追手門学院大学 研究シーズ　目次

■電気・電子工学

持続可能な社会を支えるフュージョンエネルギーの実現に向けて（上田 良夫）…… 1

電波でも光でも、宇宙から水中まで多様な技術による無線通信システム（片山 正昭）…… 2

未来を支える新しい光ファイバ（久保田 寛和）…… 3

6G以降の通信に必須なテラヘルツ波とレーザーカオス光の融合（桒島 史欣） …… 4

次世代モビリティを支えるレアアースフリーモータ技術（後藤 博樹）…… 5

新しい物質に電気電子機能を宿し、材料へ（高見 **剛）…… 6**

磁気特性の本質を理解し電気機器の効率を上げてより豊かに電力が使える社会実現（尹 己烈）…… **7**

高周波数帯域スペクトロスコピーをはじめとする電気伝導現象の新規計測技術の開発を通じて物質中の電子やイオンのダイナミクスを明らかにする（井上 亮太郎）…… 8

蛍光体の光学特性に関する研究（野中 俊宏）…… 9

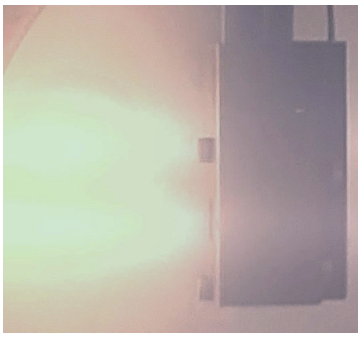
※所属学部、職位、氏名五十音順に掲載

持続可能な社会を支えるフュージョンエネルギーの実現に向けて

研究内容

●フュージョンエネルギーで使用する耐熱材料の研究

・フュージョンエネルギーは、発電時に二酸化炭素を放出しない次世代エネルギーである。エネルギー発生のためには、超高温のプラズマ（原子が、イオンと電子に分かれて自由に飛び回っている状態）を生成して、それを真空容器内に閉じ込めることが必要である。研究では、真空容器内壁のプラズマと接触する部分に使われる耐熱材料を取り上げ、プラズマ発生装置を用いて、プラズマと壁が接触したときにおこる現象を調べる。研究の対象となる主な材料は、融点が高く、高い熱が流入しても簡単に溶融しないタングステンという金属である。この成果は、フュージョンエネルギーの国際協力プロジェクトITER（イーター）などの装置設計に貢献している。



プラズマ照射の様子

新規性・優位性

▶フュージョンエネルギー分野における耐熱材料（タングステン）の研究を様々な視点から進めている。研究を進めるにあたり、自身の研究室での研究に加えて、国際共同研究（ドイツや米国など）や国内共同研究を通じて、多くの先進的な研究施設を利用し、フュージョンエネルギー実用化のための有用な研究データを取得している。

▶タングステン研究の第一人者として、多くの国際会議で招待講演を行うとともに、国際的なワークショップで、タングステン研究開発分野のリーダーを務めた。

応用・活用例

＜水素関連技術への応用＞

●ヘリウムプラズマをタングステンに照射して表面に生じるナノ繊維構造を利用した高感度水素センサの開発

●金属固体内への水素蓄積や、そこからの水素放出を促進する表面構造の形成

上田　良夫

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：プラズマ・核融合学会
日本物理学会
日本原子力学会

委員等　：核融合科学技術委員会主査
学術審議会研究計画・評価分科会臨時委員
学術研究の大型プロジェクトに関する作業部会臨時委員
国際核融合研究評議会（IFRC）　日本政府代表
核融合科学研究所運営会議委員
元 プラズマ・核融合学会副会長

産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

電波でも光でも、宇宙から水中まで 多様な技術による無線通信システム

研究内容

●多様な無線技術

・無線通信システムの研究を幅広く行っている。電波はもちろん光（赤外線、可視光）や音（超音波）を使った無線通信システムも研究対象。陸上（屋内・屋外）だけでなく宇宙通信や水中通信も研究課題である。また無線技術を用いる電力線通信（電源線でデータ伝送を実現する技術）研究にも長年取組んできている。

●高信頼制御通信

・通信を使ったシステムとして、特に力を入れているのが、工場のロボット等の遠隔制御。誤りや帯域制限のある通信方式でも、信頼性の高い遠隔制御を実現するための研究を行っている。通信部分の性能向上だけでなく、制御と通信の双方の協力（クロスレイヤー最適化）で、制御品質の向上を目指す。また人間が制御するシステムにおける、ヒトの要素がシステムに及す影響や、システムの振舞が操作性や疲労に与える影響といった、総合的な研究も行っている。

新規性・優位性

▶通信に信頼性の観点を導入し、さらに制御と通信の融合が新たな研究領域であることを提唱し、その研究コミュニティを立ち上げたパイオニアであると自負している。携帯電話や無線ＬＡＮ等の陸上通信だけでなく、免許のいらない無線通信である光無線、低軌道衛星や水中通信など多様な方式で実績をあげてきた経験は私の財産である。また電力線通信分野での業績は、同分野の世界の研究者に広く知られている。

応用・活用例

＜多様な通信応用システム＞

●ロボットや機械の高信頼遠隔制御
●省・創エネルギーシステムのための無線通信・電力線通信
●無人走行・航行・飛行のための無線制御

片山　正昭

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：電子情報通信学会 (会員：フェロー)
高信頼制御通信研究専門委員会　元委員長・顧問
ワイドバンドシステム研究専門委員会　元副委員長
IEEE (シニア会員)
名古屋(東海・北陸）セクション 理事(past Chair)

受賞　：総務省 電波の日 総務省東海総合通信局長表彰 (2回)
IEEE Communication Society Outstanding Service Award
電子情報通信学会 通信ソサイエティ活動功労感謝状 (3回)

産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

未来を支える新しい光ファイバ

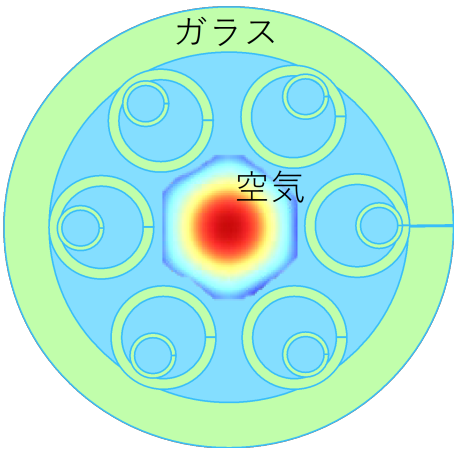
研究内容

●中空コア光ファイバの研究

・情報の流れは現代社会の血液である。40億km以上（地球10万周以上）張り巡らされた光ファイバの高性能化と光伝送技術の進歩がその流れを支えている。石英ガラスを主成分とする光ファイバは低コストで性能が高いのだが、物理的な伝送容量の限界が見えてきた。現在、空間多重通信技術用の光ファイバと中空コア光ファイバの研究が世界中で盛んに行われている。私の研究室では空間多重通信用の中空光ファイバの研究を行っている。現在は電磁界解析技術を使い、数値解析により光ファイバの特性の研究を行っている。

　空間多重通信の利点は原理的には空間多重数倍に通信容量を拡大できることである。中空コアファイバの利点は、光の伝搬速度が石英中に比べて1.4倍速くなること、強い光を入射しても大丈夫なことなどがある。

　この２つの特性を併せ持った光ファイバの研究を進めることで、情報通信社会を支えていく。



中空光ファイバ中を伝わる光の強さのコンピュータ・シミュレーション

新規性・優位性

▶モード多重通信では原理的にはモード多重数倍に通信容量を拡大でき、中空コアファイバ化することで、光の伝搬速度が速くなる。

▶シンプルな構造でこれを両立させるための研究を進めている。

応用・活用例

＜中空コア光ファイバに関する研究＞

●データセンタ間をつなぐ大容量・低遅延光通信システムへの応用。

●中空光ファイバ中の信号の伝搬速度は空気中を伝わる無線の電波と同じである。Beyond5G社会で要求される光・無線のマイグレーション用光ファイバへの活用が期待される。

久保田　寛和

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：電子情報通信学会
英国工学技術学会 (IET)
米国光学会 (OSA)
米国電気電子学会 (IEEE) 他

委員等　：JIS 光ファイバ標準化部会委員
IEC SC86A WG1 国内委員会主査
電子情報通信学会 EXAT研究会委員

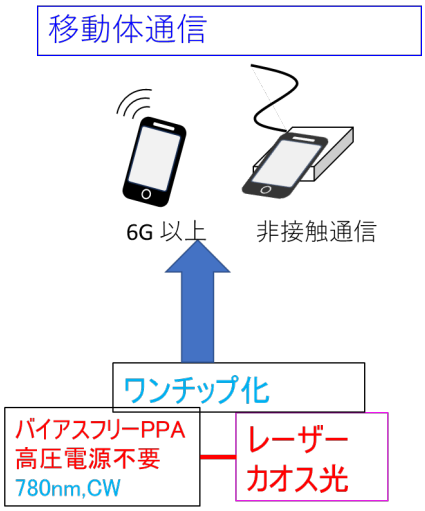
産学官連携オフィス　✉ **sangakukan@otemon.ac.jp**

６G以降の通信に必須なテラヘルツ波とレーザーカオス光の融合

研究内容

●ワンチップTHz素子開発に向けたレーザーカオス光による高安定、広帯域、高効率THz波の研究

・THzは、発生検出が難しく長い間、未開拓電磁波帯と呼ばれてきた。フェムト秒（fs）レーザーを用いることで、発生検出が可能となったが、レーザーそのものが数百万円と高価であり、移動にも適さないサイズである。この問題を克服するために、多モード半導体レーザー(MLD)を用いた方法が共同研究者により開発された。
ただし、THz波が不安定であり、発生効率も悪いなどの問題があった。一方で、本研究室ではこれまでレーザーカオスの研究を行ってきた。カオスは時間波形は不安定であるが、時間平均は安定でかつ一定の分布に早く収束するという特徴を持っている。また外乱に強い構造安定性という特質も持っている。このレーザーカオス（数百円のレーザー使用）をTHz波に応用することで、長期安定で、高効率なTHz波の発生、検出を実現してきた。さらに、共同研究者により、1.5μm、パルスレーザー用のバイアスフリーアンテナが開発された。このアンテナを780nm,レーザーカオス光に最適なものに改良することで、高圧電源が必要なくなる。これらの素子をワンチップ化することで、6G以降の高速通信のキーデバイスを開発する。



新規性・優位性

▶カオスは自律的な系であり、複雑な制御無しに、エネルギー効率に優れた状態で機能を具現化する。カオスでのみ実現可能なカオス超越性という特質を持つ。この実際の系での最初の実現が我々の研究である。

応用・活用例

＜カオス超越性に関する研究＞

●高速通信に必要なTHz波の発生、検出への応用
●統計平均が安定であることを活かした、制御に頼らない自律的な機能創生の実現

桒島　史欣

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：レーザー学会、応用数理学会、SPIE、
応用物理学会、物理学会、
電子情報通信学会、電気学会

委員等　：自然に学ぶレーザーカオスと量子ダイナミックス技術
専門委員会主査
レーザー学会研究委員会委員
応用数理学会応用カオス部門幹事
ハイウエイ技術専門委員会委員

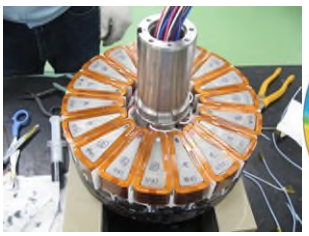
産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

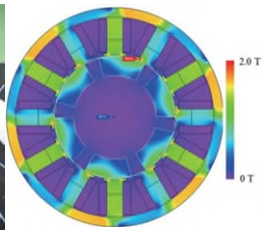
次世代モビリティを支える レアアースフリーモータ技術

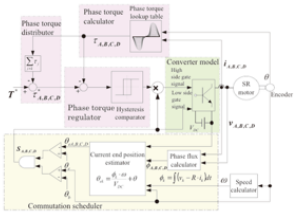
研究内容

●レアアースフリーモータに関する研究

- モータや発電機では永久磁石同期機がその性能・効率から広く用いられているが、希少資源を用いることや高速回転時の性能劣化などの問題がある。
- 本研究室ではそれらの問題がないレアアースフリーモータとして、スイッチトリラクタンスモータや巻線界磁型フラックススイッチングモータに着目し、その高性能化・実用化のための新たな構造の提案や設計法に関する研究を行っている。
- スイッチトリラクタンスモータや巻線界磁型フラックススイッチングモータの性能を発揮するための制御方法や駆動回路等についても研究を行っている。







新規性・優位性

▶独自構造と最適設計による高トルク密度化
▶モータ設計から制御・駆動回路まで一貫して研究開発
▶EV・航空機向けの高信頼レアアースフリーモータ技術を開発

応用・活用例

＜電気自動車・航空機・産業機器向け高性能レアアースフリーモータ技術＞

●電気自動車用インホイール型スイッチトリラクタンスモータ
●航空機用高信頼・高出力密度・低コスト巻線界磁フラックススイッチングモータ
●スイッチトリラクタンスモータの高性能駆動システム

後藤　博樹

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：電気学会
日本磁気学会
自動車技術会
IEEE

委員等　：電気学会電力シフトに向けた磁気応用技術を用いたエネルギー変換システム調査専門委員会委員
自動車技術会モータ技術部門委員会委員
電気学会産業応用部門論文委員会委員

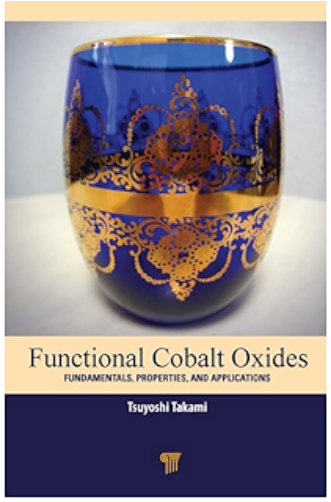
産学官連携オフィス　✉ **sangakukan@otemon.ac.jp**

新しい物質に電気電子機能を宿し、材料へ

研究内容

●物質科学の研究

・私の研究分野は、物質科学、応用物理、固体化学である。これらの分野に立脚し、蓄電池や熱電変換などを対象とした電気電子機能を有する材料開発と計測・解析手法を駆使した機構解明に関する研究を展開している。例えば、右の写真のように、コバルト酸化物の熱電変換、蓄電機能などについて、書籍として出版している。
蓄・創・省・再エネルギーなどのグリーンエネルギーにつながる機能をもつ電気電子材料は、将来の環境問題を解決し、自然と人間の調和的な共生を可能にするために必要である。その主要な内容は、電気電子材料の１）開発、２）理解、３）制御の三つに大別される。1)では、高性能な蓄電池材料を開発している。2)では、量子ビームを用いた高度測定・解析技術を駆使している。3)では、抽出した支配因子を制御して、既存材料を上回る性能を目指している。



新規性・優位性

▶電気電子分野で、モノ(材料)とコト(機能・機序)の二刀流を先導し、人類が直面している問題に対して、グリーンをキーワードに研究に取り組んでいる。「新しい材料に機能を宿す」、との志のもと研究を行っている。どのような元素をどのように構造へ組み上げるかが、新規な機能に直結する。独自の合成手法を優位性として、日々研究に取り組んでいる。

応用・活用例

＜革新型蓄電池に関する研究＞

●正極、負極、固体電解質としての機能を発現できれば、蓄電池へと展開できる。特に、既存のリチウムイオン電池の性能を凌駕する全固体電池としての活用が期待される。電池以外にも、電気機器、化学などの製造業を中心に開発・研究に貢献できる可能性も高い。

高見　剛

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：日本セラミックス協会
応用物理学会
日本物理学会
電気化学会

委員等　：日本学術振興会 学振審査委員
日本セラミックス協会 ハイブリッド化による新材料開発を目指す会 世話人
電池技術委員会 委員

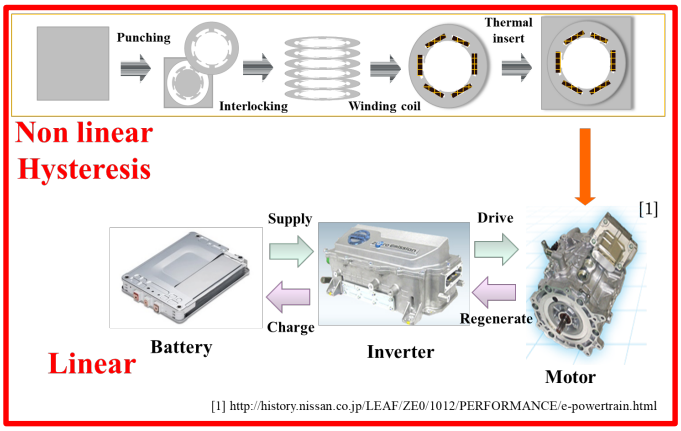
産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

磁気特性の本質を理解し電気機器の効率を上げてより豊かに電力が使える社会実現

研究内容

●モータ・変圧器の高効率化

・世界で生産されている電力の半分をモータが消費している。2022年世界の消費電力は25,000TWh(テラワットアワー)で日本は1,000TWhである。1TWhは１兆Whでとてつもない電力を毎年世界と日本は消費している。つまりモータの効率を１%向上させるだけで125TWhの電力(日本で消費される電力の1/8)が節約できる。



・モータは電磁鋼板を打ち抜き、カシメして巻き線を施して焼き嵌めする。この非線形・非可逆的工程で生じる応力がモータ性能を低下させる。一方、線形・可逆工程でモータを制御・駆動する。これらの相反する特性を材料、磁気、システムとして把握し、今までの装置を利用して効率を向上できる方法を模索する。

新規性・優位性

▶電磁鋼板、圧粉鉄心、フェライトコアなど軟磁性材料の磁気特性測定、直流特性、交流特性、モータ駆動時の特性の測定が可能。

▶世界で唯一モータの出力波形を正弦波に近づける制御方法を提案し、従来のモータの効率を向上させる事ができる。

応用・活用例

＜インバータの出力波形制御を用いた高効率モータ駆動システム構築＞

●低損失モータ駆動システム実現

＜極低渦電流損を持つインダクタコアの開発＞

●パワーエレクトロニクス分野で高周波電力変換への応用

●インバータ、チョッパ回路の小型化・高効率化の実現

尹　己烈

教授

理工学部
電気電子工学科

所属学会：IEEE
電気学会
自動車技術会
日本AEM学会
日本材料科学会

委員等　：電気学会マグネティックス研究会

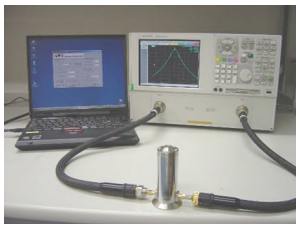
産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

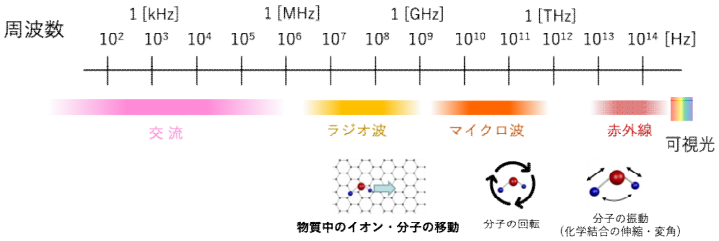
高周波数帯域スペクトロスコピーをはじめとする電気伝導現象の新規計測技術の開発を通じて物質中の電子やイオンのダイナミクスを明らかにする

研究内容

●高周波数帯域電気伝導度スペクトロスコピー

・電子やイオンのダイナミクスに特徴的な時間スケールは幅広い桁数に広がっている。MHz, GHz, THzという周波数帯域にまたがった電気伝導度スペクトロスコピーなどの新規計測手法の開発を通じて、電子やイオンの新規現象を発見する。





新規性・優位性

▶MHz, GHz, THzという周波数帯域での計測の経験を有しており、測定対象も超伝導体から半導体、絶縁体(誘電体)を扱ってきた。簡明・堅牢・高精度な計測システムの開発が可能と考えている。

▶前例のある従来の計測手法に加えて、新規計測技術の開発を目指している。時間領域での計測、これまで捨てられていたノイズ信号のスペクトロスコピー、従来の手法よりも桁で精度の高い技術、空間分解能のある計測（マイクロスコピー）などを考えている。

応用・活用例

＜新規イオニクス材料開発に関する研究＞

●高周波数帯域での電気伝導度スペクトロスコピーによって、セラミックス粉末材料であっても電極反応・グレイン(粒界)界面・バルク伝導の寄与を切り分けられる。

●イオンの伝導ダイナミクスを電気伝導ノイズ計測から調べる手法を開発できる。

井上　亮太郎

所属学会：日本物理学会
日本応用物理学会

准教授

理工学部
電気電子工学科

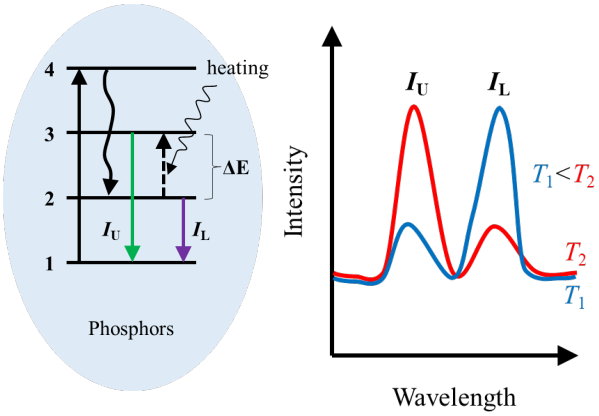
産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp

蛍光体の光学特性に関する研究

研究内容

●希土類をドーピングした蛍光体の研究

・蛍光灯や発光ダイオードなどの発光素子は、現代社会において不可欠な存在である。それら発光素子の内部には、可視光(赤・緑・青)を生み出す蛍光体が用いられている。一般的な蛍光体は、紫外線などの高いエネルギーを与えることで可視光を発生させる。一方、本研究グループでは、近赤外線の低いエネルギーを与えることで可視光を発生させる蛍光体を研究している。蛍光体のホスト材料へ希土類をドーピングすることで、近赤外線で発光する蛍光体を合成できる。本研究グループでは、希土類の熱結合準位を利用して、蛍光体を温度センサー(図1)へ応用する研究を行っている。



(a) (b)

図1 温度センサーの原理(a)エネルギーバンド(b)発光スペクトル[1].

[1] X. Wang, et al., RSC Adv. 5, (2015) 86219.

新規性・優位性

▶ホスト材料、ドーピング材料、合成方法において、新規性がある組み合わせで試料を合成し、光学特性を解析している。ホスト材料は、発光効率の観点からハロゲン化物を採用されることが多い。ドーピング材料は、Er^3などの希土類が用いられる。合成方法は、将来の製品化を見据えて比較的簡便な固相反応法を採用している。

応用・活用例

＜希土類をドーピングした蛍光体の特性を利用した研究＞

●バイオイメージング
●太陽電池の高効率化
●温度センサー

野中　俊宏

所属学会：応用物理学会
照明学会

講師

理工学部
電気電子工学科

産学官連携オフィス　✉ sangakukan@otemon.ac.jp