

養液ゼロエミッション型水耕栽培システムの実現に資するパルス電界印加法を応用した殺菌技術の開発

北里大学、大分工業高等専門学校

はじめに

水耕栽培のメリット —食料の安定供給—

- 近年の指数関数的な人口増加において、食料の安定供給は喫緊の課題の1つ
- 水耕栽培は、従来の農業システムと比べて20～25%高い収穫量
- 気候変動に左右されにくく、安定的に栽培・収穫可能

▶ **安心・安全な食料の安定供給に大きく寄与**



水耕栽培の市場規模

- 2026年には179億ドル（2.3兆円）に達すると予想
- 新型コロナウイルス感染拡大によって、健康と食の安全がますます重要視
- 都市部でも農業が可能となるため、農作物の新たな生産拠点の創出が可能



水耕栽培システムの解決すべき課題

- “水”は極めて貴重な資源であるため、養液は循環利用が望ましい
- 養液が病原体による汚染を受けた場合、システムを停止・洗浄する必要あり
- 養液を効率的に消毒できる技術の導入が必須
- 現状、熱、UV、ろ過、オゾン等が消毒技術として研究対象

▶ **省エネルギーで高効率な消毒技術の確立が重要**



水耕栽培

パルス電界印加法を用いた養液殺菌技術の開発

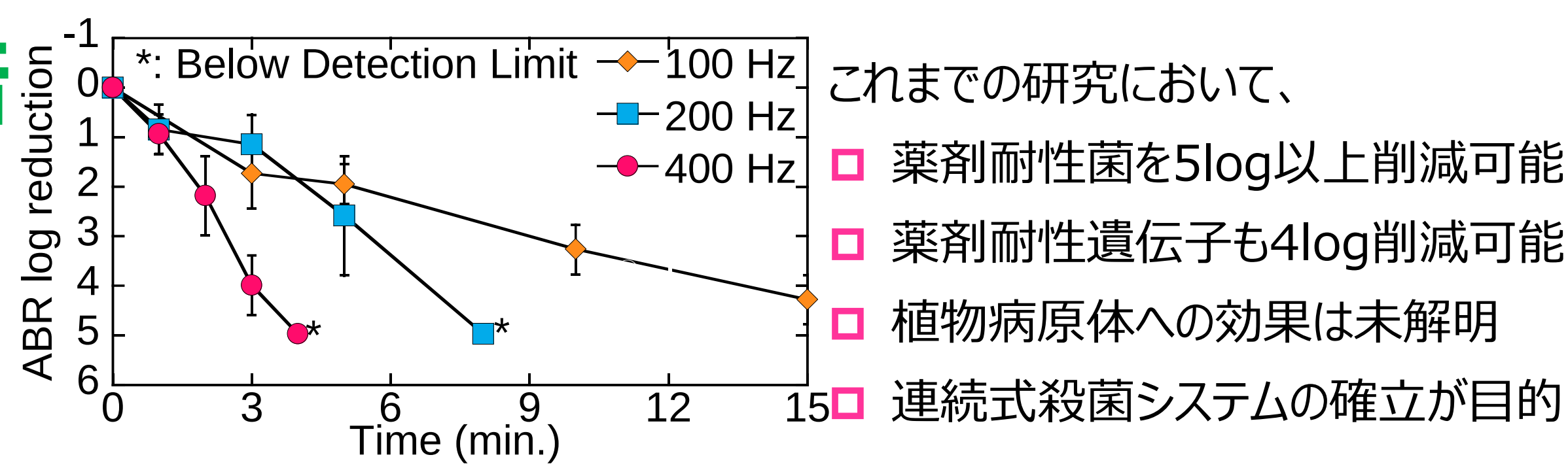
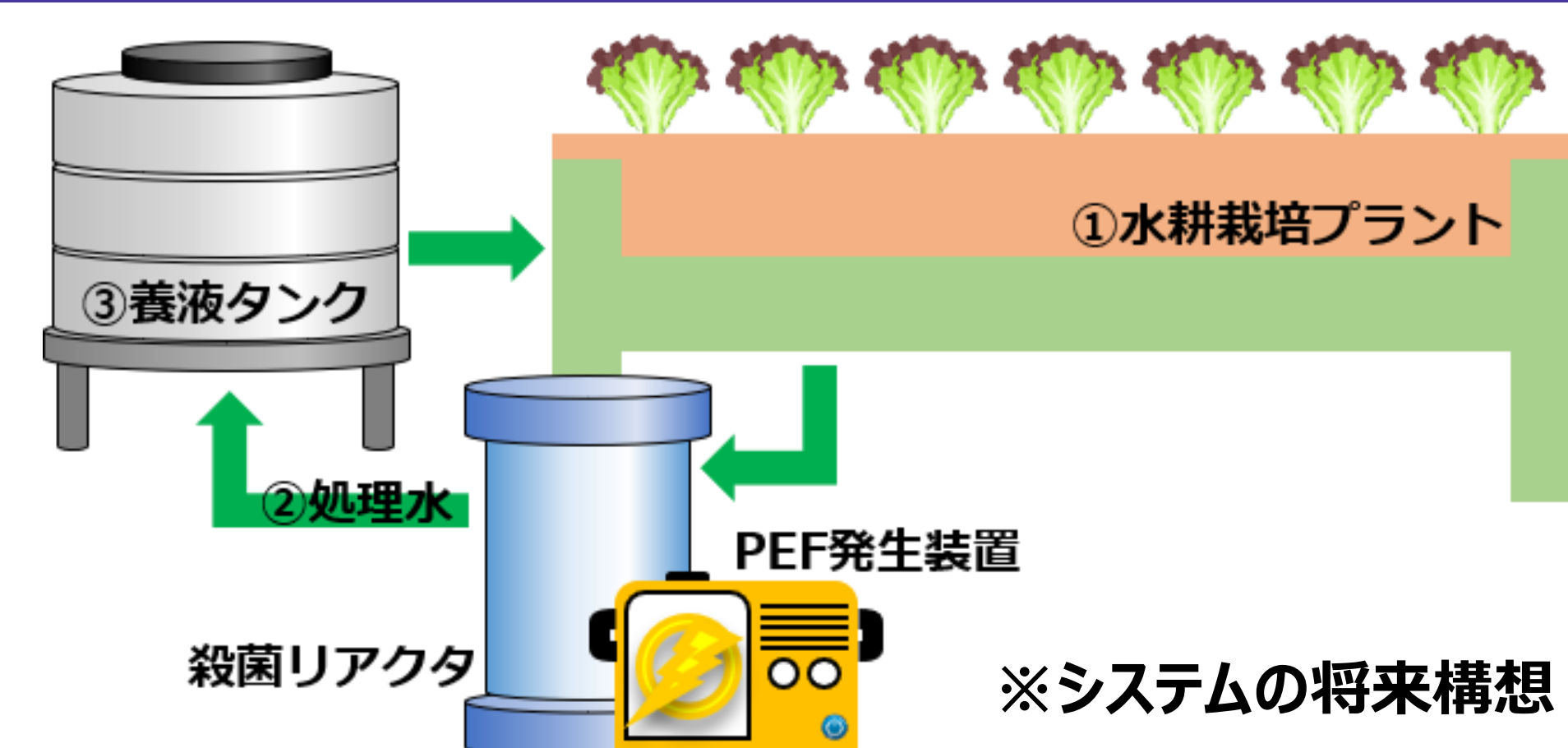


図1 薬剤耐性菌の対数削減率

パルス電界印加法を用いた水耕栽培システム



※システムの将来構想

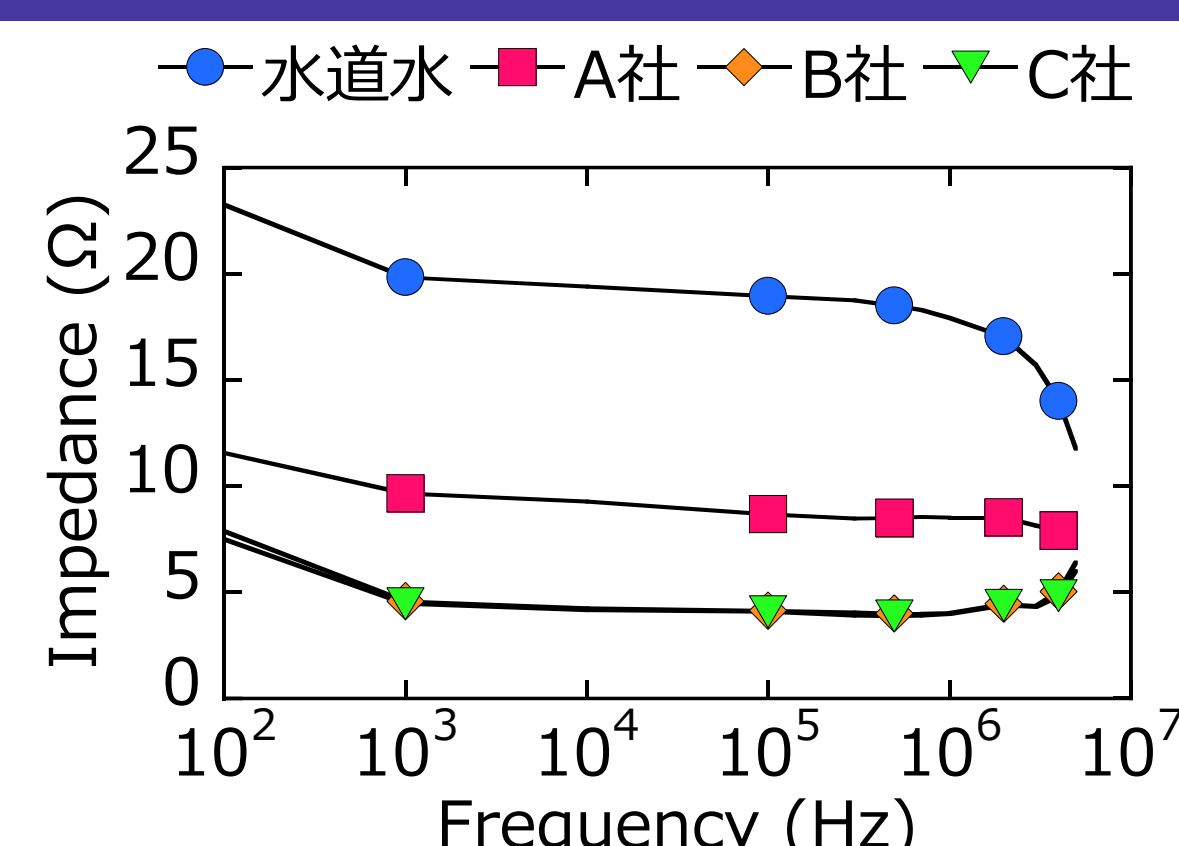
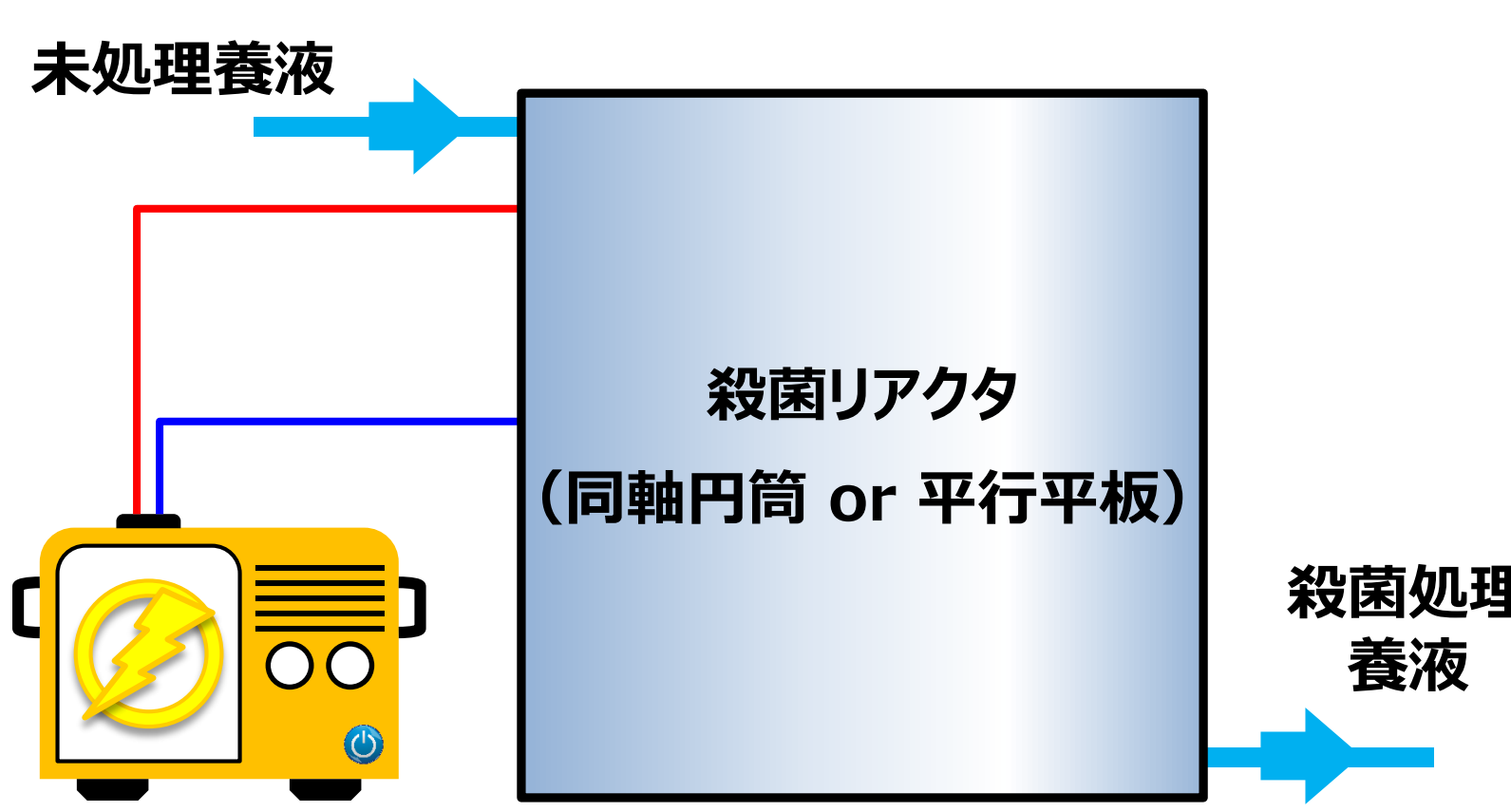


図2 養液のインピーダンス特性

- 水耕栽培プラントのオーバーフロー養液をPEF殺菌リアクタに導水
- 殺菌後に養液タンクに導水し、プラントに配水するシステムを想定
- 養液ゼロエミッション型水耕栽培システムが実現可能？

- 同軸円筒型あるいは平行平板型の殺菌リアクタを想定
- 殺菌処理に最適な電氣的パラメータを導出
- 低インピーダンスの養液についても殺菌可能？

- インピーダンス値は、対象物の電界印加のしやすさの指標
- **水耕栽培養液のインピーダンス値は極めて低い**
- 高電界を印加可能な殺菌リアクタの構築が必要

病原体不活化効果

大腸菌懸濁液（イオン交換水）不活化効果に関する検証

- 初期電圧値：2、6、および10 kV、ならびに周波数：100、および400 Hzを変化させた条件で電界を印加
- ポンプ流量：約40 mL/min.に設定し、印加時間：15 min.で殺菌処理を実施

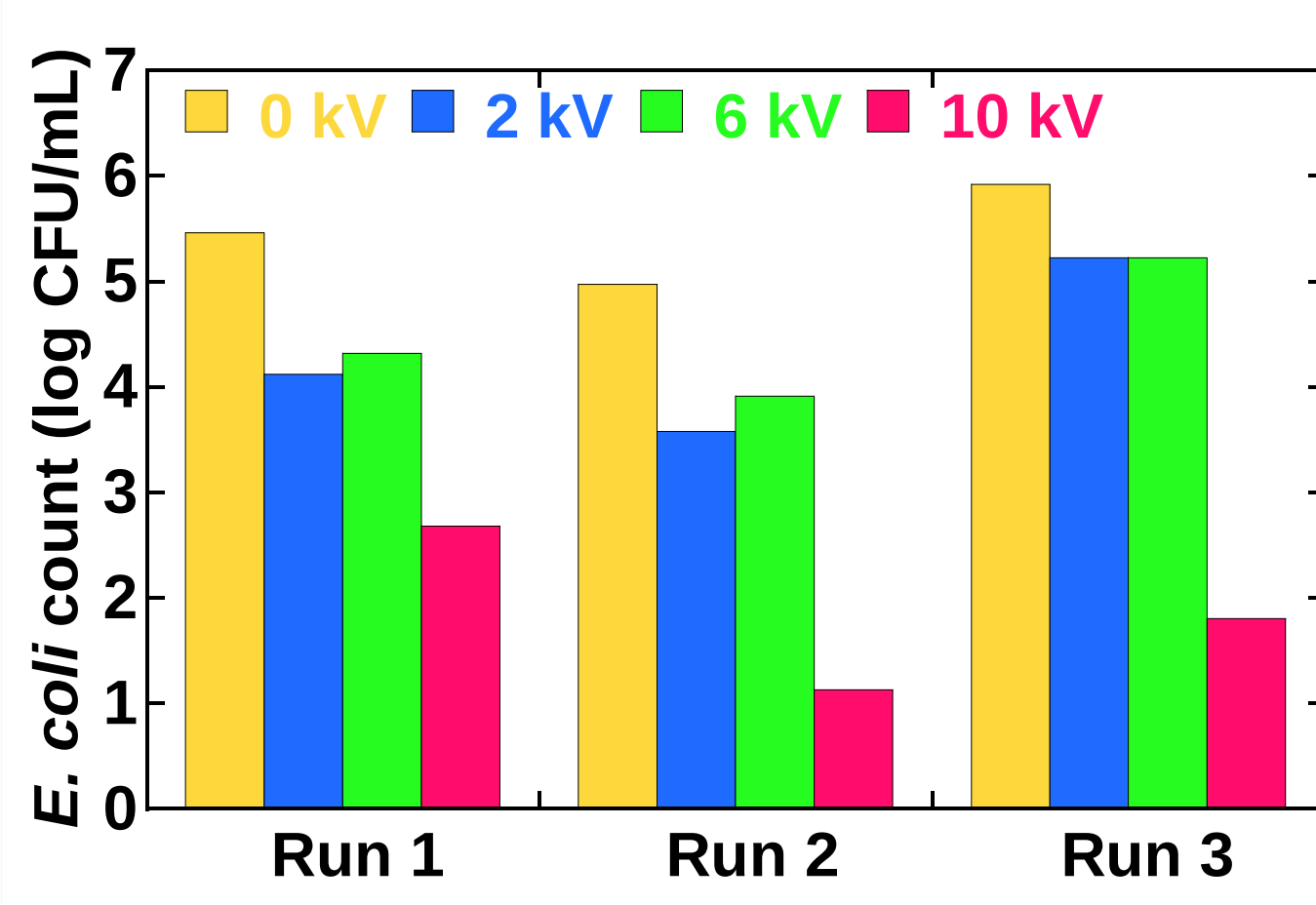


図3 100 Hzにおける大腸菌数の変動

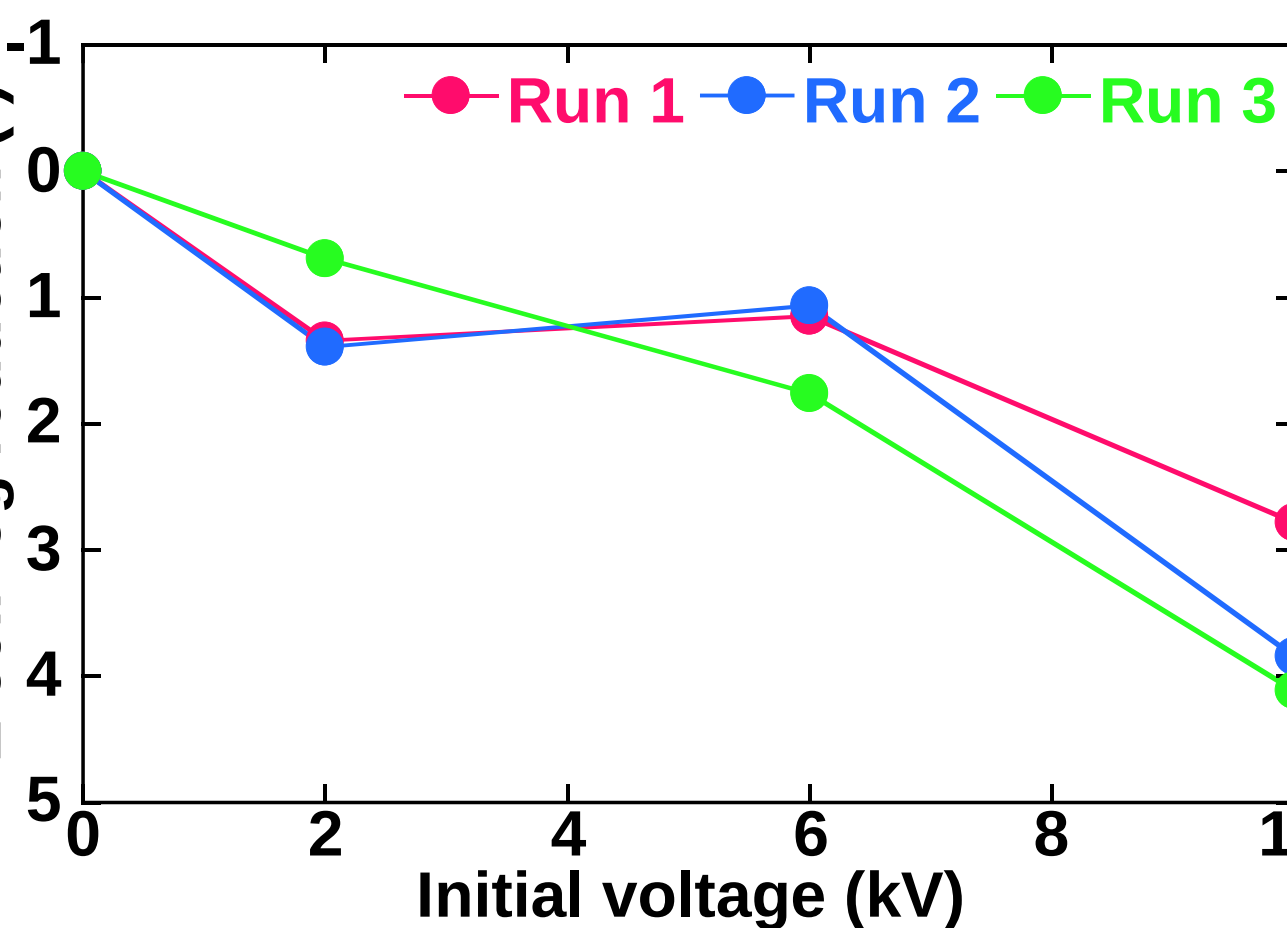


図4 100 Hzにおける大腸菌の対数削減率

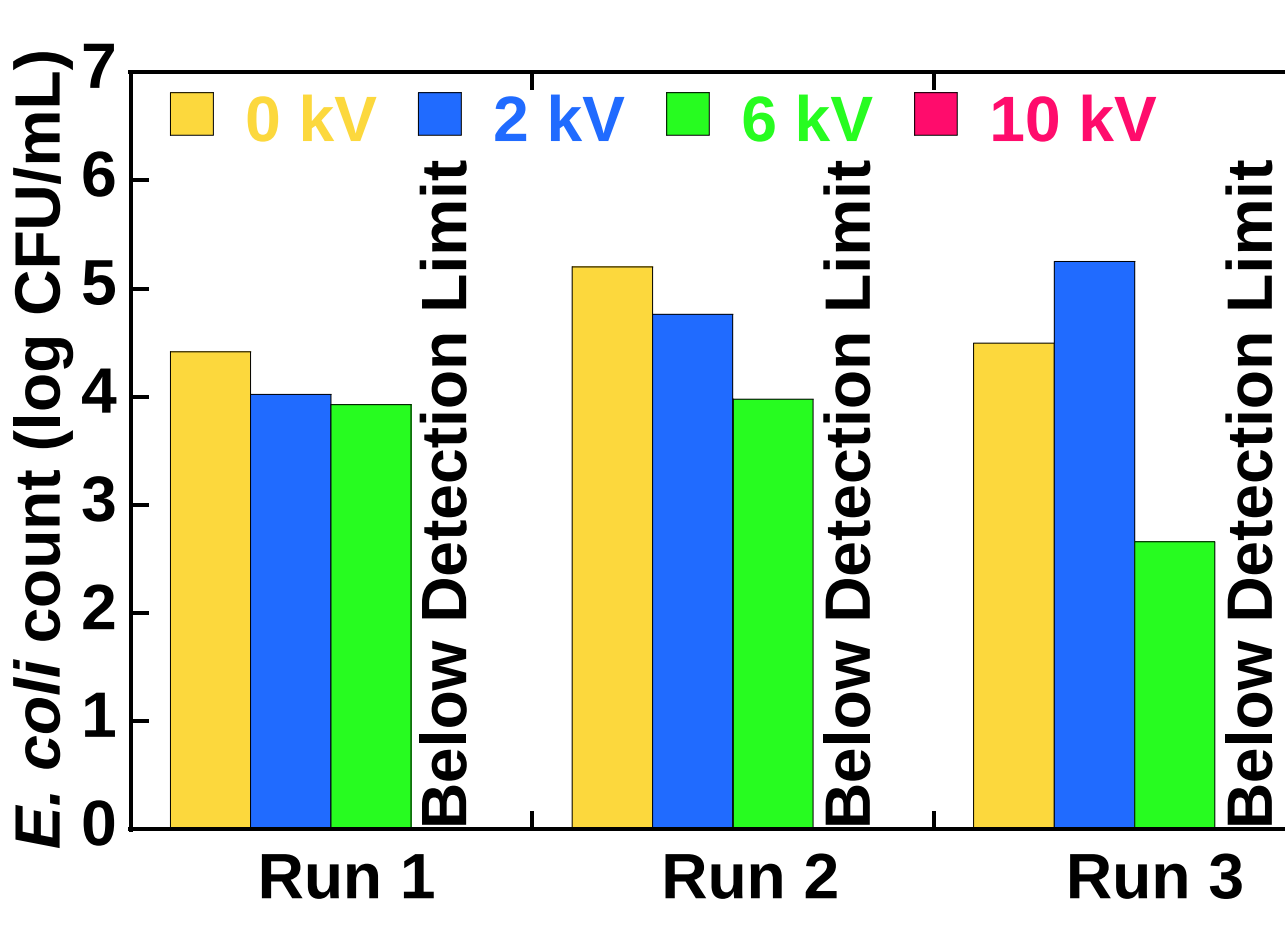


図5 400 Hzにおける大腸菌数の変動

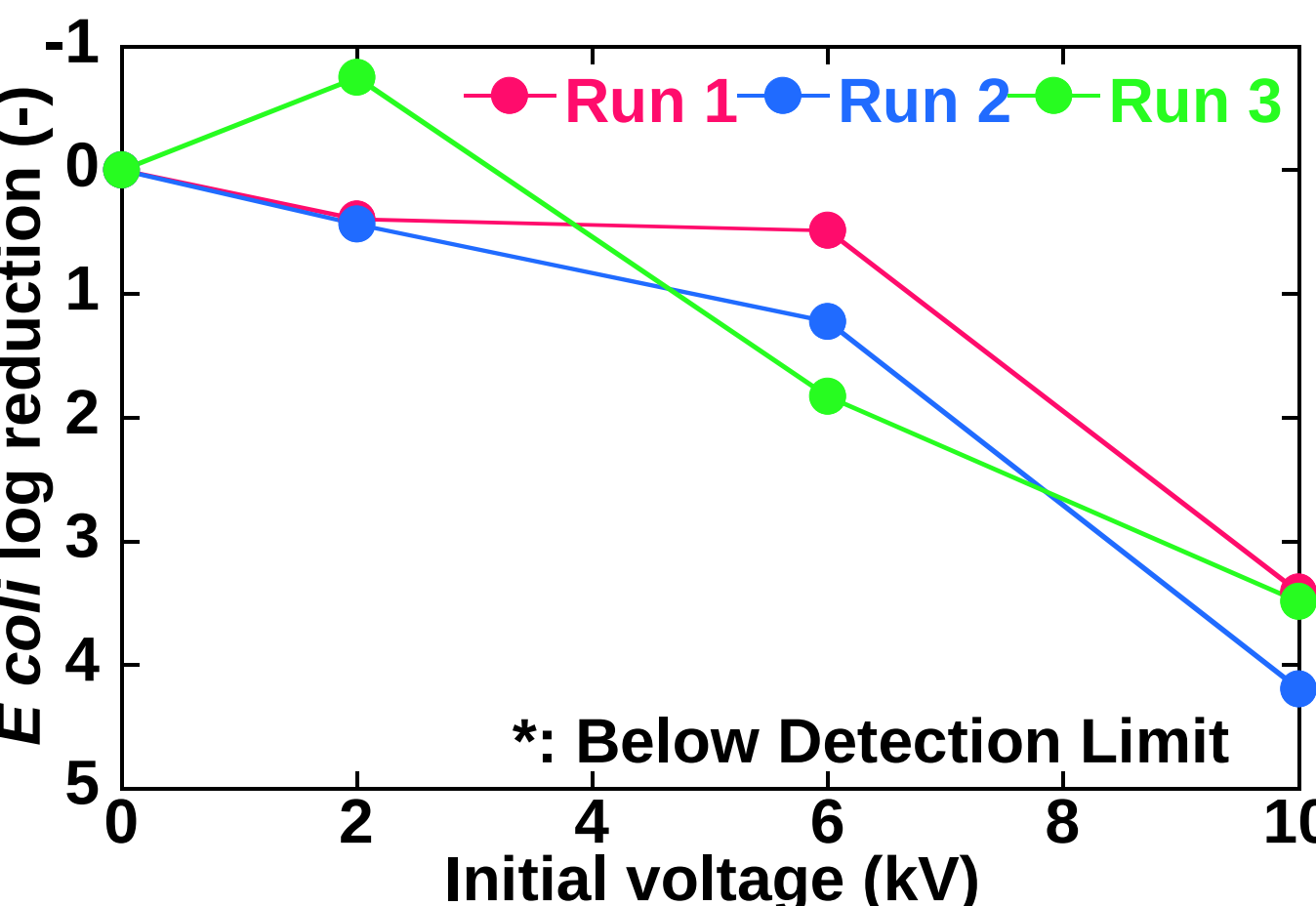


図6 400 Hzにおける大腸菌の対数削減率

大腸菌を懸濁させた養液の不活化効果に関する検証

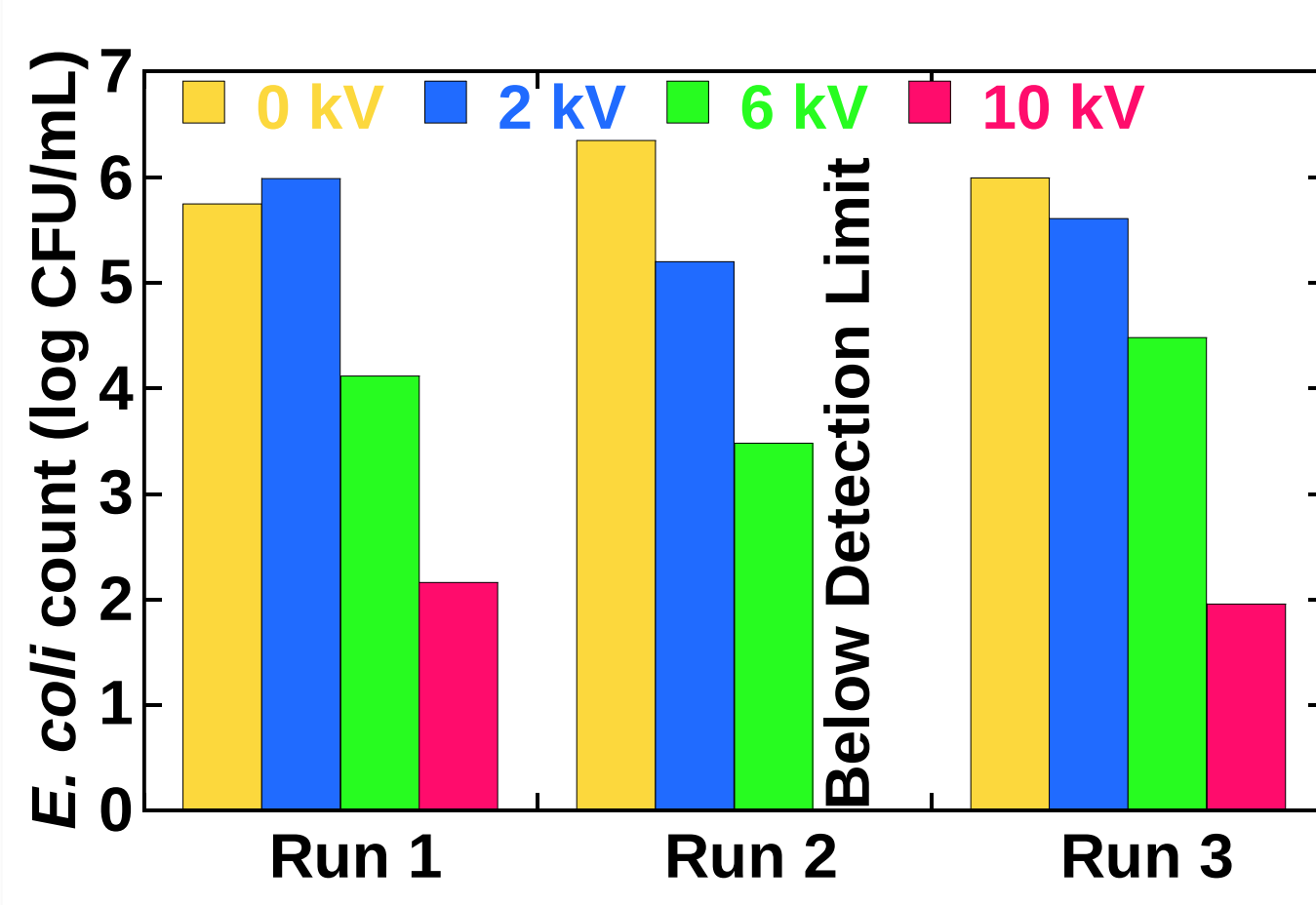


図7 400 Hzにおける養液中の大腸菌数の変動

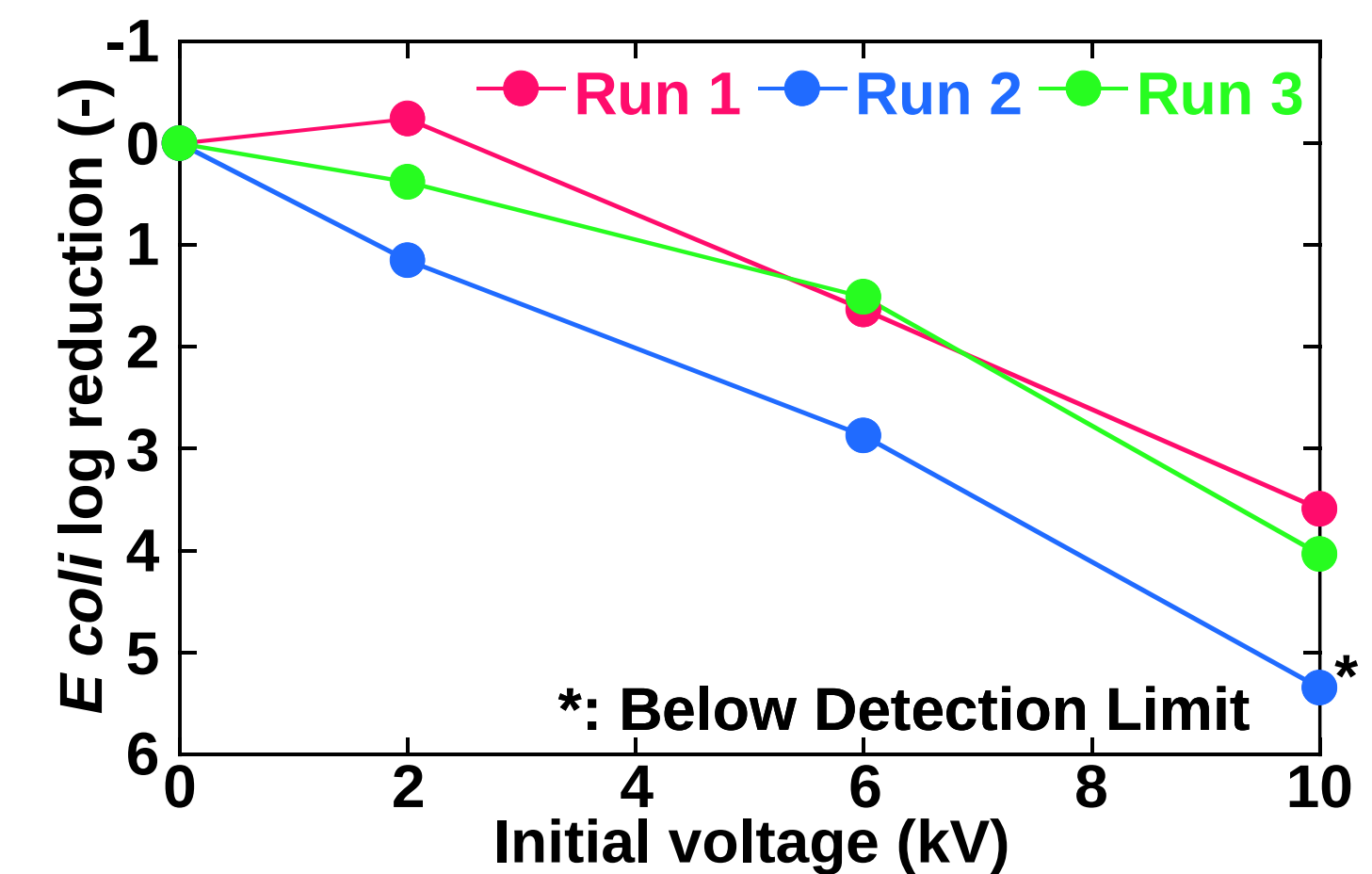


図8 400 Hzにおける養液中の大腸菌の対数削減率

まとめ

- パルス電界発生装置と同軸円筒型リアクタを組み合わせた連続式殺菌リアクタプロトタイプを構築
- 周波数400 Hzにおいて、大腸菌を検出下限値（10 CFU/mL）以下まで削減
- 極めて低インピーダンスである養液についても、細菌の不活化を可能とする電界の印加を実現可能（**最大で5log以上の削減効果**）
- 今後は、パルス電界発生装置の高容量化、および殺菌リアクタのスケールアップをして、**大量の養液を高効率で殺菌するシステムの確立を目指す**
- 市販の小規模水耕栽培装置に本殺菌システムを接続し、養液の殺菌実験効果を検証

