

# 研究設備センター年報

Annual Report 2021

電気通信大学 研究設備センター

Coordinated Center for UEC Research Facilities

基盤研究設備部門

低温部門

先端研究設備部門

動物実験支援部門

2021 年 発行

令和 2 年 度 報 告



## 巻 頭 言

研究設備センター  
センター長 鈴木 勝

研究設備センターは、教育研究活動を支援することを目的として、平成21年4月1日に学内共同教育研究施設として発足しました。本センターは「基盤研究設備部門」、「先端研究設備部門」、「低温部門」の3部門で構成されておりましたが、令和元年度には新たに「動物実験支援部門」が加わり、4部門体制となりました。各部門は密接に連携して共同利用の大型設備・基盤的設備の管理と運用を行っています。

基盤部門では、表面・界面構造解析、化学構造解析、磁性・熱・光関連の物理量測定のための基盤的な分析・計測機器を備えております。今年度も前年度に引き続き(1)現有設備の利用を促進するための設備の修繕・メンテナンス、(2)設備・機器の利用における技術的支援の充実、(3)「設備予約システム」の安定稼働、これらを重点課題として運営してきました。さらに基盤部門は令和2年度末に国策事業の「マテリアル先端リサーチインフラ(ARIM)事業」に採択され、全国25機関とともに同事業を令和3年度から10年間推進することとなりました。

先端部門では、電子・光デバイス、ナノテクノロジーやロボットおよびバイオセンサー等の研究開発のための設備・機器を備えております。先端部門の建物東8号館(旧SVBL研究棟)は、これらに関する研究開発が行えるよう、クリーンルームをはじめとする最先端の、材料・デバイス作製、加工、評価装置を配置しております。

低温部門は、ヘリウム液化装置と液体窒素供給設備を有しており、学内外のユーザに対して寒剤供給サービスを行っています。液体ヘリウム供給に関連して、学内各棟にヘリウム回収管を配置する工事も低温部門の主導により行われてきました。学内の高圧ガス利用者を対象とした高圧ガス保安講習会も低温部門が実施しております。

また令和元年度から新たに加わった動物部門は、本学における実験動物の購入と実験動物の管理を一元的に行うために発足しました。令和2年5月には新しい動物飼養保管施設が完成し、本学でも最新設備を備えた実験動物の飼育・保管環境を利活用できるようになりました。

また研究設備センターは令和2年度の文科省事業「先端研究設備整備補助事業」に採択されました結果、小型機器2台を新規導入して、計14台の設備について遠隔操作・自動測定を可能とすることができました。さらに令和2年12月には、研究設備センターの設備を要求する文科省への概算要求に対して予算が交付され、令和3年12月までに、走査型プローブ顕微鏡、単結晶・粉末X線回折装置等、計5台の大型分析・計測機器を導入することができました。

本センターの研究成果は「研究設備センター年報」として広く公開をしています。今回、第12巻を発行しました。お目を通していただければ幸いです。本センターの活動内容はWebページ(<http://www.cia.uec.ac.jp/>)にも掲載されていますので年報と合わせてご覧ください。研究設備センターの教育研究活動支援により、本学が社会に対してこれまで以上に重要な役割を果たすことを期待して巻頭言とします。



## 目 次

卷頭言 .....	1
目次 .....	3
設置設備一覽 .....	5
研究活動成果要旨集 .....	9
低温部門活動狀況 .....	31
研究業績一覽 .....	35
外部資金獲得狀況 .....	41
委員 .....	47



## 設備一覧 (令和2年度)

### 基盤設備研究部門

#### 表面・界面構造解析室

X線光電子分析装置	(日本電子(株)、JPS-9200)
イオンマイクロアナライザ	(ATOMIKA社、SIMS4000)
熱電子放出型走査電子顕微鏡	(日立(株)、S-3500H)
結晶方位分散分析走査電子顕微鏡	(日立(株)、S-4300/EBSD)
温度可変超高真空原子間力顕微鏡	(Omicron、VT・AFM)
200 kV熱電子放出型透過型電子顕微鏡	(日本電子(株)、JEM-2010)
200 kV電界放出型透過型電子顕微鏡	(日本電子(株)、JEM-2100F)
電子線元素状態分析装置	(日本電子(株)、JXA-8530F)

#### 化学構造解析室

超伝導フーリエ変換NMR (500MHz)	(日本電子(株)、ECA-500)
超伝導フーリエ変換NMR (300MHz)	(Varian社、Unity 300)
ESI-TOF型質量分析装置	(日本電子(株)、JMS-T100 AccuTOF)
LCQイオントラップ型質量分析計	(Thermo Scientific社、LCQ Fleet)
二重収束質量分析計(EI,FAB,GC/MS)	(日本電子(株)、JMS-600)
円二色性分散計	(日本分光(株)、J-720W)
CCD型単結晶X線回折装置	((株)リガク、Saturn70 CCD)
DSC粉末X線同時測定装置	((株)リガク、Ultima III)
熱分析装置	((株)リガク、DSC8230・TG8120)
有機元素分析装置	(PerkinElmer、Series II CHNS/O 2400)
共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡	(Carl Zeiss、LSM710)
高速液体クロマトグラフィースystem	(バイオ・ラッド(株)、NGC Quest 10 plus)

#### 分析・計測機器室

最先端三次元形状測定・評価システム	(ZWEISS、PRISMO Navigator 5 S-ACC mass)
超伝導量子干渉型磁束計	(Quantum Design社、MPMS-XL7)
	(Quantum Design社、MPMS-5)
電子スピン共鳴装置	(Bruker社、ELEXSYS)
高磁場多目的物性測定システム	(Quantum Design社、PPMS)
低温粉末X線回折装置	(マクサインス(現 BrukerAXS)、M18XHF22)
高速応答FT-IR	(Thermo Scientific社、Nicolet 6700)
顕微レーザーラマン分光計	(日本分光(株)、NRS-3100)
温度可変ホール測定装置	(ケースレー)
マクロフォトルミネセンス装置	(堀場製作所、PHOTOLUMINOR)
フラッシュ法熱物性測定装置	(Bruker AXS、NETZSCH LFA447 NanoFlash)
電磁環境測定装置 (電波暗室)	(TDK-EPC(株)、(株)デバイス、Agilent Tech.(株))
無響室	
絶対PL量子収率測定装置	(浜松フォトニクス、Quantaaurus-QY)
最先端材料特性評価システム	

## 先端研究設備部門

### クリーンルーム

#### **Class100** イエロールーム（リソグラフィー室）

電流・電圧特性評価システム（評価設備）

ノマルスキー型微分干渉顕微鏡（評価設備）

デジタル顕微鏡（評価設備）

透過型赤外金属顕微鏡（評価設備）

電子線リソグラフィー装置（リソグラフィー設備）

高精細マスクアライナー（リソグラフィー設備）

オーブン（リソグラフィー設備）

スピナー（リソグラフィー設備）

ウェットステーション（エッチング設備）

#### **Class10000** ルーム（デバイスプロセス室）

マイクロ天秤（評価設備）

反応性イオンエッチング装置（F用）（エッチング設備）

反応性イオンエッチング（Cl用）（エッチング設備）

ウェットステーション（エッチング設備）

オゾンアッシャー（エッチング設備）

電子ビーム蒸着（旧）（成膜設備）

電子ビーム蒸着（新）（成膜設備）

酸化・拡散炉（成膜設備）

高周波スパッター（成膜設備）

ワイヤーボンダー（その他プロセス設備）

イオン注入装置（その他プロセス設備）

レーザー顕微鏡（評価設備）

### その他設備

GaN系 MOCVD（有機金属気相成長）装置（成膜設備）

簡易蒸着装置（成膜設備）

### 材料・デバイス分析・評価室

DEKTAK（表面粗さ計）

FE-SEM

走査型プローブ顕微鏡

X線回折装置



## マイクロマシン・ロボットシミュレーション 3D 位置計測研究設備

### 電磁シールド室

マイクロ光造形機  
マルチアングル実体顕微鏡  
超深度レーザ顕微鏡  
超微細放電加工機  
蛍光位相差顕微鏡

### 無響音室

#### 実験準備室

高速度ビデオスコープ

## 生体情報センサー融合実験設備（生物有機化学研究室）

冷却遠心機  
低温室  
超純水製造装置  
恒温恒湿培養器  
振盪培養器  
高圧蒸気滅菌機  
インキュベーター  
無菌ベンチ  
HPLC（高速液体クロマトグラフィー）  
微弱発光スペクトロメーター  
ルミノメーター（発光測定装置）  
発光プレートリーダー

## 低温部門

### 低温室

ヘリウム液化システム	(小池酸素工業 (株))	
ヘリウム液化機	(Linde Kryotechnik AG、L140)	液化速度 108 L/時
ヘリウム液化用圧縮機	(ケーザー、DS241)	0.93 MPa 840 Nm <sup>3</sup> /時
液体ヘリウム貯槽	(クライオフアブ、CMSH2000)	容量 2,000L
ヘリウムガス回収・貯蔵設備		貯蔵能力 2,700 Nm <sup>3</sup>
ヘリウム回収圧縮機 A	(ブルックハルト、C5U2.12)	14.7 MPa 90 Nm <sup>3</sup> /時
ヘリウム回収圧縮機 B	(ブルックハルト、C5N214.4GEX)	14.7 MPa 100 Nm <sup>3</sup> /時
ヘリウムガス長尺貯槽		36 本
液体窒素貯槽	(岩谷瓦斯、CEA-10K)	東地区容量 9,700 L 西地区容量 4,900 L

## 動物実験支援部門

飼育クリーンラック（マウス用） （株式会社アイテック、KIZ） 144 ゲージ対応

飼育クリーンラック（ラット用） （東洋理工株式会社、TAR） 75 ゲージ対応

生体ガス質量分析装置（小動物エネルギー代謝測定）

（アルコシステム、ARCO-2000N System） 4 ライン対応

マウス・ラット等小動物実験用簡易吸入麻酔装置

（夏目製作所、KN-1071）

## 研究活動成果要旨集

励起子分子から生成した光子対の二次元量子分光..... (ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム) 孫 東根・関 浩弥・清水亮介	11
ラマン共鳴四波混合過程を典型例とする非線形光学過程の人為的な操作..... (ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム) 大饗千彰・Jian Zheng ・鈴木 勝・美濃島薫・桂川眞幸	11
励起子絶縁体候補物質 Ta <sub>2</sub> NiSe <sub>5</sub> における圧力誘起半導体-金属転移..... (超伝導量子干渉型磁束計、高磁場多目的物性測定システム、ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム) 松林和幸・有馬寛人・内藤康氏・工藤一輝	12
興味ある電子物性材料の開発 ..... (CCD 型単結晶 X 線回折装置、ESI-TOF 型質量分析装置、高磁場多目的物性測定システム、高速応答 FT-IR、超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz)、超伝導量子干渉型磁束計、電子スピン共鳴装置、熱分析装置、有機元素分析装置、ガラス細工、ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム) 石田尚行	12
単結晶酸化ガリウム ( $\beta$ -Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) の物性評価 ..... (高磁場多目的測定システム) Adarsh Sandhu・佐竹直仁・山田稔里・村上智紀・野崎柊也・高橋大翔・藤本充紀・小林香穂	13
導電性ポリマー PEDOT:PSS 薄膜の評価 ..... (X 線電子分光装置) 城田 嵐・岡田佳子	14
絶縁膜上へのナノ構造形成技術に関する研究開発..... (顕微レーザーラマン分光計) 塚本貴広	15
Comparing the stability of state-of-the-art n-type organic semiconductors used in organic solar cell active layers..... (X 線光電子分光装置) Vohra Varun・清川 歩・高田智明・松永優美	16
高臨界電流密度プロセスを用いた超伝導電圧増倍回路の動作検証 ..... (ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム) 水柿義直・島田 宏・守屋雅隆・曾明裕太・瀬賀直功・石川昂明・佐藤健太	17
半導体微細構造を用いた新規蛍光材料の作製と評価..... (DSC 粉末 X 線同時測定装置、絶対 PL 量子収率測定装置、電子線元素状態分析装置) 奥野剛史・志村佳熙・田村祐樹・富田一光・磯部英智香・木村浩丈・山口翔太	17
Au 回折格子による MEMS 分光センサの研究 ..... (クリーンルーム・アライナ・蒸着装置・F 系 RIE 等) 山本陽介・大下雅昭・菅 哲朗	18
フタロシアニン誘導体を添加したポリマー光ファイバーの作製と導波特性解析 ..... (200kV 電界放出型透過型電子顕微鏡) 滋山隆広・古川 怜	19
任意のタイミングで解毒可能な DNA アプタマー型共有結合性薬剤の開発..... (ESI-TOF 型質量分析計、LCQ イオントラップ型質量分析計、超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz)) 瀧 真清	20
分子混雑環境における DNA の構造確認..... (円二色性分散計) 武富祐樹・山口湧暉・田仲真紀子	21
タンパク質、ペプチドの二次構造解析を含む学生実験課題のコロナ禍における実施..... (円二色性分散計) 菅 虎雄	21

分子骨格に基づく室温長寿命三重項状態の制御と革新的光機能性材料の構築 .....	22
(超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz)、ESI-TOF 型質量分析装置、有機元素分析装置、円二色性分散計)	
林希久也・釜付卓弥・Indranil Bhattacharjee・平田修造	
生物・化学発光の分子基盤確立と材料開発展開 .....	23
(CCD 型単結晶 X 線回折装置、DSC 粉末 X 線同時測定装置、ESI-TOF 型質量分析装置、LCQ イオントラップ型質量分析計、ガラス細工加工設備、円二色性分散計、高速応答 FT-IR、絶対 PL 量子収率測定装置、超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz)、二重収束質量分析計(EL,FAB,GC/MS)、有機元素分析装置、低温粉末 X 線回折装置、熱分析装置)	
垣内美知雄・V. Viviani・V. Bevilaqua・D. R. Souza・G. F. Pelentir・平野 誉	
生物発光を応用した生体光イメージング技術の開発研究 .....	24
北田昇雄・神谷弦汰・玉城翔太・牧昌次郎・金 誠培	
神経情報伝達のメカニズム .....	25
(共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡)	
石田健司・仲村厚志	
哺乳類卵細胞における細胞骨格の調節機構に関する研究 .....	26
(共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡、ヘリウム液化システム液体窒素・窒素ガス、実験動物管理施設)	
近藤謙人・白川英樹	
骨格筋の修復プロセスに特徴的な細胞内カルシウムイオン変動 .....	26
(凍結マイクローム、ヘリウム液化システム液体窒素、動物実験支援部門施設)	
狩野 豊・田淵絢香	
カロリー制限が血中インスリン濃度に与える影響 .....	27
(凍結マイクローム、ヘリウム液化システム液体窒素、動物実験支援部門施設)	
野中雄大・竹田怜央・星野太佑	
COVID-19 感染症対策のためのオープンソース・マスクの開発と社会啓発活動 .....	27
(熱電子放出型走査電子顕微鏡、簡易型 SEM)	
石垣 陽・田中健次	
食品加工作業支援システムに関する研究 .....	28
(最先端三次元形状測定・評価システム)	
池谷友佑・金森哉吏	
スピーカアレーの放射音場測定 .....	29
(無響室)	
羽田陽一・任 逸	
マルチピッキングカートの研究開発 .....	29
(電波暗室)	
黒川真吾・伊藤久祭・羽方将之・佐藤寛之	

## 励起子分子から生成れた光子対の二次元量子分光

(ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム)

孫 東根・関 浩弥・清水亮介

電気通信大学大学院 基盤理工学専攻

古典的測定では扱えない光の量子状態を取り扱える量子光学分野において、量子光を使った非線形分光計測への応用が理論分野を中心に検討されている。我々は、量子光を評価するために開発されてきた量子光学計測を、分光計測手法として確立することを目指して研究を行っている。CuCl単結晶中でのハイパーパラメトリック散乱を介して生成される光子対は、周波数領域において相関を持っていることが知られている。我々は、光子対を構成する光子1と光子2の二次元空間中でのスペクトル（2光子スペクトル）を計測してきた。2光子スペクトルでは、励起子分子のバンド内緩和による影響と励起子-ポラリトンの位相整合条件によって決定されるスペクトルとを分離して観測できることが期待できる。このことを実証するために、我々は2光子スペクトルの温度変化に着目した。測定結果から、低温領域では、負相関の2光子スペクトルが観測されたが、45 Kの高温領域では無相関を意味する円形に近い2光子スペクトルが観測された。

## ラマン共鳴四波混合過程を典型例とする非線形光学過程の人為的な操作

(ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム)

大饗千彰<sup>1</sup>・Jian Zheng<sup>2</sup>・鈴木 勝<sup>1,2</sup>・美濃島薫<sup>1,2</sup>・桂川眞幸<sup>1,2</sup>

量子科学研究センター<sup>1</sup>、基盤理工学専攻<sup>2</sup>

非線形光学過程はそこに関与する電磁場の相対的な位相関係に強く依存する。非線形光学過程が進行する過程で、この位相関係を任意の相互作用長において任意の値に操作する自由度を組込むことで、非線形光学過程を様々な形態に誘導することができる。この着想のもと、これまでに理論的な枠組みを構築し、数値計算による検証と初期的な実験を実行した。今年度は、本格的な実験にもとづく原理検証に向けて、低温下（液体窒素温度下）で電磁場の相対位相関係を自在に操作可能な実験系を構築した（図1）。対象とする非線形光学過程には、パラ水素分子を非線形光学媒質とするラマン共鳴四波混合過程を選定した。

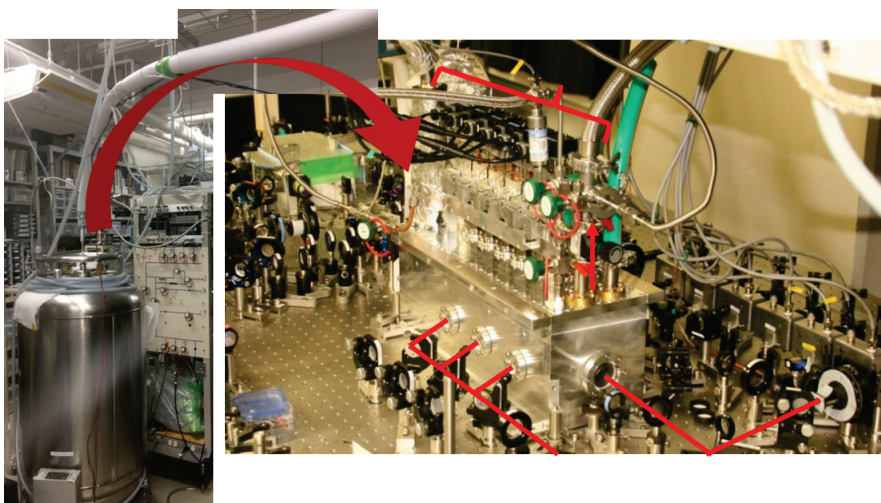


図 1. 液体窒素温度下で非線形光学過程に関与する電磁場の相対位相関係を自在に操作可能な実験システム。

## 励起子絶縁体候補物質Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub>における圧力誘起半導体-金属転移

(超伝導量子干渉型磁束計、高磁場多目的物性測定システム、ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム)

松林和幸・有馬寛人・内藤康氏・工藤一輝

電気通信大学 基盤理工学専攻

価電子帯と伝導帯の間に小さなギャップを持つ半導体またはバンドの重なりが小さな半金属において励起子絶縁体の実現することが理論的に予言されて以来、多くの候補物質でその実験的検証が行われてきた。近年では層状遷移金属カルコゲナイド Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub>において、励起子絶縁体の実現を示唆する実験結果が報告されて注目を集めているが、その本質は未解明である。本研究では Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> に圧力を印加することで生じる半導体-半金属転移に着目し、高圧力下での電気伝導率の異方性およびキャリア数の変化を実験的に調べた。まず、常圧におけるホール係数の温度依存性においては、低温でその符号変化する振る舞いを見出し、加圧によってその符号変化する温度は減少することを明らかにした。また、 $P_c \sim 3$  万気圧における構造変化を伴う半導体-半金属転移を境に、層間の電気抵抗率が顕著な減少を示すが、面内の異方性の圧力変化は小さいことがわかった。今後はより高い圧力領域までの電気伝導測定により、高圧半金属相における電子状態および超伝導状態の変化について、さらなる詳細な研究を行う予定である。

## 興味ある電子物性材料の開発

(CCD型単結晶X線回折装置、ESI-TOF型質量分析装置、高磁場多目的物性測定システム、高速応答FT-IR、超伝導フーリエ変換NMR(500MHz)、超伝導量子干渉型磁束計、電子スピン共鳴装置、熱分析装置、有機元素分析装置、ガラス細工、ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム)

石田尚行

電気通信大学 基盤理工学専攻

(1) [Ni(phpyNO)<sub>2</sub>(NCS)<sub>2</sub>] と略記される物質は、低温相では 3d-2p スピン間に反強磁性的カップリングが働き低スピン  $S_{total} = 0$  であるが、高温相ではそれが強磁性的カップリングに転じ  $S_{total} = 2$  となった。低温相は空間群 monoclinic  $P2_1/c$  で独立2分子であるのに対し、高温相では orthorhombic  $Pbca$  で独立分子1個になるという order-disorder 転移を伴う (図1)。

(2) スピントロスオーバー材料において、スピン転移温度を構造から予測することや制御することは重要である。Fe<sup>2+</sup> 錯体のアルキル置換基を利用して転移温度を変調させることができた (図2)。この「偶奇効果」は、脂肪酸の融点などよく相関する。

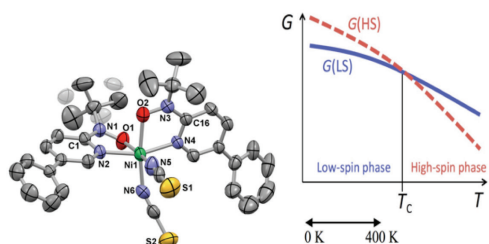


図1. [Ni(phpyNO)<sub>2</sub>(NCS)<sub>2</sub>] の高温相の結晶構造と転移温度 >400 K の説明図。

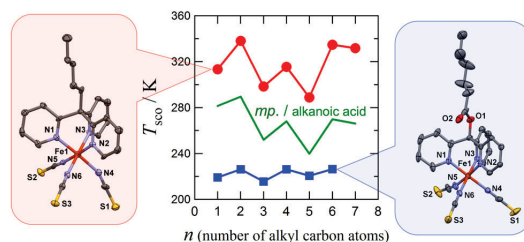


図2. スピン転移温度のアルキル炭素数に対する依存性及び C5 化合物の結晶構造。

# 単結晶酸化ガリウム ( $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) の物性評価

(高磁場多目的測定システム)

Adarsh Sandhu・佐竹直仁・山田粹里・村上智紀・野崎柊也・高橋大翔・藤本充紀・小林香穂  
電気通信大学大学院 情報理工学研究科 基盤理工学専攻

高効率・低損失なパワーデバイスの実現が期待されており、ワイドギャップ半導体材料である酸化ガリウムの研究が進められている。酸化ガリウムは未知試料であり、基礎材料武性にはまだ不明な点も多い。本研究では、酸化ガリウムの基礎的な物性評価を行った。

本研究では、高磁場多目的物性測定システム(PPMS)で Sn ドープ酸化ガリウムの電気的特性を調べた。また、電子スピン共鳴装置(ESR)を用いて、①ドープなし酸化ガリウム②Fe ドープ酸化ガリウム③Sn ドープ酸化ガリウム④水素イオンを照射したドープなし酸化ガリウム ⑤水素イオンを照射した Fe ドープ酸化ガリウムの格子欠陥を調べた。

PPMS では、Sn ドープ酸化ガリウムは半導体的特性を示した。また、ESR ではドープなし酸化ガリウムと Sn ドープ酸化ガリウムでは、g 値 1.96 付近のピークを確認された。伝導電子によると考えられる。一方、Fe ドープ酸化ガリウムではこのピークは確認できなかった。これは、伝導電子と常磁性イオン(Fe)との間の強いスピン間相互作用によると考えられる。

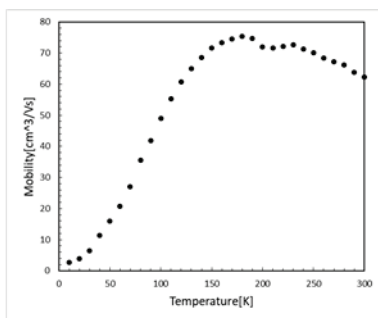


図1 Snドープ酸化ガリウムの移動度

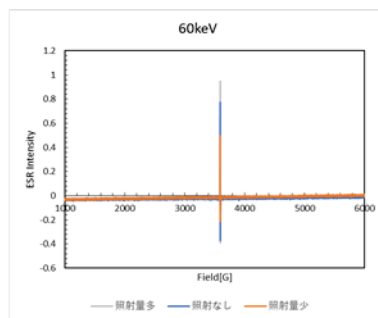


図2 ドープ酸化ガリウムの ESRスペクトル

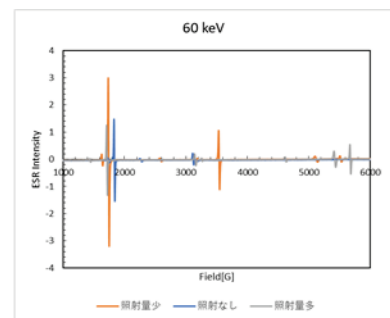


図3 Feドープ酸化ガリウムの ESRスペクトル

## 導電性ポリマーPEDOT:PSS薄膜の評価

(X線電子分光装置)

城田 嵐・岡田佳子

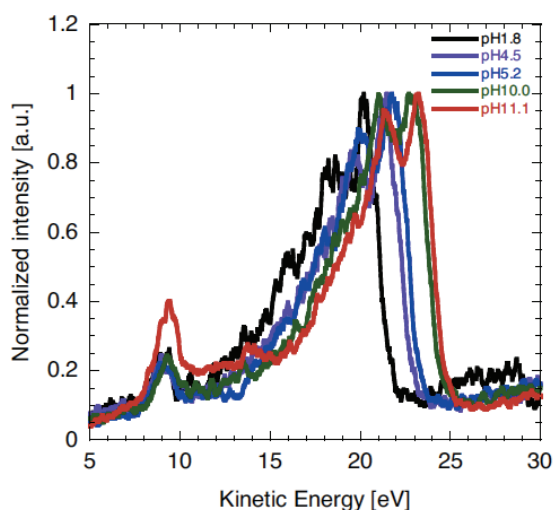
電気通信大学 基盤理工学専攻

有機材料である導電性ポリマーポリ(3, 4-エチレンジオキシチオフェン):ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT:PSS)は一般的な透明電極材料である酸化インジウムスズ(ITO)の代替として注目されている。本研究の目的は PEDOT:PSS 電極と光受容タンパク質バクテリオロドプシン(bR)を用いた有機光検出器の作製である。BR 光検出器の出力には電極の仕事関数に関わっており、仕事関数が作用極<対極の場合、エネルギー障壁が生じ、電子の移動が阻害されるため出力低下する。そのため、対極の仕事関数は作用極の仕事関数以下であることが望ましい。PEDOT:PSS の仕事関数は通常 -5.3 eV 程度であるが、PEDOT と PSS の組成比や pH によって変わる。よって使用している PEDOT:PSS の仕事関数を知ることは、bR 光検出器を作製する上で重要である。

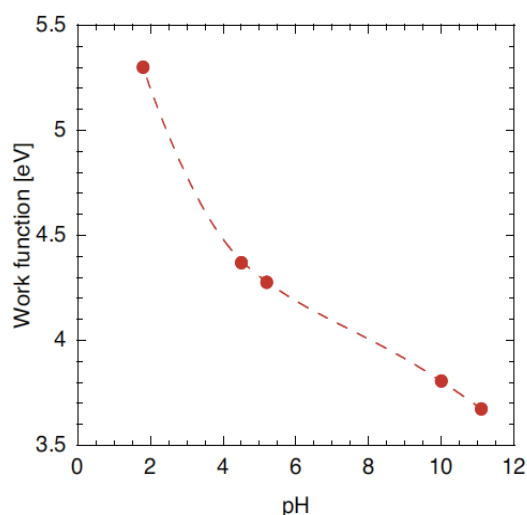
UPS を用いて PEDOT:PSS 薄膜における仕事関数の pH 依存性を測定した。得られた UPS スペクトルを図 1(a)に示す。最も低い運動エネルギーである  $E_k(0)$ の値は変わらず、最も高いエネルギー準位である  $E(\text{HOMO})$ の値が pH 上昇により高くなっている。仕事関数  $\phi$  は、仕事関数  $h$ , 光の振動数  $\nu$  を用いると、

$$\phi = h\nu - \{E(\text{HOMO}) - E_k(0)\}$$

という関係が成り立ち、この式により算出された仕事関数を図 1(b)に示す。PEDOT:PSS の pH 上昇によって仕事関数が減少している。これは NaOH による pH 調整により PEDOT:PSS 薄膜内に  $\text{Na}^+$  が存在し、PEDOT:PSS の高度にドーピングされた金属状態から低いドーピングレベルの半導体状態への遷移を引き起こす。この金属状態から半導体状態への遷移は PSS-H から PSS-Na への置換、 $\text{Na}^+$  により膜が正に分極したためだと考えられる。



(a)



(b)

図1 異なる pH の PEDOT:PSS 薄膜における UPS スペクトルと仕事関数。(a) UPS スペクトル、(b) 仕事関数の pH 依存性。



## 絶縁膜上へのナノ構造形成技術に関する研究開発

(顕微レーザーラマン分光計)

塚本貴広

電気通信大学大学院情報理工学研究科基盤理工学専攻

炭素原子一層であるグラフェンは機械的強度や化学的安定性に優れている。また、グラフェンを固体表面上に貼り付けることで、その固体表面上に疎水性のカーボンコーティングが可能であり、表面化学状態を制御することができるため、固体表面上へナノ材料を集積化するプラットフォームとしても有用である。本研究では、絶縁膜上へのナノ材料の選択的な配置制御技術の開発に向けて、グラフェンを用いた Ge パターニング形成技術の検討を行った。

300 nm の  $\text{SiO}_2$  膜を形成した Si 基板にグラフェンを形成し、真空中にて  $600^\circ\text{C}$  で熱処理した後、スパッタ法により Ge を堆積させた。堆積した Ge の膜厚は 10 nm であり、成膜温度は  $650^\circ\text{C}$  とした。グラフェンは基板全体を覆っておらず、グラフェン表面と絶縁膜表面が混在している。作製したサンプルをラマン分光法により評価した。図 1 に (a) Ge ピーク及び (b) G-band のラマンマップを示す。グラフェン上において Ge の堆積が観察され、絶縁膜上では Ge の堆積は見られなかった。基板温度が  $450^\circ\text{C}$  以上の場合において、グラフェン上への選択的な Ge 形成が確認できた。絶縁膜上にグラフェンを貼りつけてスパッタ法により Ge を堆積した場合、絶縁膜上には Ge は形成せず、グラフェン上に選択的に Ge が形成することがわかった。

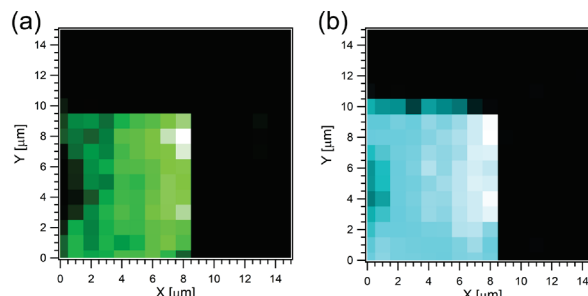


図 1. 絶縁膜上グラフェンに Ge を堆積後の (a) Ge ピーク及び (b) G-band のラマンマップ. グラフェン上に選択的に Ge が形成.

## Comparing the stability of state-of-the-art n-type organic semiconductors used in organic solar cell active layers

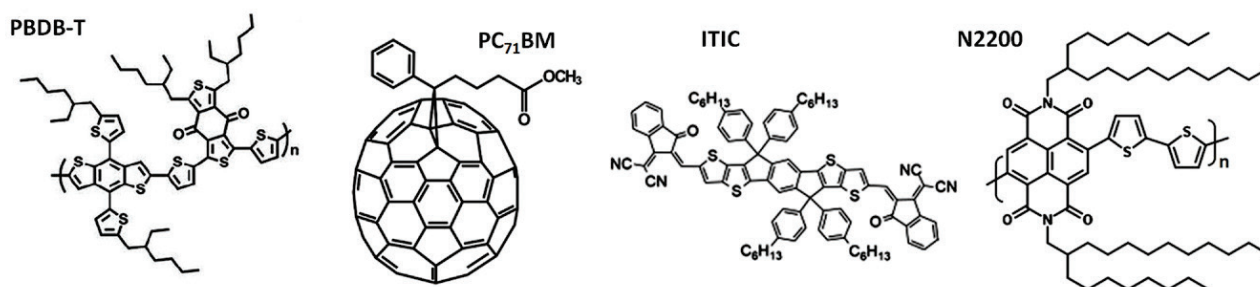
(X線光電子分光装置)

Vohra Varun · 清川 歩 · 高田智明 · 松永優美

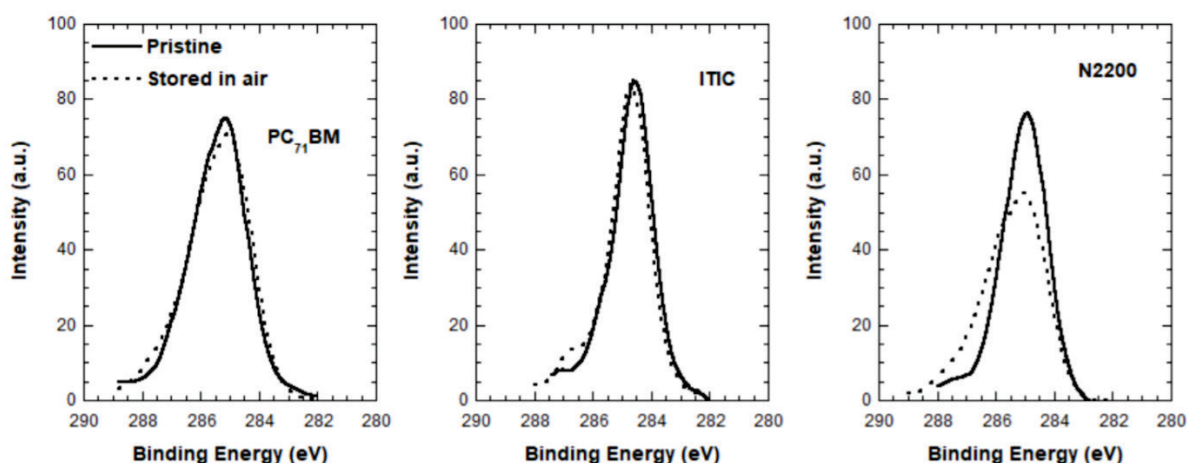
電気通信大学 基盤理工学専攻

Over the past decade, the development of new organic semiconductors that can be employed in organic solar cells (OSCs) has resulted in rapidly increasing record power conversion efficiencies for this emerging photovoltaic technology. Efficiencies over 10% have been reached by modifying the n-type organic semiconductors that are used as electron acceptors in the OSC active layers. These can be classified into three categories, namely, fullerenes, nonfullerene small molecules and nonfullerene polymers.

The typical molecular structures of state-of-the-art materials of each category (PC<sub>71</sub>BM, ITIC and N2200)



are represented in the figure above. We studied the stability of OSCs fabricated with a high-performance electron donor (PBDB-T) combined with these acceptors and found that fullerene-based OSCs exhibit the most stable performance for both constant solar irradiation and long-term storage (shelf-life) tests. PBDB-T:ITIC OSCs degrade quickly under continuous solar irradiation but exhibit decent shelf-life. On the contrary, PBDB-T:N2200 OSCs are stable under continuous irradiation for a short time but are not durable. These results suggest that unlike ITIC, the molecular structure of N2200 probably changes over time when stored in air. To confirm this hypothesis, we monitored the oxidation dynamics of the three materials using X-ray photoelectron spectroscopy (XPS). The results presented below correspond to the C1s spectra of the three n-type organic semiconductors as deposited (pristine) and after two weeks stored in air.



The appearance of an intense shoulder at high binding energies in the XPS spectrum of N2200 is not observed for the two other materials confirming that the performance drop of ITIC-based OSCs under constant irradiation is not related to permanent damage to the molecular structure of the material. Our findings thus help correlate the molecular structure of the electron acceptor with its stability in air. Such information is essential to design adequate materials to produce OSCs that are both efficient and durable.

## 高臨界電流密度プロセスを用いた超伝導電圧増倍回路の動作検証

(ヘリウム液化システム液体窒素、液体ヘリウム)

水柿義直<sup>1</sup>・島田 宏<sup>1</sup>・守屋雅隆<sup>1</sup>・曾明裕太<sup>1</sup>・瀬賀直功<sup>1</sup>・石川昂明<sup>2</sup>・佐藤健太<sup>2</sup>

電気通信大学 大学院・基盤理工学専攻<sup>1</sup> III類<sup>2</sup>

単一磁束量子 (Single Flux Quantum: SFQ) を情報担体とする超伝導デジタル回路は、高速性と低消費電力性を兼ね備えており、種々の信号処理応用が期待されている。また、現在の電圧標準では、ジョセフソン接合で発生する電圧が使用されている。これらを背景に、我々は、交流電圧標準への応用を目指して、SFQ パルス周波数変調を利用した D/A 変換器の研究を行っている。我々の D/A 変換器の最終出力段では、磁束量子の増倍現象を利用した電圧増倍回路を用いている。SFQ パルス周波数変調型 D/A 変換器の安定動作化および高出力電圧化には、この電圧増倍回路の安定性と出力電圧の向上がキーテクノロジーとなる。

本研究では、従来よりも高臨界電流密度である Nb 集積プロセスを利用して電圧増倍回路を試作し、その動作を検証した。具体的には、産業技術総合研究所の従来プロセス (STP2) の電流密度  $2.5 \text{ kA/cm}^2$  と比較して 4 倍の高臨界電流密度となる同研究所の  $10 \text{ kA/cm}^2$  のプロセス (HSTP) を使用した。SFQ 回路のスケーリング則では、その動作周波数は臨界電流密度の平方根に比例するため、2 倍の動作周波数が見込める。+20 倍および -20 倍の電圧増倍回路の動作を測定したところ、それらの最大動作周波数はそれぞれ  $70.9 \text{ GHz}$  と  $61.1 \text{ GHz}$  となり、それぞれ従来プロセス (STP2) での最大動作周波数の 2.7 倍と 2.1 倍となった。これらの結果により、高臨界電流密度プロセスによる高速化が実証できた。

## 半導体微細構造を用いた新規蛍光材料の作製と評価

(DSC 粉末 X 線同時測定装置、絶対 PL 量子収率測定装置、電子線元素状態分析装置)

奥野剛史・志村佳熙・田村祐樹・富田一光・磯部英智香・木村浩丈・山口翔太

電気通信大学 基盤理工学専攻

残光現象は、光励起をやめた後にもしばらく発光が継続する現象である。表示器のバックライトに加える電源をしばらくオフにしても表示を継続させることができるなど、革新的な省エネルギー材料となる可能性をもっている。ヨウ素蒸気下での高い原子反応性を利用して高品質の  $\text{CaS:Eu}^{2+}, \text{Tm}^{3+}$  をはじめて作製することに成功した。700 s の残光時間を示す  $\text{Eu}^{2+}$  濃度が 0.05 % であることを得た。熱蛍光測定において昇温速度を変化させる方法により、エネルギー蓄積される準位の深さを  $0.3 \text{ eV}$  と求めた。Li<sup>+</sup> をさらに追加することにより、残光は 1000 s にのびた。残光を生じさせる準位は、 $\text{Eu}^{2+}$  や  $\text{Tm}^{3+}$  の添加により生じた欠陥準位ではなくて、CaS 母体結晶にもともと存在した S 欠陥の可能性が高いことが示された。

青色励起で赤色発光する新しいリン酸塩蛍光体  $(\text{Ca}, \text{Sr})_5(\text{PO}_4)_3\text{F:Eu}^{2+}$  を真空下で作製することに成功した。 $\text{Eu}^{2+}$  の  $4f^65d^1-4f^7$  の遷移が生じる。 $\text{Tm}^{3+}$  をうまく追加することにより、残光時間を 40 s から 500 s に伸長することができた。安全標識等のかぎられた領域でのみ実用化されている緑色残光蛍光体は、蛍光灯に含まれる紫外光でエネルギー蓄積されることが知られており、紫外光を含まない白色 LED では残光性能が下がってしまう。上記の新しい蛍光体では、青色励起で残光のためのエネルギーを蓄積できることを示した。

## Au回折格子によるMEMS分光センサの研究

(クリーンルーム・アライナ・蒸着装置・F系RIE等)

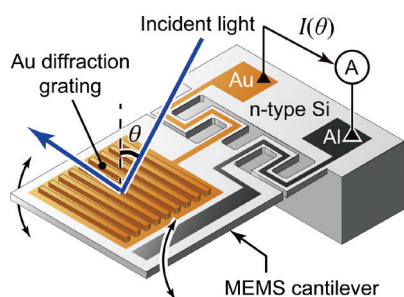
山本陽介・大下雅昭・菅 哲朗

電気通信大学大学院 機械知能システム学専攻

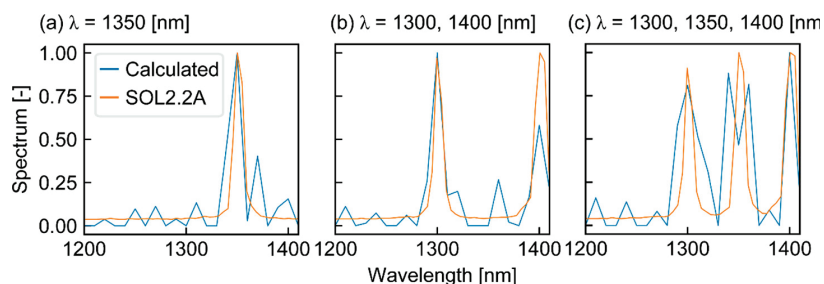
プラズミック構造を半導体基板上に構成することで、特定の波長や偏光を選択的に検出できる光検出器を構成できる。プラズミック構造の立体的な配置をMEMSで動的に変更できれば、単一の素子で検出波長をチューニングできるので、小型高機能な分光デバイス実現につながる。しかし、MEMS変調可能なプラズミック構造による分光の実施はこれまでなされていなかった。そこで、角度変化可能なMEMSカンチレバー上にプラズミック光検出器を構成して構造を動的変更可能とし、さらにこの機能利用による分光を実証した。

光検出器は角度走査可能なn型Siカンチレバー上に金回折格子を形成した構造である(左図)。この金回折格子構造は金界面における表面プラズモン共鳴(SPR)と金とn型Si界面におけるSchottky障壁により、特定の入射角において対応する波長の光を検出するプラズミック光検出器になっている。入射角度を可変とするために、カンチレバー構造上に検出器部分が形成されている。機械的に根元に曲げを生じて角度変化可能とすることで、プラズミック応答を変調可能としている。先行研究の手法を用いてこの光検出器で分光が可能になる条件として、任意のスペクトルを有する光に対する応答は、その光を構成する単色光の線形和になるという条件がある。したがって、まず本研究では、各波長に対するデバイスの電流応答を取得し、この応答特性をデバイスの応答特性として記録した。次に、複数の波長から構成される光を照射し、その時の応答に対して、すでに記録済みのデバイスの応答特性を加味して計算することで、入射光のスペクトルの再構築をはかった。右図は、(a) 単一の波長を入射した場合の分光結果、(b) 二つの波長を同時に入射した時の分光結果、(c) 三つの波長を同時に入射した時の分光結果である。まだ、アーチファクトなどはみられるものの、MEMS素子による分光技術を確立することができた。

これらのデバイスを試作するために、先端設備部門のクリーンルーム、アライナ、蒸着装置、そして、F系RIEなどを利用した。また、観察のためにFE-SEM及びAFMを利用した。



図：MEMS プラズミック構造  
分光デバイスの概要図



図：分光結果

# フタロシアニン誘導体を添加したポリマー光ファイバーの作製と導波特性解析

(200kV 電界放出型透過型電子顕微鏡)

滋山隆広・古川 怜

電気通信大学 基盤理工学専攻

本研究室では、ポリマー光ファイバー (POF) に色素を添加し、光との相互作用を調査することで、色素添加 POF をセンサとして応用を試みてきた。本研究では、フタロシアニン誘導体 (Pc) を POF のコアに添加した。Pc 添加 POF を作製するにあたって、Pc は、平面構造と広い  $\pi$  共役系を持つため、平面同士がスタッキングした凝集構造を取ることが考えられた。そこで、図 1 のように銅フタロシアニン (CuPc1) と、スタッキングを阻害する目的で tert-butyl 基を置換した銅フタロシアニン (CuPc2) を添加した吸収スペクトルを比較した。Pc コア溶液は、ラジカル重合し、POF のプリフォームを作製するまでの工程で、超音波による脱気の後にはポア径が  $0.2 \mu\text{m}$  のフィルタによる不純物除去を行った。そのため、各工程における Pc 溶液を用意し、吸収スペクトルを測定した。結果は図 3 に示す通り、CuPc1 は超音波処理した際にスペクトルが分裂しているが、CuPc2 ではスペクトルに変化は見られなかった。このような分裂は、Pc が結晶化した際にみられ、励起子相互作用による吸収波長の変化が起きたと示唆された。実際、CuPc1 の TEM を測定すると図 2 のように凝集している様子が確認できた。また、CuPc2 は、コア溶液中でその分散性が高いことが明らかになった。

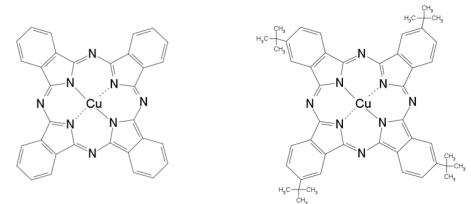


図1 使用したPc誘導体の構造式. 左: Copper(II) phthalocyanine (CuPc1), 右: Copper(II) 2,9,16,23-tetra-tert-butyl-29H,31H-phthalocyanine (CuPc2)

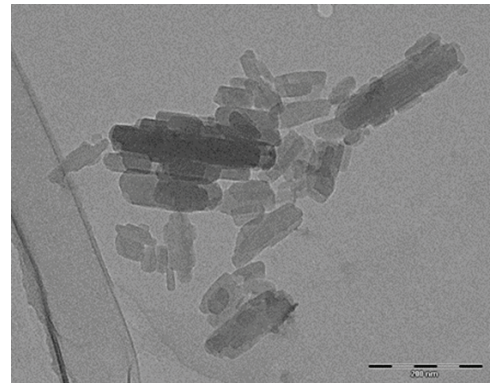


図2 超音波処理後の CuPc1 添付コア溶液の TEM 画像

次に、CuPc2 の POF 中での分散状況を調べるために、1 m の POF に対して CuPc2 の励起光を用いて、コア中央にエネルギーが分布する低次モード群の光を入射させた時と、skew モードが支配的な場合の NFP を比較した。オフセット量を、中心へ入射した時をコア径の比率で 0%、コアクラッド界面を 100% とすると、結果は図 4 のようになり、Blank では、0% の位置に入射すると中心を光が伝搬し、100% に近づくほど、skew モードが増え、コア全体に光が分布している様子が確認できた。一方、CuPc2 を添加した POF では、0% の位置では Blank と同様であるが、100% に近づくにつれて中心を伝搬する光が少なくなっている。この原因については、コアの重合の際に界面ゲル重合によって Pc がコアの中心に局在し、中心を通る励起光を吸収していると考えた。そのため、CuPc2 添加 POF は、吸収する光であれば高次と低次のモードで透過性が異なることが示唆された。

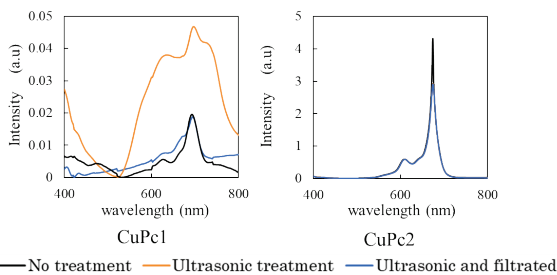


図3 CuPc1 (左) と CuPc2 (右) を添加したモノマーコア溶液の吸収スペクトル。メチルメタクリレートに Pc を添加した試料 (黒線)、それを超音波処理した試料 (橙線)、その後フィルタを通した試料 (青線)

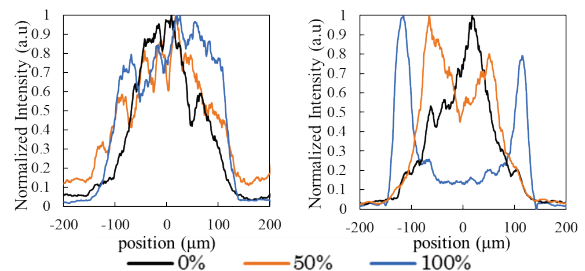


図4 中心からのオフセット量が0% (黒線)、50% (橙線) 100% (青線) の時のNFP測定, 左: Blank POF, 右: CuPc2添加POF

# 任意のタイミングで解毒可能なDNAアプタマー型共有結合性薬剤の開発

(ESI-TOF 型質量分析計、LCQ イオントラップ型質量分析計、超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz))

瀧 真清

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 基盤理工学専攻

## 1. はじめに

薬剤の製造/投与頻度を減らすことを目的とし、標的蛋白質に対して特異的に共有結合を形成し半永久的な薬剤効果を発揮する理想的な共有結合性薬剤の開発を目指している。同薬剤は、標的以外の蛋白質と共有結合してしまった場合、不可逆的な副作用が永続的に続くリスクがある。このリスクを極限まで低減させるため、① 多点認識によって標的だけを厳密に認識する共有結合性薬剤であること、② それでもなお副作用が起こった場合に任意のタイミングで解毒が可能であること、を両立しうる「DNA アプタマー型の共有結合性薬剤」という分子形態（モダリティー）を世界で初めて確立した (*Chem. Commun.*, **57**, 2483 (2021); cover article)。

## 2. 実験・結果

構造情報や薬効などがよく知られている thrombin 結合性 DNA アプタマー(TBA)をモデルとして実証実験を行った。具体的には、TBA 配列内の特定残基にアルキニル長鎖アルカンを持たせたものと、アジド基を有するアリアルフッ化スルホニルとを、ヒュスゲン環化付加反応により結合させることで、TBA を共有結合性薬剤へと変換した。変換後の TBA は、ヒト血清中において標的蛋白質 (thrombin) に対してのみ特異的に共有結合することが、ゲル電気泳動 (SDS-PAGE) 等によって確認された (図 1-①)。さらに、thrombin 結合アプタマーの DNA 配列に対して相補的な配列を持つ「DNA 型の解毒剤」を加えたところ、thrombin 結合アプタマーが一本鎖構造から二本鎖構造に変化して標的に係留されつつも阻害部位から離れることで、薬効の中和が可能であった (図 1-②)。

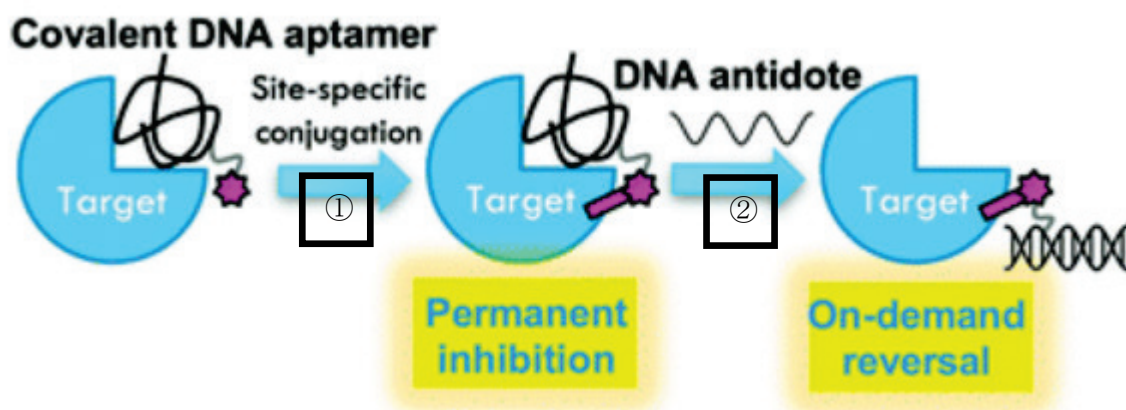


図 1. DNA アプタマー型の共有結合性薬剤：

- ①標的蛋白質(thrombin)のみを特異的に認識して共有結合することで不可逆的に阻害する。
- ②相補的な DNA 配列を持つ解毒剤により任意のタイミングで薬効を中和する。

謝辞：本研究は Wisconsin 大（現 北大/電通大客員教授）・Yang 先生との共同研究であり、また、本学内の科研費支援グラントでご支援いただきました成果でございます。この場をお借りして心より御礼申し上げます。

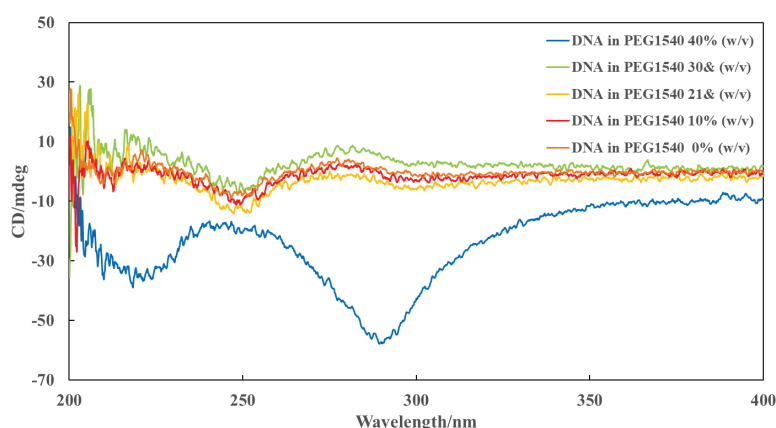
## 分子混雑環境におけるDNAの構造確認

(円二色性分散計)

武富祐樹・山口湧暉・田仲真紀子

電気通信大学 基盤理工学専攻

DNA が機能する生体内は実際には分子混雑環境にあり、DNA が凝縮構造をとることもある。本研究においては、緩衝溶液に、ポリエチレングリコールを高濃度で添加することによって調製した分子混雑環境において、シクロプロパン環を有する DNA を取り扱っている。円二色性スペクトル測定により、ポリエチレングリコール 40 % (w/v) の分子混雑条件では正または負に異常な強度のスペクトルが確認された。100 mM NaCl, 40 % (w/v) PEG1540 の条件では、 $\Psi$  (psi, polymer-salt-induced) 型と呼ばれる DNA の液晶構造が形成されることが確認された。



## タンパク質、ペプチドの二次構造解析を含む学生実験課題のコロナ禍における実施

(円二色性分散計)

菅 虎雄

電気通信大学 教育研究技師部 実験実習支援センター

昨年度から継続して本学 III 類化学生命工学プログラム 3 年次において開講されている化学生命工学実験第二の学生実験課題の実施における機器利用となった。今年度は COVID-19 感染症対策を意識しながらの学生実験の実施となった。マイクロピペットなどの器具を共用せず、円二色性分散計以外は原則、個々人専用のものを用意した。測定サンプルはタンパク質として、リゾチーム塩酸塩と BSA (Bovine Serum Albumin) を採用し、ペプチドサンプルとして、環状ペプチドであるコリスチン硫酸塩を取り入れた。サンプルを溶解・希釈する溶媒はイオン交換に加え、TFE (TriFluoro Ethanol) でも行い、溶媒環境の違いによる二次構造変化の評価も行った。図 1 に示すように、リゾチームは水中と TFE 中では顕著にスペクトルの変化が観察され、二次構造変化が示唆された。

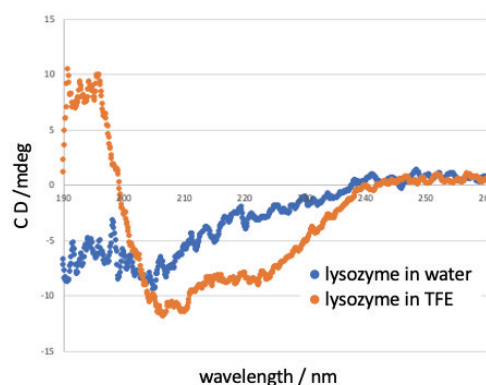


図 1. リゾチーム塩酸塩の CD (Circular Dichroism) 測定結果

## 分子骨格に基づく室温長寿命三重項状態の制御と革新的光機能性材料の構築

(超伝導フーリエ変換 NMR(500MHz)、ESI-TOF 型質量分析装置、有機元素分析装置、円二色性分散計)

林希久也・釜付卓弥・Indranil Bhattacharjee・平田修造

電気通信大学 情報理工学研究科

高性能の発光材料およびそれを制御するための光物理化学に関する研究を進めている。これを実現するための具体的アプローチとして、新しい分子の合成、分子の性能を支配する光物理因子の計測、その光物理化学因子の計算を協働的に行っている。この協働的なアプローチにより、高性能につながる物理化学因子の新規計算法を見出し、計算化学を用いて効能性光機能特性を示す分子を推定し、新規化合物を合成して確認をするプロセスを経ている。

上記を行う上では、計算化学設備や分光計測設備だけでなく、新規化合物を合成および精製した後には新規化合物を同定することが必要不可欠である。新規有機分子を同定するためには、一般的には  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$ , 高分解能分子量スペクトル, 元素分析が必要であり、これは米国化学会誌を中心とする化学系 TOP journal に論文投稿する段階において必要不可欠の項目となっている。

令和 2 年度は、長寿命室温りん光機能、逆過飽和吸収特性、熱活性化遅延蛍光の内容で、上記設備を用いて以下の新規化合物を合成し化合物を同定した。これら化合物を用いてゼミ内の先導的分光計測結果および計算技術結果を用いて下記成果を得た。

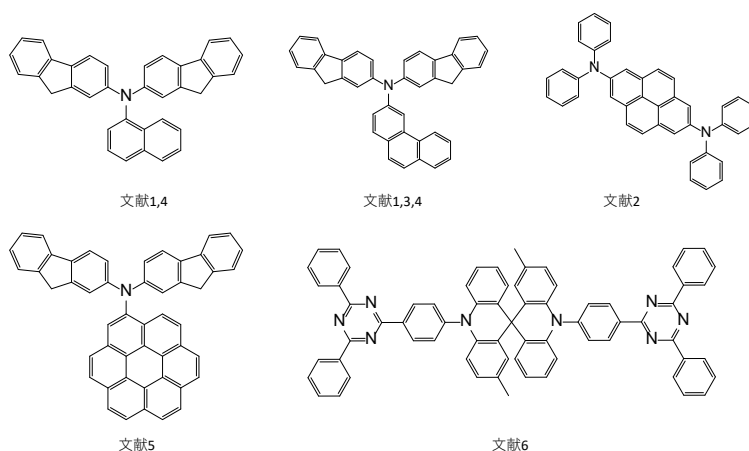


図 令和 2 年度に主に発表した高性能新規化合物群

- ・世界最大の蓄光輝度と収率を示す分子骨格を見出した。<sup>1)</sup>
  - ・最弱の青色連続光強度で大きな非線形吸収増強を示す材料を実現した。<sup>2)</sup>
  - ・分子間三重項エネルギー移動による失活を明確にした。<sup>3)</sup>
  - ・合成した分子の三重項無輻射遷移速度を計測し、これと相関可能な三重項無輻射遷移速度の計算モデルを見出した。<sup>4)</sup>
  - ・上記モデルを用いて戦略的に三重項無輻射遷移速度が小さくなる分子を合成した。<sup>5)</sup>
- また、円二色性分散計を用いて以下の成果を得た。
- ・ドナーアクセプター2面角の振動が高効率熱活性化遅延蛍光の要因であることを実証した<sup>6)</sup>
- 以上の成果は下記参考文献に発表済みである。

### 参考文献

- 1) I. Bhattacharjee, S. Hirata, *Adv. Mater.* **2020**, *32*, 2001348.
- 2) T. Kamatsuki, I. Bhattacharjee, S. Hirata, *J. Phys. Chem. Lett.* **2020**, *11*, 8675-8681.
- 3) S. Hirata, H. Hara, I. Bhattacharjee, *J. Phys. Chem. C* **2020**, *124*, 25121-25132.
- 4) S. Hirata, I. Bhattacharjee, *J. Phys. Chem. A* **2021**, *125*, 885-894.
- 5) I. Bhattacharjee, K. Hayashi, S. Hirata, *JACS Au* **2021**, *1*, 945-954 (Front Cover).
- 6) K. Hayashi, A. Matsumoto, S. Hirata, *Chem. Commun.* **2021**, *57*, 1738-1741 (Inside Front Cover).



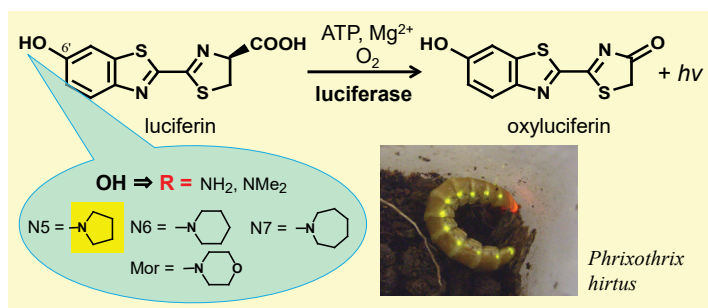
## 生物・化学発光の分子基盤確立と材料開発展開

(CCD型単結晶X線回折装置、DSC粉末X線同時測定装置、ESI-TOF型質量分析装置、LCQイオントラップ型質量分析計、ガラス細工加工設備、円二色性分散計、高速応答FT-IR、絶対PL量子収率測定装置、超伝導フーリエ変換NMR(500MHz)、二重収束質量分析計(EI,FAB,GC/MS)、有機元素分析装置、低温粉末X線回折装置、熱分析装置)

垣内美知雄<sup>1</sup>・V. Viviani<sup>2</sup>・V. Bevilaqua<sup>2</sup>・D. R. Souza<sup>2</sup>・G. F. Pelentir<sup>2</sup>・平野 誉<sup>1</sup>

電気通信大学 基盤理工学専攻<sup>1</sup>、Federal University of Sao Carlos (ブラジル)<sup>2</sup>

我々は生物発光の分子機構解明とソフトクリスタル化学発光系の開拓に取り組んでおり、生物発光研究では、ホタルを含む発光甲虫の反応機構解明と反応機構に基づくイメージング技術開発を国際共同研究で進めている。発光甲虫は下図のルシフェリン-ルシフェラーゼ(L-L)反応により発光する。鉄道虫などの多数の発光甲虫が生息するブラジルで研究する Viviani 教授のグループと協力し、我々が合成したルシフェリンアナログとブラジルの発光甲虫酵素を組合せて機構解明と応用探索を行っている。ルシフェリン構造の6'位に環状を含めたアミン置換基を有するアナログを用いてL-L反応による発光特性評価を行い、5員環ピロリジン置換アナログと鉄道虫酵素の変異体の組合せが極大波長 650 nm で高い強度で光ることを見出し、バイオイメージング応用に有効な赤色発光系の1つを提供できた。



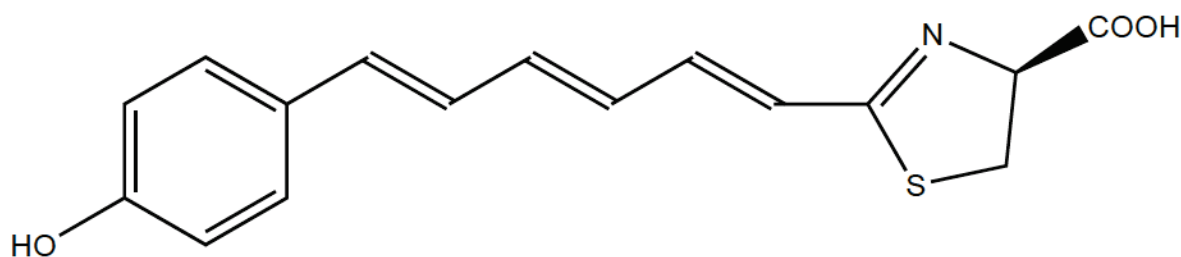
参考文献： Viviani, V.; Bevilaqua, V.; Souza, D. R.; Pelentir, G. F.; Kakiuchi, M.; Hirano, T., “A very bright far-red bioluminescence emitting combination based on engineered railroadworm luciferase and 6'-amino-analogs for bioimaging purposes,” *Int. J. Mol. Sci.*, **22** (1), 303 (13 pages) (2021).

## 生物発光を応用した生体光イメージング技術の開発研究

北田昇雄<sup>1</sup>・神谷弦汰<sup>1</sup>・玉城翔太<sup>1</sup>・牧昌次郎<sup>1</sup>・金 誠培<sup>2</sup>

電気通信大学大学院基盤理工学専攻<sup>1</sup>、産業技術総合研究所つくば<sup>2</sup>

生体内深部可視化技術の競争（長波長発光材料の開発競争）が世界で激しくなっている。2019年末にホタル生物系では、米国プロメガ社が2018年に論文で公開したca.740 nmの人工材料を超える、世界最長波長となるNIR人工発光基質“GeKiaka”(ca. 760 nm)を創製し、その技術の権利化と発表を行った。2020年度はこの権利化とデータ収集を行なった。



GeKiaka (760 nm)

また、ホタル生物発光酵素(ca. 62 kDa)が大きくウィルスの標識には不適であることが長年指摘されていた。しかし、海ホタル系では発光酵素は小さい(ca. 19 kDa)ものの、天然系は短波長(ca.480 nm)でありインフルエンザ等のウィルスの生体内動態の可視化には全く不十分であった。そこで海ホタル発光基質もホタルの系に倣って人工化することで、近赤外発光領域(650-900 nm)の発光(ca.670 nm)を実現した。またこれを産総研金博士が保有する変異酵素ALucシリーズと種々クロスすることで多彩な発光波長を得ることに成功した。

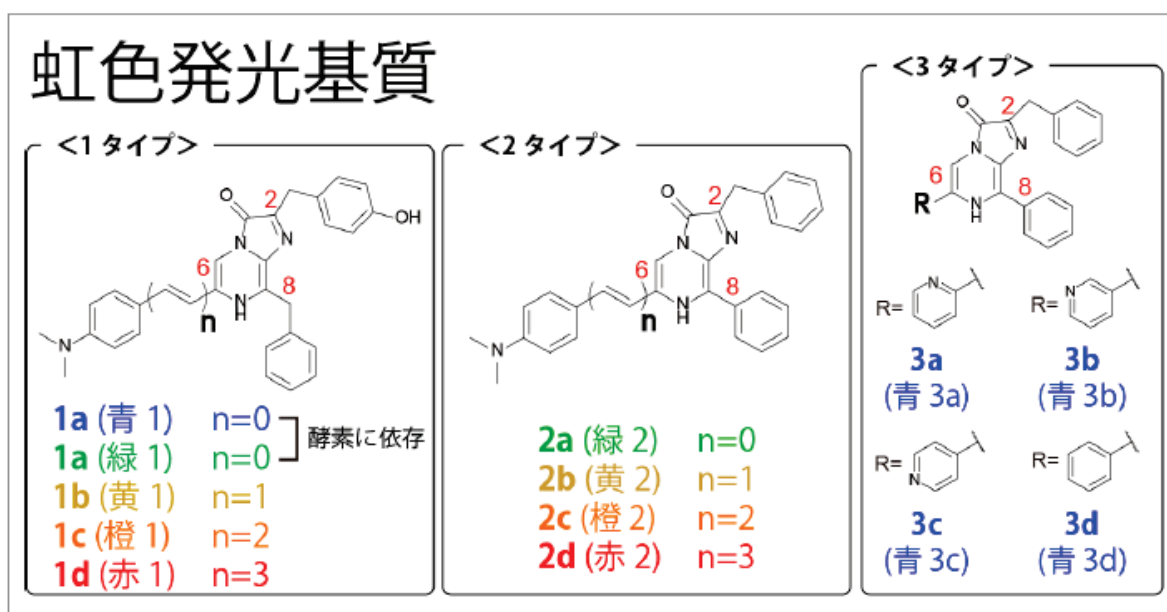


図1 虹色発光基質の化学構造

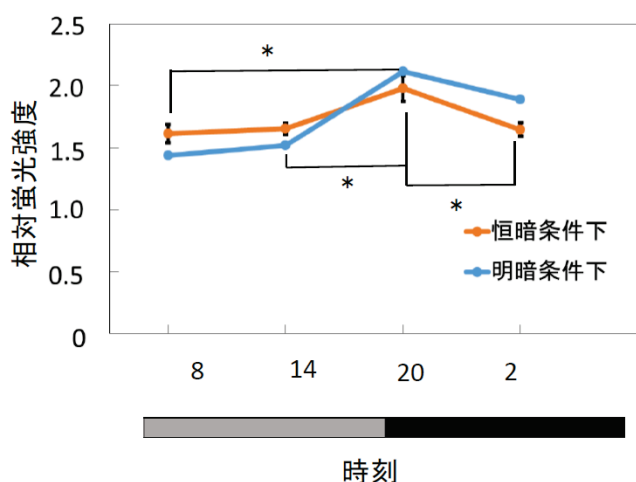
## 神経情報伝達のメカニズム

(共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡)

石田健司・仲村厚志

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 基盤理工学専攻

我々の体内の様々な生理現象には、約1日周期のリズムが存在する。このリズムは概日リズムと呼ばれ、概日リズムを生み出す生物時計を概日時計と呼ぶ。概日時計が約24時間周期のリズムを生み出す仕組みは、まだ不明な点が多い。本研究ではAMPキナーゼと呼ばれる蛋白質リン酸化酵素の、概日時計機構における24時間のリズムを生み出す仕組みへの関与を調べている。哺乳類において、概日時計の中核は脳の視床下部の視交叉上核という領域に存在している。視交叉上核におけるAMPキナーゼの機能を明らかにするために、共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡を用いて、マウスの脳における組織学的な解析を行った。その結果、AMPキナーゼの活性化が視交叉上核に局



在していることが明らかになった。さらに、その活性が夜の前半の時間帯に高く、さらにその変動が恒暗条件下でも継続することが分かった(図1)。また、活性の高い夜の前半にマウスに光の照射を行ったところ、急速に昼のレベルにまで活性が落ちることを明らかにした(図2、3)。これらのことから、AMPキナーゼは、視交叉上核において、概日時計の光による時刻調節に関わっている可能性が示唆された。

図1 マウス視交叉上核におけるAMPキナーゼ活性の日周変動

One way ANOVA を行った後、ポストホックテストとして Tukey 検定を行った。\* $P < 0.05$

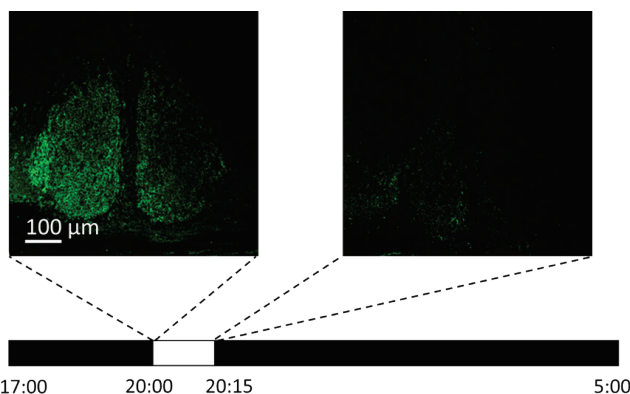


図2 夜間光照射後のAMPK基質抗体による免疫染色画像

左は20時のサンプル、右は20時から15分間の光照射を行ったサンプルに対するAMPK基質抗体を用いた免疫染色結果を表している。光照射により、発光強度が大幅に減少している。

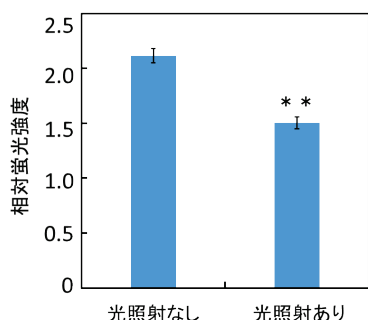


図3 夜間光照射によるAMPK基質リン酸化への影響

グラフは平均値±標準誤差を表している。光照射なしは6匹、光照射ありは9匹のマウスについて行った。t-test \*\* $p < 0.01$

## 哺乳類卵細胞における細胞骨格の調節機構に関する研究

(共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡、ヘリウム液化システム液体窒素・窒素ガス、実験動物管理施設)

近藤謙人・白川英樹

電気通信大学 基盤理工学専攻

哺乳類卵の受精時には周期的な細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  濃度 ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ) の上昇 ( $\text{Ca}^{2+}$  振動) が生じ、これによって卵は賦活化されて胚発生が開始される。本研究では、受精卵における  $\text{Ca}^{2+}$  による細胞周期とアクチンフィラメント (F-アクチン) の協調的調節機構を検証するため、マウス卵での  $\text{Ca}^{2+}$  振動時の F-アクチンと染色体の動態を同時に観察し、染色体近傍の細胞皮層部に局在する F-アクチンの厚い層構造 (アクチンキャップ; AC) の動態と染色体分離の時間的關係を調べた。卵細胞内の F-アクチンの可視化には、アクチン結合タンパク質ユートロフィンの F-アクチン結合ドメインに蛍光タンパク質を結合したプローブ (EGFP-UtrCH, mRFP-UtrCH) を用いた。*in vitro* で合成したこれらの cRNA を注入して発現させたマウス成熟卵に対し、ホスホリパーゼ C  $\zeta$  (PLC  $\zeta$ ) の cRNA を注入して  $\text{Ca}^{2+}$  振動を誘発した時の変化を、共焦点顕微鏡で経時的に記録した。染色体の動態は、Hoechst 33342 による蛍光像または明視野像により観察した。14 個の卵について測定・解析を行った結果、AC 崩壊の開始に要する  $\text{Ca}^{2+}$  上昇は  $2.5 \pm 0.7$  回 (平均  $\pm$  標準偏差)、最初の  $\text{Ca}^{2+}$  上昇から AC 崩壊と染色体分離の開始までの時間はそれぞれ  $58 \pm 11$  分と  $86 \pm 14$  分であった。また、観察したすべての卵において、AC 崩壊は染色体分離開始に先行して生じた。この結果は、ともに  $\text{Ca}^{2+}$  上昇によって誘発される AC 崩壊と染色体分離という 2 つの事象の発生順序が、協調的な制御をうけて決定されていることを示唆している。

## 骨格筋の修復プロセスに特徴的な細胞内カルシウムイオン変動

(凍結マイクロトーム、ヘリウム液化システム液体窒素、動物実験支援部門施設)

狩野 豊・田淵絢香

電気通信大学 基盤理工学専攻

細胞内のカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ) は重要なシグナル因子である。伸張性収縮後の筋損傷-再生過程ではタンパク質の分解や合成などの生理応答が見られ、これらを制御する細胞内  $\text{Ca}^{2+}$  濃度 ( $[\text{Ca}^{2+}]_i$ ) の特徴的な時空間パターンの存在が考えられる。本研究は、伸張性収縮後の筋損傷-再生過程において特徴的な  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  レベルおよび  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  変化率 ( $\Delta[\text{Ca}^{2+}]_i$ ) を検証した。Wistar 系雄性ラットの前脛骨筋を対象に、伸張性収縮の負荷前および負荷後の筋の損傷期 (5 時間後、1 日) および再生期 (7 日後) において、*in vivo* バイオイメージングによる  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  観察および筋細胞形態評価を伸張性収縮負荷群 (E 群) と、伸張性収縮負荷後にリアノジン受容体の阻害薬を投与した群 (ED 群) で行った。伸張性負荷後の安静時  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  レベルは負荷前に対して E 群において損傷期で増加したが、ED 群では有意な変化は認められなかった。再生期の  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  レベルは両群で有意に低下した。  $\Delta[\text{Ca}^{2+}]_i$  は E 群と ED 群の両群において、5 時間後に顕著に増加した。組織学的な所見より、E 群と ED 群の筋損傷割合に差異は認められなかった。5 時間後の  $[\text{Ca}^{2+}]_i$  の顕著な変動は、タンパク質分解を活性化する特徴的な時空間パターンであることが考えられる。

## カロリー制限が血中インスリン濃度に与える影響

(凍結マイクローム、ヘリウム液化システム液体窒素、動物実験支援部門施設)

野中雄大・竹田怜央・星野太佑

電気通信大学 大学院情報理工学研究科 基盤理工学専攻

2型糖尿病は、骨格筋などのインスリン標的器官におけるインスリン効果の悪化（インスリン抵抗性）、もしくは、膵臓からのインスリン分泌機能の低下が発症の原因である。インスリン抵抗性により糖尿病を発症した場合であっても、膵臓はインスリン抵抗性に対抗するために大量のインスリンを分泌するため、徐々にインスリンの分泌能力が低下し、最終的にはインスリン注射が必要となる。以上のことから、インスリン分泌が低下した膵臓の機能および血中のインスリン濃度を維持・改善させる方法の開発が望まれている。

2型糖尿病モデルマウスに対し、40%の食事制限を行わせたところ、食事制限をしていないマウスと比較して、体重および内臓脂肪量は有意に減少し、経口糖負荷試験による耐糖能も改善した。また、食事制限を行ったマウスでは、空腹時の血糖値も改善し、その際の血中インスリン濃度も高く保たれていた。その際、インスリンの分泌能力は、2群間に有意な差は認められなかったものの、肝臓におけるインスリン分解酵素発現量が、食事制限をしたマウスにおいて有意に低値を示した。以上のことから、食事制限は、全身の耐糖能を改善することに加え、肝臓のインスリン分解酵素発現量を低下させることで血中のインスリン濃度を高め、空腹時における血糖値を改善させる可能性が示唆された。

## COVID-19感染症対策のためのオープンソース・マスクの開発と社会啓発活動

(熱電子放出型走査電子顕微鏡、簡易型 SEM)

石垣 陽・田中健次

電気通信大学大学院 情報理工学専攻

深刻な問題となったマスク不足を解決するため、オープンソースのマスク「オリマスク」を開発した。またマスクの機械的性能について、本学で撮像した SEM 写真（図1）を活用しながら、テレビ、新聞、雑誌を通じて広く社会に啓蒙した。

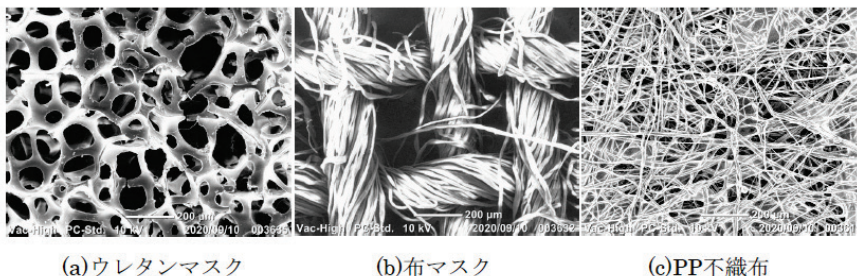


図1 マスクで使われるフィルター材料の電子顕微鏡写真

研究成果はNHK ETV 特集で密着取材を受けた他、フジテレビ「特ダネ」で二回にわたって特集が組まれ、さらに朝日新聞、日経ヘルズ誌、SE 誌、JST ジャーナルでも広く取り上げられた。

# 食品加工作業支援システムに関する研究

## 惣菜盛付作業自動化に関する研究～コーン盛付ハンドの開発～

(最先端三次元形状測定・評価システム)

池谷友佑・金森哉吏

電気通信大学大学院 機械知能システム学専攻

**1. 目的** 少子高齢化による労働力不足により、工場においては作業の自動化が求められている。食品工場において、惣菜盛り付け作業は労働集約度が高く自動化のニーズがある。しかしながら、食品は不揃いで、かつ柔らかく崩れやすいというワークの難しさと、食品製造に必要な衛生条件を満たさなければならないという工程特有の難しさがある。ロボットによる惣菜盛り付け作業の自動化に関する関連研究においては、真空パッドを用いて吸着するもの、ソフトマテリアルを用いて把持するもの、ベルヌーイチャックを用いて吸着するものなどがある。本研究では、コーン盛り付けの要求仕様に基づく新たなエンドエフェクタの開発を目指している。前年度は市販の旋回流式吸着ユニットを用いてスイートコーンの盛り付けシステムを開発した。今年度は、高精度で高機能な盛付を実現するための新しいハンドの設計試作とハンドリング方法について研究を行った。

**2. 研究内容および成果** 図1にロボットコントローラと画像処理装置の動作の流れを示す。ロボットは吸着位置検出のリクエストを画像処理装置であるPCに送る。PCは深度画像からトロ箱およびトロ箱内部のコーンの状態を認識し、吸着位置の決定を行い、ロボットに返信する。ロボットは吸着位置に基づき吸着を行う。吸着後、再び吸着位置検出のリクエストをPCに送り、検出を行う間に盛付作業を行う。吸着したコーンは、コンベア上を流れるトレーに盛りつける。図2に試作したコーン盛付ハンドの構造を示す。本機は、吸着用の負圧を発生させる旋回流式吸着パッド(SMC XT661-6A-R)、その下側にコーンを収納するメッシュと円筒柵から構成される。また、従来法に比べてトロ箱内のコーン配列の乱れ方が少ないハンドリング方法として、トロ箱内をエリア分割し、切込量（深さ方向の押し込み量）を一定とし、直線状の吸着動作で構成される平均深度直線法を考案した。そして新たなハンドと新しいハンドリング法の最適条件を実験により求めた。その結果、平均深度直線法横方向エリア分割式で切込量 5mm の時に  $23 \text{ g} \pm 3 \text{ g}$  で盛り付けることができた。

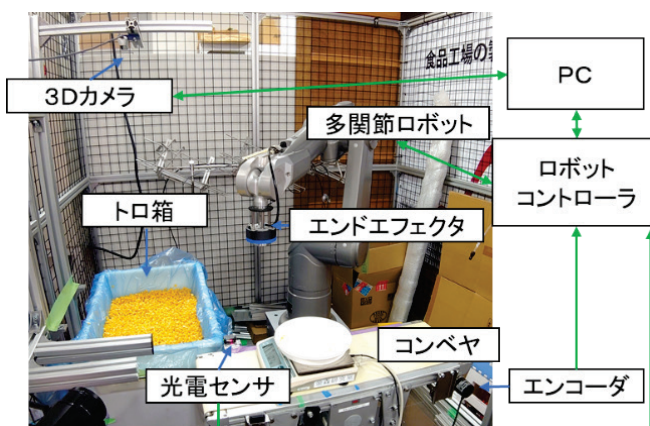


図1 コーン盛付システムの概要

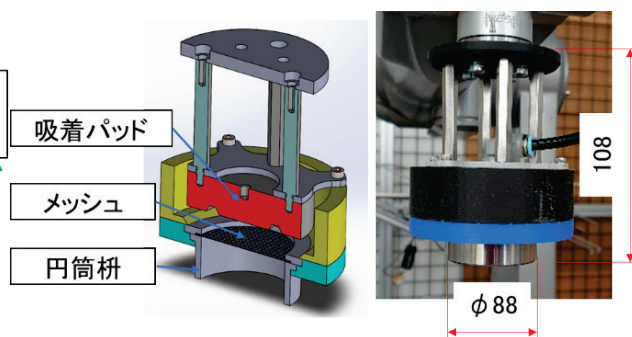


図2 試作したコーン盛付ハンド

**謝 辞** 本研究は(株)アルトリストとの共同研究であり、関係各位のご協力に感謝申し上げます。また、ハンド製作について、本学ものづくりセンター機械設計工作部門の学術技師のみなさんのご協力に感謝する。

## スピーカアレーの放射音場測定

(無響室)

羽田陽一・任 逸

電気通信大学大学院 情報学専攻

当研究室では、マイクロホンアレーおよびスピーカアレーを用いた指向性制御や音場制御の研究を行っている。今年度は2つの円筒型スピーカアレーを用いた音場再現および指向性生成に関する音圧測定を行い、性能確認を行った。測定には、2cm間隔で48個のマイクロホンを直線上に配置したマイクロホンアレーを、奥行き方向に1m、高さ方向に50cm、それぞれ2cm間隔で移動させながらインパルス応答を測定する装置を作成し、これを用いて3次元の音圧場の可視化を行った。無響室内の測定により、これまで計算機シミュレーションで確認していた音圧場が実際に再現されていることがわかった。今後は、他のスピーカアレー装置等についても計測を継続して行っていく予定である。

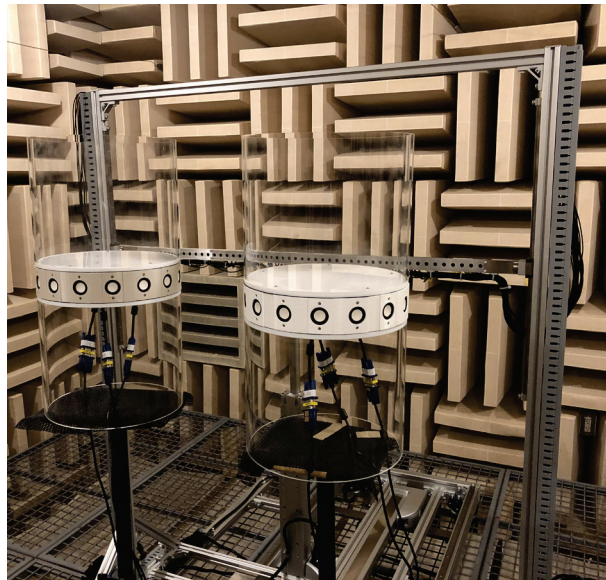


図1 直線上マイクロホンアレーによる3次元音場計測システム

## マルチピッキングカートの研究開発

(電波暗室)

黒川真吾<sup>1</sup>・伊藤久祭<sup>1</sup>・羽方将之<sup>1</sup>・佐藤寛之<sup>2</sup>

株式会社 B-STORM<sup>1</sup>、電気通信大学<sup>2</sup>

株式会社 B-STORM と電気通信大学の共同研究において、物流倉庫のピッキング作業効率を高める研究開発を実施している。マルチピッキングカートの経路探索及び最適配置アルゴリズムに関する研究と平行して、マルチピッキングカートのデバイス開発をしており、総務省も推進するマイクロ波の無線給電の実用化実験を電波暗室で実施した。これにより、日本で初めてデジタルピッキング装置の実用化を目指している。具体的には、電波暗室において、5.7GHzで4~5m先のデバイスに対する無線給電特性の評価をした。実験装置を図1に示す。給電アンテナから受電レクテナへの送電電力を角度と距離を変えて測定した。その結果として、送電機からの距離を変えた4台の受電器に対し20台の送電機に対し送電特性ばらつきが10%に収まることを確認できた。今後、本測定結果で実用化の目標がクリアできるめどが立ったため、ワイヤレス給電のデジタルピッキングシステムの実用化の試作をする。

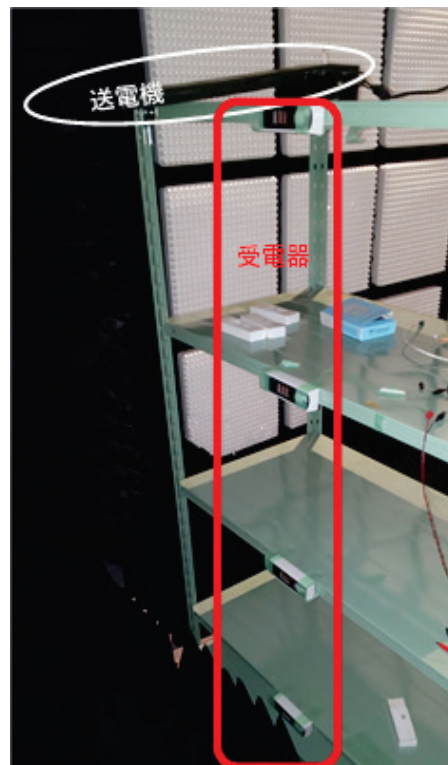


図1: 実験装置





## 低温部門活動状況

研究設備センター低温部門 部門長 島田 宏  
学術技師 小林利章

### 1. 業務概要

種々の材料の電氣的、磁氣的あるいは光学的性質等を調べる物性研究、それらを材料として利用したデバイスやセンサーなどの新機能開発、超伝導材料開発と応用、超伝導磁石による強磁場発生など、様々な理工学研究分野において、極低温からの広い温度範囲を利用する測定技術の利用が不可欠である。時代を切り拓く科学技術の創造的研究活動とそれを担う人材育成による社会への貢献を目指す本学にとって、上記分野の教育・研究の重要性は言うまでもない。この教育研究活動の基盤整備と支援のために、研究設備センター低温部門低温室は、実験用寒剤の液体窒素（大気圧での沸点 77 K）と液体ヘリウム（同じく 4.2 K）の供給、寒剤利用に関連する技術的サポートを業務として活動している。また、近隣する東京農工大学に対しては、両大学間の大学間連携の一環として、平成 16 年 9 月より本学学内利用者への供給と同一の条件（供給価格・ガス回収の義務）で液体ヘリウムの供給を行なっている。

液体窒素は大気中の窒素ガスが原料である。低温室では大学キャンパス東西地区それぞれに液体窒素供給設備（CE：Cold Evaporator）を備え、外部業者より調達した液体窒素の貯蔵と利用者への供給、および配管による窒素ガスの供給を行なっている。

液体ヘリウムの原料ヘリウムガスは、枯渇が憂慮される地球資源の 1 つである。またヘリウムガスの産出地は世界的に偏在しており、我が国は全量を輸入にたよっている。本学ではこのような背景のもとで、利用者が液体ヘリウムを使用した後の蒸発ヘリウムガスを回収し、再液化して寒剤として再度供給するというヘリウムの循環的利用を行なっている。

ヘリウムの回収液化業務を行なうには高圧ガス保安法に基づき高圧ガス製造の許可が必要であり、本学は東京都の許可を受けた第一種製造者である。国立大学法人化に伴い、本学は平成 16 年度より特認事業所から一般事業所に移行し、保安統括者を選任する等の保安制度の整備を行なった。研究設備センター低温部門では法規に基づき高圧ガス保安の体制を整え維持し、東京都による保安検査の受検、全学の高圧ガス（液体ヘリウムおよび液体窒素を含む）利用者を対象とした保安教育（年 1 回の保安講習会や従業者に対する保安教育）の実施など自主的な高圧ガス保安に努めている。保安講習会では寒剤利用者に限らず一般高圧ガスの利用者を対象とし、保安や研究遂行のうえでの危険防止だけでなく、寒剤資源の有効利用のための教育も行なっている。

2020 年度は世界的な COVID-19 の感染拡大を受け、大学の教育研究アクティビティは非常に大きく抑制された。その影響により低温室の寒剤供給量も減少し、保安教育活動も例年と異なっている。以下に、近年の活動状況について述べる。

### 2. 設備の現状

図 1 は、低温室開設以来の液体窒素と液体ヘリウムの供給量の年次推移を示している。液体窒素の供給量は 1990 年代前半にほぼ飽和した。一方、液体ヘリウムの供給量は 1990 年頃から急速に増大しはじめ、1995 年に年間約 4 kL に至り、ほぼ供給能力の限界に達した。そこで、平成 12 年度（2000 年度）に実施した液化室の東 6 号館移転に合わせ、ヘリウム液化設備を増強した。この具体的には、液化能力の高い液化機を東大物性研究所より移設することで液化能力を格段に増強し、以後の需要量の飛躍的な増大に対応できた。液体ヘリウム需要の飛躍的な増大（2003 年度の 10 kL から 2006 年度の 29 kL）に対応する液体ヘリウムの円滑な供給と蒸発ガスの確実な回収のために、回収設備、ガス貯蔵設備の増強を行なった。

平成 21 年度（2009 年度）には大規模な設備増強と更新を行い寒剤供給の安定をはかった。この設備更新と増設により、液化システムの液化速度は 108 L/時（設計値）となった。またヘリウム

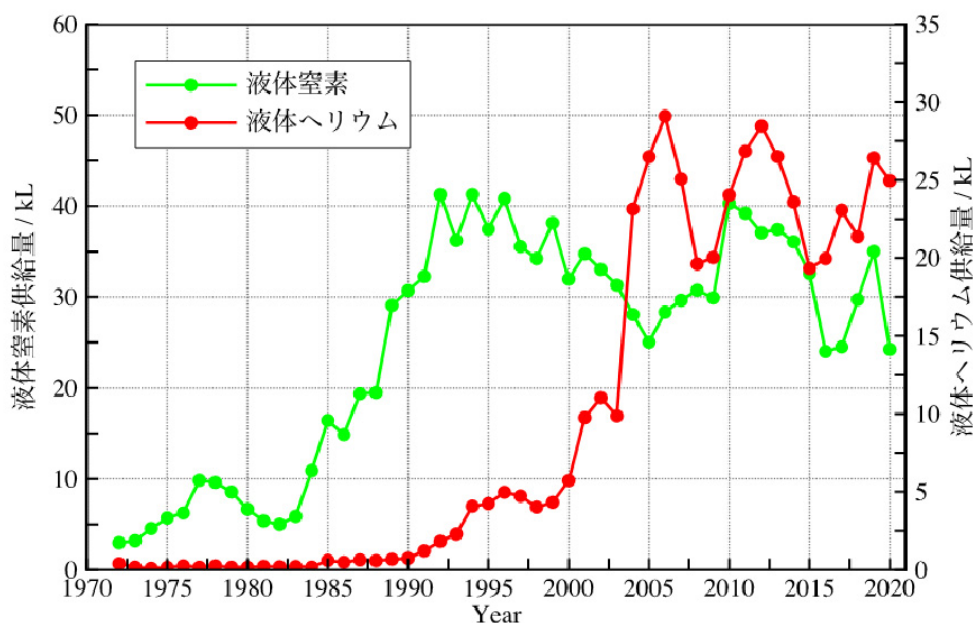


図 1 寒剤供給量の年次推移

回収系は 2 台の圧縮機の並列運転が可能となり、異常・保守時には相互に代替するシステムとなった。

窒素ガス配管に関しては、平成 24 年度 (2012 年度) には東 1 号館への窒素ガス供給配管の延伸、続いて平成 25 年度 (2013 年度) には東 1 号館各実験室に配管を敷設した。2014 年度には東 8 号館へ主管の延伸を実施し供給を開始した。

2020 年度には、世界的な COVID-19 の感染拡大により年度当初から半年間、大学の教育研究活動が大きく抑制されたため、その影響により寒剤供給量も減少した。

近年は、2018 年に発覚した回収圧縮機 A の漏洩事故など機器の経年老朽化に伴うトラブルが散発しており、2020 年 1 月には数週間にわたりヘリウム液化機が停止する障害も発生した。現在の液化システムは 2010 年導入で導入後 10 年が経過しておりシステムの更新を目指した準備等を進め、可能な機器更新など予防保全に努める必要がある。2021 年度に中圧ガスドライヤーの更新を実施するべく準備を進めている。

近年の設備増強を表 1 に、現在のヘリウム液化システムの概要を表 2 に示す。

表 1 近年の主な設備増強

年度	設備	内容
2007	回収設備	長尺容器増設 (6 本組)
2009	液化システム	更新 (L140)
2012	窒素ガス配管	東 1 号館へ延伸
2012	液体窒素供給設備 (CE)	西地区への新設
2013	窒素ガス配管	東 1 号館内室内配管工事
2014	窒素ガス配管	東 8 号館への延伸
2015	ヘリウムガスカードル受入設備	容器置場の新設と配管変更
2016	液化システム	保安用無停電電源装置の導入
2017	液体窒素供給設備 (CE)	東地区ロードセル更新

表 2 2020 年度末のヘリウム液化システムの概要

設備	形式・製造業者	諸元
ヘリウム液化機	L140 (リンデ)	液化速度 108 L/時
液化用ヘリウム圧縮機	DS241 (ケーザー)	0.93 MPa 840 m <sup>3</sup> /時
中圧乾燥器	小池酸素工業	
液体ヘリウム貯槽	CMSH2000 (クライオフアブ)	2000 L
ヘリウムガス中圧タンク		0.93 MPa 16 m <sup>3</sup>
ヘリウム回収圧縮機	C5U2.14 (ブルックハルト)	14.7 MPa 100 m <sup>3</sup> /時
ヘリウム回収圧縮機	C5U2.12 (ブルックハルト)	14.7 MPa 90 m <sup>3</sup> /時
長尺容器 (36本組)		14.7 MPa 2700 Nm <sup>3</sup>
ガスバッグ (3基)		計 30 m <sup>3</sup>
液体窒素貯槽 (東地区)	CEA-10K (岩谷瓦斯)	9700 L
液体窒素貯槽 (西地区)	CE-5 (巴商会)	4900 L

### 3. 高圧ガス保安教育

定期開催の高圧ガス保安講習会では、低温室危害予防規程に基づき高圧ガス保安法など法令教育、高圧ガスの安全な扱い方、低温寒剤の取り扱い方法について、低温室寒剤利用者を対象に（学内で高圧ガスを利用する関係者（職員、学生）も受講可能）保安教育を行った。各年度の講習会受講者数を表3に示した。寒剤の利用者の増加に対応し、例年150人から200人程度が受講している。2020年度はCOVID-19感染拡大防止措置のため、現地開催ではなくオンライン教材（Web Class）による講習とし、通年開講により実施した（\*）

表 3 高圧ガス保安講習会の受講者数

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020
人数 (人)	158	176	217	176	195	109

表 4 2020 年度に実施した保安教育

実施年月	対象者	内容
2020 年	全学の高圧ガス利用者	高圧ガス保安講習会, (オンライン, 通年*)
2020 年 8 月	保安係員・従業者	保安係員法定義務講習
2020 年 9 月	保安係員・従事者	機器・分析技術研究会
2020 年 11 月	保安係員・従事者	zoom 意見交換会 「コロナ下での液化室・低温センター対応他」
2020 年 12 月	保安係員・従事者	低温工学・超電導学会 冷凍部会第1回例会 「昨今のヘリウム事情」
2021 年 3 月	保安係員・従事者	東北大学総合技術研究会

#### 4. 液体ヘリウム供給体制と価格について

液体ヘリウム供給の利用者負担金には喪失ヘリウムの補填，液化に必要な液体窒素等の供給コストを含めており，供給コストは回収率に大きく依存する。図2に示すように，回収率は液化室の東6号館移転前（2000年以前）の60%程度に比べ大きく改善され，かつ近年の供給量の増大もあって液体ヘリウム供給価格はかなり下げることができた。2013年度以降は220円/Lで供給を行った。低価格に安定した液体ヘリウム供給を行うにはガス回収率を高く維持する必要がある，低温室では回収率維持のために利用者への積極的な技術協力を行っており，液体ヘリウム供給の安定に努めている。

ヘリウムの世界市場状況は，2018年頃から構造的な需給タイト化が進行している。背景には，供給側は主要なヘリウム供給地である中東の情勢悪化，米国BLMの備蓄ヘリウム払い下げの終了，天然ガス生産のシェールガスへの移行などによる供給量不足，不安定化があり，需要側は中国や東南アジア，インドなどでの半導体生産の拡大によるヘリウム需要の増大がある。理化学研究向けヘリウムの供給は抑制傾向にあり，ヘリウムの研究利用において回収再液化の重要性はますます高まっている。

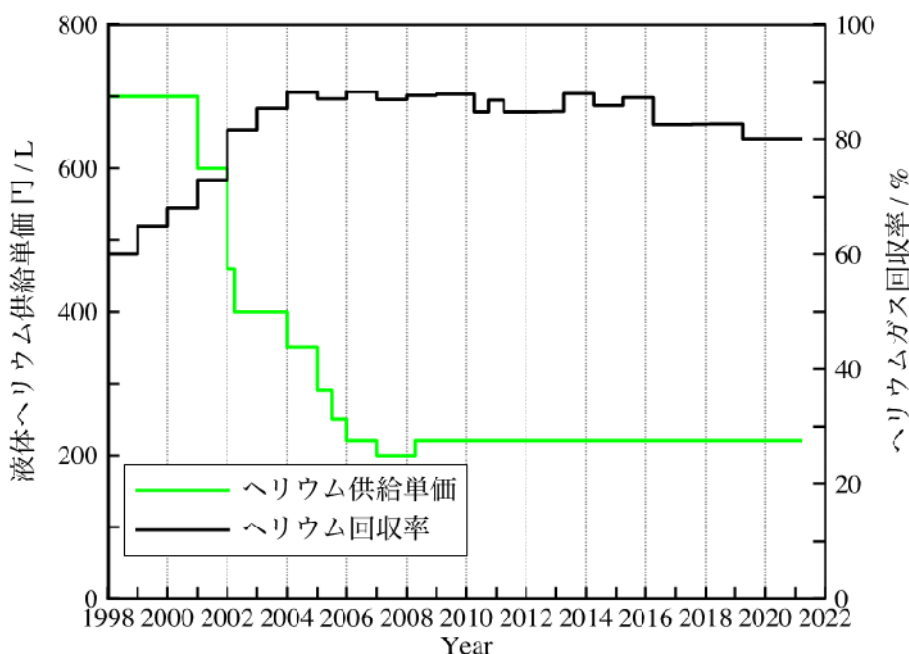


図2 ヘリウムガスの回収率と供給単価

#### 5. 終わりに

低温室が供給した液体ヘリウムを使用して，本学および寒剤供給先の東京農工大学では，低温環境を利用した新奇電子材料や新奇電子デバイスに関する研究が行われている。具体的には，低温下で発現する量子現象の研究，素子材料の開発を目指した材料物性研究，量子効果を利用した新機能デバイスやセンサーの開発など，そのテーマは多岐に渡っている。「低温寒剤を利用した（低温環境を必要とする）研究分野」は活性化しており，大学として戦略的に重要な分野となっている。低温室が提供する安定した寒剤の供給体制はこれら研究分野の活性化に大いに貢献するものである。今後寒剤利用者数はさらなる増加が見込まれており，研究支援組織として低温室が果たしている役割は大きい。

また，現在のところヘリウムガスの回収なしに（蒸発ヘリウムガスを使い捨てて）低温実験を行っている教育・研究機関は日本国内に多く存在するが，全ての研究機関にヘリウム液化機を導入する事は効率的ではない。現在，本学と東京農工大学で行なっている協力体制は，地域協力や大型基盤設備の共同利用の観点からの1つのモデルになると考えられる。

## 研究業績一覽

- Tetsushi Takano, Hisashi Ogawa, Chiaki Ohae, and Masayuki Katsuragawa,  
A 10 W injection-locked single-frequency continuous-wave titanium:sapphire laser,  
*Optics Express*, 29, 6927 - 6934 (2021).
- Hiroto Arima, Yasushi Naito, Kazuki Kudo, Naoyuki Katayama, Hiroshi Sawa, Minoru Nohara, Yangfan Lu, Kentaro Kitagawa, Hidenori Takagi, Yoshiya Uwatoko, and Kazuyuki Matsubayashi  
High-pressure Hall effect measurement on Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> as a candidate for excitonic insulator  
*JPS Conf. Proc.* 30, 011031 (2020) <https://doi.org/10.7566/JPSCP.30.011031>
- H. Arima, Y. Naito, K. Kudo, N. Katayama, H. Sawa, M. Nohara, Y. F. Lu, K. Kitagawa, H. Takagi, Y. Uwatoko, K. Matsubayashi  
Resistive anisotropy of candidate excitonic insulator Ta<sub>2</sub>NiSe<sub>5</sub> under pressure  
*J. Phys.: Conf. Ser.* 1609 012001 doi:10.1088/1742-6596/1609/1/012001
- M. Kato, H. Arima, K. Matsubayashi, A. Sandhu,  
Electrical properties of tin-doped β-Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> under high-pressure,  
*The Irago Conference 2020*, P0013(2020), Tokyo Japan,
- S. Maity, P. Bhunia, K. Ichihashi, T. Ishida, and A. Ghosh,  
SMM Behaviour of Heterometallic Dinuclear Cu<sup>II</sup>Ln<sup>III</sup> (Ln = Tb and Dy) Complexes Derived from N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Donor  
Unsymmetrical Ligands  
*New J. Chem.*, 44, 6197-6205 (2020).
- Y. Kyoden and T. Ishida,  
An Indication of Spin-Transition Accompanied by Order-Disorder Structural Transformation in  
[Ni(phpyNO)<sub>2</sub>(NCS)<sub>2</sub>] (phpyNO = *tert*-Butyl 5-Phenyl-2-pyridyl Nitroxide),  
*RSC Advances*, 10, 16009-16015 (2020).
- A. Kashiro, W. Kohno, and T. Ishida,  
Odd-Even Effect on the Spin-Crossover Temperature in Iron(II) Complex Series Involving an Alkylated or  
Acyloxyated Tripodal Ligand  
*Inorg. Chem.*, 59, 10163-10171 (2020).
- S. Ito and T. Ishida,  
Practically Diamagnetic Macrocyclic Consisting of Nickel-Biradical Heterospins with the Largest Out-of-Plane  
Torsion at Coordination Bonds  
*Chem. Lett.*, 49, 1062-1065 (2020).
- K. Ichihashi, T. Kanetomo, M. Enomoto, and T. Ishida,  
2,7-Di-*tert*-butyl-9,9'(10*H*,10'*H*)-spirobiacridine-10,10'-dioxy as a Ground Triplet Biradical: the Role of  
*tert*-Butylation,  
*Tetrahedron Lett.*, 61, 152428/1-5 (2020).
- Y. Kyoden and T. Ishida,  
A Hidden Coordination-Bond Torsional Deformation as a Sign of Possible Spin Transition in  
Nickel(II)-Bis(nitroxide) Compounds  
*Molecules*, 25, 3790/1-11 (2020).
- T. Jusselin-Oba, M. Mamada, A. Okazawa, J. Marrot, T. Ishida, C. Adachi, A. Yassar, M. Frigoli,  
Modulating the Ground State, Stability and Charge Transport in OFETs of Biradicaloid Hexahydro-diindenopyrene  
Derivatives and a Proposed Method to Estimate the Biradical Character  
*Chem. Sci.*, 11, 12194-12205 (2020).

- A. Taufiq, H. N. Ulya, C. I. Yogihati, Sunaryono, N. Hidayat, N. Mufti, Masruroh, S. Soda, and T. Ishida,  
Effects of ZnO Nanoparticles on the Antifungal Performance of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/ZnO Nanocomposites Prepared from Natural Sand  
*Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.*, 11, 045004/1-10 (2020).
- F. Nakamura, M. Kato, S. Yamada, A. Sandhu,  
AlGaIn/GaN hetero-structure based Hall sensors for harsh environments operation  
*The Irago Conference 2020*, P0015(2020), Tokyo Japan,
- S. Ly, T. Onodera, N. Satake, T. Murakami, A. Sandhu,  
Liquid transmission electron microscopy of gold and polymer nanoparticles in liquid solution with a fluidic capsule  
*The Irago Conference 2020*, P0014(2020), Tokyo Japan,
- N. Satake, J. Sharma, A. Sandhu,  
Smartphone based medical diagnosis protocol enabled by dynamic tracking of electromagnetically induced harmonic oscillation in magnetic particles,  
*The Irago Conference 2020*, P0012(2020), Tokyo Japan,
- T. Onishi, T. Tsukamoto, T. Oya,  
Simple annealing process for producing unique one-dimensional fullerene crystal named fullerene finned-micropillar,  
*Scientific Reports*, 10, 19270, 2020.
- V. Vohra, S. Shimizu, Y. Takeoka.  
Water-Processed Organic Solar Cells with Open-Circuit Voltages Exceeding 1.3V.  
*Coatings* 10, 421 (2020)
- V. Vohra, Y. Matsunaga, T. Takada, A. Kiyokawa, L. Barba,  
W. Porzio. Impact of the electron acceptor nature on the durability and nanomorphological stability of bulk heterojunction active layers for organic solar cells.  
*Small* 17, 2004168 (2021)
- K. Yamazaki, H. Shimada, and Y. Mizugaki,  
Design and Error-Rate Evaluation of RSFQ Logic Gates Comprising a Toggle Storage Loop,  
*Journal of Physics: Conference Series*, 1590, 012042 (7 pages), 2020.
- T. Onomi and Y. Mizugaki,  
Hardware Random Number Generator using Josephson Oscillation and SFQ Logic Circuits  
*IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 30, no. 7, 130305 (5 pages), 2020.
- Y. Mizugaki, K. Yamazaki, and H. Shimada,  
Rapid Single-Flux-Quantum NOR Logic Gate Realized through the Use of Toggle Storage Loop  
*IEICE Transactions on Electronics*, vol. E103-C, no. 10, pp. 547-549, 2020.
- 志村佳熙、久島大輝、田村祐樹、奥野剛史  
青色励起赤色発光リン酸塩蛍光体の発光特性  
*映像情報メディア学会技術報告 ITE Technical Report* vol.45, no.2, 33-36 (Jan. 2021)
- Y. Tamura, T. Okuno, Y. Suda, Y. Nanai  
Red persistent luminescence excited by visible light in CaS:Eu<sup>2+</sup>,Tm<sup>3+</sup>  
*J. Phys. D: Appl. Phys.* vol53, no15 (8 April), 155101(7pp) (2020). / DOI 10.1088/1361-6463/ab6d1c
- Gaku Furusawa, Tetsuo Kan:  
Au nanospirals transferred onto PDMS film exhibiting circular dichroism at visible wavelengths  
*Micromachines*, vol. 11, no. 7, pp. 641, 2020.<https://doi.org/10.3390/mi11070641>

- Romain Pommois, Gaku Furusawa, Takuya Kosuge, Shun Yasunaga, Haruki Hanawa, Hidetoshi Takahashi, Tetsuo Kan, and Hisayuki Aoyama:  
Micro Water Flow Measurement Using a Temperature-Compensated MEMS Piezoresistive Cantilever  
*Micromachines*, vol. 11, no. 7, pp. 647, 2020. <https://doi.org/10.3390/mi11070647>
- Shun Yasunaga, Hidetoshi Takahashi, Tomoyuki Takahata, Isao Shimoyama and Tetsuo Kan,  
Densely Arrayed Active Antennas Embedded in Vertical Nanoholes for Backside-Illuminated Silicon-Based Broadband Infrared Photodetection  
*Advanced Materials Interfaces*, vol. 7, art. no. 2001039, 2020. <https://doi.org/10.1002/admi.202001039>
- Yoshiki Saito, Shinichi Suzuki, Tetsuo Kan  
Si grating structure for surface plasmon resonance excitation by back-side normal incidence illumination,  
*Applied Physics Express (APEX)*, vol. 14, art. no. 036503, 2020. <https://doi.org/10.35848/1882-0786/abe084>
- Tetsuo Kan, Yoshiki Saito, Shinichi Suzuki:  
BACKSIDE ILLUMINATION SPR GENERATING STRUCTURE FOR EFFICIENT LIGHT COUPLING, F-524.f,  
*The 34th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS 2021)*, Online, January 25-29.
- Y. Tabuchi, J. Yang, M. Taki,  
Inhibition of thrombin activity by a covalent-binding aptamer and reversal by the complementary strand antidote,  
*Chem. Commun.*, 57, 2483-2486 (2021), front cover article.
- K. Mochizuki, L. Matsukura, Y. Ito, N. Miyashita, M. Taki,  
A medium-firm drug-candidate library of cryptand-like structures on T7 phage: design and selection of a strong binder for Hsp90,  
*Org. Biomol. Chem.*, 19, 146-150 (2021), front cover article.
- Sakurai, S.; Jo, K.; Kinoshita, H.; Esumi, M. Tanaka, M.  
Guanine damage by singlet oxygen from SYBR Green I in liquid crystalline DNA  
*Org. Biomol. Chem.* 2020, 18, 7183-7187.
- I. Bhattacharjee, K. Hayashi, S. Hirata,  
Key of Suppressed Triplet Nonradiative Transition-Dependent Chemical Backbone for Spatial Self-Tunable Afterglow,  
*JACS Au* 2021, 1, 945-954 (Front Cover).
- K. Hayashi, A. Matsumoto, S. Hirata,  
Chiral Approach to Investigate Mechanism of Highly Efficient Thermally Activated Delayed Fluorescence,  
*Chem. Commun.* 2021, 57, 1738-1741 (Inside Front Cover).
- S. Hirata, I. Bhattacharjee,  
Vibrational Radiationless Transition from Triplet States of Chromophores at Room Temperature,  
*J. Phys. Chem. A* 2021, 125, 885-894.
- S. Hirata, H. Hara, I. Bhattacharjee,  
Phosphorescence Quenching of Heavy-atom-free Dopant Chromophores Triggered by Thermally Activated Triplet Exciton Diffusion of Conjugated Crystalline Host,  
*J. Phys. Chem. C* 2020, 124, 25121-25132.
- T. Kamatsuki, I. Bhattacharjee, S. Hirata,  
The Substituent-Induced Symmetry-Forbidden Electronic Transition Allows Significant Optical Limiting under Weak Sky-Blue Irradiance,  
*J. Phys. Chem. Lett.* 2020, 11, 8675-8681.

- I. Bhattacharjee, S. Hirata,  
Highly Efficient Persistent Room - Temperature Phosphorescence from Heavy Atom - Free Molecules Triggered by Hidden Long Phosphorescent Antenna,  
*Adv. Mater.* 2020, 32, 2001348.
- Li, G.; Hirano, T.; Yamada, K.  
Bright near-infrared chemiluminescent dyes: phthalhydrazides conjugated with fluorescent BODIPYs,  
*Dyes Pigm.* 178, 108339 (7 pages) (2020).
- Viviani, V. R.; Bevilaqua, V. R.; Souza, D. R.; Pelentir, G. F.; Kakiuchi, M.; Hirano, T.  
A very bright far-red bioluminescence emitting combination based on engineered railroadworm luciferase and 6'-amino-analogs for bioimaging purposes,  
*Int. J. Mol. Sci.* 22 (1), 303 (13 pages) (2021).
- Chihiro Yoshida, Tomoya Higashi, Yoshifumi Hachiro, Takuya Yagi, Azusa Takechi, Chihiro Nakata, Kazuya Miyashita, Nobuo Kitada, Ryohei Saito, Rika Obata, Takashi Hirano, Takahiko Hara, and Shojiro A. Maki  
Synthesis of polyenylpyrrole derivatives with selective growth inhibitory activity against T-cell acute lymphoblastic leukemia cells  
*Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 37, 127837 (2021).
- Ryohei Saito, Jun Nakayama, Genta Kamiya, Nobuo Kitada, Rika Obata, Shojiro A. Maki, Hiroshi Aoyama,  
How to select the firefly luciferin analogues for in vivo imaging  
*International Journal of Molecular Sciences*, 22(4), 1848 (2021).
- Shota Tamaki, Nobuo Kitada, Masahiro Kiyama, Rika Fujii, Takashi Hirano, Sung Bae Kim, Shojiro Maki,  
*Scientific Reports*, 11, 2219 (2021).
- Jun Nakayama, Ryohei Saito, Yusuke Hayashi, Nobuo Kitada, Shota Tamaki, Yuxuan Han, Kentaro Semba and Shojiro A. Maki  
High sensitivity in vivo imaging of cancer metastasis using a near-infrared luciferin analogue seMpai  
*International Journal of Molecular Sciences*, 21, 7896 (2020).
- Mamoru Fukuchi, Ryohei Saito, Shojiro Maki, Nami Hagiwara, Yumena Nakajima, Satoru Mitazaki, Hironori Izumi and Hisashi Mori  
Visualization of activity-regulated BDNF expression in living mouse brain using non-invasive near-infrared bioluminescence imaging  
*Molecular Brain*, 13, 122-132 (2020).
- Nobuo Kitada, Ryohei Saito, Rika Obata, Satoshi Iwano, Kazuma Karube, Atsushi Miyawaki, Takashi Hirano and Shojiro A. Maki  
Development of near-infrared firefly luciferin analogue reacted with wild type and mutant luciferases  
*Chirality*, 32 (7), 922-931 (2020).
- Matsuhashi, Chihiro; Ueno, Takuya; Uekusa, Hidehiro; Sato-Tomita, Ayana; Ichihanagi, Kouhei; Maki, Shojiro; Hirano, Takashi,  
*Chemical Communications (Chem. Commun.)* 56, 3369-3372 (2020).
- Shirakawa, H. and Kondo, K.  
Repetitive Ca<sup>2+</sup> increases coordinate the reorganization of cortical actin cytoskeleton and meiotic resumption in mammalian eggs.  
*J Physiol Sci* 71 Suppl 1: S151, March 2021
- Kikuchi, T., Yokoyama, T. and Shirakawa, H.  
Luminal calcium dynamics in the endoplasmic reticulum during calcium oscillations in mouse eggs analyzed using a fluorescent probe with improved subcellular localization.  
*J Physiol Sci* 71 Suppl 1: S72, March 2021



- Ayaka Tabuchi, Jesse C. Craig, Daniel M. Hirai, Trenton D. Colburn, Yutaka Kano, David C. Poole and Timothy I. Musch.  
Systemic NOS inhibition reduces contracting muscle oxygenation more in intact female than male rats.  
*Nitric Oxide*. 2020 Aug 1;100-101:38-44.
- Kouhei Amano, Yudai Nonaka Reo Takeda Yutaka Kano Daisuke Hoshino.  
Effects of electrical stimulation-induced resistance exercise training on white and brown adipose tissues and plasma meteorin-like concentration in rats.  
*Physiol Rep*. 2020 Aug;8(16):e14540.
- Yudai Nonaka, Reo Takeda, Yutaka Kano, Daisuke Hoshino.  
Effects of an acute 3-h swimming exercise on insulin secretion capacity of pancreatic islets.  
*The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. 2020, 9 (4), 173-179.
- Daiki Watanabe, Koji Hatakeyama, Ryo Ikegami, Hiroaki Eshima, Kazuyoshi Yagishita, David C Poole, Yutaka Kano.  
Sex differences in mitochondrial Ca<sup>2+</sup> handling in mouse fast-twitch skeletal muscle in vivo.  
*J Appl Physiol*. 2020 Feb 1;128(2):241-251.
- Ryo Takagi , Ayaka Tabuchi , Tomoyo Asamura , Seiya Hirayama , Ryo Ikegami , Yoshinori Tanaka , Daisuke Hoshino , David C. Poole , and Yutaka Kano.  
In vivo Ca<sup>2+</sup> dynamics during cooling after eccentric contractions in rat skeletal muscle.  
*Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 320(2):R129-R137. 2021.
- Daisuke Hoshino, Kentaro Kawata, Katsuyuki Kunida, Atsushi Hatano, Katsuyuki Yugi, Takumi Wada, Masashi Fujii, Takanori Sano, Yuki Ito, Yasuro Furuichi, Yasuko Manabe, Yutaka Suzuki, Nobuharu L. Fujii, Tomoyoshi Soga, Shinya Kuroda.  
Trans-omic analysis reveals ROS-dependent pentose phosphate pathway activation after high-frequency electrical stimulation in C2C12 myotubes.  
*iScience*. 23: 101558. 2020.
- Takumi Wada, Ken-ichi Hironaka, Mitsutaka Wataya, Masashi Fujii, Miki Eto, Shinsuke Uda, Daisuke Hoshino, Katsuyuki Kunida, Haruki Inoue, Hiroyuki Kubota, Tsuguto Takizawa, Yasuaki Karasawa, Hirofumi Nakatomi, Nobuhito Saito, Hiroki Hamaguchi, Yasuro Furuichi, Yasuko Manabe, Nobuharu L. Fujii, Shinya Kuroda.  
Single-Cell Information Analysis Reveals that Skeletal Muscles Incorporate Cell-to-cell variability as Information Not Noise.  
*Cell. Rep*. 32: 108051. (2020).
- Naoki Matsuda, Ken-ichi Hironaka, Masashi Fujii, Takumi Wada, Katsuyuki Kunida, Haruki Inoue, Miki Eto, Daisuke Hoshino, Yasuro Furuichi, Yasuko Manabe, Nobuharu L. Fujii, Hiroyuki Noji, Hiromi Imamura, Shinya Kuroda.  
Monitoring and mathematical modeling of mitochondrial ATP in myotubes at single-cell level reveals two distinct population with different kinetics.  
*Quant. Biol.*, 8: 228–237 (2020).
- Y. Ren, Y. Haneda,  
Two-dimensional exterior sound field reproduction using two rigid circular loudspeaker arrays  
*The Journal of Acoustical Society of America*, vol. 148 no. 4, pp. 2236-2247 (2020)



## 外部資金獲得状況

(科学研究費補助金)

・基盤研究(S)

- (1) 真空紫外高分解能レーザー分光学の基盤の構築と反水素レーザー冷却への展開  
代表者 桂川 眞幸

・基盤研究(A)

- (2) 彩層からコロナまでの広温度域太陽大気プラズマに実験室から迫る  
代表者 中村 信行

・基盤研究(B)

- (3) 光受容タンパク質を用いた単純細胞受容野型フィルター素子の作製と画像処理  
代表者 岡田 佳子
- (4) 高圧力制御による励起子凝縮と超伝導の研究  
代表者 松林 和幸
- (5) MEMS キラルメタマテリアルによるテラヘルツ分光方法の研究  
代表者 菅 哲朗
- (6) クラウドセンシングを用いた無線環境相関認識による異種システム周波数共有手法の研究  
代表者 藤井 威生
- (7) 新設計マルチコアファイバーによる自己収束限界を超える高出力反位相モード光発生  
代表者 白川 晃
- (8) 高次励起状態から発光する分子設計と光エネルギー材料への応用  
代表者 平田 修造
- (9) 想定外事象を想定した従来手法とノンテクスキルとの融合型高信頼性・安全性方法論  
代表者 田中 健次
- (10) 強スピン軌道結合系における劇的スピン応答の制御  
代表者 伏屋 雄紀
- (11) 筋細胞の適応を導くターゲット分子を目で見て理解するマルチバイオイメージング  
代表者 狩野 豊
- (12) ナノ粒子ランダム配列での単一電子帯電効果を利用したリザーバー計算ノードの機能実証  
代表者 水柿 義直
- (13) 位相の自在な操作を組込むことによる非線形光学過程の新しい可能性の開拓  
代表者 大饗 千彰
- (14) ヘテロ接合型量子ドット太陽電池のナノ界面の構築と多重励起子の電荷分離効率の向上  
代表者 沈 青
- (15) レーダとトモグラフィを融合させた多元的電磁波画像解析の研究  
代表者 木寺 正平

・基盤研究(C)

- (16) 超音波の非線形伝搬に伴う広帯域化を利用したマイクロホン簡易感度校正の実現  
代表者 鎌倉 友男
- (17) 多周波ステップ CPC 方式における空間・周波数ダイバーシティ技術の研究  
代表者 秋田 学
- (18) 1次元ヘリウム系における超流動量子相転移の臨界現象  
代表者 谷口 淳子

- (19) 窒化物半導体トンネル接合電極導入による AlGaIn 系 UVC-LED 高効率化の研究  
代表者 内田 和男
- (20) 生物発光における鍵反応過程の分子機構と高性能化要因の解明  
代表者 平野 誉
- (21) 星間減光 217.5nm 吸収を示す炭素質物質の構造解析  
代表者 木村 誠二
- (22) 次世代の会話支援に向けた発話音声の 3次元空間制御  
代表者 羽田 陽一
- (23) 進化計算による最適化問題セットのサイマルテニアス最適化  
代表者 佐藤 寛之
- (24) 光照射したチオシリケート発光材料における Eu 発光中心の局所状態観察  
代表者 小林 義男
- (25) GeSiSn/GeSn 量子井戸を用いた高周波発振素子の開発  
代表者 塚本 貴広
- (26) クラウドに基づく歩行者測位システムの研究開発  
代表者 湯 素華
- (27) 音響放射圧による液面形状変化を利用した超音波プローブ評価システムの開発  
代表者 野村 英之
- (28) マイクロメカニクスによるポリマー光ファイバー内の針状ドーパントの配向解析  
代表者 古川 怜
- (29) 持久的運動効果の減弱化のメカニズム解明とその解決策  
代表者 星野 太佑
- (30) 局所的な反転対称性の破れの効果をもった新奇高温超伝導体の開発  
代表者 村中 隆弘

・研究活動スタート支援

- (31) 能動素子と受動素子を同時集積した窒化物半導体フォトニック結晶  
代表者 田尻 武義

・国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))

- (32) 鉛を含まない Sn-ペロブスカイト太陽電池の高効率化指針提案  
代表者 早瀬 修二

・若手研究

- (33) 窒化物半導体スラブ型フォトニック結晶の品質改善と光集積回路への応用  
代表者 田尻 武義

・新学術領域研究 (研究領域提案型)

- (34) ソフトクリスタル化学発光系の創製と刺激応答機能の時空間制御  
代表者 平野 誉
- (35) 細菌個体レベルの「光」情報処理の理解  
代表者 中根 大介
- (36) 残光機能や散乱機能を可逆的に制御可能なソフトクリスタルの構築  
代表者 平田 修造

- ・新学術領域研究（研究領域提案型）（公募研究）
  - (37) フッ化物イオン電池材料のイオン伝導性の研究  
代表者 小林 義男
  - (38) 先端的宇宙 X 線検出器で迫る多価重イオンの量子電磁力学  
代表者 中村 信行
  
- ・挑戦的研究（開拓）
  - (39) ウイルス可視化のためのプラズモニク半導体センサ  
代表者 菅 哲朗
  
- ・挑戦的研究（萌芽）
  - (40) 骨格筋細胞の温度バイオイメーjing技法の開発  
代表者 狩野 豊
  - (41) 量子チューリングパターンの理論  
代表者 伏屋 雄紀
  - (42) 希土類有機ラジカルフレームワーク（RERF）と室温動作機能性磁石の創製  
代表者 石田 尚行









## 委 員 (令和3年度)

### 研究設備センター 運営委員

センター長	鈴木 勝	教 授
副センター長	桑原 大介	准教授
基盤研究設備部門長	平野 誉	教 授
先端研究設備部門長	内田 和男	教 授
低温部門長	島田 宏	教 授
動物支援部門長	狩野 豊	教 授
機械知能システム学専攻	久保木 孝	教 授
基盤理工学専攻	石田 尚行	教 授
基盤理工学専攻	水柿 義直	教 授

### 基盤研究設備部門、低温部門 委員

基盤研究設備部門長	平野 誉	教 授
低温部門長	島田 宏	教 授
表面・界面構造解析室長	中村 仁	教 授
化学構造解析室	安井 正憲	准教授
分析・計測機器室長	石田 尚行	教 授
研究設備センター	桑原 大介	准教授

### 先端研究設備部門 委員

部門長	青山 尚之	教 授
機械・ロボット室長	金森 哉吏	教 授
デバイス室長	SANDHU Adarsh	教 授
光・バイオ室長	牧 昌次郎	准教授
機械知能システム学専攻	菅 哲朗	准教授
基盤理工学専攻	守屋 雅隆	助 教
機械知能システム学専攻	新竹 純	助 教
情報・ネットワーク工学専攻	田尻 武義	助 教
研究設備センター	加藤 匡也	研究支援推進員
研究設備センター	桑原 大介	准教授

### 動物実験支援部門 委員

部門長	狩野 豊	教 授
機械知能システム学専攻	正本 和人	教 授
基盤理工学専攻	白川 英樹	准教授
基盤理工学専攻	松田 信爾	准教授
基盤理工学専攻	牧 昌次郎	准教授
機械知能システム学専攻、共通教育部	安藤 創一	准教授
基盤理工学専攻、共通教育部	星野 太佑	准教授
基盤理工学専攻	仲村 厚志	助 教
脳・医工学研究センター	田中 繁	特任教授

## 専門委員

### 基盤研究設備部門専門委員

#### 表面・界面構造解析室

室長	中村 仁	教 授	基盤理工学専攻、共通教育部
	山口 浩一	教 授	基盤理工学専攻
	松村 隆	准教授	機械知能システム学専攻
	Choo Cheow Keong	准教授	国際教育センター
	中井 日佐司	准教授	国際教育センター
	坂本 克好	助 教	基盤理工学専攻

#### 化学構造解析室

室長	安井 正憲	准教授	基盤理工学専攻
	平野 誉	教 授	基盤理工学専攻
	石田 尚行	教 授	基盤理工学専攻
	加固 昌寛	教 授	基盤理工学専攻、共通教育部
	瀧 真清	教 授	基盤理工学専攻
	松村 隆	准教授	機械知能システム学専攻
	白川 英樹	准教授	基盤理工学専攻
	桑原 大介	准教授	基盤理工学専攻、研究設備センター
	三瓶 嚴一	准教授	基盤理工学専攻
	牧 昌次郎	准教授	基盤理工学専攻
	畑中 信一	助 教	基盤理工学専攻、共通教育部

#### 分析・計測機器室

室長	石田 尚行	教 授	基盤理工学専攻
	鈴木 勝	教 授	基盤理工学専攻、共通教育部
	久保木 孝	教 授	機械知能システム学専攻
	奥野 剛史	教 授	基盤理工学専攻
	内田 和男	教 授	情報・ネットワーク工学専攻
	白川 晃	教 授	基盤理工学専攻、レーザー新世代研究センター
	野村 英之	教 授	情報・ネットワーク工学専攻
	金森 哉吏	教 授	機械知能システム学専攻
	中村 仁	教 授	基盤理工学専攻、共通教育部
	谷口 淳子	准教授	基盤理工学専攻

### 低温部門専門委員

#### 低温室

室長	島田 宏	教 授	基盤理工学専攻
	山口 浩一	教 授	基盤理工学専攻
	水柿 義直	教 授	基盤理工学専攻
	鈴木 勝	教 授	基盤理工学専攻、共通教育部
	中村 信行	教 授	基盤理工学専攻、レーザー新世代研究センター

### 先端研究設備部門専門委員

青山 尚之	教授	機械知能システム学専攻
内田 和男	教授	情報・ネットワーク工学専攻
SANDHU Adarsh	教授	基盤理工学専攻
島田 宏	教授	基盤理工学専攻
金森 哉吏	教授	機械知能システム学専攻
菅 哲朗	准教授	機械知能システム学専攻
牧 昌次郎	准教授	基盤理工学専攻
新竹 純	助教	機械知能システム学専攻
守屋 雅隆	助教	基盤理工学専攻
田尻 武義	助教	情報・ネットワーク工学専攻
加藤 匡也	研究支援推進員	研究設備センター

### 動物実験支援部門専門委員

狩野 豊	教授	基盤理工学専攻、共通教育部
正本 和人	教授	機械知能システム学専攻
白川 英樹	准教授	基盤理工学専攻
松田 信爾	准教授	基盤理工学専攻
牧 昌次郎	准教授	基盤理工学専攻
安藤 創一	准教授	機械知能システム学専攻、共通教育部
星野 太佑	准教授	基盤理工学専攻、共通教育部
仲村 厚志	助教	基盤理工学専攻
田中 繁	特任教授	脳・医工学研究センター







## **電気通信大学 研究設備センター**

Coordinated Center for UEC Research Facilities

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

TEL 042-443-5732 FAX 042-443-5784

E-mail [info@cia.uec.ac.jp](mailto:info@cia.uec.ac.jp) <http://www.cia.uec.ac.jp>