

## 水中へのパルス大電力注入における電気衝撃が水中微生物の不活化に及ぼす影響

201212027 永井健人

船舶は安定した航行を行うためにバラスト水が必要となるが、そこに取り込まれてしまう水生生物や微生物などによる生態系破壊や漁業被害が問題となっている。この問題の防止のため、バラスト水処理装置の船舶への搭載が義務付けられようとしている。

本研究室ではパルス大電力を利用した水中微生物の不活化処理装置の研究開発を進めている。今現在、微生物が不活化される要因が解明されておらず、効率的な処理装置の開発の妨げとなっている。

本研究では、不活化要因の 1 つとして電気衝撃を挙げ、その合理性を検討する。微生物をパルス大電力注入部から隔離し、その際の不活化特性を評価する。なお、処理対象の微生物はアルテミアとする。

現在までに、アルテミアを孵化率 75 %以上にて供給する技術を確立した。また、水中をメッシュネットで区分し微生物を隔離できる処理実験容器の設計、製作を進めている。今後、比較対象用に隔離しない場合の不活化特性をまず検討し、その後、隔離した場合を吟味する。

## パルス大電力の水中注入に起因する衝撃波の特性

201212015 小林慧 201212028 西巻健一 201212034 山岸泰成

本研究室ではパルス大電力の水中への注入により微生物の不活化処理に成功している。不活化は①電気衝撃、②大電力注入によるマクロな衝撃波、③大電力注入により発生する微細気泡の破裂時のミクロな衝撃波などに起因すると考えられるが、それぞれの寄与は不明である。不活化の要因を特定できれば、より効率的な不活化が期待できる。

本研究では、不活化要因の解明の一助として、パルス大電力の水中注入による各種衝撃波の特性の解明を目指す。大電力注入によるマクロな衝撃波および微細気泡の破裂時のミクロな衝撃波の両者に焦点を当て、それらをシャドウグラフ法と高速度カメラを組み合わせたシステムで時間分解可視化観測する。マクロな衝撃波は、特に、その発生と伝播を評価する。ミクロな衝撃波は、微細気泡の内部圧力と衝撃波の伝播との関係を吟味する。

現在、パルス大電力発生装置（電圧 15 kV、電流 250 A、電流パルス幅 4  $\mu$ s (FWHM)）の製作を完了した。また、衝撃波の観測に必要な平行光線の調整方法を確立した。

今後、この平行光線を望遠レンズまたは顕微レンズおよび高速度カメラと組み合わせ、コマ間隔 2.4 s、露光時間 370 ns でのフレーミング撮影を行い、各種衝撃波の伝播等を評価する。

半導体レーザを用いた省電力なカオス通信の秘匿性

201212023 清野悠生

現状の秘匿通信では、生成された疑似乱数を元にしたアルゴリズムによるメッセージの暗号化が主流であり、その秘匿性はコンピュータの計算量に依存している。秘匿性の向上には、より秘匿性が高い暗号化手法の開発、または、計算量の増加が必要である。しかし、単純に計算量を増やすだけではコンピュータの性能向上により数年で容易く暗号を解読される危険があり、くわえて、計算量の増大に伴う消費電力の増加の問題もある。そのため、物理乱数を元にした秘匿通信の重要性が高まっている。ここで、半導体レーザの戻り光によるカオス現象を用いたカオス秘匿通信は、物理乱数を元とする手法の中でも比較的省電力で秘匿性の高い通信を行えると言われている。しかしながら、通信の秘匿性については十分な検証がなされておらず、実際に高秘匿性の通信は実証されていない。

本研究では、半導体レーザのカオス特性を利用した秘匿通信の信頼性を数値解析および実験の両面から評価する。秘匿性は暗号化されたメッセージの解読にかかる計算量をもって評価する。計算量が $2^{100}$ 以上であれば当面は秘匿性が確保される。

現在、送信機と受信機共に戻り光を持つ単方向のシステムの数値解析を行い、カオス特性を検証している。今後、カオスモジュレーション法を採用し秘匿通信実験を行う。

エネルギー需要予測に向けた双方向光注入型半導体レーザカオスの動的特性の検証

201212031 樋口聡

昨今、エネルギー不足が叫ばれ、エネルギー需要予測に関心がもたれている。エネルギー需要予測をする際、カオスニューラルネットワークを利用する手法においてニューロンを半導体レーザ (LD) でモデル化することが提案されている。ここで、各ニューロン間の情報伝達は双方向光注入型 LD 系で具現化される。しかるに、双方向光注入型 LD 系による情報伝達を実現した例はない。そこで、本研究では、LD 系におけるカオス同期などの動的特性を検証する。

現在までに、LD 系の光強度を時系列で数値化するシミュレーションを行い、カオス同期の有無と送信側および受信側の注入強度係数  $\kappa_1$  及び  $\kappa_2$  の関係を調べた。 $\kappa_1/\kappa_2 < 1$  では非同期、 $\kappa_1/\kappa_2 > 1$  では一般同期、 $\kappa_1/\kappa_2 = 1$  では完全同期となった。

今後、LD 系のカオス同期特性について、さらに  $\kappa_1/\kappa_2$  の範囲を拡げたシミュレーションを行い、また、実験によっても同様の検証を行う。くわえて、完全同期を得る他の方法として LD の駆動電流に疑似ランダム信号電流を加える方法についても検討する。