

(S2-8 講義室 用)

平成 28 年度 情報電子工学科 卒業研究発表会

2017 年 02 月 14 日

日程表

開会式	S2-8 講義室	09:30 ~ 09:35
午前の発表	S2-8 講義室	09:40 ~ 11:30
		伊藤研 (09:40 ~)、中島研 (10:50 ~)
	S2-11 講義室	09:40 ~ 11:30
午後の発表	S2-8 講義室	佐藤研 (09:40 ~)、金井研 (10:50 ~)
		13:00 ~ 14:20
	S2-11 講義室	柿沼研 (13:00 ~)、角山研 (13:20 ~)、講評
		13:00 ~ 14:25
		今田研 (13:00 ~)、海老澤研 (13:25 ~)、講評

S2-8 講義室 発表プログラム

• 午前 (09:40 ~ 11:30)

1. 伊藤研究室 (生体システム研究室) 司会: 樋口 颯 (中島研)
 - ◊ 池田 友也
容量性結合に基づく生体電気信号システムの試作
 - ◊ 大平 涼介
緑色 LED を用いた光電脈波形からの呼吸成分の取得
 - ◊ 牛腸 大貴
ウェーブレット変換を用いた動的筋収縮運動中の筋疲労検出の検討
 - ◊ 田中 翔
人体通信の信号伝送損失の測定と改善
 - ◊ 菊地 裕介
電気インピーダンス法を用いた植物の水ストレス応答の計測と携帯型インピーダンス測定装置との比較

2. 中島研究室 (情報伝送研究室) 司会: 池田 友也 (伊藤研)

- ◊ 石田 将弥、廣田 和維
セルラーシステムにおけるトラヒック変動と回線割当法の研究
- ◊ 樋口 颯、細川 太志
ターボ符号の誤り率特性の改善について

- 午後 (13:00 ~ 14:20)

1. 柿沼研究室 (ランダム構造研究室) 司会: 栗林 豊 (角山研)
 - ◊ 吉川 裕太
 $(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{100-x}\text{M}_x$ ($x=3, 5, 7$) 系のガラス形成について
2. 角山研究室 (電子計算機研究室) 司会: 吉川 裕太 (柿沼研)
 - ◊ 栗林 豊
コンピューターアーキテクチャ教育用モデルコンピュータシミュレータの改良
 - ◊ 庭山 雄治
回転機器故障診断システムの研究
 - ◊ 山川 陽大
植物の生体電位の計測と解析
 - ◊ 吉田 善紀
状態遷移モデルに基づく組込みシステム教育用教材の開発
3. 講評

注意:

- 情報電子工学科 3 年生は出席を取りますので、会場の外の名簿に名前を書いてください (午前、午後とも)。なお、2 会場どちらにも名簿がありますが、出席は一方のみの記入で結構です。
- 各研究室の発表開始時刻はおおまかな目安で、必ずしもこれには従いません。

(S2-11 講義室 用)

平成 28 年度 情報電子工学科 卒業研究発表会

2017 年 02 月 14 日

日程表

開会式	S2-8 講義室	09:30 ~ 09:35
午前の発表	S2-8 講義室	09:40 ~ 11:30
		伊藤研 (09:40 ~)、中島研 (10:50 ~)
午後の発表	S2-11 講義室	09:40 ~ 11:30
		佐藤研 (09:40 ~)、金井研 (10:50 ~)
午後の発表	S2-8 講義室	13:00 ~ 14:20
		柿沼研 (13:00 ~)、角山研 (13:20 ~)、講評
	S2-11 講義室	13:00 ~ 14:25
		今田研 (13:00 ~)、海老澤研 (13:25 ~)、講評

S2-11 講義室 発表プログラム

• 午前 (09:40 ~ 11:30)

1. 佐藤研究室 (情報機器応用研究室) 司会: 山田 太久留 (金井研)
 - ◊ 丸山 藍
教育における AR 技術の活用
 - ◊ 中川 智博
AR 技術を活用した iOS 教材アプリの開発
 - ◊ 登坂 拓也
小水力発電用バッテリー充電回路に関する研究
 - ◊ 田村 克徳
防災ラジオの起動音生成に関する研究
 - ◊ 角田 優太
雷観測ネットワークの構築に関する研究

- 2. 金井研究室 (数値情報研究室) 司会: 角田 優太 (佐藤研)
 - ◊ 山田 太久留
マイクロ波アシスト磁気記録のための高周波発振素子 (STO) のマイクロマグ解析 – 高周波発振層 (FGL) に負の磁気異方性を用いた検討 –
 - ◊ 上野 巍
マイクロ波アシスト磁気記録方式における高周波発振素子に負の磁気異方性を用いた優位性の検討
 - ◊ 板垣 謙
高周波アシスト磁気記録に用いる高周波発振素子 (STO) のマイクロマグ解析シミュレーション – 2 層構造 STO と 3 層構造 STO の比較 –
- 午後 (13:00 ~ 14:25)
 - 1. 今田研究室 (電力・エネルギー研究室) 司会: 外山 晴久 (海老澤研)
 - ◊ 石塚 裕斗、平井 正聰
パルス大電力の水中注入による水中微生物の不活化特性の解明
 - 2. 海老澤研究室 (通信システム研究室) 司会: 平井 正聰 (今田研)
 - ◊ 石原 太樹
半導体レーザーの軌道不安定性を用いた秘匿通信に関する研究
 - ◊ 今泉 雅喜
2 つの戻り光をもつ量子ドット半導体レーザーのカオス発振に関する研究
 - ◊ 小原 悠大
カオス同期を用いた光カオス通信の秘匿性に関する研究
 - ◊ 外山 晴久
擬似ランダム信号を印加した戻り光半導体レーザーの静的特性
 - 3. 講評

注意:

- 情報電子工学科 3 年生は出席を取りますので、会場の外の名簿に名前を書いてください (午前、午後とも)。なお、2 会場どちらにも名簿がありますが、出席は一方のみの記入で結構です。
- 各研究室の発表開始時刻はおおまかな目安で、必ずしもこれには従いません。

容量性結合に基づく生体電気信号システムの試作

201312001 池田 友也

ヘルスケア分野において、日常生活での心電図などの生体電気計測は病気の予防や早期発見の面で重要である。日常生活の中での生体電気計測に求められるのは、無意識・無拘束・非侵襲・非接触な計測である。一般的に、これまで筋電・心電信号の測定には接触抵抗を下げるために導電性のペーストを皮膚に塗り、その上から測定用の電極を貼り付ける必要があった。日常的に計測を行うためには煩わしいものになっていた。これを改善するために、本研究室では、筋電・心電信号の非接触状態での測定システムを開発してきた。しかしながら、必ずしも毎回計測できるとは限らなかった。今年度の研究ではより安定に計測できるように回路、電極の変更を行った。実験の結果、筋電・心電測定どちらも毎回計測が可能であり、性能の向上を確認した。

緑色 LED を用いた光電脈波形からの呼吸成分の取得

201312008 大平 涼介

生体情報の日常モニタリングでは、非侵襲、無意識、そして無拘束で、いつでも、どこでも、簡単に計測できるユビキタス性が求められる。本研究室では、一つのセンサからマルチな情報を得るための研究を行っている。本研究では可視光の緑色 LED を用いた反射型光電脈波計による心拍数と呼吸数の同時計測について検討した。緑色 LED は吸光係数が赤色・近赤外光 LED より大きいため、脈動成分が波形から読み取りやすいという利点がある。呼吸数の推定方法では、RR 間隔(鼓動間隔)変動を利用した方法とローパスフィルタを用いた方法の二つを用いた。どちらの方法でも、通常の呼吸数の範囲内では、誤差率 0.12 程度の比較的高い精度で呼吸数を算出できることを確認した。

ウェーブレット変換を用いた動的筋収縮運動中の筋疲労検出の検討

201312012 牛腸 大貴

現在、筋疲労検出に用いられている表面筋電図の評価指標では筋疲労の検出が困難な場合がある。研究室ではこれを改善するために、単極誘導法の採用や評価指標の組み合わせについて検討してきた。本研究では新たにウェーブレット変換を用いた評価指標について検討した。ウェーブレット変換は信号を位置とスケールの二つで指定される波形の重ね合わせに分解する手法であり、周波数が場所ごとに異なる状況下でも解析が可能である。本研究で用いた評価指標は ARV, MF の他にウェーブレット指標である WIRE51, WIRW51, WIRM1551, WIRM1M51,

WIRM1522 の 7 つである。ウェーブレット関数には Wavelet Symlets 5 を使用した。実験は加圧トレーニングと非加圧トレーニングの 2 パターンで行い、それぞれ単極誘導、双極誘導で記録した。精度評価については SVR (Sensitivity to variability) と呼ばれる値を用いた。結果、誘導法は単極誘導が優れていることが分かった。評価指標の中では特に MF の筋疲労検出精度が優れていることが分かった。

人体通信の信号伝送損失の測定と改善

201312013 田中 翔

人体通信は伝送媒体として人体を用いる新しい信号技術であり、ボディエリネットワークを構成する有望な方式の一つと考えられている。今回研究対象とした電流方式人体通信は人体表面に配置された小型端末や人体内に埋め込まれた生体センサ間でネットワークを構成するために用いられている。先行研究では、非接触でも人体通信が可能であるという結果が得られており、本研究では、非接触で人体通信を行った場合の信号伝送損失の改善を試みた。実験の結果、共振回路を用いることで、11～15dB 程度損失を改善でき、接触時と同等の損失で人体通信を行うことに成功した。

電気インピーダンス法を用いた植物の水ストレス応答の計測 と携帯型インピーダンス測定装置との比較

201112012 菊地 裕介

本研究室では、植物の活動・健康状態を電気的にモニタリングする手法を開発してきた。これまで市販の LCZ メータを用いて計測してきたが、比較的大きく高価であるため、実際に広く使用してもらうことは難しい。そこで、インピーダンス計測用 IC を用いた安価な装置を開発した。しかしながら、両者で植物のインピーダンスを計測し比較したところ、最大で 2 倍程度異なる結果となつた。本研究ではその原因を追求した。各種実験をした結果、計測用ステンレス製電極を長期間植物に刺したまま使用するとその差が大きくなる可能性が高いことが判明した。

1. セルラーシステムにおけるトラヒック変動と回線割当法の研究

201312002 石田 将弥

201312022 廣田 和維

本研究では、3 セクタセル 7 基地局構成、6 セクタセル 7 基地局構成を通信モデルとし、同一システム帯域内協調による 3 周波数帯(F1、F2、F3) 繰り返しのあるセルラーシステムを対象とする。前年度までは、トラヒック変動対収容加入者数特性を明らかにした。しかし、与えられたトラヒック量から直接収容加入者数を算出して、シミュレーションを行っていたために粗い近似での特性評価であった。今年度はその欠点を改善するために、アーラン B 式の逆引き近似法からチャネル数を求めるプログラムをシミュレーションに取り入れ、トラヒック変動対回線使用率特性を明らかにした。このシミュレーションの結果の一例として、回線固定法(呼損率 0.05)の場合は 3 セクタセル構成の方が 6 セクタセル構成に比べて、平均回線使用率が最大 9%高いことが分かった。回線固定法(呼損率 0.03)の場合も 3 セクタセル構成の方が平均回線使用率が最大 9%高いことが分かった。回線借用法(呼損率 0.05)の場合は 6 セクタセル構成の方が 3 セクタセル構成に比べて、平均回線使用率が最大 9%高いことが分かった。回線借用法(呼損率 0.03)の場合も 6 セクタセルの方が平均回線使用率が最大 11%高いことが分かった。

2. ターボ符号の誤り率特性の改善方法について

201312019 樋口 颯

201312023 細川 太志

ターボ符号の誤り率特性の改善について、当研究室では前年度にターボ符号にパリティフレームを挿入し尤度値を基にした極性反転を行う「パリティフレーム挿入ターボ・パリティ連結符号」を提案し、BER 特性の改善を示した。今年度は、この研究を引き継ぎ前年度の「パリティフレーム挿入ターボ・パリティ連結符号」の諸元を変更しその BER 特性の詳細を検討した。すなわち 8 状態・符号化率 1/3, 4 状態・符号化率 1/2 と 1/3 についての BER 特性を明らかにした。この結果の一例として連結符号の BER は 4 状態, IT=512 ビット, 符号化率 1/2 においてターボ符号のみの BER と比較して $E_b/N_0=1.5$ [dB] 近辺で 2 衍の改善を示すことなどが分かった。また新たな着想を基にしたテーマとしてターボ符号のフレームの中にパリティビットを挿入し、尤度値を基にした極性反転を行う「パリティビット挿入ターボ・パリティ連結符号」の提案とそのシミュレーションプログラムの開発を行った。更にそのプログラムの 4 状態, 8 状態の BER 特性を明らかにした。この結果の一例として連結符号の BER は 4 状態, IT=512 ビット, 符号化率 1/2 においてターボ符号のみの BER と比較して $E_b/N_0=2.3$ [dB] 近辺で 1 衍の改善を示すことなどが分かった。

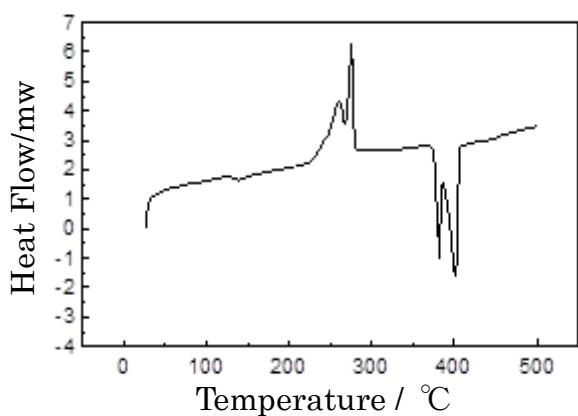
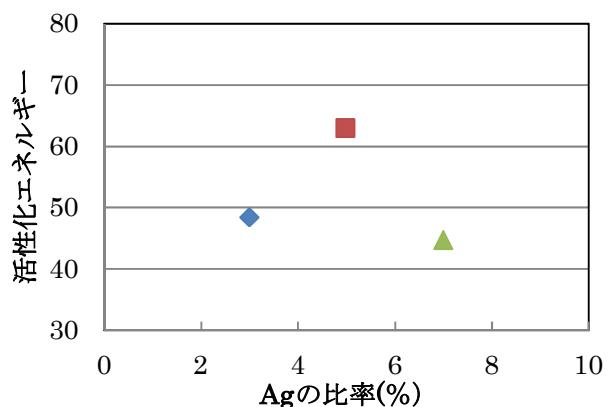
$(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{100-x}\text{M}_x$ (x = 3, 5, 7) 系のガラス形成について

201112039 吉川裕太

機能性ガラスは、エレクトロニクス、情報、エネルギー産業で多く使われるようになってきた。コンピュータのハードディスク基板、光ファイバー、ソーラーセル用ガラスやディスプレイガラスなどがある。このような機能性ガラスの組成は、 SiO_2 を主成分とするケイ酸塩ガラスが広く利用されている。セレン、テルルなどのカルコゲンと呼ばれる元素を主成分とするカルコゲナイトガラスは、低融点であり半導体的性質を持ち、電気的、光学的な記録媒体として利用されている。たとえば $\text{Ge}\text{-}\text{Te}\text{-}\text{Sb}$ の 3 元系のカルコゲナイトガラスは、記憶素子として使われている。また、赤外光透過性に優れているので、赤外光透過ファイバなどへの応用が研究されている。

本研究では $\text{Ge}\text{-}\text{Te}$ と同族の $\text{Si}\text{-}\text{Te}$ 系において、第三元素を加えた $(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{100-x}\text{M}_x$ ($\text{M} = \text{Ag, In, Sn, Sb}$, $x = 3, 5, 7$) について、液体急冷法によりガラス化を試み、ガラス化した試料について、示差走査熱量計 (DSC) による測定を行い、ガラス転移温度、結晶化温度、融点温度を求め、それらから活性化エネルギーとガラス形成能を導出した。活性化エネルギーやガラス形成能には、第三元素の種類や組成変化において特徴ある振る舞いが見られた。

実験結果の例として図 1 に $\text{Ag}_3(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{97}$ の DSC の測定結果を、図 2 に第三元素が Ag の場合の活性化エネルギーの組成依存性を示す。講演では $(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{100-x}\text{M}_x$ ($\text{M} = \text{Ag, In, Sn, Sb}$, $x = 3, 5, 7$) の結果について報告する。

図 1 $\text{Ag}_3(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{97}$ の DSC 曲線図 2 $(\text{Si}_{15}\text{Te}_{85})_{100-x}\text{Ag}_x$ (x = 3, 5, 7) の活性化エネルギー

コンピュータアーキテクチャ教育用モデルコンピュータシミュレータの改良

201312011 栗林 豊

現在、コンピュータは多くの分野で用いられており、私たちの生活に欠かすことが出来ないものになっている。このため、電気・電子分野の技術者を目指す者にとって、コンピュータの仕組みを理解することが強く求められている。

本学の講義では、コンピュータの基礎を容易に理解するために、PICマイコンをベースにしたモデルコンピュータを用いてその仕組みや動作を教えている。また本研究室では、講義の内容を理解するためのWindows版モデルコンピュータシミュレータを開発しすでに授業で使用している。本研究は、ICT教育の一貫として導入され本学の全学生に貸与されているiPadで、このシミュレータを動作可能にすることを目的としている。

今年度はiOSに移植するために、先ずシミュレータの画面設計を行った。次にプログラムメモリから命令レジスタへの命令の取り出しを除いたフェッチサイクル、oprnd1の16進数から10進数への変換を除いた実行サイクルなどの基本動作の移植を行い、iOSに移植するための基本的な部分を作成した。

回転機器故障診断システムの研究

201312018 庭山雄治

近年、回転機器の保守体制が、機器に故障が発生してから修理する「事後保全」から、故障する前に点検を行う「状態監視保全」へと移行しつつある。この変化に伴って診断の機会が増加し、設備診断技術者の需要が高まっている。しかし、診断技術者の育成には多くの費用と時間を要するため人材の不足が問題となっている。この問題に対処するために、本研究室では診断技術者を支援する故障診断システムに関する研究を行ってきた。このシステムはファジィ測度とファジィ積分を用いることによって、技術者の知識や勘等を活用した故障診断が可能であるという特徴を持っている。

本研究は、故障によって発生する振動の周波数が似ているために特定が難しい、アンバランス故障とミスアライメント故障の診断結果を差別化して、診断精度の向上を図ることを目的としている。

今年度はこれらの故障を診断する際に用いるメンバーシップ関数と重みを新しく追加し、差別化を図るための条件を求めた。また、テストデータとフィールドデータを用いて診断結果を評価した。その結果、テストデータを用いた典型的なアンバランス故障とミスアライメント故障の差別化を図ることが出来たが、フィールドデータを用いた場合には差別化が悪化する場合も見られた。この点については今後検討が必要である。

植物の生体電位の計測と解析

201312025 山川 陽大

古くから私達人間の身の回りには多くの植物が生息している。現在まで人間の生活は植物によって支えられてきた部分が多く、それはこれからも変わることはない。しかし近年、人間社会の生活が発展し都市化が進むにつれて、植物が人間による環境破壊や病気あるいは害虫による被害などによって減少する傾向にあるためその対策が望まれている。

本研究はこの問題に対処するために、電子工学と情報工学を応用して植物の内部状態を推測することによって異常を早期に発見し、植物の病気や害虫による被害の予防に役立てることを目的としている。

今年度は植物に複数の曲を聞かせた時の生体電位の変化を計測し、音楽と生体電位の関係について調べた。

状態遷移モデルに基づく組込みシステム教育用教材の開発

201312027 吉田善紀

近年、マイクロコンピュータによるソフトウェア処理性能の向上及びFPGAに代表されるハードウェア技術の進歩に伴い、組込みシステムが様々な製品に組み込まれ、我々の生活の中に普及している。一方、組込みシステムの高度化や用途の拡大に伴って組込みシステムの開発費用が増加し、開発技術者の需要も年々高まっている。このため、技術者の不足が深刻な問題になっている。

組込みシステムはユーザーの目に直接触れることがないため、そのハードウェア及びソフトウェアを理解することが難しい。本研究室では、プログラミングをある程度理解している大学2~3年生を対象として、組み込みシステムがどのようなものかを理解すること、及び実際の開発形態に近い開発プロセスに基づいた開発技術を学習することを目的とした組み込みシステム教育用教材の開発を行っている。

今回は、中間発表の内容（組み込みシステムについて、要求分析に基づいた基本設計から状態遷移表）を含めて、その後研究したフローチャートやプログラム及び動作テストの開発技術について報告する。

教育における AR 技術の活用

201312024 丸山 藍

本研究では、実際には目にすることが出来ない電気や磁気的な現象を AR (Augmented Reality : 拡張現実感) 技術を用いて可視化し、それらの学習を支援する教材の開発が目的である。AR 技術は、現実の環境からの知覚情報に、コンピュータによって作り出した映像や文字等の情報を重ね合わせることによって、現実世界の情報を強化する技術をいう。本研究では、まず公開されている ARToolKit を利用して複数マーカの認識や各マーカに対応する 3D オブジェクトを表示させるプログラムを作成した。また 11 月に開催された「科学の祭典」では、参加した親子に AR 技術への興味・関心、利活用方法を問うアンケートを行った。さらに、画像処理ライブラリ OpenCV の利用によってカメラで取り込んだ画像を加工し、3D オブジェクトに重ねる処理が容易に行えるようになった。今後はモバイル端末にも適用し、AR 技術の有用性を確認することが求められる。

AR 技術を活用した iOS 教材アプリの開発

201312017 中川 智博

日本では近年、教育における ICT の活用を推進しており、平成 26 年度の文部科学省白書の中では、「ICT の活用は、子供達への学習への興味・関心を高め、分かりやすい授業や子供達の主体的・協働的な学びを実現する上で効果的であり、確かな学力の育成に資する」とも記されている。また本学では昨年度より iPad が配付され、電子テキストや学習管理等で活用されている。本研究では、その iOS 端末を対象に AR 技術を使用した学習教材の開発を目的としている。本論文では、AR ライブラリ Vuforia を使用して 3D モデルを作成し、複数のマーカと異なる 3D モデルを紐づける方法、複数の 3D モデルを衝突させて新たなモデルを出現させる方法について説明を行っている。今後は、3D モデルを衝突させ、新しいモデルを生成した場合の条件設定について、現在の不具合を修正することが必要である。

小水力発電用バッテリー充電回路に関する研究

201312015 登坂 拓也

水力発電は、他の自然エネルギーによる発電に比べ、発電効率が高く、出力変動が少ない安定した発電方法である。しかし、適地が限られ、ダム建設を行うと、少なからず周囲の環境に影響を与えててしまう。そこで高低差を利用し、既存の水路でも発電が行える小水力発電が考えられる。本研究では、まず防犯灯への電力供給を目的とした小水力発電用バッテリー充電回路を製作し、実証実験によりその動作の確認を行った。次に実証実験で取得したデータを整理し、稼働中に発生した問題の原因究明を行った。

防災ラジオの起動音生成に関する研究

201312014 田村 克徳

災害発生時に住民への避難の呼びかけや注意・警戒を促す手段として防災ラジオ（緊急告知 FM ラジオ）の活用がある。柏崎市においても防災行線無線の更新を機会に、コミュニティ放送を利用した防災ラジオを導入する計画がある。本研究はその機器選定時に採用されるため、柏崎市内の企業と共同で防災ラジオの開発を行っている。この防災ラジオを普及させ、正しい情報を住民に早く、適切に伝えることが出来れば、避難準備時間を確保し、被害の軽減に貢献できる。発表では、送信局において起動させるエリアを選択する操作卓の画面設計、及び自動起動制御の処理を中心に説明を行う。

雷観測ネットワークの構築に関する研究

201312010 角田 優太

新潟県は雷発生日数が年に 34.8 日と日本で 3 番目に多く、落雷も多い。落雷を回避するには事前の対策と同時に、正確な雷発生の情報を得る必要がある。既に民間企業が独自の雷観測網を整備し、高精度の落雷情報を提供するサービスが存在するが、費用が高額であるため一般世帯で継続的に利用するのは難しい。そこで本研究では、高精度かつ低コストで利用可能な雷観測ネットワークの構築を目指している。本論文では観測端末の試作と取得したデータの検証、気象庁の公開データを利用して雷の活動度の情報を取得する方法について説明を行っている。今後は、気象庁の雷活動度のデータを活かし、観測端末における予測精度を改善する方法について検討を行う必要がある。

次世代磁気記録方式の概要

2013 年に生み出されたデジタルデータは 4.4 ZBytes ($Z: \text{zeta} = 10^{21}$, $1 \text{ ZB} = 1 \text{ TB}$) のディスク 10 億台分) と言われており, 2020 年には 44 ZB に増加すると予測されている. 保存されるデジタルデータの 80% 以上はハードディスクドライブ(HDD)に保存されることから, HDD の大容量化が求められている. HDD の大容量化のためにはデータのビットサイズを小さくし, 面記録密度を向上させる必要がある. しかし, ビットサイズを小さくすると, 周囲の温度の影響を受けて熱揺らぎが生じ, 磁化方向を一定に保てなくなる. HDD の現行の記録方式である垂直磁気記録方式は, この熱揺らぎにより, 面記録密度が限界に達しつつある. この限界を超えるために, エネルギーアシスト記録やビットパターン媒体が提案されている.

本研究室では, 数値解析シミュレーションによりマイクロ波アシスト磁気記録(MAMR)に用いる記録ヘッドを研究している. MAMR は, 高周波発振素子(STO)から発生する高周波磁界を主磁極(MP)からの記録磁界に重畳することで, 高異方性媒体への記録を可能にする. STO は高周波発振層(FGL)とスピントルク注入層(SIL)で構成され, MP とトレーリングシールド(TS)間に配置される. STO の発振には, 外部からの印加磁界とスピントルク磁界が必要であり, この 2 つが釣り合うことで FGL は歳差運動する. 歳差運動とは, ジャイロモーメント効果により, 自転している物体の回転軸が円を描くように振れる現象である. 磁気モーメントが外部磁場によって歳差運動を起こす現象をラーモア歳差運動と言う.

解析に用いたソフトウェアは JSOL 製電磁界解析ソフト JMAG-Studio, および富士通製 LLG シミュレータ EXAMAG である.

マイクロ波アシスト磁気記録のための 高周波発振素子(STO)のマイクロマグ解析 —高周波発振層(FGL)に負の磁気異方性を用いた検討—

201312026 山田太久留

本研究では, MAMR に使用する高周波発振素子(STO)のマイクロマグネティック解析を行い, STO の高周波発振層(FGL)の磁気異方性に負の値を用いた検討を行った. また反射スピントルクと透過スピントルクで行うことで違いを調べた.

使用する STO は $30 \text{ nm} \times 30 \text{ nm}$ の縦が 14 nm の cube 型のものを用いる. この STO の FGL に磁気異方性 H_k を -31.4 [Oe] , -314 [Oe] , -3140 [Oe] と変えながら解析した, 比較のために正の磁気異方性 H_k を 31.4 [Oe] , 314 [Oe] , 3140 [Oe] でも解析を行った. STO は反射のスピントルクと透過のスピントルクにより発振し, 反射のスピントルクによる解析では良好な発振は得られなかった, 透過は注入電流密度 $3.0 \times 10^8 \text{ A/cm}^2$ から発振を確認できた. H_k を変更した結果としては発振に大きな変化は見られなかった.

マイクロ波アシスト磁気記録方式における高周波発振素子に
負の磁気異方性を用いた優位性の検討

201312007 上野 嶽

本研究では、MAMR 方式での磁気ヘッドシミュレーション解析において、負の磁気異方性が優れているかどうかを正のデータと比較をした。FGL 層に負の磁気異方性を用いた場合、FGL の磁化が内面方向に向きやすく、発振が良好になるメリットがある。これらを計算するために JMAG-Studio でモデルを作成し、EXAMAG で計算を行った。計算時間の短い孤立 STO では、注入電流密度の変更や外部磁界の強さを変更を行うことで条件を変えてデータを収集した。これは統合 STO ヘッドモデルにするために STO を挿入し計算を行うときに、孤立 STO で良好な発振をした条件に当たりを付けておくことで、統合 STO ヘッドモデルでも効率よく計算を行うための方法である。最初に行った統合 STO モデルの小モデルでは磁界が足りず、統合 STO モデルの面内記録モデルを採用し、GAP 中の磁界を強くし、統合した STO ヘッドモデルでも良好な発振を得ることが出来るか計算を行った。

高周波アシスト磁気記録に用いる
高周波発振素子 (STO) のマイクロマグ解析シミュレーション
—2 層構造 STO と 3 層構造 STO の比較—

201312005 板垣 謙

本研究では、高周波発振素子(STO)に関して、従来研究されてきたスピン注入層(SIL)-高周波発振層(FGL)からなる構造を Double-layer モデル、新たに SIL-FGL-SIL からなる構造を Tri-layer モデルとし、この 2 種類のモデルのマイクロマグネティック解析を行った。STO への注入電流密度 J は STO 自体の損傷を防ぐため、より低い値が望まれる。FGL は主磁極(MP)からの磁界及び、SIL からのスピン電子により発振する。Tri-layer は Double-layer と比較し SIL が FGL を挟んだ構造をしている。そのため、FGL が両 SIL に隣接する 2 つの面でスピン電子を受けることができる。このことから同値の J であっても、Double-layer に比べ Tri-layer の FGL は、より多くのスピン電子を受けることが可能であり、Double-layer より低い値の J での発振が期待できる。まず、STO を簡易ヘッドに組み込み、解析を行った。このヘッドは更なる計算時間の短縮を図るために設計され、コイルの電流によって磁化されないモデルである。解析の結果、磁化されていないヘッドでは STO に与える影響が大きく、発振が良好ではなかった。次に STO を小ヘッドに組み込み、解析を行った。このヘッドはコイルの電流によって磁化され、計算時間短縮のため実際の記録ヘッドより小規模に設計されている。解析の結果、ヘッドとの磁気的相互作用により低い J では発振せず、 J を上昇させても発振が安定しない。次に STO を面内記録ヘッドに組み込み、解析を行った。このヘッドは小ヘッドより高い Gap 中磁界を得られる、解析の結果、発振には高い J を必要とするが、安定した発振が持続した。

全体の結果として、記録ヘッドと統合したモデルでは、いずれのモデルも発振を確認できる J が高く、良好な発振には高い Gap 中磁界を必要とする。同条件の解析では、Double-layer と比べ Tri-layer の発振状態がわずかに良い結果となった。

パルス大電力の水中注入による水中微生物の不活化特性の解明

201312003 石塚 裕斗

2013122020 平井 正聰

パルス大電力の水中への注入による水中微生物の効率的な不活化処理の研究が進められている。この処理法において、①直径が数十 μm の微細気泡が生成され、その圧壊時に発生するミクロな衝撃波が水中微生物の細胞壁に損傷を与える、②局所的な水の加熱によりマクロな衝撃波が発生し、それにより微生物がダメージを受ける、③パルス大電力注入用の電極間の放電や水中への通電により水中微生物が電気衝撃を受ける、④衝撃波や大電力注入により水中にラジカルが発生し、それにより水中微生物の細胞が傷つけられる、などが不活化の要因と考えられているが、特定には至っていない。ここで、不活化の要因を詳細に解明できれば、より効率的な不活化が期待できる。そこで、本研究では、不活化要因の解明の一助として、微細気泡単体が水中微生物の不活化に及ぼす作用の解明、および、OH ラジカルの後物質である過酸化水素の生成の特定を目指す。

パルス大電力発生装置（電圧 15 kV、電流 0.3 kA、電流パルス幅 3.5 μs (FWHM)）からのパルス大電力を水中に注入し微細気泡を生成し、この微細気泡を含む水を水中微生物へ曝露することにより微細気泡単体が不活化に及ぼす効果を吟味した。先行研究によれば微細気泡の寿命が数秒間であることから、微細気泡生成部と不活化処理部を別容器に分け、微細気泡生成容器で生成した微細気泡を含む水をポンプで不活化処理容器に輸送し概ね微細気泡のみの状態を作り出した。パルス大電力を 10 pulse/s の繰り返し率で 80 秒間、発生して、計 800 pulse 分の微細気泡を含む水を水中微生物（アルテミアの幼生）に曝露した。なお、ポンプや流路の制限から、実際の送水量は 800 pulse 分の 1/10 程度である。比較対象として、微細気泡を含まない同量の水を曝露した場合も検討した。その結果、両者共に 10 ~ 15 % の不活化が確認できたが、両者の差は 3 point 程度であり、明確な差異は見受けられなかった。すなわち、今回の実験条件においては、微細気泡単体による水中微生物の不活化の可能性は低いものと考えられる。

パルス大電力の水中注入により OH ラジカルが発生すると、後物質として過酸化水素 H_2O_2 が生成される。容易に計測できる過酸化水素の水中濃度から OH ラジカルの発生を推測した。パルス大電力発生装置（電圧 15 kV、電流 0.3 kA、電流パルス幅 3.5 μs (FWHM)、電力 1 MW、エネルギー 2.2 J）で発生したパルス大電力を水中に注入し、 H_2O_2 濃度を吸光光度法により計測した。同時に処理水の pH も測定した。先行研究により水中微生物の不活化が認められた 800 回のパルス大電力を注入した処理水において、 H_2O_2 は計測されず、また、pH の変化も見られなかった。すなわち、パルス大電力の水中注入による OH ラジカルの発生の可能性は低いものと考えられる。

半導体レーザーの軌道不安定性を用いた秘匿通信に関する研究

201312004 石原 太樹

現在提唱されている光カオス秘匿通信の多くはカオス同期現象に依存しているが、強引にカオス同期を引き起こす事ができることが知られており、秘匿性を保つことが困難である。これを受け、半導体レーザー(LD)のカオス発振のカオス性自体にバイナリメッセージを割り当てるカオス同期に依存しない光カオス秘匿通信が提唱されている。この手法では、カオス発振レーザーの軌道不安定性を制御する必要がある。

本研究では、送信器を模した LD1 と受信器を模した LD2 が共に戻り光を持ち LD1 から LD2 に 1 方向に光注入を行う光学系を考え、LD2 の軌道不安定性（軌道拡大率により定量化）が LD1 の戻り光係数により制御可能であることを数値シミュレーションにより示した。まず、LD2 の戻り光係数を $2, 4, 6 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ に固定し LD1 の戻り光係数を $0 \sim 20 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ 、光注入係数を $0 \sim 10 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ の範囲で変化させたところ、LD1 の戻り光係数の増加に伴って LD2 の軌道拡大率が増大し、特に光注入係数が $4 \sim 8 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ 程度のときにその効果が顕著に現れた。次に、光注入係数を $6 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ に固定し LD1 の戻り光係数を $0 \sim 20 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ 、LD2 の戻り光係数を $0 \sim 10 \text{ [ns}^{-1}\text{]}$ の範囲で変化させたところ、LD2 の戻り光係数の増加に伴って前述の軌道拡大率増大効果が抑制されることが判明した。

2 つの戻り光をもつ量子ドット半導体レーザーのカオス発振に関する研究

201312006 今泉 雅喜

量子ドット半導体レーザー(QDL)とは、活性層に量子ドットと呼ばれる半導体原子が複数個集まつたナノ結晶を用いたレーザーである。量子ドット内に電子を 3 次元的に閉じ込めて、より高い量子効果を発生させることができる。これにより、QDL は、低閾値電流、温度無依存性、高速化、戻り光の影響を受けにくいといった特性を持つ。しかし、QDL は製造が困難であり、まだ未解明なダイナミクスが多く存在する。また、組込み用途を考えれば、2 箇所以上からの戻り光の影響を考えることは重要である。

そこで、本研究では、量子ドットの未解明なダイナミクスを解明するために 1 つの戻り光を持つ QDL 系と 2 つの戻り光を持つ QDL 系を想定し、戻り光と外部共振器長の影響による発振特性を数値シミュレーションを用いて示した。

1 つの戻り光をもつ QDL 系の場合、線幅増大係数 $\alpha \geq 3.0$ であれば、外部ミラーの反射率 $r = 0.04$ のような少ない戻り光量でもカオス発振が起こりうることを確認した。また、2 つの戻り光をもつ QDL 系においては、2 つの外部共振器長の差異による影響は少なく、 α と r が支配的であった。

カオス同期を用いた光カオス通信の秘匿性に関する研究

201312009 小原 悠大

主に計算機の計算量を安全性の根拠としている現在の暗号化手法は、今後の計算機の発展によって安全性が失われる可能性がある。これに対し、計算量に依存しない暗号通信として光カオス通信が研究されているが、光カオス通信の秘匿性を検証する有効な方法は確立されていない。そのため、本研究では、広く研究されているアナログ手法であるカオスミュレーション法 (CMO 法)について、その攻撃方法を考案し、秘匿性の検証方法を確立することを目的とする。

CMO 法で暗号化されたメッセージについて、攻撃者が回線の通信速度のみを知っている場合に利用できる攻撃手法を提案した。これを用いて、125Mb/s, 12.5Mb/s, 1.25Mb/s の 3 種の通信速度での暗号解読シミュレーションを行った。平均のカオス強度に対するメッセージ比率が低い場合では通信速度が遅いほど正確な復元が可能なことを示した。また、正しいメッセージに対する本手法による復号メッセージの誤り率を求めた。メッセージ比率 10%, 20%, 30%に対する誤り率は、それぞれ平均 18%, 9%, 0.7% であった。

擬似ランダム信号を印加した戻り光半導体レーザーの静的特性

201312016 外山 晴久

レーザーに鏡を用いて自身の光をフィードバックさせることなどによって発生するレーザーのカオス発振（レーザーカオス）は、光カオス秘匿通信などのカオス応用が期待されている。本研究ではレーザーカオスの静的特性の制御を目的として、戻り光半導体レーザー (LD) の静的特性を相関積分法により解析する。

はじめに、数値シミュレーションにより戻り光 LD の駆動電流に擬似ランダム信号を印加することで、戻り光レーザーカオスの静的特性が受ける効果について解析した。埋め込み次元 m に対する相関指数の値を求め、相関指数の値を埋め込み次元 $m = 5 \sim 7$ において増大可能であることを示した。また、実験的に相関積分法による戻り光 LD の静的特性の解析を試みた。埋め込み次元 m に対して相関指数の値は収束しないものの、理想的なランダムとは異なる傾向が見られた。