



HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title | Study of Extracellular Electron Transfer in Bio-corrosive Bacteria for Electrochemical Sensor Application [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review] |
| Author(s) | Luo, Dan |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(理学) |
| Dissertation Number | 甲第15638号 |
| Issue Date | 2023-09-25 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/90834 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | LUO_DAN_review.pdf, 審査の要旨 |



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（理学） 氏名 Luo Dan

| | | | |
|-------|----|------|-------|
| 審査担当者 | 主査 | 教授 | 村越 敬 |
| | 副査 | 教授 | 渡慶次 学 |
| | 副査 | 客員教授 | 野口 秀典 |
| | 副査 | 客員教授 | 岡本 章玄 |

学位論文題名

Study of Extracellular Electron Transfer in Bio-corrosive Bacteria for Electrochemical Sensor Application
(電気化学センサー応用に向けた腐食性細菌の細胞外電子移動に関する研究)

電気微生物 (EAMs) は細胞内から細胞外環境へ電子を移動する能力、細胞外電子移動 (EET) 能を有しており、これまでバイオ発電や触媒といった観点からエネルギー・環境分野での研究が盛んに行われている。一方で、これまで特殊な細菌であると考えられていたが、実は鉄腐食や感染に関わる EAMs も存在することが近年の研究から明らかになってきた。バイオフィームによる金属表面や歯科材料などに生じるバイオ腐食 (MIC) は、我々の生活に甚大な被害をもたらしている。しかし、これらの有害 EAMs による EET 機構に関しての研究は始まったばかりである。本論文では、鉄腐食細菌や歯周病細菌の電流生成機構に迫ることによって、これらの有害な細菌を検出するバイオセンサー開発へと繋げる研究を行なった。

第 1 章では、鉄および歯科のバイオ腐食環境で見られる電気化学的に腐食性の病原体についての紹介と総説が提供された。バイオ腐食病原体に対するバイオセンサーの開発の重要性が強調され、細胞外電子移動および電子取り込みのメカニズムが概説された。特に 2 種類の腐食性細菌、*Desulfovibrio ferrophilus* IS5 (IS5) と *Porphyromonas gingivalis* (PG) の研究に焦点が当てられた。

第 2 章では、IS5 の電子輸送を担う外膜シトクロムと親水性電極間の強い相互作用が示され、拡散を介さない細胞外電子取り込みのメカニズムが示された。さらに、IS5 バイオセンサーの電極材料の開発や鉄腐食の予防に関する重要な示唆が得られた。

第 3 章と第 4 章では、歯科バイオ腐食および歯周病の診断のための PG の EET ベースの電気化学バイオセンサーの設計と高感度化を目的とした研究が行われた。特に、PG の電流生成メカニズムとして重要な代謝パスが特定され、唾液のような混合細菌系においても最近詳細な調査と、人間の唾液中での PG 数と相関する電流生成が得られている。

第 4 章では、PG バイオセンサーの感度と反応時間の改善を目指し、酸化還元メディエーターのスクリーニングを行い、最適なメディエーターを特定した。人間の唾液サンプルで短時間に PG の迅速な検出を実現した。

第 5 章では、本研究で得られた結果を総括し、今後の展開について述べている。

以上本研究は、まだ世界的にも研究が始まったばかりの有害微生物の EET 機構に加えて、バイオセンサーの実用可能性に関して重要な基礎的知見を与えた。関連原著論文は 1 編あり、英文で国際誌に掲載されている。よって審査委員一同は、申請者が北海道大学博士 (理学) の学位を授与される資格があるものと認める。