

首都大学東京大学院

理工学研究科

電気電子工学専攻

平成 25 年度 年次報告

(Annual Report 2013)



## はしがき

平成 25 年度（2013 年度）の電気電子工学コースおよび電気電子工学専攻は、教員組織構成に変化はなく、4 月 1 日の構成（教授 7 名、准教授 7 名、助教 8 名）をもって本年度の専攻・コースの運営に取り組んだ。また前期、後期にそれぞれ 1 名の教授が特別研究期間（サバティカル）制度を適用した。このような体制にて、大学としては第二期中期計画のほぼ真ん中である本年度の運営に取り組んできた。様々な教育研究活動の具体的内容については、この年次報告本文を参照されたい。

一方、年次報告に陽に記述していない本年度の取り組みの中の一つに、ここ数年学内で継続されている「選択と集中」と称した教学側主導の大学再編について、本コース・専攻が関わる報告と議論が重ねられてきたことが筆頭として挙げられる。本年度前半に理事協議会から「首都大学東京・教育研究組織の再編成の方向性」が示された。その方向性の中の一つとして「工学系の再編」が掲げられている点で、先の東京都立大学から首都大学東京への組織改変の際も然りであり、今回の改変も再び電気電子工学コース・専攻への一定の影響が生じる方向となっている。従って本年度 11 月以降に学内ワーキンググループや学長より出されてきている様々な学部構成案は、電気電子工学コースの位置づけについても様々な可能性が提示されている。電気電子工学コースは、今回の再編についての認識、掲げられている様々な概念の定義、問題にされている様々な情勢の認識と判断、先の再編時およびここ数年来の議論を踏まえた内容についての確認・検討、および学内における再編の進め方や体制への要望の発信を本年度行ってきた。今後も継続されるこの再編の議論にあたっては、電気電子工学コース構成員それぞれが、自分自身の教育・研究の意味を十分に掘り下げてはじめて得られる自覚の延長として、あるべき再編問題の主体的検討を継続していかねばならない。

その他の年次報告に陽に記述していない取り組みとして、研究・教育の活性化をめざして、専攻内での保障・支援・発展のための諸々の対応について、如何に合意形成や決定を行うかについての基本的考え方を取りまとめた。この基本的考え方により本年のいくつかの事項の対応が行われてきた。さらに、今年度は専攻内共有スペースの利用の 3 年毎の更新を行う節目であったことや、様々な社会貢献も行って来ていることから、今後の対応や課題抽出のための専攻における教育・研究活動の現状を俯瞰することも行っている。これらの議論も、今後も継続していくことが必要である。

平成 25 年度 電気電子工学コース長、電気電子工学専攻長 須原理彦

※ 本報告書は 2013 年度の実績に基づき作成されている。



## 目次

### その1：全体報告

電気電子工学専攻教員一覧.....	1
各種委員会委員.....	2
学部時間割.....	5
大学院時間割.....	6
学部，大学院非常勤講師.....	8
学位授与.....	9
在学者数.....	11
進路状況.....	12
研究助成.....	13
国際会議の開催とその組織委員としての活動.....	15
海外研究，海外からの訪問者.....	16
表彰，学生表彰.....	18
学会活動等.....	19
専攻の行事.....	22

### その2：各研究分野の活動状況

電子回路・システム分野	
研究活動の概要.....	28
研究業績.....	33
電気エネルギー・電磁気応用分野	
研究活動の概要.....	38
研究業績.....	43
電子材料・デバイス分野	
研究活動の概要.....	51
研究業績.....	54



## その 1 : 全体報告





## 電気電子工学専攻教員一覧 (2014年3月31日現在)

※ 職位：氏名 専門分野

### 1) 電子回路・システム分野

教授：	安田 恵一郎	システム工学
教授：	渡部 泰明	高周波回路，光波工学，原子物理
准教授：	五箇 繁善	新形状圧電デバイス，超小型原子時計
准教授：	鈴木 敬久	数値電磁界解析
准教授：	相馬 隆郎	計算機応用工学
助教：	上條 敏生	光・マイクロ波磁気工学
助教：	佐藤 隆幸	生体工学
助教：	田村 健一	制御工学
助教：	キック アルフレード	電磁波工学

### 2) 電気エネルギー・電磁応用分野

教授：	清水 敏久	半導体電力変換工学
教授：	多氣 昌生	電磁気計測の応用技術
教授：	朽久保 文嘉	放電・プラズマ応用工学
准教授：	内田 諭	マイクロ電気力学
准教授：	和田 圭二	半導体電力変換工学
助教：	白井 直機	プラズマ応用工学
助教：	土屋 淳一	電気機器制御工学

### 3) 電子材料・デバイス分野

教授：	奥村 次徳	化合物半導体，結晶工学
教授：	須原 理彦	量子電子工学
准教授：	中村 成志	ワイドギャップ化合物半導体
准教授：	三浦 大介	超伝導応用工学
助教：	斉藤 光史	電子デバイス工学，Narrow-Gap 化合物半導体
助教：	水口 佳一	個体物理，新超伝導体探索

## 各種委員会委員

2013 年度 全学および研究科委員

委員会名	委員名
副学長	奥村 次徳
専攻長	須原 理彦
専攻長代理	朽久保 文嘉
研究費評価・配分委員会部会	須原 理彦
理工学研究科研究推進室	朽久保 文嘉
理工学研究科広報委員会	鈴木 敬久
教務委員会部会	相馬 隆郎
基礎教育部会	清水 敏久（前期），多氣 昌生（後期）
理工系インターンシップ委員会	五箇 繁善
理工学系入試委員会（多様な入試）	安田 恵一郎
理工学系入試委員会（入試制度）	内田 諭
理工学研究科大学院入試委員会	五箇 繁善
自己点検・評価委員会部会	和田 圭二
全学 FD 委員会（理工）	渡部 泰明
理工学研究科図書委員会	和田 圭二
産学公連携推進委員会	清水 敏久（前期），多氣 昌生（後期）
都市科学連携機構	清水 敏久（前期），多氣 昌生（後期）
情報システム部会	朽久保 文嘉
キャンパス安全委員会・高圧ガス保安管理委員会	中村 成志
セクハラ・アカハラ防止委員会・部会（理工学系研究室の人間関係についての相談チーム）	内田 諭
南大沢キャンパス工作施設連絡会	土屋 淳一

## 電気電子工学専攻委員会委員（続き）

### 2013 年度 専攻学科内委員

専攻長、コース長	須原 理彦
専攻長代理、コース長代理	朽久保 文嘉
専攻幹事	中村 成志
実験運営委員会委員長	須原 理彦
実験運営委員会幹事	斉藤 光史
就職担当	三浦 大介
図書担当	和田 圭二
無線従事者担当	多氣 昌生
CAD 室担当	内田 諭
担任（H20 入学生）	安田 恵一郎、和田 圭二
担任（H21 入学生）	鈴木 敬久、相馬 隆郎
担任（H22 入学生）	多氣 昌生、内田 諭
担任（H23 入学生）	須原 理彦、五箇 繁善
担任（H24 入学生）	中村 成志、和田 圭二
担任（H25 入学生）	朽久保 文嘉、三浦 大介
助教連絡会幹事	斉藤 光史
数電機 GP	朽久保 文嘉、内田 諭、相馬 隆郎

## 電気電子工学専攻委員会委員（続き）

### 2013年度 電気電子工学 学生実験運営委員会

委員長：須原 理彦， 幹事：齊藤 光史  
上條 敏生， 佐藤 隆幸， 田村 健一， キック アルフレード  
白井 直機， 土屋 淳一， 水口 佳一

### 2013年度 将来計画 WG

須原 理彦， 朽久保 文嘉， 安田 恵一郎  
内田 諭， 和田 圭二， 中村 成志

### 2013年度 カリキュラム WG

朽久保 文嘉， 安田 恵一郎， 内田 諭  
五箇 繁善， 和田 圭二， 中村 成志

### 2013年度 広報 WG

須原 理彦， 朽久保 文嘉， 五箇 繁善  
鈴木 敬久， 相馬 隆郎， 三浦 大介

### 2013年度 大学院入試 WG

安田 恵一郎， 五箇 繁善， 鈴木 敬久  
相馬 隆郎， 中村 成志

### 2013年度 多様な入試 WG

多氣 昌生， 安田 恵一郎， 内田 諭， 和田 圭二



平成25年度 首都大学東京 大学院 電気電子工学専攻 博士前期課程 時間割

曜日	時限	1 (8:50~10:20)			2 (10:30~12:00)			3 (13:00~14:30)			4 (14:40~16:10)		
		授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室
月	前期	R767	内田	11-208				R756	全員	各教室			
	後期				R779	安田	11-208						
火	前期	R751	和田 鈴木	11-208	R775	須原	11-208						
	後期	R753	須原 三浦	11-208									
水	前期	R754	枡久保 内田	11-208									
	後期	R763	多氣	11-208	R773	中村	11-208						
木	前期	R785	渡部	11-208				R757	電気電子工学実験1 (2年次)	電気電子工学実験1 (2年次)		各教室	
	後期	R759	和田	11-208				R758	電気電子工学実験2 (2年次)	電気電子工学実験2 (2年次)		各教室	
金	前期	R752	渡部 五箇	11-208									
	後期	R755	全員	各教室									
土	前期												
	後期												

電気電子工学演習(2年次)、電気電子工学実験1および2(2年次)の履修時限は指導教員との相談の上決定する。ただし、履修申請は時間割の曜日・時限で登録すること。  
 理工学研究科共通科目：前期集中 放射線実験法Ⅰ (R005)12-101、放射線実験法Ⅱ (R007)RI棟 久富木、他：後期金曜4限 情報数理学特論(R001) 内山 11-102  
 集中 理工横断セミナー第1 (R816)：集中 理工横断セミナー第2 (R818)：集中 数電機連携・横断プロジェクト1 (R820)：集中 数電機連携・横断プロジェクト2 (R822)

平成25年度 首都大学東京 大学院 電気電子工学専攻 博士後期課程 時間割

曜日	時 限	1 (8:50～10:20)			2 (10:30～12:00)			3 (13:00～14:30)			4 (14:40～16:10)				
		授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室	授業番号	担当者	教室		
月	前期	R768	マイクログロブダイナミクス特論	内田	11-208			R793	電気電子工学特別演習1	全員	各教室	R794	電気電子工学特別演習2	全員	各教室
	後期					R780	システム最適化特論	安田	11-208		各教室	R796	電気電子工学特別演習4	全員	各教室
火	前期					R775	機能電子材料工学特論	須原	11-208		電気電子工学特別実験1			全員	各教室
	後期										電気電子工学特別実験3			全員	各教室
水	前期										電気電子工学特別実験1			全員	各教室
	後期	R764	電磁環境工学特論	多氣	11-208	R774	量子物理学特論	中村	11-208		電気電子工学特別実験3			全員	各教室
木	前期	R786	電子システム工学特論	渡部	11-208						電気電子工学特別実験2			全員	各教室
	後期	R760	パワーエレクトロニクス特論	和田	11-208						電気電子工学特別実験4			全員	各教室
金	前期										電気電子工学特別実験2			全員	各教室
	後期										電気電子工学特別実験4			全員	各教室
土	前期														
	後期														

電気電子工学特別演習1, 2, 3, 4, および電気電子工学特別実験1, 2, 3, 4の履修時間は指導教員との相談の上決定する。ただし、履修申請は時間割の曜日・時間で登録すること。  
 理工学研究科共通科目: 前期集中 放射線実験法I (R006)12-101、放射線実験法II (R008)R棟 久富木、他 ; 後期水4限 情報数理科学特論(R002) 内山 11-102 ; 前期火2限 イノベーションの科学(R004) 小原・原・仁科 12-101  
 集中 数電機機軸断セミナー第1 (R817) ; 集中 数電機機軸断セミナー第2 (R819) ; 集中 数電機機軸断・機軸断プロジェクト1 (R821) ; 集中 数電機機軸断・機軸断プロジェクト2 (R823)

## 学部，大学院非常勤講師（2013年度）

### 1）大学院非常勤講師

講義名	講師名（所属）
電気電子工学先端技術特別講義 1	小倉常雄（東芝セミコンダクター&ストレージ社）
電気電子工学先端技術特別講義 2	梶田雅稔（独立行政法人 情報通信研究機構）

### 2）学部非常勤講師

講義名	講師名（所属）
電力変換工学	松本康（富士電機（株））
エネルギー変換工学	渡辺恒雄（本学名誉教授）
電磁波工学	上芳夫（電気通信大学）
量子電子物理	赤羽浩一（独立行政法人 情報通信研究機構）
確率と統計	和氣加奈子（独立行政法人 情報通信研究機構）
電気法規及び施設管理	磯田八郎
電波法規	山中幸雄（独立行政法人 情報通信研究機構）
工業基礎英語	James Broadbridge
工業実用英語	James Broadbridge
電気設計工学	加藤清（富士電機株式会社） 乳井直樹（富士電機株式会社）
工業経営工学概論	石岡祥男 常深康裕
工学系電磁気学 身の周りの電気	石上忍（独立行政法人 情報通信研究機構） 鳥羽章夫（富士電機株式会社）



## 学位授与

### 【 修士 】

前田 亮	CPT 共鳴を利用した磁場センサの多軸化
安達 良太	機械学習を用いた倒立振子モデルに基づく 2 足歩行制御
飯田 岳秋	広帯域電流測定手法を適用した高電圧・高速スイッチング試験装置の検討
生田 祐也	第 3 世代携帯電話端末から発生する低周波磁界に関する検討
磯野 秀己	PI 制御を用いた 2 足歩行ロボットの実機実験
岩田 大輝	太陽光発電用パワーコンディショナの入出力端子に接続するノイズフィルタの設計法に関する基礎検討
江守 教人	降圧チョッパ用インダクタの損失評価と最適設計のための基礎研究
大迫 聖二	III 族窒化物半導体マルチガスセンサの燃焼ガス検知における信頼性向上に関する研究
大津 陽一	GdBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub> 超伝導体への有効的な人工ピンニングセンター導入の研究
岡崎 俊道	三重障壁共鳴トンネルダイオードを用いたゼロバイアス検波の高感度化設計に関する研究
緒方 崇亮	磁性吸着剤と超伝導高勾配磁気分離を用いた高度浄水処理の検討
尾形 洋樹	中間周波数帯における生体電磁界解析への陰的な局所的次元 FDTD 法の適用と超並列化技術による高速化手法に関する研究
落合 広樹	解空間の階層構造と近接最適性原理に基づく組合せ最適化
片山 裕貴	統合的最適化における汎用性向上に関する研究
季 儒任	探索状況の制御に基づく適応型 Differential Evolution
木下 裕之	原子共鳴を用いた磁場勾配の計測に関する研究
北澤 弘毅	光電気化学反応を用いた Ni/n-GaN ショットキー接触一貫形成プロセスの確立
呉 文軍	電磁波エネルギーハーベスティングにおけるインピーダンス整合簡易化のための設計手法に関する研究
高 武杰	パルス励起による CPT-ラムゼー共鳴のライトシフトに関する理論解析
芝崎 翔悟	ショットキーダイオードにおける荷電状態依存性を持った欠陥の挙動解析
菅野 喜伊	ミリ波・THz 帯における生体関連物質の誘電率測定とその応用に関する研究
関根 大輔	電気自動車用ワイヤレス電力伝送装置の人体ばく露評価
関根 隆人	テラレーコンを用いた負コロナ放電の特性評価およびモデリング
高澤 晋	泳動速度計測及び蛍光染色によるストレス負荷酵母の膜変性評価
田代 篤史	テラヘルツ帯集積レクテナのモデル化と高感度化設計シナリオの構築
手嶋 祐太	誘電泳動デバイスにおける微粒子凝集の数値シミュレーション
外山 佳祐	パワーデカップリング形単相系統連系インバータの制御方式に関する研究
濱田 健太朗	FeTe 系超伝導体を用いたジョセフソン接合に関する基礎研究
日野 晃裕	ラミネートバスバーを用いた電力変換回路構造に起因する共振現象の研究
平原 洋行	数値解析による直流グロー放電の自己組織化構造に関する研究
福田 勇輝	宇宙太陽発電のマイクロ波電力伝送における変温動物への影響
皆川 優大	古典分子動力学シミュレーションを用いたプラズマからのイオン照射による液体表面への物理的影響の解析

望月 敬太 レーザースペックル法による振動モード可視化システムへのウェーブレット変換の導入  
山下 篤 高速デジタル回路を用いたパワーデバイスの過電流保護に関する研究  
山下 新 共鳴トンネルダイオードにおける非平衡量子輸送モデルの構築とテラヘルツ動特性律速要因定量抽出手法の確立に関する研究  
山田 充之 ZMPを規範とする2足歩行ロボットの実機実験

【 博士 】

浅川 澄人 共鳴トンネルダイオードをテラヘルツ波源とした無線通信の性能予測のための包括的理論解析

## 在籍者数

平成 25 年度（平成 25 年 5 月 1 日現在）

### 【 学部 】

	男	女	計	休学
1 年	41	3	44	0
2 年	41	1	42	0
3 年	46	1	47	0
4 年	52	2	54	1

### 【 大学院 】

	男	女	計	休学
M1	35	0	35	0
M2	36	0	36	0
D1	4	0	4	0
D2	3	0	3	0
D3	3	0	3	1

## 進路状況

H26年3月31日現在

### 1. 学部

卒業者数	40
大学院進学	31
首都大学東京	31
他大学院	0
専門学校	0
就職	9
民間企業	8
(学校推薦)	8
(自由応募)	0
公務員等	1
教員	0
その他	0
大学院受験準備	0
公務員・教員受験準備	0
その他	0

### 2. 大学院

博士前期課程修了者数	36
博士後期課程進学	1
首都大学東京	1
他大学院	0
就職	32
民間企業	30
(学校推薦)	30
(自由応募)	0
公務員等	2
教員	0
その他	3
公務員・教員受験準備	0
その他	3

博士後期課程修了者数	1
公的研究機関	0
民間企業就職	0
帰国予定留学生	0
社会人博士修了	0
その他	1

## 研究助成

### 【 文部科学省・日本学術振興会科学研究費補助金 】

#### <新学術領域研究>

- (継続・代表) 朽久保文嘉 「粒子輸送と熱的作用を考慮したプラズマと物質の相互ダイナミクスの解析」  
(新規・代表) 内田 諭 「プラズマ照射による生体膜損傷の分子動力的モデリング」

#### <基盤研究>

- A (継続・分担) 朽久保文嘉 「ナノ秒パルス放電プラズマによる環境軽負荷プロセスの実現」  
B (新規・代表) 清水敏久 「パワーデカップリング機能を持つ高効率・長寿命パワーコンディショナの開発」  
C (新規・代表) 奥村 次徳 「窒化ガリウムにおけるプラズマ照射誘起欠陥の導入・拡散・消滅機構の解明」  
C (継続：代表) 安田恵一郎 「近接最適性原理に基づくメタヒューリスティクスの解析と設計」  
C (継続：分担) 安田恵一郎 「複雑な制約や構造を有する最適化問題に対する多点探索型手法の適用法に関する研究」  
C (継続：分担) 安田恵一郎 「シミュレーション・モデリング・発見的最適化を統合した最適設計システムの構築と応用」  
C (継続・代表) 渡部泰明 「マイクロ振動デバイス開発を促進する高感度 3次元振動モード可視化システム」  
C (新規・代表) 内田 諭 「パルス電界処理による細胞動態の定量評価および泳動診断システムの確立」  
C (継続・代表) 三浦大介 「磁性活性炭を使った磁気分離による新しい浄水処理技術の開発」  
C (新規) 和田圭二 「超高速モータドライブ用高周波 PWM インバータ開発」  
C (継続・代表) 佐藤隆幸 「超音波スペクトロスコピー法に基づく血液粘性の非侵襲計測法に関する研究」  
C (継続・代表) 土屋淳一 「シミュレーション・モデリング・発見的最適化を統合した最適設計システムの構築と応用」

#### <若手研究>

- A (新規・代表) 水口佳一 「BiS2 伝導層を有する層状超化合物における超伝導機構解明と新奇機能の創出」  
B (継続：代表) 田村健一 「渦現象のアナロジーに基づくメタヒューリスティクスの開発」

### 【 特定研究寄付金 】

- 国内企業 (1件) 奥村 次徳  
国内企業 (3件) 清水 敏久  
国内企業 (1件) 多氣 昌生  
国内企業 (1件) 朽久保 文嘉

国内企業（1件） 渡部 泰明  
国内企業（1件） 五箇 繁善  
国内企業（1件） 中村 成志  
国内企業（1件） 三浦 大介  
国内企業（1件） 和田 圭二  
国内企業（1件） 土屋 淳一

【 産学共同研究 】

国内企業（10件） 清水 敏久  
国内企業（1件） 多氣 昌生  
国内企業（1件） 内田 諭  
国内企業（1件） 鈴木 敬久  
国内企業（2件） 和田 圭二

【 提案公募 】

総務省 多氣昌生, 鈴木敬久 「眼部への電波ばく露の定量的調査に関する研究」

【 学内傾斜配分 】

ミニ研究環（傾斜全学）（分担） 鈴木敬久 「超並列計算による計算科学の新展開の検索」  
教育改革推進事業（分担） 鈴木敬久 「メニーコア・クラウド基盤技術の実践的教育」

【 その他 】

平成 25 年度理工学研究科部局競争的経費, 須原 理彦

共同研究, 鈴木敬久, 首都大学東京・東京都市大学, 「宇宙機材料と放射線及び電磁環境の相互作用に関する研究」

共同研究, 鈴木敬久, 和田圭二, 首都大学東京・東京大学・鉄道総合技術研究所・電力中央研究所, 「磁界による刺激作用の評価に関する共同研究」

共同研究（代表）, 上條 敏生, 国立極地研究所, 「氷の高周波誘電特性の研究」

共同研究, 上條敏生, 東京大学大学院工学系研究科原子力専攻・共同利用管理本部（大学開放研究室）, 原研施設利用共同研究

施設共用, 上條敏生, 日本原子力研究開発機構 高崎量子応用研究所, 「レーダー法による岩塩と氷を検出媒質とした超高エネルギーニュートリノ検出器の開発研究」

## 国際会議の開催とその組織委員としての活動

### 【 国際会議 】

- 清水 敏久 パワーエレクトロニクス国際会議 (IPEC Hiroshima 2014 ECCE-Asia) 実行委員長
- 清水 敏久 IEEE International Future Energy Electronics Conference (FEEEC2013), Honorary Technical Program Chair
- 清水 敏久 IEEE International Power Electronics and Application Conference and Exposition (PEAC2014), Technical Program Chair
- 清水 敏久 IEEE International Future Energy Challenge Competition, Judging member
- 須原 理彦 10th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics 2013 組織委員
- 朽久保 文嘉 Joint Conference of The Eighth International Workshop on High Voltage Engineering and 2012 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering, Steering Committee Member
- 朽久保 文嘉 Japan-Australia Commemorative Workshop, 25 Years of Collaboration in Gaseous Electronics and Its Applications, Organising Committee Member
- 渡部 泰明 2013 Joint UFFC, EFTF, and PFM Symp. Technical Program Committee 委員
- 五箇 繁善 2013USE 運営委員
- 鈴木 敬久 EMC'14/Tokyo, Steering Committee Member (Assistant Secretary)

### 【 国内シンポジウム等委員 】

- 安田 恵一郎 電気学会 C部門大会委員会 委員  
進化計算学会 シンポジウム 委員
- 五箇 繁善 電気学会 第42回 EM シンポジウム実行委員
- 中村 成志 応用物理学会 14.3 プロセス技術・界面制御 プログラム編集委員
- 佐藤 隆幸 第34回超音波シンポジウム運営委員
- 水口 佳一 新超伝導研究会 (首都大: ミニ研究環) 2014年3月 主催, 研究代表者
- 土屋 淳一 日本工学教育協会 工学・工業教育研究講演会委員





佐藤 隆幸 2013. 7. 21-7. 25 チェコ・プラハ (国際会議講演)

田村 健一 2013. 10. 13-10. 16 イギリス (国際会議講演)  
2013. 6. 20-6. 23 メキシコ (国際会議講演)

水口 佳一 2013. 9 イタリア・ジェノバ (国際会議講演)  
2013. 9 イタリア・ローマ (ローマ大Saini研究室との共同研究)  
2013. 9 イタリア・トリエステ (国際会議講演)

## 海外からの訪問者

清水 敏久 Frede Blaabjerg (Aalborg University, Denmark) 2014.1.29 表敬訪問・技術講演

多氣 昌生 Joe Wiart (France Telecom R&D, France) 2013.5.15 共同研究

多氣 昌生 Ae-Koung Lee (ETRI, Korea) 2013.5.15 共同研究

水口 佳一 Prof. N. L. Saini (ローマ大), 2014年3月, 新超伝導研究会にて講演

和田 圭二 Dr. James Roudet (Grenoble Institute of Technology, G2Elab, フランス) 9月19日,  
研究内わせ

須原 理彦 Gregor Keller (University of Duisburg-Essen, Germany), 2013.5.28 共同研究

## 表彰

清水敏久, 2013.8.30, Certificate of Appreciation for contribution as a judge for the 2013 IEEE International Future Energy Challenge

清水敏久, 2013.11.7. Certificate of Appreciation for contribution and dedication to IEEE Power Electronics Society Taipei Chapter 2013 Lecture Series

清水敏久, 2013.11.3, Certificate of Appreciation for outstanding contribution to International Future Energy Electronics Conference 2013

須原 理彦, 電子情報通信学会のエレクトロニクスソサイエティ活動功労表彰受賞

多氣 昌生, 2013年9月12日 電気学会基礎・材料・共通部門特別賞 学術貢献賞

多氣 昌生, 2014年3月3日 電気学会フェロー

朽久保 文嘉, Nanointerface Innovative Award, Workshop of Frontier Science of Interactions between Plasmas and Nanointerfaces in Fukuoka, on January 5-6, 2014, Fumiyoshi Tochikubo "Study on Plasma-Liquid Interaction"

安田 恵一郎, 2013年4月, 電気学会フェロー

安田 恵一郎, 2013年5月, 電気学会業績賞

内田 諭, 2013年11月, 「食品中微生物の迅速分離濃縮装置(特許第4548742号)」発明協会 平成25年度関東地方発明表彰 東京都知事賞

白井 直機, ICRP-8/SPP-31 Young Scientist Awards: Gold Medal, Naoki Shirai "Control of plasma-liquid interaction of atmospheric DC glow discharge in contact with liquid" 2014.2 (Feb. 2014)

田村 健一, 2013年8月, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics Young Researcher Award 2013, ``Spiral Dynamics Inspired Optimization'', K.Tamura and K.Yasuda, JACIII, Vol.15, No.8, 2011

## 学生表彰

尾西 翔平, 橋川伸吾, 鈴木敬久, 2013.5.23, SACSIS2013 (先進的計算基盤システムシンポジウム), 学生優秀ポスター賞, "大規模シミュレーションにおけるインコア型ストレージの概念の提案"

## 学会活動等

- 奥村 次徳  
日本学術会議 連携会員  
応用物理学会 諮問委員  
日本学術振興会 結晶加工と評価技術 第145委員会 企画幹事  
日本学術振興会 半導体界面制御技術 第154委員会 副委員長  
新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)技術委員  
Vice Chair of Organizing Committee of the 6th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces  
ほか
- 清水 敏久  
電気学会 部門担当理事(産業応用部門 部門長)  
IEEE Power Electronics Society AdCom Member  
IEEE Industry Applications Society Asia Liaison  
IEEE Transactions on Power Electronics Associate Editor  
IEEE Power Electronics Society, Technical Committee on Sustainable Energy  
知的財産高等裁判所 専門委員  
東京都中小企業振興公社 中小企業経営・技術活性化助成事業助成金審査会 審査委員長
- 須原 理彦  
応用物理学会 応用電子物性分科会 副幹事長  
電子情報通信学会電子デバイス研究会幹事  
文部科学省主催第3回サイエンスインカレ審査委員  
総務省委託技術研究開発「統合計測システム運営委員会モノリシック集積型ミキサ技術研究開発ワーキンググループ」平成 25 年度委員
- 多氣 昌生  
国際電波科学連合(URSI) Commission K(医用生体電磁気学)議長  
電子情報通信学会環境電磁工学研究専門委員会 委員長  
IEEE EMC-S Japan Chapter Vice Chair  
電気学会 電磁環境技術委員会 委員  
電気学会 電磁界の人体防護に関わる評価技術動向調査専門委員会 委員  
電気学会 電磁界の健康リスク分析調査専門委員会 委員  
電子情報通信学会 無線電力伝送時限研究専門委員会 委員  
自動車技術会 ワイヤレス給電システム技術部門委員会 委員
- 枋久保 文嘉  
電気学会 放電技術委員会 委員長  
静電気学会 運営理事  
応用物理学会 プラズマエレクトロニクス分科会 幹事

- 安田 恵一郎 計測自動制御学会 システム工学部会 委員  
 SICE 英文論文集委員会 委員  
 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers, Editor  
 計測自動制御学会 システム情報部門運営委員会 委員  
 安心・安全・快適社会実現のための新たなシステムズアプローチ調査研究会 委員  
 Japan Chapter of the IEEE Society on Systems, Man, and Cybernetics Vice Chair  
 電気学会 スマートコミュニティ実現検討特別研究グループ 主査  
 電気学会 電子・情報・システム部門役員会 委員  
 電気学会 有識者会議 委員  
 電気学会 代議員  
 電気学会 出版事業委員会 委員  
 電気学会技術者教育委員会 委員  
 電気学会 産業応用のためのシステム最適化とベンチマーク問題調査専門委員会 委員  
 電気学会 新しい電力・エネルギーシステムの要素技術協同研究委員会 委員
- 渡部 泰明 電気学会 光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会 委員長  
 電気学会 電子回路技術委員会 委員  
 電気学会 電子回路研究専門委員会 委員  
 電子情報通信学会 ソサイエティ論文誌編集委員会 査読委員  
 日本音響学会 論文誌 査読委員  
 2013 USE 運営委員会 幹事会委員  
 2013 USE 実行委員会  
 2013 USE 論文委員会  
 圧電材料・デバイスシンポジウム2013 運営委員  
 IEC/TC49 周波数制御・選択デバイス専門委員会 WG6 測定法主査  
 QIAJ 測定法小委員会 主査
- 内田 諭 電気学会 論文委員会 (A1b グループ) 委員  
 電気学会 論文委員会 (E グループ) 委員  
 電気学会 パルスパワーおよび放電の農水系利用調査専門委員会委員  
 静電気学会 評議員  
 Editorial Board Member of IET Nanobiotechnology
- 五箇 繁善 電気学会 マイクロ EM デバイス・システムと IC の融合化技術調査専門委員会 幹事  
 電気学会 光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会 幹事  
 電気学会 システムのモデリングとシミュレーション応用技術協同研究委員会 幹事
- 鈴木 敬久 電子情報通信学会 エレクトロニクスシミュレーション研究専門委員会 委員  
 電子情報通信学会 光応用電磁界計測時限研究専門委員会 委員  
 電子情報通信学会 論文誌査読委員

電気学会 電磁界理論技術委員会 1号委員  
電気学会 電磁界の人体防護に関わる評価技術動向調査専門委員会 委員  
電気学会 学会活動推進員  
CIE(国際照明委員会) TC6-49 "Infrared Cataract" Committee Member

和田 圭二

電気学会論文誌 査読委員  
電気学会論文委員会(D1グループ) 幹事  
電気学会 D 部門 研究調査運営員会 委員  
電気学会 半導体電力変換技術委員会 幹事  
電気学会東京支部学生員委員会 委員  
機械技術と融合・進化するパワーエレクトロニクスシステムインテグレーション技術調査専門委員会 幹事補佐  
パワーエレクトロニクス用コントロールシステム構成要素に関する調査専門委員会幹事  
パワーエレクトロニクスに関する国際会議 IPEC2014 実行委員会 幹事  
電気学会若手パワーエレクトロニクス技術者育成に関する協同研究委員会 委員長  
IEEE ECCE 2014 Technical Program Committee Member

白井 直機

電気学会 プラズマ技術委員会 幹事補佐  
電気学会 A部門HP担当委員  
電気学会 研究調査運営員会 議事録担当

田村 健一

計測自動制御学会 制御部門 適応・学習アプローチで挑むシステム制御調査研究会  
委員  
電気学会 電子・情報・システム部門 制御技術委員会 幹事補佐

土屋 淳一

電気学会 新世代アクチュエータの多自由度化可能性調査専門委員会委員

## 専攻の行事 (広報関連)

### 1. 毎月説明会

電気電子工学コース及び専攻において 2013 年度は原則第一土曜日に毎月説明会を実施した。教員全員が輪番で毎月説明会を受け持った。説明会の内容は学部入学希望者、編入希望者及び大学院入学希望者に対する本コース・専攻の説明と研究室・施設見学である。2013 年度の参加延べ人数は、学部希望 8 名、編入希望 3 名、大学院希望 35 名であった。

### 2. 大学院入試説明会 (理工学研究科)

2013 年 6 月 15 日 (土)

大学院志望者を対象として大学院説明会が行われた。電気電子工学専攻の参加者は 17 名で、内、15 名が学外からの学生であった。理工学研究科の全体説明の後、電気電子工学専攻の説明 (入試科目内容など) が行われ、その後研究室見学が行われた。

### 3. 大学説明会およびオープンラボ(I)

2013 年 7 月 14 日

南大沢キャンパスで行われた大学説明会において、理工全体の説明の後、電気電子工学コースの説明 (教育内容、入試情報) を行った。理工全体の説明および各コースの説明は最初から希望コースに分かれた上で同一の教室で行っている。説明は午前、午後それぞれ 1 回ずつ行い、説明の後、参加者を理工エリアに誘導しオープンラボツアーを実施した。説明会参加者は午前 60 名、午後 40 名で、オープンラボ参加者は 54 名であった。同日、電気電子工学コースとして以下 6 件のオープンラボを実施した。

- (1) 「パワーエレクトロニクス研究室」(清水, 和田) 9 号館 419 室
- (2) 「～電波を見る～電磁環境学グループ」(鈴木, アルフレード) 9 号館 511 室
- (3) 「電気で微生物を捉える! ～最新のバイオエレクトロニクス～」(内田) 9 号館 328 室
- (4) 「超音波デバイスと生体への応用」(渡部, 佐藤) 9 号館 519,523 室
- (5) 「超伝導の不思議な世界」(三浦, 水口) 10 号館 107 室
- (6) 「知らずに利用している半導体 ～その機能と作り方～」(須原, 斉藤) 10 号館 111 室

### 4. 大学説明会およびオープンラボ(II)

2013 年 8 月 17 日

第 1 回と同様、理工全体の説明の後、電気電子工学コースの説明を行った。説明は午前、午後それぞれ 1 回ずつ行い、説明の後、参加者を理工エリアに誘導しオープンラボツアーを実施した。説明会参加者は、午前 146 名、午後 46 名、オープンラボ参加者は 118 名、個別相談の参加者は 11 名であった。同日、電気電子工学コースとして以下 6 件のオープンラボを実施した。

- (1) 「～電波を見る～電磁環境学グループ」(多氣, 上條) 9 号館 511 室
- (2) 「気液界面プラズマの科学」(朽久保, 白井) 9 号館 319 室
- (3) 「システム制御研究グループ」(安田, 土屋, 田村) 9 号館 415a 室
- (4) 「精密な周波数の発生・応用技術」(五箇) 9 号館 415b 室

(5)「知らずに利用している半導体 ～その機能と作り方～」(奥村, 中村) 10号館 111室

(6)「脚式ロボットのシミュレーションと実機」(相馬) 10号館 411a室

5. ひらめき★ときめきサイエンス (高校生のための電気電子工学サマーセミナー) (<参加者数の詳細データは朽久保先生への問い合わせが必要)

2013年8月24日

2013年度は日本学術振興会のひらめき★ときめきサイエンスに関わる助成により電気電子工学の体験学習が実施された。テーマは「電気の“チカラ”で環境浄化」であり、午前中に下記の講義が行われた。

1)「バイオ・ナノ科学における最先端の静電気技術」(内田)

2)「超伝導と環境応用」(三浦)

3)「プラズマを用いた空気や水の浄化技術」(朽久保)

この講義に基づいて、午後に体験実験が行われ、その後参加者によるプレゼンテーションと「未来博士号」授与式が行われた。

6. 大学祭テクノスクエアへのコース・専攻として参加

2010年11月3日(日) 11号館 204教室前廊下

「みやこ祭」のテクノスクエアに電気電子工学コース・専攻としての出展を行い地域社会への電気電子工学コースに関する情報の発信を行った。出展のテーマは「きてみてさわる電気電子工学」であり、出展の内容は以下の通りであった。来場者は200名程度であった。

(1)進路相談コーナー

(2)ポスター展示「電気電子工学の紹介・コースの教育の特色」

(3)ポスター展示「各研究室の紹介」

(4)デモ実験「超伝導リニアモーター」(三浦, 水口)「精密周波数」(五箇)

また電気電子専攻と各研究室が連携するような体制を取り、研究室単位では以下の出展を行った。

(1)「パワエレ研」(パワーエレクトロニクスグループ) 11号館 206教室

(2)「プラズマいつ見るの? 今でしょ! ヒマでしょ!?!」(電磁気応用グループ) 11号館 210教室

(3)「電波を目で見よう!」(電磁環境工学グループ) 11号館 202教室

(4)「デバノミクス」(電子デバイス工学グループ) 11号館 205教室





## その 2 : 各研究分野の活動状況



## 各研究分野活動状況 平成 25 年度 (2013 年度)

各研究分野の活動状況を報告する。記載されている項目は、次のとおりである。

### 1. 研究活動の概要

### 2. 研究業績

- 1) 論文 (国内外の専門学術雑誌記載のオリジナルな研究論文)
- 2) 国際会議報告集 8 国際会議, 国際ワークショップ等のプロシーディングス)
- 3) 研究会, 大会, 委員会
- 4) 雑誌, 単行本等の執筆
- 5) 科学研究費報告書等

## 電子回路・システム分野

### 1. 研究活動の概要

#### 1) 超分散型エネルギーシステムの基本構想と自律分散制御

安田恵一郎

本研究では、分散型電源が導入量・導入台数ともに電力システム内で支配的な立場を占めるような状況、すなわち超分散環境を想定し、このような環境におけるエネルギーシステムの振る舞いに関する基礎的な検討を行った。具体的には、システム工学的観点から観た超分散型エネルギーシステムの特徴と本論文の意義を明らかにし、既存の集中型電源をも含む超分散型エネルギーシステムの基本構想を示した上で、イジングモデルに基づいて分散型電源を導入した需要家のモデルを構築し、需要家間に相互作用が存在するケースにおける自律分散制御の可能性を相互結合型ニューラルネットワークの安定性に基づいて検討した。

#### 2) Proximate Optimality Principle に基づく多点探索型 Tabu Search

安田恵一郎

多くの組合せ最適化問題において、POP (Proximate Optimality Principle) 成立することが経験的に知られている。本研究では POP に基づく多様化メカニズムの導入により、多様化・集中化のバランスを実現した多点探索型 Tabu Search を提案し、典型的な巡回セールスマン問題を用いた数値実験により、探索能力向上を検証した。本手法は、タブサーチの高速かつ強力な探索性能を保持しつつ、近傍移動の際の多目的評価による多様化のメカニズム導入により、大規模な問題に対しても高い探索性能を持つような改良が加えられたものである。

#### 3) 適応型 Particle Swarm Optimization

安田恵一郎

実システムの最適化においては、予め問題構造を知ることが困難であることから、探索過程で得られる何からの情報を適切に活用した適応型探索の実現は重要な課題である。本研究では、多点探索の一手法である Particle Swarm Optimization に基づき、パラメータと探索軌道のダイナミクスとの関係を解析した上で、アルゴリズムの適応化を実現した。具体的にはその可調整性に基づいてそれぞれの探索点が問題構造に適した値へと、自律的にパラメータを変更しながら探索する適応型のアルゴリズムを構築し、提案する適応型アルゴリズムの有効性を数値実験を通して検証した。

#### 4) ベース接地形発振回路への狭帯域フィルタ導入による Q 値の改善

渡部泰明

今日の通信技術において発振器は周波数源となっており、必要不可欠なものである。中でも、低コストかつ低位相雑音な周波数源を構築できる水晶発振器は広く使用されている。近年では急激な通信技術の発達に伴い、水晶発振器の低位相雑音化が望まれている。このような現状において著者らは、Colpitts 発振回路において、帰還枝に狭帯域フィルタを挿入することによるキャリア近傍雑音の低減手法を考案、そしてトランジスタの非線形ダイオードモデルを用いた回路解析と Leeson モデルを用いた位相雑音解析、10MHz 帯での実測を行い、キャリア近傍位相雑音の改善を行ってきた。

一方、我々は VHF 帯の水晶発振器として、ベース接地形発振回路の一種である Butler 発振回路、Modified-Butler 発振回路を用いて、ノイズフロア領域の位相雑音の改善可能性を示した。本研究では、それら 2 つの手法を踏まえ、ノイズフロア領域とキャリア近傍領域との双方で優良な位相雑音特性を持つ発振器を設計するべく、Butler 回路への狭帯域フィルタ導入を行う。その際、回路 Q 値を回路リアクタンスの周波数傾斜から推定しているが、合成インピーダンスを求める際の回路切断点を信号出力部での閉回路切断点と定義することにより、複数個の水晶振動子を用いた複雑な回路構成を持つ場合の回路方式など、一般的な発振回路に適用できる回路合成インピーダンスを定式化できる。それによって、回路構成の変化に伴う Q 値の変化を評価することが可能となる。この方法により、Butler 発振回路への狭帯域フィルタ導入による回路 Q 値改善を評価する。

#### 5) 圧電デバイスの振動モード可視化システムへのウェーブレット変換の導入

渡部泰明

圧電デバイスは、情報通信機器を始めとして多くの電子機器に使用されている。その設計には通常 FEM (有限要素法) が用いられる。設計検証には、試作された圧電デバイスの振動モードを実験的に計測することが有力な手段となる。解析結果と実験結果の比較を行うことで、設計の信頼性を保証することができる。また、実験的な検証により、解析結果からは得られない、スプリアスモードに関する情報を得ることができる。そのためこれまで様々な振動モード測定法が提案されている。近年我々は、圧電デバイス表面に生じる散乱光の干渉光(スペckル)と画像処理技術を用いて振動モードを高速で可視化するレーザースペckル法を提案している。この手法では、ラフに処理されたデバイス表面にコヒーレントな光を照射することでスペckルを発生させ、CCD カメラでその画像を取り込み、処理することで振動モードの可視化を行う。レーザースペckル法は上記のように簡単な光学系で構成されており、機械的走査を必要としないため、非常に短時間で振動分布の測定が可能である。本研究ではレーザースペckル法にウェーブレット変換を用いたノイズ除去機構を導入し、水晶振動子の振動モード測定を通して、その有用性を検証した。

#### 6) 高次高調波を用いた CPT パルス励起に関する検討:

五箇繁善

レーザ光を周波数変調することにより CPT (Coherent Population Trapping) 共鳴は観測可能なため、原子発信器の小型化に非常に適している。本研究では、省電力かつ高安定な超小型原子発振器の実現を目指し、レーザ光の高次高調波を用いた励起法を提案した。パルス励起を併用することで、消費電力を低減し、かつ周波数短期安定度の指標となる性能指数を 2.3 倍向上できることを明らかにした。

#### 7) 高コントラストな CPT 共鳴が観測可能な方法の提案

五箇繁善

原子発振器の周波数短期安定度は、原子共鳴の Q 値および S/N の積 (性能指数) によって特性が決まる。本研究では、S/N の N を低減することで S/N の改善を図った。CPT 共鳴のファラデー回転に基づき、直交偏光子とダブルラムダ遷移を用いることで S/N の N にあたる背景光成分を低減し、大幅な S/N (コントラスト) 改善を可能とした。

## 8) CPT 共鳴を用いた磁気センサの多軸センシングに関する検討:

五箇繁善

原子共鳴である CPT 共鳴を用いた多軸型の磁気センサの検討を行った。CPT 共鳴は原子の持つエネルギー順位を観測するため、高精度かつ高確度という特徴がある。本研究では、レーザー光 1 本のみを用いて磁場ベクトルを推定することが目標である。観測結果からは、CPT 共鳴のプロファイルを観測することで、3 軸の  $B_x$ ,  $|B_y|$ ,  $|B_z|$  が決定できることを明らかにした。

## 9) 大規模数値電磁界解析のためのメインメモリを利用したデータ保存方式の提案

鈴木敬久

本研究では現状で主メモリとして用いられている DRAM のような揮発性メモリの代わりに不揮発性メモリ (NVRAM) を用いるコンピュータアーキテクチャのための新しい I/O の概念を提案する。この概念の実現可能性を調べる為に、いくつかの計算ノードと InfiniBand から構成される、コンセプトを模倣する為にもシステムを構築し、このシステムの為の I/O API を設計した。その結果として、書き込みと読み出しのパフォーマンスはそれぞれ約 1.6GB/s と 0.8GB/s であった。我々の提案した I/O システムは SATA 3.0 で接続された既存の SSD ドライブの I/O パフォーマンスを改善することがわかった。書き込み、読み出し性能は SSD を用いた場合のそれぞれ 3.5 倍と 2.1 倍であった。さらに我々はこの I/O システムを GPU を用いた大規模電磁界解析に適用しその有効性を確認した。

## 10) 流体熱輸送を考慮した家兎前眼部へのミリ波帯電磁界ばく露における熱輸送解析

鈴木敬久, 多氣昌生

ミリ波による眼部組織の温度上昇の流体を含む熱輸送メカニズムを明らかにする為に電磁界-熱輸送連成解析システムを開発した。本システムでは平面波スペクトル展開法により、実測データからレンズアンテナが作る 3 次元入射電磁界分布を再構築している。その電磁界を用い、3 次元散乱界 FDTD 法により家兎眼内部の誘導電磁界を計算した。そしてその誘導電磁界を熱源とし SMAC 法を用いて家兎眼内各組織の温度分布および前房水の流速分布の時間発展を求めた。また本研究では実際の実験条件を精密に再現するため医学的監修に基づいた 50  $\mu\text{m}$  の高解像度家兎眼モデルを開発した。このシステムにより、30GHz-100GHz, 25-400mW/cm<sup>2</sup> の条件下における 3 次元温度分布および流速分布を得ることができた。その結果として、角膜および水晶体における温度上昇は前房水の対流熱輸送により大きく影響を受けることがわかった。

## 11) ミリ波帯における重水の複素誘電率の測定

鈴木敬久, キック アルフレード

本研究では 30GHz から 110GHz のミリ波帯における重水の複素誘電率測定を初めて実施した。概してこの周波数帯では重水の複素誘電率は水の複素比誘電率よりも小さい結果であった。これらの周波数分散データをデバイの単一緩和式でフィッティングした結果、重水と水の緩和時間  $\tau$  はそれぞれ 10.6 ps, 8.2 ps であり、重水の緩和時間は水よりも約 29%長いことがわかった。これは重水分子と水分子の質量差が原因であろうと考えられる。

## 1 2) マイクロ波・ミリ波領域における散乱係数および材料定数測定法の研究

上條敏生

摂動共振器法による誘電体材料の複素誘電率測定法の開発を行っている。低損失材料の測定法が確立されていない VHF/UHF 帯において、共振器の高さが低い場合に問題となる試料挿入孔の影響を除去する為に、挿入孔封鎖型の共振器を提案している。この測定法を用いて、国立極地研究所の低温実験室において、-30 度における氷の UHF 帯複素誘電率を測定した。ミリ波帯 (35GHz) において、円筒 TE<sub>01n</sub> 空洞共振器を用いて、生体材料の複素誘電率測定法の提案を行った。本学物理学専攻等と共同で、誘電体の温度変化に対する電波反射係数依存性に関する実験を行い、レーダー法の基礎データを得た。

## 1 3) 高周波における誘電率と透磁率の精密測定法に関する研究

キック アルフレード

Measurement error is an important factor in evaluating the reliability of a measurement method. In a previous work, we proposed a new method that measures the permittivity and permeability of materials. In the new method, the material is fabricated in a cylindrical shape and placed perpendicular to the narrow walls inside a rectangular waveguide. Its constitutive parameters are extracted from the measurement of S-parameters. The new method improved the accuracy of the permeability at the cost of reducing the accuracy of the permittivity. In this work, we showed that by shifting the cylinder from the centre of the waveguide toward the broad wall, the accuracy of the permittivity will increase. An error sensitivity study and the measurement of POM materials in the S-band were performed to support our claim successfully.

## 1 4) 静的エラストグラフィの付与歪み均等化のための緩衝層設計

佐藤隆幸

従来の静的 elastography において超音波探触子と組織の間に新たに緩衝層を挿入することによって付与歪みの均等化が可能となる。球面を持つ凸型の模擬組織にシート型及び plano-concave 型の緩衝層を適用し、128ch・10MHz リニアアレイトランスデューサを含む静的エラストグラフィ測定装置によって実験を行った。結果から、非常に顕著な歪み均一化の効果が示された。

## 1 5) 超音波を用いた血液粘度の非侵襲測定

佐藤隆幸

血液粘度の上昇は赤血球の凝集によって起こることが知られており、これを粒径の増大とみなして超音波反射信号の変化を捉える研究を行っている。凝集体が形成されている場合、血流の上流部と下流部の反射エコーの差異がその凝集体の領域で小さいことから、凝集体の位置及びサイズの推定が可能となる。模擬実験により粒子凝集体のサイズの推定を定量的に示すことができた。また赤血球の模擬試料の凝集技術も確立した。

## 1 6) 渦最適化に関する研究

田村健一

最近, 我々は, Nature Inspired Computation の分野において, 自然界に現れる渦現象をヒントにし, Spiral Optimization (SPO) と呼ばれる多点型直線探索法を開発した。SPO は開発されたばかりの段階にあり, 現時点ですでに強力であるものの, いくつかの重要な課題が残されている。本研究は, それらの課題を解決することで, SPO をさらに有力な手法に発展させることを目的とする。



## 2. 研究業績

### 【 論文 】

- ・ 矢口航太, 田村健一, 安田恵一郎, 石亀篤司: 「近接最適性原理の定量的評価に基づく組合せ最適化手法」, 電気学会 電子・情報・システム部門誌, Vol.133, No.6, pp.1218-1228 (2013.6)
- ・ 安田恵一郎, 土屋淳一, 落合広樹, 片山裕貴, 澤入智己, 鈴木公啓, 高村秋平: 「超精密なタイム計測器の開発—町工場の意地と技術—」, 電気学会誌, Vol.134, No.1, pp.32-35 (2014.1)
- ・ 大矢俊介, 田村健一, 安田恵一郎: 「EMS と DP に基づく分散型エネルギーシステムの協調型需給制御」, 電気学会 電力・エネルギー部門誌, Vol.134, No.3, pp.273-274 (2014.3)
- ・ 高村秋平, 田村健一, 安田恵一郎: 「多目的組合せ最適化問題に対する Tabu Search に基づく多点探索法の提案」, 電気学会 電子・情報・システム部門誌, Vol.134, No.3, pp.466-467 (2014.3)
- ・ 渡部 泰明, 前田 亮, 村瀬重善, 「圧電振動子の非線形性を考慮した発振回路解析法」, 電子情報通信学会 J96-A(7) 493-496 2013年7月
- ・ 村瀬重善 渡部泰明, 「NMOS コルピッツ水晶発振回路における負性抵抗算出法」, 電子情報通信学会 J96-A(6) 392-394 2013年6月
- ・ 長牛英雄 渡部泰明, 「高 Q フィルタを用いた狭帯域コルピッツ水晶発振回路におけるキャリア近傍位相雑音特性」, 電子情報通信学会 J96-A(6) 363-369 2013年6月
- ・ 矢野 雄一郎, 五箇 繁善, 定森 啓晃, 「高次高調波を用いた CPT パルス励起」, 電子情報通信学会 A 96-A(6) 377-382 2013年6月
- ・ 鈴木敬久, 菅野喜伊, キック アルフレード, 「ミリ波帯における重水の誘電特性評価」計測と制御, vol. 53, No.3 pp. 203-208, 2014年3月
- ・ A.Kik, A.Nishikata, "Improvement of measured permittivity with a displaced cylinder inside a rectangular waveguide," IEICE Communication Express, vol. 2, no. 09, pp. 383-388, Sep. 2013.
- ・ Masami Chiba, Toshio Kamijo, Takahiro Tanikawa, Hiroyuki Yano, Fumiaki Yabuki, Osamu Yasuda, Yuichi Chikashige, Tadashi Kon, Yutaka Shimizu, Souichirou Watanabe, Michiaki Utsumi, Masatoshi Fuji : "Measurement of a Phase of a Radio Wave Reflected from Rock Salt and Ice Irradiated by an Electron Beam for Detection of Ultra-High-Energy Neutrinos", AIP Conf. Proc. 1535, pp.45-50 (July 2013)
- ・ T. Sato, H. Tojo, Y. Watanabe, "Highly Sensitive Detection of Red Blood Cell Aggregation with Ultrasonic Peak Frequency", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 52, No. 7, 07HF18-07HF18-6, 2013年7月
- ・ 有馬正浩, 佐藤隆幸, 渡部泰明, "超音波スペクトロスコーピー法における小粒子凝集体と代替大粒子の実験的補正法", 電気学会論文誌 C 分冊, 134 巻, 1 号, 2014年1月

### 【 国際会議 】

- ・ K. Tamura and K. Yasuda: "The Spiral Optimization and Its Stability Analysis," Proc. of 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation, pp.1075-1082 (2013.6)
- ・ K. Tamura and K. Yasuda: "A Stability Analysis Based Parameter Setting Method for Spiral Optimization," Proc. of 2013 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.3909-3914 (2013.10)

- H. Ochiai, K. Tamura and K. Yasuda: "Combinatorial Optimization Method Based on Hierarchical Structure in Solution Space," Proc. of 2013 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.3543-3548 (2013.10)
- H. Katayama, K. Tamura and K. Yasuda: "Multi-Objective Integrated Optimization Using Optimization, Modeling and Simulation," Proc. of 2013 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.3537-3542 (2013.10)
- R. Ji, K. Tamura and K. Yasuda: "Adaptive Parameter Adjustment of Differential Evolution," Proc. of 2013 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.3915-3920 (2013.10)
- Ryou Suzuki, Katsuaki Sakamoto, and Yasuaki Watanabe, "Method for Improving Quality Factor in Crystal Oscillators with Duplicated Quartz Resonators," 2013 USE, 2013-11.
- Yasuaki Watanabe, "1612" Precision Test Fixture for Measuring Equivalent Circuit Parameters of Quartz Crystal Units," 2013 USE, 2013-11.
- Naoki Yamagishi, Hajime Kobayashi, Keita Mochizuki and Yasuaki Watanabe, "Measuring of Vibrational Distribution of Piezoelectric Device by Speckle Interferometry with Pulsed Laser," 2013 USE, 2013-11.
- Keita Mochizuk, Naoki Yamagishi, Hajime Kobayashi, Yasuaki Watanabe, "Application of wavelet transformations to mode visualization by laser speckle interferometry," 2013 USE, 2013-11.
- Shigeyoshi Goka, Yuichiro Yano, "Higher-order Sideband Excitation for Pulsed CPT Atomic Clocks" IFCS-EFTF Symposium, 2013/7
- Yuichiro Yano, Shigeyoshi Goka, "Study of an observation method based on Crossed Polarizers for High-contrast Coherent Population Trapping" IFCS-EFTF Symposium, 2013/7
- Y. Suzuki, M. Kojima, J. Chakarothai, M. Takamura, K. Sasaki, K. Wake, M. Taki, S. Watanabe, K. Sasaki and H. Sasaki, "Heat transport on rabbit eyes exposed to millimeter waves considering flow in the anterior chamber", Joint Workshop of URSI Commission K and ICNIRP, Aug., 2013.
- M. Kojima, Y. Suzuki, K. Sasaki, K. Wake, S. Watanabe, Y. Kamimura, A. Hirata, M. Taki, K. Sasaki and H. Sasaki, "Ocular damage differs by frequency difference (40 or 95 GHz) to rabbit eye", Joint Workshop of URSI Commission K and ICNIRP, Aug., 2013.
- Akira Ushiyama, Shin Ohtani, Machiko Maeda, Yukihiisa Suzuki, Keiji Wada, Naoki Kunugita, Chiyoji Ohkubo, "Teratological Study in Pregnant Rats being Locally Exposed to Their Abdomen of Intermediate Frequency (21kHz) Magnetic Fields", Joint Workshop of URSI Commission K and ICNIRP, Aug., 2013.
- Y. Sugeno, K. Alfred, Y. Suzuki, "Measurement of Complex Permittivity of D2O ", Asia-Pacific Radio Science Conference, Sep., 2013.
- Y. Suzuki, A. Koike, J. Chakarothai, M. Kojima, K. Sasaki, K. Wake, M. Taki, "Computational dosimetry based on the multi-physics simulation for rabbit eyes exposed to millimeter waves", (Invited Talk) Asia-Pacific Radio Science Conference, Sep., 2013.
- Shohei Onishi, Shingo Hashikawa, Yukihiisa Suzuki, "Investigation of the novel data I/O concept considering the use of non-volatile RAM for massively large-scale numerical simulation", The 4th AICS International Symposium, Dec., 2013

- Y.Suzuki, S.Tamata, A.Kik, and A.Hirata, "Validation of numerical dosimetry for contact current exposure with the actual measurement of induced electric field inside phantom in intermediate frequency band," CIGRE 3rd International Colloquium on Low Frequency Electric and Magnetic Fields, Nara, Oct.2013.
- Masami Chiba, Toshio Kamijo, Hiroyuki Yano, Fumiaki Yabuki, Yuichi Chikashige, Yusuke Inohara, Tadashi Kon, Yuta Ogushi, Yutaka Shimizu, Michiaki Utsumi and Masatoshi Fujii: "Radar Chamber for Detection of UHE Neutrinos", The 7th International Workshop on Very High Energy Particle Astronomy, - Next Generation Explorer for Cosmic Ray Origin - (VHEPA2014) , Media Hall, Kashiwa Library, Kashiwa Campus of The University of Tokyo, (March 20, 2014)
- Takayuki Sato, Yasuaki Watanabe: High Sensitivity Estimation of Red Blood Cell Aggregation with Ultrasonic Peak Frequency, 2013 IEEE International Ultrasonics Symposium, 2013年7月
- Takayuki Sato: Suspension Viscosity Dependency of Ultrasonic Peak Frequency in Estimation of Red Blood Cell Aggregation, 35th Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2013年7月

## 【 研究会, 大会, 委員会 】

- 田村健一, 安田恵一郎: 「渦最適化の動的平衡点の安定性解析とパラメータ設定法」, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, GS6-1, pp.1442-1447 (2013.9)
- 落合広樹, 田村健一, 安田恵一郎: 「組合せ最適化における近接最適性原理の検証と応用」, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, GS5-1, pp.1404-1409 (2013.9)
- 片山裕貴, 田村健一, 安田恵一郎: 「最適化・モデリング・シミュレーションを用いた多目的統合的最適化の性能向上に関する検討」, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, GS5-3, pp.1416-1421 (2013.9)
- R. Ji, K. Tamura and K. Yasuda: "Differential Evolution with Adaptive Parameter Adjustment," 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, OS4-7, pp.739-744 (2013.9)
- 鈴木公啓, 田村健一, 安田恵一郎: 「クラスタ構造を導入した渦最適化の検討」, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, GS6-2, pp.1448-1453 (2013.9)
- 高村秋平, 田村健一, 安田恵一郎: 「多目的組合せ最適化問題に対する Tabu Search に立脚した多点探索法」, 平成 25 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, GS5-2, pp.1410-1415 (2013.9)
- 安田恵一郎: 「総論: 電気学会スマートコミュニティ実現検討特別研究グループの活動について」, 第 23 回インテリジェント・システム・シンポジウム FAN2013, ST-13-071, pp.220-223 (2013.9)
- 田村健一, 安田恵一郎: 「探索状況の評価と制御に基づく適応 Differential Evolution」, 第 23 回インテリジェント・システム・シンポジウム FAN2013, ST-13-095, pp.337-342 (2013.9)
- 田村健一, 安田恵一郎: 「探索状況の予測と制御に基づく適応 Differential Evolution」, 進化計算シンポジウム 2013, 1-16, pp.102-109 (2013.12)
- 澤入智己, 田村健一, 安田恵一郎: 「分散型エネルギーシステムの協調型需給制御に関する検討」, 電気学会 産業計測制御/メカトロニクス制御合同研究会, IIC-14-74, MEC-14-62, pp.109-114 (2014.3)
- 安田恵一郎: 「総論: スマートコミュニティの考え方とモデル」, 平成 26 年電気学会全国大会, 1-H2-1, pp.H2(1)-H2(2)(2014.3)
- 山岸 直生, 望月 敬太, 渡部 泰明, 佐藤 隆幸, 「レーザースペックル法を用いた圧電振動デバイス振動変位測定システムの高感度化」, 2013EMシンポジウム, 2013-5.

- ・鈴木 瞭, 坂元 克明, 渡部 泰明, 「ベース接地形発振回路への狭帯域フィルタ導入による Q 値の改善」, 2013 EMシンポジウム, 2013-5.
- ・鈴木 瞭, 渡部 泰明, 坂元 克明, 「2 つの水晶振動子を用いた発振回路の Q 値改善」, 電気学会 東京支部 連合研究会, 2013-9.
- ・村瀬 重善, 渡部 泰明, 「NMOS-Colpitts 水晶発振器における-R 算出法」, 電気学会 東京支部連合研究会, 2013-9.
- ・望月 敬太, 小林 甫, 渡部 泰明, 「振動モード可視化システムへのウェーブレット変換の導入」, 第 2 回光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会, 2013-10.
- ・望月 敬太, 小林 甫, 渡部 泰明, 「圧電デバイスの振動モード可視化システムへのウェーブレット変換の導入」, 圧電材料・デバイスシンポジウム 2014, 2014-1.
- ・五箇 繁善, 和田 圭二, 嶋崎 侑輔, 「SAW フィルタを用いた次世代インバータシステム用周波数多重通信の検討」電気学会 第 42 回 EM シンポジウム, 2013/5
- ・矢野雄一郎, 五箇繁善, 「超小型原子発振器に適した高コントラスト CPT 共鳴の観測に関する研究」電気学会 光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会, 2013/6
- ・木下 裕之, 五箇 繁善, 矢野 雄一郎, 「原子共鳴を用いた磁気勾配の計測に関する研究」電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013/9
- ・前田 亮, 五箇 繁善, 矢野 雄一郎, 「CPT 共鳴を利用した磁気センサの多軸化の検討」電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013/9
- ・高 武杰, 矢野 雄一郎, 五箇 繁善, 梶田 雅稔「CPTパルス励起におけるライトシフトの理論解析に関する研究」電気学会 光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会, 2013/10
- ・五箇 繁善, 前田 亮, 矢野 雄一郎, 「CPT 共鳴を用いた多軸磁気センサの検討」電気学会 マイクロ EM デバイス・システムと IC の融合化技術調査専門委員会, 2013/11
- ・矢野 雄一郎, 高 武杰, 五箇 繁善, 梶田 雅稔, 「二段パルス励起による CPT-ラムゼイ共鳴のライトシフトに関する理論解析」電気学会 光領域および精密周波数発生の回路技術調査専門委員会, 2013/12
- ・尾西翔平, 橋川伸吾, 鈴木敬久. 「大規模シミュレーションにおけるインコア型ストレージ概念の提案」, 先進的計算基盤システムシンポジウム, 2013 年 5 月
- ・鈴木敬久, 小池 梓, 佐々木謙介, 和氣加奈子, 小島正美, 多氣昌生, 「電磁界ドシメトリにおける電磁界・熱流体連成解析システムの GPU による高速化」, 第 18 回計算工学講演会, 2013 年 6 月
- ・尾西翔平, 橋川伸吾, 鈴木敬久. 「GPU コンピューティングにおける新しいデータ入出力方式の提案」, GPU テクノロジ・カンファレンス Japan, 2013 年 7 月
- ・佐々木真央, チャカロタイジエドヴィスノプ, キックアルフレード, 鈴木敬久, 小島正美, 奥野勉 ”眼組織への赤外線照射に関するばく露評価手法の検討”電子情報通信学会技術研究報告.EMCJ,113(218),pp.45-50, 2013 年 9 月
- ・尾西翔平, 橋川伸吾, 鈴木敬久. 「超大規模シミュレーションのための新しいデータ入出力方式の提案」, 2013 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 2013 年 9 月
- ・尾西翔平, 橋川伸吾, 鈴木敬久, 「メインメモリを利用した新しいデータ保存方式に関する一検討」, 情報処理学会第 76 回全国大会, 2014 年 3 月
- ・為石昭, 上條敏生, 鈴木敬久, 笠井陽子, 佐々木謙介, 多氣昌生: 「円筒型空洞共振器を用いたミリ波帯複素誘電率測定法の一検討」, 電子情報通信学会 2013 年ソサイエティ大会, 福岡工業大学, B-4-41 (2013-9)

- ・千葉雅美, 矢野浩之, 上條敏生, 安田修, 矢吹文昭, 井ノ原祐介, 小串勇太, 近匡, 清水裕, 近重悠一, 内海倫明, 藤井政俊:「岩塩または氷を利用した超高エネルギーニュートリノ検出器のための電子ビームの照射による電波反射測定」, 日本物理学会 2013 年秋季大会 (高知大学), 20aSL-1(2013-9-20)
- ・矢野浩之, 上條敏生, 千葉雅美, 安田修, 矢吹文昭, 井ノ原祐介, 小串勇太, 近匡, 清水裕, 近重悠一, 内海倫明, 藤井政俊:「岩塩または氷を利用した超高エネルギーニュートリノ検出器のための電子ビームの照射による電波反射のシミュレーション」, 日本物理学会 2013 年秋季大会 (高知大学), 20aSL-2 (2013-9-20)
- ・為石昭, 上條敏生, 鈴木敬久, 佐々木謙介, 多氣昌生:「円筒型空洞共振器を用いたミリ波帯における牛脂の複素誘電率測定」, 電子情報通信学会 2014 年総合大会, 新潟大学, C-2-56 (2014-3)
- ・千葉雅美, 矢野浩之, 上條敏生, 安田修, 矢吹文昭, 井ノ原祐介, 小串勇太, 近匡, 清水裕, 近重悠一, 内海倫明, 藤井政俊:「岩塩と氷を検出媒質した超高エネルギーニュートリノ検出器のための電子ビームの照射の電波反射のシミュレーション」, 日本物理学会 第 69 回年次大会, 東海大学, 27pTH-8 (2014-3-27)
- ・小串勇太, 井ノ原祐介, 近匡, 清水裕, 近重悠一, 上條敏生, 千葉雅美, 安田修, 矢野浩之, 矢吹文昭, 内海倫明, 藤井政俊, 藤田秀二:「南極氷床における超高エネルギーニュートリノ検出の為の氷電波減衰長の測定」, 日本物理学会 第 69 回年次大会, 東海大学, 27pTH-9 (2014-3-27)
- ・田代祐一, 佐藤隆幸, 半田智史, 渡部泰明, Experimental Verification of Strain Uniformization by Damper Layer in Static Elastography, 第 34 回超音波エレクトロニクス基礎と応用に関するシンポジウム, 2013 年 11 月

### 【 雑誌, 単行本等の執筆 】

- ・渡部 泰明, 「電気学会 125 年史」(分担執筆)

## 電気エネルギー・電磁応用分野

### 1. 研究活動の概要

#### 1) インダクタの鉄損評価の研究

清水敏久

半導体電力変換装置の高電力密度化に重要となる、インダクタなどの受動部品の小型化、高効率化の基礎研究を行った。本年度は、インダクタ損失の正確な計算・評価手法の確立を目指して、変換器実装状態におけるインダクタ鉄心材料の部分ヒステリシス損失を正確に計測評価する方法、およびPWMインバータの実運転状態でインダクタ損失をオンラインで計測する手法について研究を行った。

#### 2) 太陽光発電用単相系統連系インバータのパワーデカップリングに関する研究

清水敏久

単相系統連系インバータでは、単相電力の電力脈動に起因して直流電圧側に電圧リップルが生じるため、太陽光発電の運転効率を高めるには直流電圧を安定化する必要がある。従来は直流回路に大容量の電解コンデンサを使用していたが、長時間の運転寿命が得られない問題があった。本研究では、本質的に寿命の短い電解コンデンサを使用せずに、小容量だが寿命の長いフィルムコンデンサなどを用いて電力脈動を除去する、いわゆるパワーデカップリング技術を適用し、さらに総合変換効率を向上する新しいインバータ回路の開発を行った。

#### 3) モータサージ電圧抑制手法の研究

清水敏久

インバータで駆動される交流電動機の端子に生じるサージ電圧を効果的に抑制する研究を行った。本年度は、同軸線路を用いたサージ抑制線のサージ抑制効果を実験的に検証するとともに、サージ電圧の解析式を導出した。

#### 4) 非接触給電用高周波インバータの研究

清水敏久

非接触給電に適した電流出力形の高周波インバータの研究を行った。本研究で開発したインバータの特長は分布定数線路理論を応用した電圧-電流変換素子を用いて、出力電流を一定値に維持できることである。これにより非常に高い電力変換効率で10MHz級の高周波電力を高効率に発生することが出来る。

#### 5) ワイヤレス電力伝送の電磁環境と生体影響

多氣昌生

非接触で電力を伝送するワイヤレス電力伝送技術の実用化にともない、電磁環境の評価が重要な課題となっている。特に、電磁界の人体ばく露の安全性を確立する必要がある。この技術に関して、自動車の非接触充電システムによる電磁界の人体ばく露評価、宇宙太陽光発電による地上の変温動物に対する影響に関する検討を行った。

6) 携帯電話と脳腫瘍の関連についての疫学研究のためのばく露評価

多氣昌生

携帯電話の使用により、端末の近傍において頭部への高周波電磁界が照射される。この高周波電磁界による健康影響に対する懸念がある。このため、世界保健機関の国際がん研究機関を中心に国際共同疫学研究が実施され、現在は、小児・若年者が長期間にわたって携帯電話を使用し続けたときの健康リスクの可能性について、研究の推進が推奨されている。これを受けて、疫学研究行われているが、本研究では、疫学研究のためのばく露評価を工学的な立場から実施している。

7) ミリ波・テラヘルツ波のばく露による細胞影響評価

多氣昌生, 鈴木敬久

ミリ波・テラヘルツ波の実用化にともない、人体ばく露による影響に関心が高まっている。これらの超高周波電磁界の生体影響について、細胞実験により検証するためには、適切な曝露条件を実現するための曝露装置と、高精度の曝露評価が必要である。60GHz帯のミリ波を用いた細胞レベルの曝露実験を行うための曝露装置として、ポスト壁導波路に基づく新しいばく露装置を開発した。また、120GHz帯で使用するための装置も開発した。

8) プラズマ気液界面現象の解明

朽久保文嘉, 白井直機

液体電極を用いた直流グロー放電によって形成されるプラズマ-液体界面の現象を、実験と数値解析から検討している。実験では、プラズマから液体へ正イオンが照射される状態、及び、電子が照射される状態に分け、それぞれの状態での液体のpHの局所的な変化を観測した。また、テレフタル酸をトラップ剤とし

てOHラジカルの計測を行った。電子が照射される場合は水和電子を介してOH<sup>-</sup>が生成されること、正イオンが照射される場合はイオン衝突反応を介してH<sup>+</sup>が生成されること、何れの場合もOHラジカルが生成されることを示した。古典分子動力学法を用い、水面に数eV~100eVのイオン(O<sup>+</sup>)が衝突したときの液面での水分子の運動を模擬した。永久双極子モーメントを有する水分子ではクーロン相互作用によってエネルギーが伝達され、水分子が気化する様子が示された。

9) 直流グロー放電の自己組織化構造に関するシミュレーション

朽久保文嘉

プラズマ放電プラズマでは正負荷電粒子の輸送、及び、これに伴う空間電荷電界によって構造が決定され、条件によっては特異的な自己組織化模様が現れる。グロー放電では前期グローから正規グローにかけての負性抵抗領域で様々な自己組織化模様が確認されている。本研究では直流グロー放電における自己組

織化構造の生成・維持機構の解明を目的として数値解析を行った。平行平板電極間に形成されるアルゴン中の直流グロー放電を対象とし、最初に、径方向の対称性を仮定した軸方向の一次元問題として、タウンゼント放電から前期グロー、正規グローに至る広範な領域での電流-電圧特性と放電構造を得た。次に、一次元問題で得た解を初期値として軸方向、径方向に拡張した二次元の放電構造を計算、リング状の自己組織化構造を得ることに成功した。リング状の自己組織化構造は境界条件の影響を強く受け、第一種ベッセル関数の形状に支配されること、プラズマ密度や圧力によってベッセル関数のモードが異なること

が示された。また、自己組織化構造が出現した後は、放電の成長に伴って自己組織化構造が強調・維持されることが明らかとなった。

#### 1 0) 泳動速度計測及び蛍光染色によるストレス負荷酵母の膜変性評価

内田 諭

最先端のバイオ産業において、精密発酵は最重要工程の一つである。しかしながら、発酵状態を連続的に監視し、かつ自動的にフィードバック制御できる処理システムは確立されていない。そこで、本研究では、微小電界場において誘電微粒子の選択的な操作を可能とする誘電泳動法に着目し、加温、またはパルス電界処理を施した膜損傷状態の異なる酵母に対する誘電泳動速度を実測した。高温（333 K 以上）処理においては、誘電泳動速度が減少し、特にその傾向は高周波領域で顕著であった。333 K における経時変化を精査した結果、段階的な減少が観測された。上記の結果を踏まえて、核酸蛍光染色法を用いた膜損傷度合いの観測を行うとともに、四層細胞モデルを構築して、電気定数（誘電率および導電率）の定量的変化を数値的に検証した。高温処理においては、細胞外壁、細胞内壁、及び細胞膜の順に破壊が進み、各部位の導電率が変化して、誘電泳動速度が減少すると推定された。また、電極面における摩擦効果を考慮して、誘電泳動速度から誘電緩和指標（クラウジウス-モソッティ関数）を正確に導出した。さらに、パルス電界処理（パルス幅 80 ns–500 us）における誘電泳動速度変化が、加温処理とは異なる傾向を示すことを明らかにした。

#### 1 1) 誘電泳動デバイスにおける微粒子凝集の数値シミュレーション

内田 諭

バイオ・ナノエレクトロニクス分野において、微粒子の精密制御は必要不可欠な基盤技術となっている。誘電泳動デバイスは、微粒子の簡易的な配置操作を可能とする機器であるが、最適なデバイス構造の設計には、様々な電気的および機械的操作条件における微粒子挙動の定量的な把握が必須である。本研究では、濃縮微粒子間の接触力を局所的な相互作用のみで模擬できるセルオートマトン法に着目し、典型的な条件下における誘電微粒子群の軌跡を計算した。共面電極構造においては、誘電泳動による微粒子の輸送、及び粒子間電気作用によるパールチェーン形成が確認された。よって、本解析モデルの利用により、誘電泳動デバイス内における微粒子群の挙動を精査できることが示唆された。上記の結果を踏まえて、実際の誘電泳動デバイスにおける微粒子捕集特性を検証した。電極間隔、及び電極幅の増加とともに微粒子間の電気的な力は減少するが、誘電泳動による輸送力が増強されたため、一定時間内における捕集可能領域は増加した。流量については、疑似的な3次元モデルを構築することで、上流域からの順次的な微粒子凝集が再現された。

#### 1 2) 電力変換回路の配線インダクタンス設計手法に関する研究

和田圭二

本研究では従来から提案されている手法を改良し、大容量変換器で使用される直流側配線（バスバー）に特化した簡易なインダクタンス計算法を提案する。本計算法は電流定格が数百 A の変換器を構成する厚さ 1×5 mm 程度のバスバーにおいて有効であり、従来と比べて計算差異が 0.5% 以下となることを示す。この計算法を用いて配線構造とインダクタンス値の関係性を明確化可能なインダクタンスマップを提案し、1 本のバスバーの自己インダクタンスと 2 本のバスバー間の相互インダクタンスについてのマップを示す。さらに、本マップを用いることで任意のインダクタンス値を満たすような配線構造設計が可能と



なることを明らかにする。さらに、高速解析手法について検討を行い、従来手法にくらべて10倍以上の高速解析を実現した。

### 1 3) 高周波 PWM インバータに関する研究

和田圭二

本研究では三相高周波 PWM インバータを実現することを目的として、Si-MOSFET と SiC-SBD を併用したインバータを対象にして検討を行う。まず、高周波スイッチング PWM インバータを対象としてパワーデバイスの損失解析を実験結果を基に詳細に行う。次に、Si-MOSFET と SiC-SBD を対象にしたアーム内部における熱抵抗の分離・解析を行う。さらに、パワーデバイスの電力損失に伴うデバイスの温度上昇を制約としたスイッチング周波数と出力皮相電力の関係を示す。その結果、Si-MOSFET の冷却能力改善を目的としたヒートシンク分割構造を適用することが有効であることを定量的に示す。本論文で検討した手法の妥当性を明らかにするために、三相高周波 PWM インバータに適した回路構造を実装し、直流入力電圧 300 V、出力皮相電力 3.2 kVA、スイッチング周波数 300 kHz の三相 PWM インバータの実験結果を示す。

### 1 4) 住宅に設置することを目的とした単相アクティブフィルタの制御手法に関する研究

和田圭二

本研究は既存の住宅に設置することを想定した単相並列形アクティブフィルタ（住宅用アクティブフィルタ）の所要容量低減を目的として、単相アクティブフィルタの制御手法について検討を行う。住宅用アクティブフィルタは住宅内の単相負荷が発生する高調波電流の系統流出抑制のために、低圧配電系統の各住宅に設置される。本論文では、現状の系統電圧に含まれる 3 次高調波成分が 5 次高調波と比較して低い水準である点に着目し 3 次高調波電流を補償しない周波数制限法を提案する。まず、周波数制限法と振幅制限法の相違による高調波補償特性とアクティブフィルタの所要容量との関係を明確にする。さらに、3 次高調波電流を補償しない周波数制限法を適用した単相アクティブフィルタを三相平衡システムに接続して、従来のアクティブフィルタと同等の効果が得られ、かつ所要容量を低減可能となることを明らかにする。

### 1 5) 液体電極を用いた大気圧グロー放電による電解反応による金属ナノ粒子生成

白井直機 朽久保文嘉

金属ナノ粒子の新たな生成法として、液体電極を用いた大気圧グロー放電による新たな電解反応の手法を提案し、その特性を調査した。これは通常電気分解における 2 つの電極部を液体と接した大気圧プラズマに置き換えて電気分解を生成する手法である。電気分解の陽極に相当するプラズマアノードは液面にイオンを照射し、陰極に相当するプラズマカソードは電子を液面に照射する形となり、2 つのプラズマを同時に生成することにより両電極の液体内部の反応を同時に観測することができる。硝酸銀と塩化金酸、または 2 つの混合溶液を用いてナノ粒子を生成した。銀ナノ粒子は電子が液面へ照射されるプラズマカソード側でのみ生成され、金ナノ粒子はプラズマカソード、プラズマアノードの両側で生成されることを確認した。このとき金ナノ粒子の生成される割合はプラズマアノード側の方が高く、イオン照射がナノ粒子において効果的であることが予想される。塩化金酸・硝酸銀混合溶液を用いた際には、中心に金、周辺に銀の成分をもつコアシェル構造のナノ粒子が生成できることを確認した。

#### 1 6) テイラーコーンを液体電極として利用した大気圧コロナ放電の生成

白井直機 枋久保文嘉

新たな大気圧プラズマの生成法として、テイラーコーンを液体電極とした負コロナ放電の生成法を考案し、その諸特性を調べた。微細なノズルより液体を供給し、対向電極である平板電極との間に高電圧を印加することで液体はテイラーコーンと呼ばれる円錐形状を形成する。液体の特性を変えるため、ドデシル硫酸ナトリウムを用いて表面張力を低下させ、ポリビニルアルコール溶液を用いて粘性を調整した。表面張力の低い溶液を用いると安定にテイラーコーンが形成され、安定なコロナ放電がコーン先端に形成される。粘性の高い溶液を用いると、細い液体のフィラメントが電極間に生成され、負コロナ放電はフィラメントに沿ってコーン先端の 0.7~1mm 上方に生成される。導電率が高いほど、コロナ放電の発光は強くなる。液体の特性を変化させることで様々な放電を形成することができる。

#### 1 7) シミュレーション・モデリング・最適化を統合した汎用電気機器最適設計システムの構築

土屋淳一

近年、メタヒューリスティクスと電磁界解析シミュレータを直接的に結合した新たな電磁機器の最適設計の枠組みが提案されている。この枠組みは、複雑な数値シミュレーションによって得られる高精度な電磁界解析の結果を直接的に最適化に活用できるという点で、数式モデルに基づくアプローチにはない高い汎用性と柔軟性を有している。そのような最適化アルゴリズムとシミュレーション・モデリング技術を統合した電磁機器の汎用最適設計システムの構築することにより、電磁機器のより一層の出力・効率向上、小型軽量化、制御性能向上、耐久性向上、低コスト化などの性能向上を実現出来る。

#### 1 8) ハルバッハ型PMサーフェスマータに関する研究

土屋淳一

リニアモータはダイレクトに直線運動が可能であり、FA 等で様々に利用されてきているが、リニアモータは一方向のみの動作である。近年、多次元または多自由度の動きを1台で実現する多次元ドライブシステムの研究・開発が行われており、そのなかに2次元の平面駆動が直接得られるものにサーフェスマータがある。従来のサーフェスマータは可動子が電磁石であり、電力供給のワイヤー等があるなど自由度に制約があった。本研究では、可動子をハルバッハ型永久磁石(PM)、固定子側を電磁石で構成し平面上を自由に動くハルバッハ型PMサーフェスマータを開発している。このモータは、X-Y の2方向動作に加え、回転動作もでき、多自由度の運動が可能である。また、可動子がワイヤレスであるため密閉された空間内等での動作が可能で、様々な用途が期待される。いくつかの試作・検討を行い最適な構成および形状の設計を行い、磁極構成および配置の検討を行なった結果、良好な諸特性が得られた。また、センシング方式の検討およびその特性の測定も行っている。その他、磁石の代わりに超電導体を用いた可動子も開発し、浮上および非接触の支持を実現した。

## 2. 研究業績

### 【 論文 】

- 松盛裕明, 清水敏久, 高野耕至, 石井仁, “三相 PWM インバータ用 AC フィルタインダクタ鉄損の算定”, 電気学会論文誌 D, Vol. 133, No. 10, pp. 510-517 (2013)
- 吉田秀人, 和田圭二, 清水敏久, “単相アクティブフィルタの容量低減を目的とした周波数制限手法”, 電気学会論文誌 D, Vol. 134, No. 2, pp. 202-208 (2014)
- Kwok Hung Chan, Junya Hattori, Ilkka Laakso, Akimasa Hirata and Masao Taki. Computational dosimetry for grounded and ungrounded human models due to contact current, *Phys. Med. Biol.* 58 5153-5172, July 2013.
- Nakatani-Enomoto, S., Furubayashi, T., Ushiyama, A., Groiss, S. J., Ueshima, K., Sokejima, S., Simba, A. Y., Wake, K., Watanabe, S.-i., Nishikawa, M., Miyawaki, K., Taki, M. and Ugawa, Effects of electromagnetic fields emitted from W-CDMA-like mobile phones on sleep in humans, *Bioelectromagnetics*, Volume 34, Issue 8, pages 589–598, December 2013.
- Y. Minagawa, N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo "Analysis of effect of ion irradiation to liquid surface on water molecule kinetics by classical molecular dynamics simulation" *Japanese Journal of Applied Physics* Vol. 53, No. 1, 010210 (2014)
- N. Shirai, R. Sekine, S. Uchida, F. Tochikubo "Atmospheric negative corona discharge using Taylor cone as a liquid electrode" *Japanese Journal of Applied Physics* Vol. 53, No. 2, 026001 (2014)
- 朽久保文嘉 「大気圧放電プラズマのシミュレーションの現状」 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌) IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials Vol.134 No.1 pp.2-5
- N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo "Synthesis of metal nanoparticles by dual plasma electrolysis using atmospheric dc glow discharge in contact with liquid " *Japanese Journal of Applied Physics* Vol. 53, No. 4, 046202 (2014)
- T. Shirafuji, A. Nakamura and F. Tochikubo "Numerical simulation of electric double layer in contact with dielectric barrier discharge -Effects of ion transport parameters in liquid -" *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 53, 03DG04 (2014)
- 高瀬亜希, 圓城寺隆治, 内田 諭, 「泳動濃縮および画像解析を併用した飲料混入菌の定量計測」, 日本食品工学会誌, Vol. 14, No. 2, pp. 97-106 (2013)
- Y. Minagawa, N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo "Analysis of effect of ion irradiation to liquid surface on water molecule kinetics by classical molecular dynamics simulation," *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 53, No. 1, 010210 (2014)
- N. Shirai, R. Sekine, S. Uchida, F. Tochikubo "Atmospheric negative corona discharge using Taylor cone as a liquid electrode," *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 53, No. 2, 026001 (2014)
- 高澤 晋, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「誘電泳動速度計測による加温処理酵母の膜変性評価」, 静電気学会誌, Vol. 37, No. 1, pp. 2-8 (2014)
- N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo "Synthesis of metal nanoparticles by dual plasma electrolysis using atmospheric dc glow discharge in contact with liquid ," *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 53, No. 4, 046202 (2014)

- Keiji Wada, Akihiro Hino, Masato Ando, "High-Speed Analysis of Bus Bar Inductance for a Laminated Structure", IEEJ Journal of Industry Applications, vol. 2, no. 4, pp. 189-194, 2013年7月

### 【 国際会議 】

- H. Yoshida, K. Wada, and T. Shimizu, "Compensation Characteristics and Power Rating of a Single-Phase Active Filter with Frequency Limitation Function," IEEE ECCE Asia, pp. 1163 - 1169, Jun. (2013)
- K. Toyama, T. Shimizu, "Study on a Control Method of a Single-phase Utility Interactive Inverter with a Power Decoupling Function," IEEE ECCE USA, pp. 4740 - 4746, Sep. (2013)
- K. Emori, T. Shimizu, and Y. Bizen, "Discussion on Design Optimization of Inductor Loss Focused on Copper Loss and Iron Loss," IFEEC, pp. 241-245 (2013)
- S. Yamaguchi, T. Shimizu, "A Single-phase Power Conditioner with a Buck-Boost-type Power Decoupling Circuit," KJJTWS SPC (2013)
- S. Omata, T. Shimizu, "Comparisons of Simulated and Experimental Result of the Conducted EMI Noise of the Power Converters," KJJTWS SPC (2013)
- S. Suzuki, T. Shimizu, "A Study on Efficiency Improvement of High-frequency Current Output Inverter based on Immittance-Conversion Element," KJJTWS SPC (2013)
- M. Nakahara, K. Wada, "Iron Loss Analysis of Medium-Frequency Transformer for Isolated DC-DC Converter," KJJTWS SPC (2013)
- Jiun-Janglin, Shang-Yao Huang, Po-Tai Cheng, Toshihisa Shimizu, "Analysis and Comparison of Power Decoupling Circuits for Single-Phase DC/AC Converters," Conf. Proceedings of IEEE IGBSG2014(2014)
- Masao Taki, Assessment of possible health risks of electromagnetic field exposures due to emerging technologies (Plenary Talk). Proceedings of the 2013 International Symposium on Electromagnetic Theory, pp.3-4, May 2013.
- Y. Suzuki, M. Kojima, J. Chakarothai, M. Takamura, K. Sasaki, K. Wake, M. Taki, S. Watanabe, K. Sasaki and H. Sasaki, "Heat transport on rabbit eyes exposed to millimeter waves considering flow in the anterior chamber", Joint Workshop of URSI Commission K and ICNIRP, Aug., 2013.
- M. Kojima, Y. Suzuki, K. Sasaki, K. Wake, S. Watanabe, Y. Kamimura, A. Hirata, M. Taki, K. Sasaki and H. Sasaki, "Ocular damage differs by frequency difference (40 or 95 GHz) to rabbit eye", Joint Workshop of URSI Commission K and ICNIRP, Aug., 2013.
- Y. Suzuki, A. Koike, J. Chakarothai, M. Kojima, K. Sasaki, K. Wake, M. Taki, "Computational dosimetry based on the multi-physics simulation for rabbit eyes exposed to millimeter waves", BEFKB-1, Asia-Pacific Radio Science Conference, Sep., 2013.
- T. Shiina, Y. Suzuki, K. Wake, M. Taki. Development of Millimeter-Waves in vitro Exposure Apparatus with Disc-Shaped Post-Wall Waveguide, Asia-Pacific Radio Science Conference, K1-4, Sep., 2013.
- Y. Ikuta, T. Terai, M. Taki, K. Wake, S. Watanabe, A consideration on low frequency magnetic field from a cdma2000 mobile phone. Asia-Pacific Radio Science Conference, KEa-1, Sep., 2013.
- Y. Fukuda, M. Taki, Effects of Microwave from SPS on Poikilothermic Animals, Asia-Pacific Radio Science Conference, KEa-4, Sep., 2013.

- E. Narita, Y. Suzuki, Masao Taki, J. Miyakoshi, Effects of Exposure to A High-Frequency Electromagnetic Field at 2.45 GHz on T cell Dependent Antibody Responses (TDAR) in Mouse Hybridoma Cell Line (SRBC-P20-13-13), Asia- Pacific Radio Science Conference, K1-2, Sep., 2013.
- N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo, "Plasma-liquid interfacial phenomena of atmospheric DC glow discharge using liquid electrode" The 7th International Workshop on Microplasmas 10-1 page 44 (Invited) (May 2013)
- F. Tochikubo, N. Shirai, S. Uchida, "Electrolysis with plasma electrode and its application for metallic nano-particle generation", Joint Symposium on Plasma and Electrostatic Technologies for Environmental Applications (invited) (May 2013)
- F. Tochikubo, N. Shirai, S. Uchida, "Plasma assisted electrolysis by means of atmospheric pressure glow discharge with liquid electrode" JAWS25 Japan-Australia Commemorative Workshop (invited) (Jun. 2013)
- T. Shirafuji, A. Nakamura, F. Tochikubo, "Numerical Simulation of Electric Double Layer in Contact with Dielectric Barrier Discharge" The 12th Asia Pacific Physics Conference of APPS, (Jul. 2013)
- F. Tochikubo, N. Shirai, S. Uchida, "Plasma-induced liquid phase reaction in atmospheric pressure glow discharge/electrolysis" 21st International Symposium on Plasma Chemistry (ISPC 21) 12.49 (Aug. 2013)
- T. Shirafuji, A. Nakamura, F. Tochikubo, "Numerical Simulation of Electric Double Layer in Contact with Dielectric Barrier Discharge -Effects of Ion Transport Parameters in Liquid-" The 35th International Symposium on Dry Process, (Aug. 2013)
- T. Shirafuji, A. Nakamura, F. Tochikubo, "Numerical Simulation of Electric Double Layer in Contact with Dielectric Barrier Discharge - Effects of Frequency -" The 9th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, (Aug. 2013)
- F. Tochikubo, "Atmospheric Pressure Glow Discharge with Liquid Electrode" 66th Annual Gaseous Electronics Conference, FT3.00001 (invited) (Oct. 2013)
- N. Shirai, Y. Shimokawa, T. Aoki, S. Uchida, F. Tochikubo, "Plasma electrolysis using atmospheric dc glow discharge in contact with liquid for synthesis of metal nano-particles" 66th Annual Gaseous Electronics Conference, FT3.00006 (Oct. 2013)
- N. Shirai, H. Hirahara, S. Uchida, F. Tochikubo, "Influence of gas and liquid condition on characteristics of self-organized pattern formation observed in atmospheric DC glow discharge" 66th Annual Gaseous Electronics Conference, CT1.00058 (Oct. 2013)
- Y. Minagawa, N. Shirai, S. Uchida, F. Tochikubo, "Molecular dynamics simulation analysis of ion irradiation effects on plasma-liquid interface" 66th Annual Gaseous Electronics Conference CT1.00021 (Oct. 2013)
- T. Shirafuji and F. Tochikubo: On the possibility of preferential reactions at plasma-liquid interface due to electric double layer, 66th Annual Gaseous Electronics Conference FT3.00007 (Oct. 2013)
- N. Shirai, Y. Shimokawa, T. Aoki, S. Uchida, F. Tochikubo, "Plasma-liquid interaction of atmospheric DC glow discharge using liquid electrode for synthesis of metal nanoparticles" ICRP-8/SPP-31, 3B-WS-03 (invited) (Feb. 2014)
- Y. Shimokawa, N. Shirai, T. Aoki, S. Uchida, F. Tochikubo, "Chemical reaction in liquid induced by atmospheric DC glow discharge with liquid electrode" ICRP-8/SPP-31, 4P-PM-S09-P30 (Feb. 2014)

- ・ N. Shirai, Y. Shimokawa, T. Aoki, S. Uchida, F. Tochikubo, "Control of plasma-liquid interaction of atmospheric DC glow discharge in contact with liquid" ICRP-8/SPP-31, 5A-AM-O1 (Feb. 2014)
- ・ N. Shirai, T. Ishida, Y. Shimokawa, S. Uchida, F. Tochikubo, "Influence of Gas Species on Synthesis of Metal Nano-particles using Electrolysis with Atmospheric Glow Discharge in Contact with Liquid " ISPlasma2014/IC-PLANTS2014 06aP18 (Mar. 2014)
- ・ K. Wada and M. Ando, "Limitation of DC-side Stray Inductance by Considering Over voltage and Short-circuit Current", European Conference on Power Electronics and Applications, pp. 1-8, 2014 年 9 月
- ・ A. Saisanasongkham, M. Arai, S. Fukumoto, S. Takeuchi, K. Wada, "An Adaptive Sampling Method for a Highly Reliable Digital Control Power Converter" IEEE International Future Energy Electronics Conference, pp. 716-721, 2014 年 11 月
- ・ A. Hino, and K. Wada, "Resonance Analysis for DC-Side Laminated Bus-Bar of a High Speed Switching Circuit" IEEE International Future Energy Electronics Conference, pp. 751-756, 2014 年 11 月
- ・ K. Wada, and K. Taguri, "Switching-Frequency Limitations of a Three-Phase PWM Inverter using Si-MOSFETs and SiC-SBDs, International Conference on Integrated Power Electronics Systems", pp. 123-127, 2014 年 2 月

#### 【 研究会, 大会, 委員会 】

- ・ 小俣晋平, 清水敏久, "ディファレンシャルモードノイズのコモンモードへの転化に関する考察", 平成 25 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, p. 255 (2013)
- ・ 岩田大輝, 清水敏久, "太陽光発電パワーコンディショナにおける直流入力・交流出力側コモンモードノイズフィルタの検討", 平成 25 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, pp. 127-128 (2013)
- ・ 松盛裕明, 森谷明弘, 清水敏久, 高野耕治, 石井仁, "PWM インバータにおける AC フィルタインダクタ鉄損評価", 平成 25 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, pp. 148-149 (2013)
- ・ 佐藤弘明, 清水敏久, "トロイダルコアの磁束密度不均一性による鉄損計算誤差に関する考察", 平成 26 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, p. 117 (2014)
- ・ 成田剣太, 清水敏久, "サージ抑制線を用いたコモンモードモータサージ電圧抑制法", 平成 26 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, p. 61 (2014)
- ・ 三輪明寛, 清水敏久, "大容量鉄損評価装置の評価と測定", 平成 26 年電気学会全国大会, 第 4 分冊, p. 120 (2014)
- ・ 平原英明, 山本修, 田中晃, 荒隆裕, 清水敏久, "非対称な相互インダクタンスを有する交流機の電機子漏れインダクタンス算定法の検討", 平成 26 年電気学会全国大会, 第 5 分冊, pp. 83-84 (2014)
- ・ 江守教人, 清水敏久, 備前良雄, "インダクタ損失最適設計の検討", 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, pp.I-351~I-354 (2013)
- ・ 平原英明, 山本修, 田中晃, 荒隆裕, 清水敏久, "直流試験による交流機の電機子漏れインダクタンス算定法の検討", 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, pp.III-209~III-210 (2013)
- ・ 小俣晋平, 清水敏久, "半導体電力変換装置における雑音端子電圧のシミュレーションと実測値の比較" 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, Y-54 (2013)
- ・ 鈴木駿, 清水敏久, "GaN-MOSFET とイミタンス変換要素を用いた電流出力形高周波インバータの性能評価" 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, Y-45 (2013)

- ・山口翔太, 清水敏久, “昇降圧形パワーデカップリング回路を有するパワーコンディショナ” 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, Y-9 (2013)
- ・岩田大輝, 清水敏久, “太陽光発電用パワーコンディショナの出力端子に接続するノイズフィルタの設計法に関する基礎検討”, 平成 25 年電気学会半導体電力変換・モータドライブ合同研究会, SPC-14-004, pp. 19-24 (2014)
- ・鈴木敬久, 小池 梓, 佐々木謙介, 和氣加奈子, 小島正美, 多氣昌生, 「電磁界ドシメトリにおける電磁界・熱流体連成解析システムの GPU による高速化」, 第 18 回計算工学講演会, 2013 年 6 月
- ・為石 昭, 上條敏生, 鈴木敬久, 笠井陽子, 佐々木謙介, 多氣昌生. 「円筒型空洞共振器を用いたミリ波帯複素誘電率測定法の一検討」電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-4-41, 2013 年 9 月.
- ・関根大輔, 多氣昌生. 「IEC62311 のカップリングファクターを用いたワイヤレス電力伝送装置の人体ばく露評価」電子情報通信学会環境電磁工学研究会, 信学技報, vol. 113, no. 259, EMCJ2013-61, pp. 7-12, 2013 年 10 月.
- ・椎名健雄, 笠井陽子, 鈴木敬久, 宮田智子, 多氣昌生. 「角膜上皮細胞へのミリ波 24 時間ばく露による影響評価」電子情報通信学会環境電磁工学研究会, 信学技報, vol. 113, no. 259, EMCJ2013-62, pp. 13-17, 2013 年 10 月.
- ・関根大輔, 多氣昌生. 「電気自動車用ワイヤレス電力伝送装置の人体ばく露評価」電子情報通信学会環境電磁工学研究会, 信学技報, vol. 113, no. 423, EMCJ2013-127, pp. 93-98, 2014 年 1 月.
- ・福田勇輝, 多氣昌生. 「宇宙太陽発電のマイクロ波電力伝送における変温動物への影響」電子情報通信学会環境電磁工学研究会, 信学技報, vol. 113, no. 423, EMCJ2013-128, pp. 99-104, 2014 年 1 月.
- ・黒木啓之, 柴崎年彦, 多氣昌生, 木下照弘. 「多倍長精度数値計算ライブラリを用いた垂直ダイポール波源による完全導体円板上の電流分布計算」電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-1-3, 2013 年 9 月.
- ・木下照弘, 黒木啓之, 柴崎年彦, 多氣昌生. 「完全導体円板上に生じる電流の FD-TD 計算精度」電子情報通信学会ソサイエティ大会 C-1-4, 2013 年 9 月.
- ・寺井達哉, 多氣昌生, 幾代美和, 和氣加奈子. 「外来の環境電波による遠方界ばく露と携帯電話使用による局所ばく露の脳 SAR 比較検討」電子情報通信学会総合大会 B-4-36, 2014 年 3 月.
- ・高山哲也, 多氣昌生. 「電磁誘導型無線電力伝送における電界入射の影響の検討」電子情報通信学会総合大会 B-4-32, 2014 年 3 月.
- ・佐々木真央, Jerdvisanop Chakarothai, キック アルフレード, 鈴木敬久, 小島正美, 多氣昌生. 赤外線及びミリ波ばく露評価のための超高解像度解剖学的数値眼球モデルの開発」電子情報通信学会総合大会 B-4-35, 2014 年 3 月.
- ・椎名健雄・鈴木敬久・多氣昌生, 「ポスト壁導波路を用いたばく露装置の温度上昇に関する一検討」電子情報通信学会総合大会 B-4-37, 2014 年 3 月.
- ・為石 昭, 上條敏生, 鈴木敬久, 佐々木謙介, 多氣昌生. 「円筒型空洞共振器を用いたミリ波帯における牛脂の複素誘電率測定」電子情報通信学会総合大会 C-2-56, 2014 年 3 月.
- ・下川雄大, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「プラズマ支援電解反応における液中プロセスの検討」電気学会プラズマパルスパワー放電合同研究会 PST-13-041, PPT-13-026, ED-13-031 (2013 年 5 月)
- ・朽久保 文嘉, 白井 直機, 内田 諭 「プラズマによって誘起される科学反応に関する考察」 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究 研究会「プラズマと電気化学との接点を探る ～革新的なウエット・ドライ融合プロセスの創成～」 (招待講演) (2013 年 6 月)

- ・白井直機, 「大気圧プラズマを用いた新たな電気分解とナノ粒子生成」 東京都産業技術研究センター研究成果発表会 (2013年6月)
- ・白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉: 「プラズマ・液界面相互作用によるナノ粒子合成」 平成25年度 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会 「微粒子プラズマ物理に基づいた新規ナノ材料創成」(招待講演)(2013年9月)
- ・白井直機, 下川雄大, 青木拓也, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極を用いた大気圧グロー放電の特性の周辺ガスによる影響」 電気学会プラズマ研究会 PST-13-097 (2013年9月)
- ・青木拓也, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極プラズマにおける液中の流動制御とその診断」 平成25年電気学会基礎材料共通部門大会 13B-p-2 (2013年9月)
- ・下川雄大, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極放電における液中の化学的作用の検討」 平成25年電気学会基礎材料共通部門大会 13B-p-4 (2013年9月)
- ・朽久保文嘉, 白井直機, 内田諭, 白藤立, 「直流グロー放電を電極とした電解反応のシミュレーション」 平成25年電気学会基礎材料共通部門大会 13B-a1-6 (2013年9月)
- ・白藤立, 朽久保文嘉, 「誘電体バリア放電と接する水面直下における電気二重層の挙動の印加波形依存性」 平成25年電気学会基礎材料共通部門大会 13B-a2-1 (2013年9月)
- ・皆川優大, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「プラズマからのイオン照射による水のスパッタリング過程とパラメータ依存性」 第74回応用物理学会秋季学術講演会 19p-C1-14 (2013年9月)
- ・朽久保文嘉, 白井直機, 内田諭, 白藤立, 「液面へ電子または正イオンが照射された際に液中へ誘起される反応のシミュレーション」 第74回応用物理学会秋季学術講演会 19p-C1-15 (2013年9月)
- ・白井直機, 下川雄大, 内田諭, 朽久保文嘉 「大気圧プラズマを用いた電解反応によるナノ粒子生成」 第74回応用物理学会秋季学術講演会 19p-C2-12 (2013年9月)
- ・朽久保文嘉, 白井直機, 内田諭 「プラズマ電極を用いた電気化学反応における液中反応の検討」 第26回プラズマ材料科学シンポジウム, 24p-B-1 (招待講演) (2013年9月)
- ・朽久保文嘉, 「液体を電極とする大気圧グロー放電のシミュレーション」 電気学会パルスパワー放電合同研究会 PPT-13-077, ED-13-092 (2013年10月)
- ・下川雄大, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極放電における液中反応プロセスの検討」 放電学会年次大会 B-1-1 (2013年11月)
- ・朽久保文嘉, 白井直機, 内田諭, 白藤立, 「液体と接する大気圧直流グロー放電のシミュレーション」 第23回日本MRS年次大会 10648 P-O10-004 (2013年12月)
- ・朽久保文嘉, 白井直機, 内田諭, 「液体を電極とした大気圧直流グロー放電」 2014年度 第一回静電気学会研究会 (招待講演) (2014年3月)
- ・白井直機, 下川雄大, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極プラズマによるナノ粒子生成の反応制御」 第61回応用物理学会春季学術講演会 18p-PA8-13 (2014年3月)
- ・石田高広, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極放電による磁性粒子生成の試み」 平成26年電気学会全国大会 1-073 (2014年3月)
- ・青木拓也, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「シュリーレン法を用いた液体電極放電の液相診断」 平成26年電気学会全国大会 1-074 (2014年3月)
- ・関根隆人, 白井直機, 内田諭, 朽久保文嘉, 「液体電極を用いた負コロナ放電の特性評価とモデリング」 平成26年電気学会全国大会 1-054 (2014年3月)



- ・平原洋行, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「直流グロー放電の自己組織化現象の二次元シミュレーション」平成 26 年電気学会全国大会 1-056 (2014 年 3 月)
- ・朽久保文嘉, 浪平隆男, 「ナノ秒パルス放電におけるラジカル生成効率の数値解析による検討」平成 26 年電気学会全国大会 1-057 (2014 年 3 月)
- ・青木玲仁, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「誘電泳動デバイスにおける電極構造と捕捉粒子数の相関の数値検証」, 電気学会センサマイクロマシン部門総合研究会(バイオ・マイクロシステム研究会)資料, pp. 7-10 (2013 年 8 月)
- ・高澤 晋, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「誘電泳動速度計測による加温処理酵母の代謝評価」, 静電気学会講演論文集 2013, pp. 263-268 (2013 年 9 月)
- ・内田 諭, 「プラズマによる生体膜変化のシミュレーション」, 新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」第 2 回公開シンポジウム (2013 年 9 月)
- ・内田 諭, 「プラズマ照射による生体膜損傷の分子動力学シミュレーション」, 平成 25 年度東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「プラズマナノバイオ・医療の基礎研究」仙台プラズマフォーラム, 講演要旨, p. 2 (2013 年 11 月)
- ・手嶋祐太, 内田 諭, 白井直機, 朽久保文嘉, 「誘電泳動デバイスにおける微粒子凝集のシミュレーション – 電極構造に対する捕集特性の評価 –」, 電気学会センサ・マイクロマシン部門大会第 30 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 6PM3-PSS-110 (2013 年 11 月)
- ・香野健太郎, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 和田圭二, 「マイクロギャップリアクタを用いたパルス電界による酵母の代謝変化の推定」, 平成 26 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 1, 1-167, p. 192 (2014 年 3 月)
- ・青木玲仁, 白井直機, 内田 諭, 朽久保文嘉, 「誘電泳動デバイスの捕捉粒子数における構造・制御因子の影響」, 平成 26 年電気学会全国大会講演論文集, Vol. 3, 3-115, p. 160 (2014 年 3 月)
- ・鈴木 陽文, 内田 諭, 白井直機, 朽久保文嘉, 「プラズマ照射における酸素ラジカル種とリン脂質の反応相互作用の分子動力学解析」, 第 61 回応用物理学会春季講演会講演予稿集, 19p-F2-1, 08-138 (2014 年 3 月)
- ・時田 寛也, 内田 諭, 鮎瀬 銀也, 西川 宏之, 「ピラー構造誘電泳動デバイスの菌捕集分布における流量及びピラー高さの影響」, 第 61 回応用物理学会春季講演会講演予稿集, 19p-E15-8, 12-471 (2014 年 3 月)
- ・星伸一, 和田圭二, 「スマートグリッド用次世代コントローラ・センサ・通信技術の動向」, 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-S4-6
- ・松岡祐司, 和田圭二他, 「高電圧大容量絶縁形 DC/DC コンバータの運転周波数と損失」, 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-13
- ・竹内 駿, 和田圭二, 「電流フィードバック制御におけるサンプリング手法に関する実験検証」平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-71
- ・和田圭二, 五箇繁善, 「SAW フィルタを用いたゲート駆動回路に関する基礎検討」, 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-78
- ・山下篤, 和田圭二, 「絶縁機能を有した高速デジタル過電流保護回路の実験検討」, 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-79
- ・日野晃裕, 和田圭二, 「配線間キャパシタンスを考慮したラミネートバスバー設計手法とその実験検証」, 平成 25 年電気学会産業応用部門大会, 1-81
- ・平田晃介, 和田圭二, 「電力変換回路の短絡時における MOSFET の特性評価」平成 25 年電気学会産業応用部門大会, Y-55

- ・飯田岳秋, 和田圭二, 「高圧電力変換回路を対象とした高速スイッチング試験装置の検討」電気学会半導体電力変換研究会, SPC-13-122
- ・中原瑞紀, 和田圭二, 清水敏久, 「DC-DC コンバータ用高周波変圧器の鉄損分離手法の検討」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-14-035
- ・竹内 駿, 和田圭二, 「電流フィードバック制御の信頼性向上を目的としたマルチサンプリング手法に関する実験検証」, 電気学会半導体電力変換研究会, SPC-14-036
- ・藤井拓也, 和田圭二, 「400 kHz スwitchングハーブブリッジ PWM インバータの実験検証」平成 26 年電気学会全国大会, 4-008
- ・日野晃裕, 和田圭二, 「直流側コンデンサの並列接続時におけるラミネートバスバーのインダクタンス解析手法に関する検討」平成 26 年電気学会全国大会, 4-033
- ・金子恭大, 和田圭二, 「単相変換器を対象とした DC 側コンデンサのリプル電流低減法に関する検討」平成 26 年電気学会全国大会, 4-039
- ・平田晃介, 和田圭二, 「短絡試験による Si-MOSFET 破壊直前時の挙動観測」平成 26 年電気学会全国大会, 4-138
- ・吉田秀人, 和田圭二, 「三相系統への高調波流出抑制を目的とした単相アクティブフィルタの制御法」平成 26 年電気学会全国大会, 4-152
- ・土屋淳一, 小菅崇裕, 安田恵一郎: 「最適化・モデリング・シミュレーションを統合した多目的統合型最適化を用いたサーフェスマータの最適設計」, 第 23 回インテリジェント・システム・シンポジウム FAN2013 【ST-13-063】 pp.182-187 (2013-9)
- ・土屋淳一, 安田恵一郎: 「最適化・モデリング・シミュレーションを結合した統合的最適化を用いたハルバツハ型磁極サーフェスマータの最適設計」, 平成 25 年電気学会研究会, LD-3-98, pp85-90 (2013.10)
- ・上田, 大路, 大橋, 森實, 堀越, 土屋, 乾, 山本: 「多自由度/新原理アクチュエータの非接触支持技術の事例紹介とその考察」, 平成 25 年電気学会研究会, LD-13-93, pp55-61 (2013.10)
- ・青柳, 富田, 矢野, 土屋, 上野, 上田, 大橋, 川嶋, 大路: 「伸縮/変形を用いるアクチュエータの性能評価 伸縮/変形を用いるアクチュエータの性能評価」, 平成 25 年電気学会研究会, LD-13-88, pp25-30 (2013.10)

#### 【 雑誌, 単行本等の執筆 】

- ・清水敏久, 「交流電源用インターフェイスコンバータの応用技術」, 技術報告書 第 1205 号, 電気学会交流電源インターフェイス用コンバータ技術調査専門委員会, 2010 年 10 月(分担執筆)
- ・清水敏久, 「自動車用電力マネジメント技術」, 技術報告書 第 1268 号, 電気学会自動車用電力マネジメント調査専門委員会, 2012 年 11 月 (分担執筆)
- ・清水敏久, 「地球環境問題に対応する最新のパワー半導体スイッチング回路技術」, 技術報告書 第 1242 号, 2012 年 1 月 (分担執筆)
- ・清水敏久, 「パワーエレクトロニクス機器の EMC」, オーム社, 平成 25 年 10 月 25 日 (分担執筆)

## 電子材料・デバイス分野

### 1. 研究活動の概要

#### 1) 化合物半導体のプラズマ照射誘起欠陥に関する研究

奥村次徳, 中村成志

近年, 半導体デバイスの作製プロセスとして, プラズマを利用するドライエッチングが広く用いられている. しかしながら, このプラズマプロセスを用いる場合, プロセス中において半導体結晶中にデバイス特性を悪化させる欠陥が導入されてしまう. 今年度は, n 型 GaN だけでなく, 実際のデバイス構造である AlGaIn/GaN 構造についてアルゴンプラズマ照射を照射し, プラズマ照射誘起欠陥の生成メカニズムやデバイスの電気特性劣化に関して評価した. その結果, n 型 GaN ショットキーダイオードおよび AlGaIn/GaN トランジスタの両方において, 明確なキャリア枯渇が観測された. 導入された欠陥の挙動について, 光照射やバイアスアニール手法を用いて評価・検討した.

#### 2) III 族窒化物半導体の MEMS 応用に関する研究

奥村次徳, 中村成志

III 族窒化物半導体の微小電気機械システム (MEMS) 応用を目指し,  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  ヘテロ構造にマイクロオリガミ技術を適用した場合の電気的特性および機械的特性について解析を行った. 今年度は,  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  ヘテロ構造をベースとした高温・腐食性ガス環境での動作が可能なダイヤフラム型圧力センサを提案し, 有限要素法および有限差分法を用いることで, ダイヤフラム構造の曲げ変形に伴うピエゾ分極の変化, そしてピエゾ分極の変化に伴う 2 次元電子密度 (2DEG) の変化について詳細に解析を行った. 解析の結果, 提案した  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$  ヘテロ構造を用いた MEMS 圧力センサでは高温環境において圧力に対して出力信号が線形に変化し, 精度良く圧力を検知可能であることがわかった.

#### 3) 鳴トンネルダイオードと広帯域アンテナを集積したテラヘルツ送受信デバイス

須原 理彦

化合物半導体三重障壁共鳴トンネルダイオードが潜在する微分負性抵抗特性や非線形特性を利用して, テラヘルツ帯発振器や高感度ゼロバイアス検波器として優位設計することを目的とした研究を行った. 研究動機は, 未開拓なテラヘルツ超広帯域無線通信用集積型受信デバイスの極限仕様探索にあり, エラーフリー高速大容量伝送を可能にする設計指針を包括的に明らかにするための理論構築を行った.

#### 4) Pd/AlGaIn/GaN トランジスタ型ユビキタス水素ガスセンサの開発

中村成志, 奥村次徳

水素はクリーンエネルギー源として期待されているが, 可燃性が高く, 漏洩による爆発事故などが懸念されている. 水素を様々な環境下で使用するためには, 小型, 安価で耐環境性に優れ, 信頼性のある水素ガスセンサが必要である. そこで, 本研究では, ゲート電極にパラジウム (Pd) を用いた AlGaIn/GaN 高電子移動度トランジスタ (HEMT) 型水素ガスセンサを提案し, 実証実験を行った. 水素ガス濃度を変化させて検知特性を評価した結果, 空気中に微量に存在するといわれるサブ ppm オーダ

一の低濃度の水素ガスをも検知できることを示した。また、Pd/AlGaIn/GaN トランジスタ型センサを温度掃引動作させることで、他のガスと区別して選択的に水素を検知できることを示した。

#### 5) 磁性吸着剤と超伝導高勾配磁気分離を用いた高度浄水処理の検討

三浦大介

現在の高度浄水処理に代わる新浄水処理法として、磁性吸着剤と超伝導磁石を用いた高勾配磁気分離による浄水技術の検討、及びシステムの提案を行った。作製した吸着剤は、対フミン酸と 2-メチルイソボルネオール用の磁性メソポーラス活性炭(MMPC)、対アンモニア態窒素用の酸化磁性活性炭(Ox-MAC)、及び磁性ゼオライト(MZL)の3種類である。化学的及び物理的担磁法により印加磁場が 1 T の時、最大磁化は MMPC が 30.7 emu/g、Ox-MAC は 0.99 emu/g、MZL は 35.2 emu/g を達成した。吸着性能は MMPC はフミン酸を最大 92.3 %除去し、アンモニア態窒素に対しては、Ox-MAC が 74.9 %、MZL は 88.7 %の除去率を達成した。一方、磁気分離に必要な磁場、流速、吸着剤の磁化の関係性を、磁性粒子の軌道シミュレーション解析により評価した。その結果、実用的な流速 1 m/s を用いる場合、磁場 2 T、磁化 10 emu/g が必要であるとの結果を得た。

#### 6) 磁気アルキメデス法を用いた都市鉱山からの有価資源回収の検討

三浦大介

廃棄された携帯電話・パソコンなどの部品に含まれた貴金属等の有価物質を磁気アルキメデス効果で分離回収する可能性を検討した。磁気アルキメデス効果とは、大きな常磁性をもつ媒質中に被分離物質を分散させ、磁場勾配をかけることで媒質との磁化率と密度の差を利用し、その物質がある決まった高さに浮上静止するというものである。この特徴をうまく利用すれば様々な混合物から該当物質のみを選択的に分離・回収する可能性がある。今回は磁気アルキメデス分離実験システムを構築し、媒質を検討して金粉末を予想された位置に浮上静止させることに成功した。

#### 7) GdBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub> 超伝導体への有効的な人工ピンニングセンター導入の研究

三浦大介 水口佳一

有機金属堆積 (MOD) 法 Gd<sub>123</sub> 薄膜の磁束ピンニング力の向上の為、ピンニングセンター前駆体 (ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub>, Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>4</sub>C<sub>12</sub>) を多結晶バルク体に添加し、粒界 (間)、粒内の J<sub>c</sub> を残留磁化法と直流磁化法で評価した。4.2K における粒間電流密度は、ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, HfO<sub>2</sub> を添加した全ての試料が無添加試料の J<sub>c</sub>=1.2×10<sup>7</sup>[A/m<sup>2</sup>]を大きく上回る値を示した。一方、高温領域では HfO<sub>2</sub>-3mol% 添加試料と Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>4</sub>C<sub>12</sub>-3mol% 添加試料が無添加試料を上回る値を示し、70K においては 4.0×10<sup>9</sup>[A/m<sup>2</sup>]を示した。これらバルク体での実験結果を踏まえ、Zr を 1mol%及び 5mol%添加した GdBCO 薄膜試料を MOD 法により作製し、77K、1T において 1mol% 添加で 2.7×10<sup>5</sup>A/cm<sup>2</sup> の高い値を達成した。

#### 8) InSb におけるスピン軌道相互作用パラメータの評価に関する研究

斉藤光史

InSb は超高速デバイス、高感度デバイスとして期待される材料である。しかし、良質な InSb 薄膜成長が困難であるため、これまでのところ InSb デバイス開発は遅れている。我々は近年、Si 基板上での品質の良い InSb 薄膜形成を実現しており、これを応用した InSb 新機能性デバイスの開発を将来的な目標としている。本研究では InSb 薄膜における強い「スピン-軌道相互作用」に着目し、電

子スピンを制御するスピントロニクスデバイス開発へ向けた基礎的検討をおこなっている。特に、InSb 中で発現するスピンホール効果、およびスピン緩和の定量的評価を目的とし、スピンホール効果観察用微細素子の作製と、これに対する電氣的測定による評価を行った。

#### 9) 新奇 BiS<sub>2</sub> 系層状超伝導体の超伝導機構解明に向けた物性研究

水口佳一、三浦大介

我々は 2012 年に BiS<sub>2</sub> 層を超伝導層として有する新しい層状超伝導体を発見した。BiS<sub>2</sub> 系超伝導体は、銅酸化物高温超伝導体や鉄系超伝導体と非常によく似た結晶構造を有するため、高温超伝導発現や新奇超伝導発現機構の発現が期待される。超伝導発現機構を解明するために、高圧アニール効果および化学圧力効果を詳細に議論することで、超伝導特性と結晶構造の相関を見出した。また、国際共同研究として、BiS<sub>2</sub> 系超伝導体の中性子回折による結晶構造および格子振動に関する研究を行い、ミュオンスピン共鳴を用いた超伝導対称性に関する研究を行った。

#### 1 0) 鉄カルコゲナイド超伝導線材の作製法開発

水口佳一、三浦大介

FeSe 系超伝導体に着目し、構造相変態を用いた新しい超伝導線材作製法の開発を行ってきた。FeSe よりも高い超伝導転移温度を有する Fe(Te, Se)超伝導体を用いた超伝導線材作製を、構造相変態法により作製することに成功した。また、より高い T<sub>c</sub> を持つ鉄カルコゲナイドである K<sub>x</sub>Fe<sub>2-y</sub>Se<sub>2</sub> にも着目し、構造相変態法を用いた超伝導線材の作製に成功した。

#### 1 1) FeTe 系超伝導体を用いたジョセフソン接合の試作

水口佳一、三浦大介

FeTe 系超伝導体を用いた固有ジョセフソン接合作製を目指し、様々な組成の単結晶の育成を行った。層間の過剰鉄組成の制御を試みたところ、過剰鉄量の増加とともに超伝導異方性が変化することを検証した。この結果に基づき、最適に過剰鉄量を制御した FeTe 系単結晶を用い、集束イオンビーム (FIB) を用いた微細加工を試み、ジョセフソン素子の試作を行った。

## 2. 研究業績

### 【 論文 】

- S. Nakamura, K. Hoshino, Y. Ikadai, M. Suda, and T. Okumura, “Anomalous Enhancement of In-Diffusion of Plasma-Induced Defects in GaN upon Ultraviolet-Light Irradiation”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 52 (2013) 088001.
- J. Kajitani, K. Deguchi, T. Hiroi, A. Omachi, S. Demura, Y. Takano, O. Miura, Y. Mizuguchi, “Enhancement of  $T_c$  by uniaxial lattice contraction in BiS<sub>2</sub>-based superconductor PrO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub>”, arXiv:1401.7506. (*J. Phys. Soc. Jpn.*, in printing)
- 浅川澄人、中村昌人、岡崎俊道、田代篤史、山下新、斉藤光史、須原理彦、”半導体共鳴トンネルダイオードの超広帯域無線通信応用を目指した物理モデル構築とテラヘルツ帯動作解析のためのデバイスシミュレーション”, 電子情報通信学会論文誌 C, vol. J96-C, No.6, pp.140-148, (2013)
- Y. Mizuguchi, T. Hiroi, J. Kajitani, H. Takatsu, H. Kadowaki, O. Miura, “Stabilization of high- $T_c$  phase of BiS<sub>2</sub>-based superconductor LaO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub> using high-pressure synthesis”, arXiv:1402.5189. (*J. Phys. Soc. Jpn.*, in printing.)
- A. Omachi, T. Hiroi, J. Kajitani, O. Miura, Y. Mizuguchi, “Importance of uniaxial compression for the appearance of superconductivity in NdO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, in printing.
- J. Kajitani, A. Omachi, T. Hiroi, O. Miura, Y. Mizuguchi, “Chemical pressure effect on  $T_c$  in BiS<sub>2</sub>-based Ce<sub>1-x</sub>Nd<sub>x</sub>O<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub>”, arXiv:1311.4272. (*Physica C*, in printing )
- T. Tomita, M. Ebata, H. Soeda, H. Takahashi, H. Fujihisa, Y. Gotoh, Y. Mizuguchi, H. Izawa, O. Miura, S. Demura, K. Deguchi, Y. Takano, “Pressure-induced Enhancement of Superconductivity in BiS<sub>2</sub>-layered LaO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”, arXiv:1312.3380. (*J. Phys. Soc. Jpn.*, in printing)
- Y. Mizuguchi, “Superconductivity in BiS<sub>2</sub>-Based Layered Compounds”, arXiv:1311.4270. (*Phys. Procedia*, in printing )
- A. Omachi, J. Kajitani, T. Hiroi, O. Miura, Y. Mizuguchi, “High-temperature thermoelectric properties of novel layered bismuth-sulfide LaO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”, *J. Appl. Phys.* 115, 083909 (2014).
- J. Kajitani, K. Deguchi, A. Omachi, T. Hiroi, Y. Takano, H. Takatsu, H. Kadowaki, O. Miura, Y. Mizuguchi, “Correlation between crystal structure and superconductivity in LaO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub>”, *Solid State Commun.* 181, 1 (2014).
- S. Nagira, J. Sonoyama, T. Wakita, M. Sunagawa, Y. Izumi, T. Muro, H. Kumigashira, M. Oshima, K. Deguchi, H. Okazaki, Y. Takano, O. Miura, Y. Mizuguchi, K. Suzuki, H. Usui, K. Kuroki, K. Okada, Y. Muraoka, T. Yokoya, “Soft x-ray photoemission study of new BiS<sub>2</sub>-layered superconductor LaO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”, *J. Phys. Soc. Jpn.* 83, 033703 (2014).
- J. Lee, M. B. Stone, A. Huq, T. Yildirim, G. Ehlers, Y. Mizuguchi, O. Miura, Y. Takano, K. Deguchi, S. Demura, S.-H. Lee, “Crystal Structure, Lattice Vibrations, and Superconductivity of LaO<sub>1-x</sub>F<sub>x</sub>BiS<sub>2</sub>”, *Phys. Rev. B* 87, 205134 (2013).
- G. Lamura, T. Shiroka, P. Bonfa, S. Sanna, R. De Renzi, C. Baines, H. Luetkens, J. Kajitani, Y. Mizuguchi, O. Miura, K. Deguchi, S. Demura, Y. Takano, M. Putti, “s-wave pairing in the optimally-doped LaO<sub>0.5</sub>F<sub>0.5</sub>BiS<sub>2</sub> superconductor”, *Phys. Rev. B* 88, 180509 (2013).

- T. Kida, M. Hagiwara, Y. Mizuguchi, Y. Takano, “Angular dependence of the resistive upper critical field of the iron-based superconductor  $\text{Fe}_{1+\delta}(\text{Te},\text{Se})$  in high magnetic fields”, Journal of the Korean Physical Society 62, 1997 (2013).
- T. Machida, K. Kogure, T. Kato, H. Nakamura, H. Takeya, T. Mochiku, S. Ooi, Y. Mizuguchi, Y. Takano, K. Hirata, H. Sakata, “Observation of an isosceles triangular electronic structure around the excess iron atoms in  $\text{Fe}_{1+\delta}\text{Te}$ ”, Phys. Rev. B 87, 214508 (2013).

### 【 国際会議 】

- T. Takimoto, K. Takeshita, S. Nakamura, T. Okumura, “Effects of plasma-induced defects on electrical characteristics of AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> heterostructure before and after low-temperature annealing”, The 8th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-8) and the 6th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VI), P2-49, 2013.
- K. Kitazawa, A. Koyama, S. Nakamura, T. Okumura, “Totally Wet Process Based on Photoelectrochemical Techniques for Ga<sub>N</sub> Schottky Contacts”, The 8th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures (ICSI-8) and the 6th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VI), B4-4, 2013.
- G. Keller, A. Tchgho, B. Muenstermann, W. Prost, F-J. Tegude, M. Suhara, “Characterization and Modeling of Zero Bias rf- Detection Diodes based on Triple Barrier Resonant Tunneling Structures”, ThD1-3, The 25th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials (IPRM) 2013
- H. Funato, T. Suga, M. Suhara, "Double position-signal-difference method for electric near-field measurements", 2013 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp.621-625, Aug. 2013
- A. Tashiro, T. Okazaki, M. Saito, M. Suhara, G. Keller, W. Prost, and F. J. Tegude, “Analysis of zero bias rectenna by using a triple-barrier resonant tunneling diode and a bow-tie antenna for terahertz wave detection”, 7-4, 10th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics 2013
- G. Keller, A. Tchgho, B. Muenstermann, W. Prost, F-J. Tegude, and M. Suhara, “Triple Barrier Resonant Tunneling Diodes for Microwave Signal Generation and Detection”, EuMIC14-1, The 8th European Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC) 2013
- Osuke Miura, "Water purification and resource recovery by high gradient magnetic separation with magnetic adsorbents", ICF11, invited talk, Okinawa, 2013.
- Osuke Miura, "Water clarification and resource recovery by high gradient magnetic separation with magnetic adsorbents", WET2013, 15-1B-05, Tokyo, 2013.
- Yoichi Otsu, "Anomalous temperature dependence of critical current densities for  $\text{TiO}_2$  doped sintered  $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  superconductors", EUCAS2013, 1P-MA3-03, Genova (Italy), 2013.
- Kentaro Hamada, "EXCESS Fe CONCENTRATION CAN TUNE THE ANISOTROPY OF SUPERCONDUCTIVITY", EUCAS2013, 1P-MA4-03, Genova (Italy), 2013.
- Yoshikazu Mizuguchi, "Physical properties of BiS<sub>2</sub>-based layered superconductors", EUCAS2013, 1A-MA-O1, Genova (Italy), 2013.
- Yoshikazu Mizuguchi, "Structural variations and physical properties of BiS<sub>2</sub>-based layered

- superconductors", LEMSUPER, invited talk, Trieste (Italy), 2013.
- Y. Mizuguchi, "Discovery of BiS<sub>2</sub>-based new superconductors ", ISS2013, PC-3-INV (invited talk), Tokyo, 2013.
  - Joe Kajitani, "Correlation between crystal structure and superconductivity" ISS2013, PCP-41, Tokyo, 2013.
  - Takafumi Hiroi, "Synthesis and superconducting properties of poly and single Crystal of NdO<sub>1-x</sub>FxBiS<sub>2</sub>", ISS2013, PCP-39, Tokyo, 2013.
  - Hiroki Izawa, "Fabrication of FeTe<sub>1-x</sub>Sex superconducting wires and teapes by a chemical-transformation PIT process", ISS2013, WTP-47, Tokyo, 2013.
  - Yoshikazu Mizuguchi, "Superconductivity in the Novel BiS<sub>2</sub>-Based Layered compounds"NS2-2013, Tokyo, 2013.
  - Hiroki Izawa, "Fabrication of Fe chalcogenide superconducting wire and tape using a chemical-transformation PIT process", MT23, poster session, Boston (USA), 2013.
  - Takaaki Ogata, "Study of wafer treatment system using activated carbon and high gradient magnetic separation", MT23, poster session, Boston (USA), 2013.

### 【 研究会, 大会, 委員会 】

- 瀧本拓真, 中村成志, 奥村次徳, 「GaN 中のプラズマ照射誘起欠陥の光励起を用いた電気特性評価」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-D8-1, 平成 26 年 3 月
- 瀧本拓真, 中村成志, 奥村次徳, 「GaN 中のプラズマ照射誘起欠陥の深い準位を含むアニール挙動の評価」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-D8-2, 平成 26 年 3 月
- 横山大樹, 中村成志, 奥村次徳, 「プラズマ照射により不活性化された n 型 GaN 中ドナーの近赤外光照射による再活性化」, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 19p-D8-3, 平成 26 年 3 月
- 本郷直樹, 瀧本拓真, 中村成志, 奥村次徳, 「n 型 GaN 電気的特性劣化におけるプラズマ照射条件の影響」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-P7-2, 平成 25 年 9 月
- 瀧本拓真, 横山大樹, 中村成志, 奥村次徳, 「光過渡容量法を用いた n 型窒化ガリウム中のプラズマ照射誘起欠陥の評価」, 平成 25 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 12-F-p-2, 平成 25 年 9 月
- 横山大樹, 中村成志, 奥村次徳, 「バイアス印加時の n 型窒化ガリウム中におけるプラズマ照射誘起欠陥の光照射変化」, 平成 25 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, 12-F-p-3, 平成 25 年 9 月
- 田代篤史, 須原理彦, "三重障壁共鳴トンネルタ?イオート?を用いたテラヘルツ帯セ?ロハ?イアス検波レクテナの高感度化設計指針の検討", The 36th International Symposium on Optical Communications 2013, P1-29, 2013 年 8 月
- 橋本壮一, 須原理彦, "共鳴トンネルタ?イオート?を用いたテラヘルツ帯周波数コム生成雑音特性の理論解析", The 36th International Symposium on Optical Communications 2013, P2-24, 2013 年 8 月
- 山倉裕和, 須原理彦, "NTFF 法を用いたホ?ウタイアンテナ間テラヘルツ無線伝送の解析", The 36th International Symposium on Optical Communications 2013,?C-2, 2013 年 8 月
- 浅川澄人, 須原理彦, "FSV を評価関数とした PSO 法による RTD の物理ハ?ラメータの抽出", The 36th International Symposium on Optical Communications 2013, P3-2, 2013 年 8 月
- 船戸裕樹, 須賀卓, 須原理彦, "シミュレーションを支えるノイズ計測技術とその応用", 第 8 回シミュレーションの"カ"ワークショップ, 2013 年 9 月



- ・船戸裕樹, 須賀卓, 須原理彦, "DPSD 法を用いた近傍電磁界計測", 第3回 IEEE EMC シンポジウム 2013 (DENVER) 報告会, 2013年12月
- ・斉藤光史, 張瑜, 須原理彦, Si 基板上 InSb 薄膜におけるスピンホール効果の電氣的測定に関する検討第36回光通信研究会, 2013年8月, 山梨県
- ・水口佳一, "BiS2系新超伝導体~ Tc上昇の鍵は? ~", 応用物理学会超伝導分科会研究会, 招待講演, 東京, 2013.
- ・井澤宏輝, "構造相変態 PIT 法による FeSeTe 超伝導線材の作成", 2013年春季低温工学・超伝導学会, 1P-p10, 東京, 2013.
- ・松浦優也, "フェロシアン化鉄担持磁性活性炭と磁気分離を用いたセシウム除去", ◆磁気力制御・磁場応用 夏の学校, 神戸, 2013.
- ・大町篤史, "NdO1-xFxBiS2の物性と焼成温度の相関関係", 日本物理学会2013年秋季大会, 28aEC-2, 徳島, 2013.
- ・梶谷丈, "Bi-O-S系多結晶試料の合成と超伝導特性の評価", 日本物理学会2013年秋季大会, 28aEC-3, 徳島, 2013.
- ・水口佳一, "新しい BiS2系層状超伝導体", 基研研究会(招待講演), 京都, 2013.
- ・井澤宏輝, "構造相変態 PIT 法による Fe(Te, Se)超伝導テープの作製と特性評価", 2013年度秋季低温工学・超伝導学会, 3D-p02, 名古屋, 2013.
- ・水口佳一, "BiS2系層状超伝導体の結晶構造と超伝導体", 日本物理学会2014年年次大会, 28pBE-2, 伊勢原, 2014.
- ・水口佳一, "BiS2系層状化合物 La1-xCexOBiS2の結晶構造と物性", 日本物理学会2014年年次大会, 29pCG-6, 伊勢原, 2014.
- ・梶谷丈, "BiS2系超伝導体 REO1-xFxBiS2の化学圧力効果", 日本物理学会2014年年次大会, 29pCG-7, 伊勢原, 2014.
- ・廣井貴史, "BiS2系超伝導体 NdO1-xFxBiS2の元素置換効果", 日本物理学会2014年年次大会, 27pPSA-76, 伊勢原, 2014.
- ・水口佳一, "High pressure synthesis of BiS2-based superconductors", SIS2014(低温工学交流事業主催), 長野, 2014.
- ・井澤宏輝, "Fabrication of K-Fe-Se superconducting wires", SIS2014(低温工学交流事業主催), 長野, 2014.
- ・梶谷丈, "Chemical and external pressure effect on superconductivity of REOBiS2 systems", SIS2014(低温工学交流事業主催), 長野, 2014.
- ・廣井貴史, "Evaluating superconducting characteristics and element substitution effect of NdO1-xFaBiS2", SIS2014(低温工学交流事業主催), 長野, 2014.
- ・梶谷丈, "BiS2系超伝導体の超伝導特性と結晶構造の相関", 新超伝導研究会(首都大:ミニ研究環), 東京, 2014.
- ・廣井貴史, "NdO1-xFxBiS2超伝導体の元素置換効果", 新超伝導研究会(首都大:ミニ研究環), 東京, 2014.
- ・久保勇人, "Gd123超伝導体の新しいピンニングセンターの探索", 新超伝導研究会(首都大:ミニ研究環), 東京, 2014.
- ・井澤宏輝, "鉄カルコゲナイド超伝導線材の特性向上", 新超伝導研究会(首都大:ミニ研究環), 東京, 2014.
- ・山倉裕和, 斉藤光史, 須原理彦, "テラヘルツ帯ボウタイアンテナにおける等価定理を用いた放射電磁界推定法の検討", IEICE, 113, 26, EST2013-10, pp.51-56, 2013

### 【 雑誌, 単行本等の執筆 】

- ・奥村次徳, 「環境確保条例」, 応用物理, 第 82 巻, 10 号, p. 833, 平成 25 年 10 月
- ・奥村次徳, 「電気・光学測定からわかること —背景にある物理を読みとくことの重要性—」, 応用物理学会 結晶工学分科会 第 18 回結晶工学セミナーテキスト, pp. 1-17, 平成 25 年 12 月
- ・奥村次徳, 「電子物性工学」, 電子情報通信学会レクチャーシリーズ C-16, ISBN978-4-339-01850-9, コロナ社, 平成 25 年 12 月