は近縁種よりも最大 20 倍高く、高温かつ微酸性下という特異な条件下で、二大温室効果ガス CO₂ と N₂O の同時除去を可能とする。本研究では、トランスクリプトーム解析手法を駆使して、HRV44^T 株の持つ高い N₂O 還元能を規定する分子機構の一端を明らかにしたものである。得られた研究成果は以下のように要約される。

1. N₂O に対する遺伝子発現応答の時系列トランスクリプトーム解析により、HRV44^T 株は *nosZ* 遺伝子の発現を上方制御するのではなく、遺伝子発現レベルで NosZ への電子伝達を促進することにより、高い N₂O 還元活性を示すことを見いだした。また、因果推論を通じて、Crp/Fnr 転写因子が *nosZ* の

転写抑制因子として機能し、 N_2O 還元活性の調節に関与することを示唆した。

2. HRV44^T株および N_2O 還元活性が異なる近縁種3株を対象に、 N_2O に対する遺伝子発現応答を比較し、水素酸化が駆動する電子供与、および高発現 cytochrome *c* に起因する NosZ への高効率な電子伝達が、HRV44^T株の高い N_2O 還元を規定する重要な要因であることを示した。
3. HRV44^T株の N_2O 還元能を規定する新規分子機構の実験的検証に向けて、HRV44^T株が外来 DNA 断片を自発的に取り込み、自身のゲノムへ相同組換えによって組み込む自然形質転換能を持つことを明らかにした。その組換え頻度は至適増殖温度に近い 50°C よりも増殖可能な温度帯の下限を下回る 37°C で高いことを明らかにした。

以上、本研究は HRV44^T株の高い N_2O 還元能を規定する分子機構に関する新知見を数多く得ただけではなく、本株が深海底熱水孔環境由来 *Campylobacter* の遺伝子改変技術の確立に資する性質を持つことを明らかにした。これらの成果は、海洋微生物学における学術的進展のみならず、水圏をはじめとする環境保全に向けた熱水孔微生物資源の活用を促進する基盤として、高く評価できる。よって審査員一同は申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格のあるものと判定した。