

2026 年 5 月 22 日

豊橋技術科学大学長 殿

応用化学・生命工学専攻
学位審査委員会
委員長 高島 和則



論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、博士学位論文審査を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	金子 光瑠		学籍番号	第 239401 号
申請学位	博士（工学）	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 応用化学・生命工学専攻	
博士学位 論文名	粒状活性炭および電圧印加技術を用いたメタン発酵技術の高効率化と普及に向けた研究 (Study on Enhancement and Dissemination of Methane Fermentation using Granular Activated Carbon and Microbial Electrochemical Technology)			
論文審査の 期間	2026 年 4 月 9 日 ～ 2026 年 5 月 21 日			
公開審査会 の日	2026 年 4 月 23 日	最終試験の 実施日	2026 年 4 月 23 日	
論文審査の 結果※	合格		最終試験の 結果※	合格
審査委員会(学位規程第6条) 学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。 委員長 手老 龍吾 委 員 小口 達夫 大門 裕之				

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

本論文は粒状活性炭（Granular Activated Carbon; GAC）の添加および電圧印加技術（Microbial Electrochemical Technology; MET）を用いたメタン発酵技術の高効率化と消化液の利用促進に伴うメタン発酵技術の普及について検討したものである。本論文は 8 章より構成されており、第 1 章では研究背景および目的について述べている。第 2 章および第 3 章では GAC の添加がメタン発酵に与える効果について述べている。特に、有機物負荷率（Organic Loading Rate; OLR）が高い条件において GAC の添加効果が顕著に現れることを明らかにした。加えて、GAC の添加に伴う水素資化メタン生成菌および共生細菌の増加により発酵プロセスが促進されたことを初めて明らかにした。また、従来までバイオマスとして利用が困難だった高脂質なグリストラップ廃棄物に対しても GAC を添加することでメタン発酵のバイオマスとして利用可能であることを示した。第 4 章から第 6 章では MET がメタン発酵に与える効果について述べている。特に、高い OLR 条件における 0.7 V の電圧印加はメタン生成量およびメタン濃度を向上させることを明らかにした。また、Anode および Cathode の表面で微生物群集が異なっており、Cathode で水素資化メタン生成菌が活性化していたことが示唆された。さらに、水理学的滞留時間（Hydraulic Retention Time; HRT）を短縮した条件に対して、MET は安定したメタン発酵を実現できることを示した。第 7 章ではメタン発酵の残渣である消化液の利活用について検討しており、法面緑化事業へ利用可能であることを明らかにした。第 8 章では本論文の総括と今後の展望について述べている。

以上より、本論文は GAC および MET を用いたメタン発酵技術の高効率化と消化液の利用促進に伴うメタン発酵技術の普及に関する知見であり、バイオマス利活用の拡大にとどまらず、資源循環型社会の構築に寄与する重要な知見として位置づけられる。

審査結果の要旨

近年、地球温暖化対策および資源循環型社会の構築に向けて、バイオマスから再生可能エネルギーを回収できるメタン発酵技術が注目されている。しかしながら、メタン発酵は高い OLR 条件や短い HRT 条件において発酵阻害を生じやすく、安定運転が困難であることが課題となっている。また、導電性材料の添加や MET に関する既往研究は存在するが、実運転条件を見越した包括的な評価や微生物群集構造との関連性については十分に議論されていなかった。本論文では上記にある内容の要旨のとおり、GAC および MET を用いたメタン発酵技術に関する包括的な検討がなされている。

最終試験では主に、高い OLR 条件において GAC および MET が発酵の安定化に寄与できることを示すとともに、微生物群集構造解析を通じて、水素資化メタン生成菌や共生細菌との関連性を初めて明らかにしたことが示され、新規性を有すると認められる。また、Anode および Cathode の役割をそれぞれ評価した点はメタン発酵技術の高効率化および普及に向けて重要な知見を与えるものである。

また、本論文において示された、短い HRT 条件での安定運転を実現した点に加え、高脂質なグリストラップ廃棄物への適用や消化液の法面緑化利用についての検討は、エネルギー回収のみならず資源循環まで含めたシステムとしてメタン発酵を捉えている点が評価できる。

総じて、本研究で得られた成果は、メタン発酵技術の高度化に寄与する新しい工学的知見であり、バイオマス利活用の拡大ならびに資源循環型社会の構築にも貢献する成果である。また、微生物群集構造解析により得られた知見は生物科学分野において学術的価値が高い。

以上より、本論文は博士（工学）の学位論文に相当するものと判断した。