

# 電気的および光学的手法を併用した細菌の選択的高速検出

研究報告者 内田 諭

(工学研究科電気工学専攻 助手)

## 1. 研究の背景と目的

近年、悪性細菌による集団食中毒や院内感染が社会問題となっており、その根本的な対策が求められている。そのため、殺菌や抗菌に対する様々な研究が積極的に進められているが、感染の予防といった観点からは細菌の有無をモニタリングすることも重要である。現在、最も一般的な細菌検出法としては、培養法が挙げられる。しかしながら、本手法では検出に多大な時間を要するため、菌のモニタリングには適していない。そこで本研究では、高速検出が可能な電気的手法（誘電泳動インピーダンス計測法）と細菌の選択性が高い光学的手法（レーザ吸光分光法）を併用した新しい細菌検出法を検討した。

## 2. 研究方法

本研究では、インピーダンス測定系を構築するため、初めにマイクロ電極の作成を行った。マイクロ電極はガラス基板にクロムおよび金を真空蒸着して形成した。電極間隔は  $16 \pm 2 \mu\text{m}$  で低電圧の印加でも十分に高い電界勾配を実現している。次に本電極を装着した測定装置（図1）に用いて、あらかじめ用意した大腸菌（JM83）および枯草菌（168tnpC2）を電極間に形成した流路へ誘導し、それらの細菌群が電極に捕獲される様子をマイクロスコープにより観測した。また、チャンバー内におけるインピーダンスの経時変化と等価回路モデルの比較から、菌密度を算出した。さらに、紫外可視分光光度計（図2）を併設し、細菌の吸光特性を解析した。

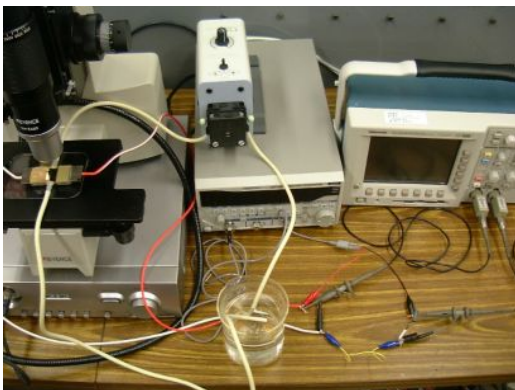


図1 誘電泳動インピーダンス計測装置



図2 紫外可視分光光度計

## 3. 研究結果

本研究で得られた成果を以下に示す。

(1) 誘電泳動による大腸菌捕集の様子（図3）を観察した結果、菌密度が  $10^6 \sim 10^8 \text{cm}^{-3}$  の範囲であ

れば、大腸菌は 10 秒程度で電極間にパールチェーンを形成し、60 秒程度で電極間全体を満たすことがわかった。

- (2) 大腸菌の捕集により生じる電極間のインピーダンスの経時変化を定量的に計測した。得られたインピーダンス特性からコンダクタンスの経時変化（図 4）を導出し、その勾配より求めた大腸菌の菌密度は、培養法との差異が 10%以内で一致した。計測に要する時間は数分以内であるため、本手法は細菌の高速検出システムへの適用に有効であると言える。
- (3) 不純物粒子を混合した環境下でも誘電泳動力の違いから菌のみに対する密度計測が可能であることから、誘電泳動インピーダンス計測法では媒質の調整が不要であることが示された。
- (4) 波長範囲 200~1100 nm における大腸菌および枯草菌に対する吸光スペクトル（図 5）の比較から、波長 200nm および 300nm 付近に若干異なる傾向が現れていることがわかった。本結果より、吸光度測定には菌種を選択性があると考えられるが、菌種や密度に対する適用範囲がどの程度あるかは今後検討する必要がある。

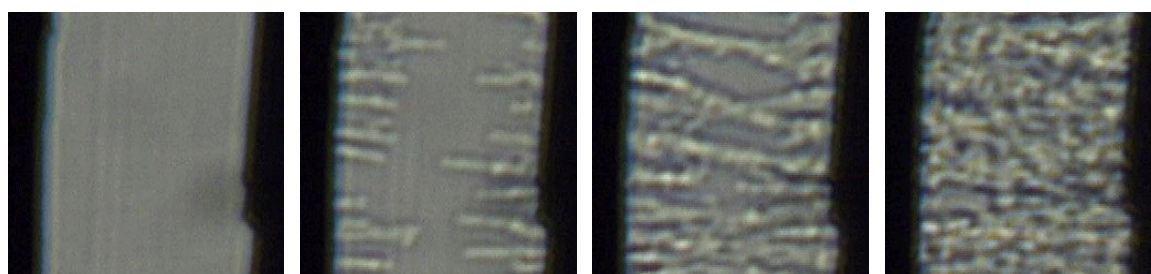


図 3 大腸菌捕集の様子（左から電圧印加前、2 秒後、10 秒後、60 秒後）

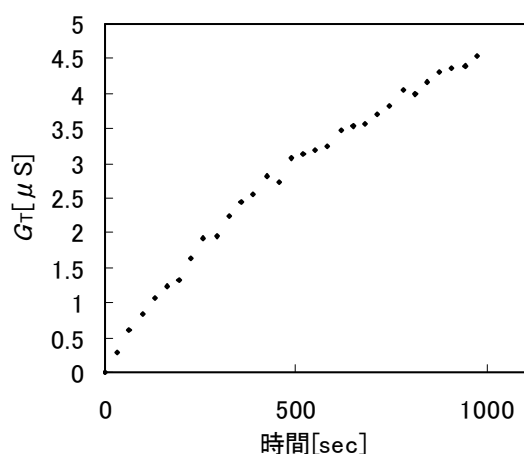


図 4 コンダクタンスの経時変化

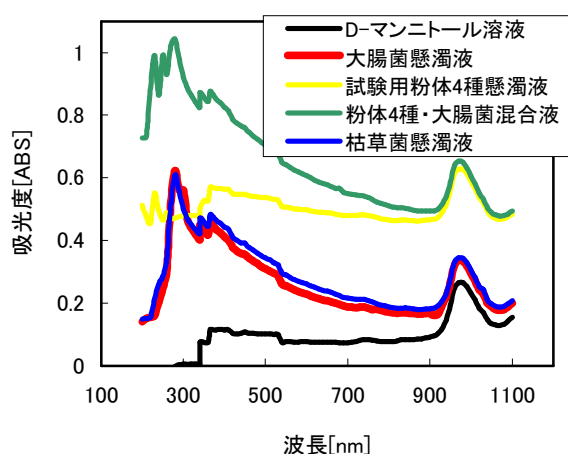


図 5 吸光スペクトル

#### 4. 今後の展望

今後は菌の混合状態における菌密度—インピーダンス特性を調べるとともに、菌の光学的特性を参照データとして充実させる。また、等価回路モデルと時系列モデルを組み合わせたより高度な理論解析を行うことによって、誘電泳動インピーダンス計測法における菌種選択が可能か検討する予定である。