



ATLA
Acquisition, Technology &
Logistics Agency

安全保障技術研究推進制度 成果の概要（令和5年度版）

防衛装備庁

●目次

□ 安全保障技術研究推進制度とは	P.4
□ 令和4年度終了研究課題の成果	P.5
・極超音速飛行に向けた、流体・燃焼の基盤的研究 （宇宙航空研究開発機構）	P.5
・ Time Reversalによる長距離MIMO音響通信の研究 （海洋研究開発機構）	P.6
・高速移動物体への遠距離・高強度光伝送のための予測的波面制御の研究 （理化学研究所）	P.7
・高温の耐環境性に優れる高じん性共晶セラミックス複合材料の創製 （超高温材料研究センター）	P.8
・海中移動体へ大電力を送る革新的ワイヤレス給電に関する研究 （パナソニックコネクト株式会社）	P.9
・二次元機能性原子薄膜を用いた革新的赤外線センサの研究 （富士通株式会社）	P.10
・超高耐圧 α 型酸化ガリウムパワー半導体とパルス電源の基礎研究 （株式会社FLOSFIA）	P.11
・グラフェン等二次元機能性原子薄膜を用いた光検知素子の基礎研究 （三菱電機株式会社）	P.12
・船舶向け軽量不揮発性高エネルギー密度二次電池の開発 （株式会社日立製作所）	P.13
・超熱AOによるソフトマテリアル表面へのナノ構造付加と機能制御 （宇宙航空研究開発機構）	P.14
・マルチスケールバブルによる摩擦抵抗低減効果の向上 （海上・港湾・航空技術研究所）	P.15
・ランダム配向FRPの耐衝撃性の解明と最適設計技術開発 （海上・港湾・航空技術研究所）	P.16
・半導体カーボンナノチューブを用いた微量物質検知の研究 （東レ株式会社）	P.17
・深層強化学習を用いた自律サイバー推論システムの研究 （情報セキュリティ大学院大学）	P.18

● 目次

・量子雑音ランダム化ストリーム暗号の安全性向上に関する基礎研究	P.19
（玉川大学）	
・合成開口レーダによる埋設物探査におけるクラッタ分離技術の研究	P.20
（宇宙航空研究開発機構）	
・4D印刷技術によるスマート・メカニカルメタマテリアルの開発	P.21
（物質・材料研究機構）	
・SiC繊維強化型複合材の超高温疲労試験に関する高度化技術研究	P.22
（物質・材料研究機構）	
・ナノ構造デザインによる赤外輻射スペクトル制御	P.23
（ファインセラミックスセンター）	
・電界結合による海水中ワイヤレス電力伝送利用法の基礎研究	P.24
（富士ウェーブ株式会社）	
・ワイヤレス受電機能を有する共振補償方式コアレス超軽量誘導モータの基礎研究 ..	P.25
（株式会社ウィティー）	
・超広域リアルタイムイメージングと光操作による脳高次機能の解析	P.26
（理化学研究所）	
・溶融池における合金化による新規機能性材料の開発	P.27
（川崎重工業株式会社）	

□ 現在実施中の研究課題 ————— P.28

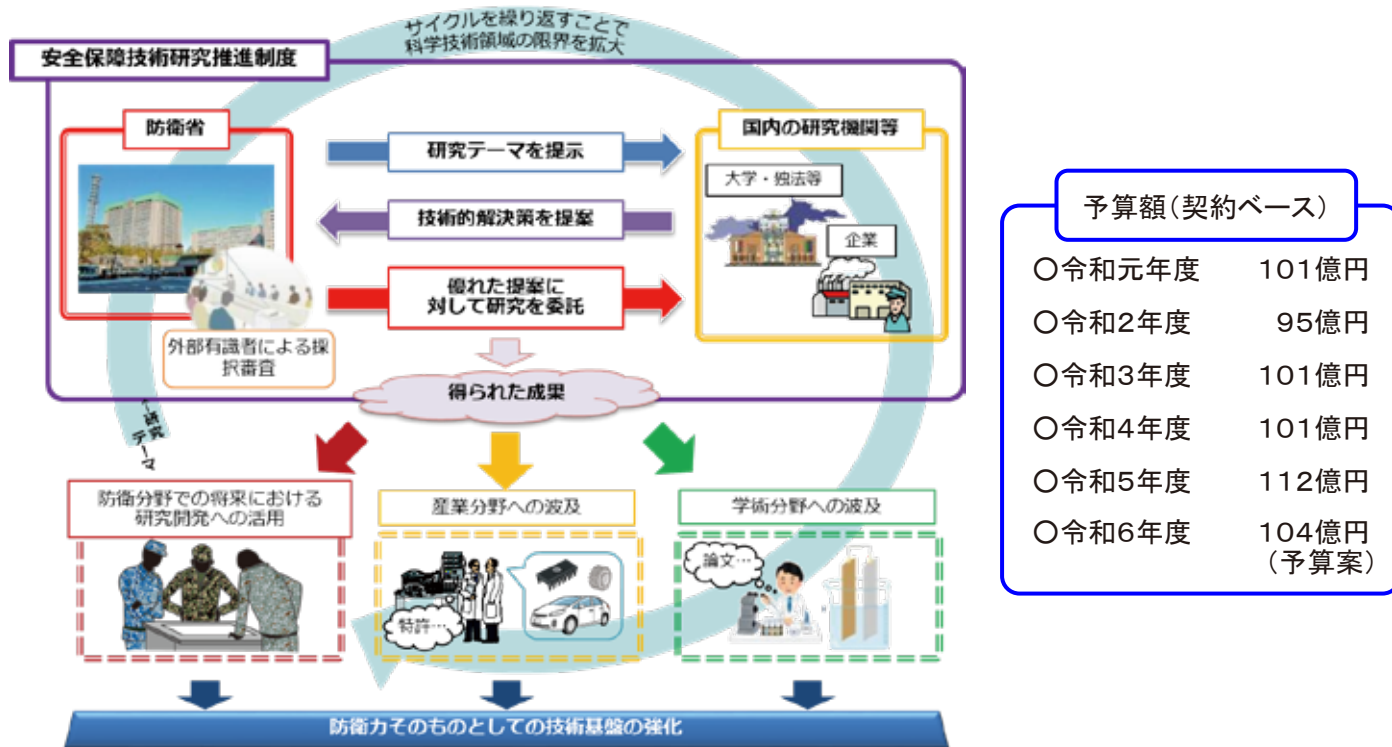
・令和5年度採択	P.28
・令和4年度採択	P.30
・令和3年度採択	P.32
・令和2年度採択	P.34
・令和元年度採択	P.35

□ 研究成果一覧 ————— P.36

□ 安全保障技術研究推進制度とは

★ 本制度の趣旨

安全保障技術研究推進制度は、防衛分野での将来における研究開発に資することを期待し、先進的な基礎研究を公募・委託するもので、特に革新性を有するアイデアに基づき、科学技術領域の限界を広げるような基礎研究を求めています。研究成果の自由な発表・公開によって民生分野において更に研究が進展することを期待しております。



本制度のポイント

- ✓ 受託者による研究成果の公表を制限することはありません。
- ✓ 特許権等の知的財産権については、日本版バイ・ドール制度に基づき受託者に帰属させることが可能です。
- ✓ 特定秘密を始めとする秘密を受託者に提供することはありません。
- ✓ 研究成果を特定秘密を始めとする秘密に指定することはありません。
- ✓ プログラムオフィサーが研究内容に介入することはありません。

★ 募集する研究の概要※

区分	大規模研究課題	小規模研究課題	
	タイプS	タイプA	タイプC
研究期間	最大5か年度	最大3か年度	
1件当たりの研究費	最大20億円／5年	最大5,200万円／年	最大1,300万円／年
各タイプの特徴	提案されたアイデア等を具現化し、その可能性と有効性を実証するところまでを目指した基礎研究が対象	新規性、独創性又は革新性のある、研究テーマに合致した基礎研究が対象	より一層、独創的なアイデアに基づいた基礎研究が対象(準備状況は不問)

※令和6年度の詳細についてはホームページをご覧ください。

□ 令和4年度終了研究課題の成果

極超音速飛行に向けた、流体・燃焼の基盤的研究

研究期間 平成29-令和4年度

研究総経費(契約額) 1,848,527 千円

研究代表者:宇宙航空研究開発機構
谷 香一郎

研究の概要

本研究では、空気吸い込みエンジンを搭載する極超音速飛翔体の実現に向けて、極超音速風洞で得られるデータから実際の極超音速飛行時のデータを予測するツールを構築することを目標としました。

そのために、エンジン燃焼及び空力加熱の二つの現象に対し、風洞の気流の乱れ及び風洞の気流への加熱用燃焼ガス等の混入の影響を再現・評価するツールを構築しました。

さらに実飛行状態のデータ取得のため、小型観測ロケットを用いて、我が国初となる極超音速での実飛行超音速燃焼試験を実施し、最大マッハ数5.8の条件で超音速燃焼を達成、圧力、温度、熱流束のデータを取得しました。その後、飛行試験条件に合わせた風洞における地上対比試験も実施し、まず風洞データに合うよう解析ツールを検証・調整を行った後、飛行試験気流条件を与える事で、飛行試験結果を再現できることを確認しました。

空力加熱推定ツールは、層流境界層については、目標の誤差を概ね達成できましたが、乱流境界層については、層流からの遷移過程とも重なった事もあり、目標とする誤差は達成できませんでした。

エンジン燃焼圧力の推定ツールは、目標を超える3%未満の誤差で推定可能であることを示すことができました。

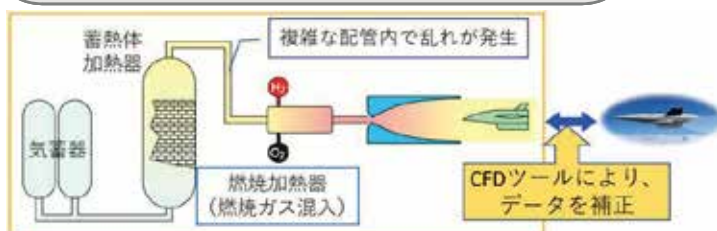


図1 極超音速風洞

発表実績

学術論文: 8件

- [1] Masahiro Takahashi, Kan Kobayashi, Sadatake Tomioka, "Combustion Characteristics of a Supersonic Combustor Model for a JAXA Flight Experiment", CEAS space Journal, 2023.
- [2] Hidemi Takahashi, Masatoshi Kodaera, Kouichiro Tani, "Flush Air Data Sensing System for a Sharp-Nosed Hypersonic Vehicle with Curved-Wedge Forebody", AIAA Journal Vol.58, No.11, 2020.

他6件

学会発表: 54件

- [1] Masahiro Takahashi, Kan Kobayashi, Masao Takegoshi, Toshihito Saito, Takuo Onodera, Tatsushi Isono, Masatoshi Kodaera, Susumu Hasegawa, Koichi Takasaki, Sadatake Tomioka, "JAXA RD1 Flight Experiment on Supersonic Combustion: Part2 Combustion Test Result", 25th AIAA International Space Planes and Hypersonic Systems and Technologies Conference, 2023

他53件

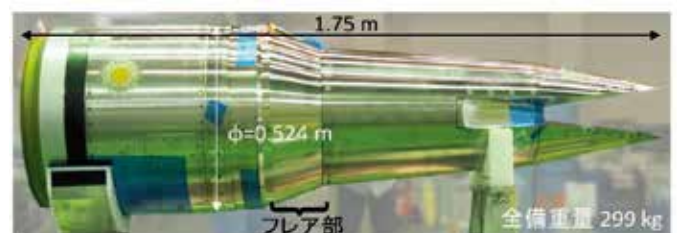


図2 飛行試験供試体



図3 風洞試験供試体

Time Reversalによる長距離MIMO音響通信の研究

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 943,566 千円

研究代表者: 海洋研究開発機構
志村 拓也

研究の概要

本研究では、2kHz帯、4kHz帯、6kHz帯、10kHz帯の送波アレイを用い、深度や海底状況の特徴の異なる5か所の海域において、水中音響MIMO通信の実海域実証試験を行い、いずれかの帯域/海域において400kbps×km、uncoded BER<0.001の通信を実証することを目標としました。

その結果、福島沖、高知沖の試験において目標値400 kbps×kmを上回る通信を達成しました。また、その他の海域の試験でも、従来の研究例と比べ、長距離かつ高速な通信を実証することができました。

また、水中音響MIMO通信技術の成立要件である受波アレイによる空間多重処理として、Adaptive Passive Time Reversal (APTR) アレイ信号処理と適応等化器(Decision Feedback Equalizer, DFE)を組み合わせた受信信号処理法を提案し、同条件で収録したデータを用いた比較において、従来技術に対して飛躍的な性能向上が果たされることを確認しました。

これらは海中無線通信ネットワーク技術の性能向上に直接寄与するといえます。

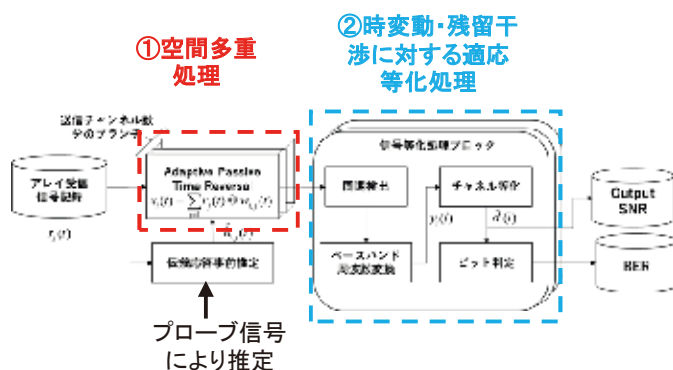


図1 本研究のアプローチ

発表実績

学術論文: 2件

- [1] 樹田行弘、出口充康、志村拓也、
“Experimental demonstration of spatial division multiplexing multiple-input/multiple-output underwater acoustic communication using time-reversal method at the depth of continental shelf: a consideration of optimization of signal length and number of transmission channels”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 62 SJ1049, 2023
- [2] 樹田行弘、出口充康、志村拓也、
“Experimental demonstration on long-range time-reversal multiple-input/multiple-output underwater acoustic communication over tens of kbps in 12.5 km range “, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 61 SG1057, 2022

学会発表: 11件

特許出願: 1件

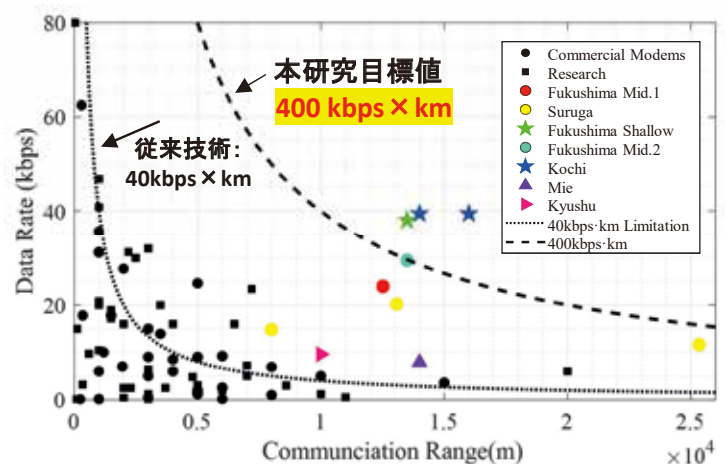


図2 実海域における実証試験結果

高速移動物体への遠距離・高強度光伝送のための 予測的波面制御の研究

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 2,015,590 千円

研究代表者: 理化学研究所
戎崎 俊一

研究の概要

本研究では、高速移動物体への遠距離・高強度光伝送の実現を目的として、予測的波面制御技術(レーザー波面が受ける大気擾乱による影響を予測して補正を行う機能)及び高出力補償ビーム送信技術について研究を実施しました。

波面センサの開発では、世界最高レベルの10kHzで、300m先の点光源を実際に観測し、大気の揺らぎの取得に成功しました。

可変形鏡の開発では、3種の大型(口径100 mm)可変形鏡を製作し、1kW/cm²の高耐光性及び最大10kHzでの高速制御が可能であることを確認しました。

さらに、伝送ビームとは別に探索ビームを用いた波面制御により、レーザーの波面位相を補正できることを確認しました。

伝送ビームは、約2kWの狭帯域で高品質なシングルモードファイバーレーザーを製造しました。

照射光学系は、口径600mmの大型照射光学系を製造し、10kW連続波に10分間耐えられることを確認しました。

これらの構成部品を用い、システム全体として200mの距離において、補正によりピーク強度を2倍にすることに成功しました。大気擾乱等の影響を軽減する本技術は、レーザーのアプリケーションの幅を大きく広げることが可能と見込まれます。

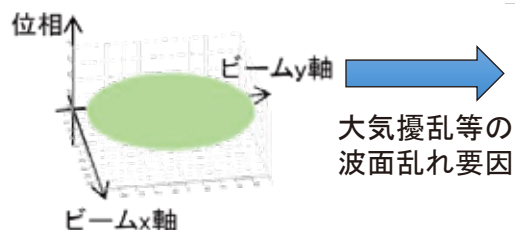
発表実績

学会発表: 9件

- [1] Masashi Iwashimizu, Shingo Nishikata, Hiroyuki Daigo, Yoshikatsu Kuroda, Toshikazu Ebisuzaki, Naoto Sakaki, Shinji Motokoshi, Masayuki Fujita, "Predictive Adaptive Optics Control for the Long-distance High-intensity Light Beam Transmission to Moving Objects", Laser Solutions for Space and the Earth 2019 (LSSE2019), 2019
- [2] Takuya Noritake, Masashi Iwashimizu, Shingo Nishikata, Hiroyuki Daigo, Toshikazu Ebisuzaki, Naoto Sakaki, Tomohiro Tsukihana, Seiji Taniguchi, Masayuki Fujita, Haik Chosrowjan, "Atmospheric Turbulence Measurement Experiments Using Backscattering for Predictive Adaptive Optics Control", Laser Solutions for Space and the Earth 2021 (LSSE2021), 2021
- [3] Yoshiaki Kato, Toshikazu Ebisuzaki, Tomohiro Tsukihana, Naoto Sakaki, "Simulation of Laser Beam Propagation in the Atmosphere", Laser Solutions for Space and the Earth 2021 (LSSE2021), 2021

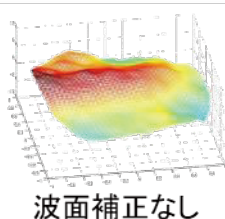
他6件

伝搬前のレーザー波面



大気擾乱等の
波面乱れ要因

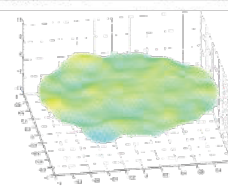
伝搬後のレーザー波面



概要図

波面制御技術

伝搬後のレーザー波面



波面補正あり

高温の耐環境性に優れる高じん性共晶セラミックス複合材料の創製

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 1,419,677 千円

研究代表者: 株式会社超高温材料研究センター
中川 成人

研究の概要

本研究では、耐熱性及び耐環境性に優れた共晶セラミック材料の探索を行い、共晶セラミックス材料の強じん化技術及び繊維の紡糸技術を確立するとともに、これらを組み合わせたじん性の高い複合材料の実現を目指し、性能を実証しました。

研究の結果、希土類含有酸化物のみからなる新規な共晶セラミックス組成物を見出し、その繊維は3.9GPaの高引張強度を実現しました。また、希土類複酸化物皮膜を形成した、マトリックスの熔融加圧成形にて製造したSiC繊維／希土類複酸化物セラミックスマトリックス複合材料は、1500℃・150m/s燃焼ガス5時間暴露後においても曲げ強度を78%維持することを実証しました。

発表実績

学会発表: 1件

[1] 中川成人, “高温の耐環境性に優れる高じん性共晶セラミックス複合材料の創製”, 第194回腐食防食シンポジウム, 2021.11.

特許出願: 国内1件

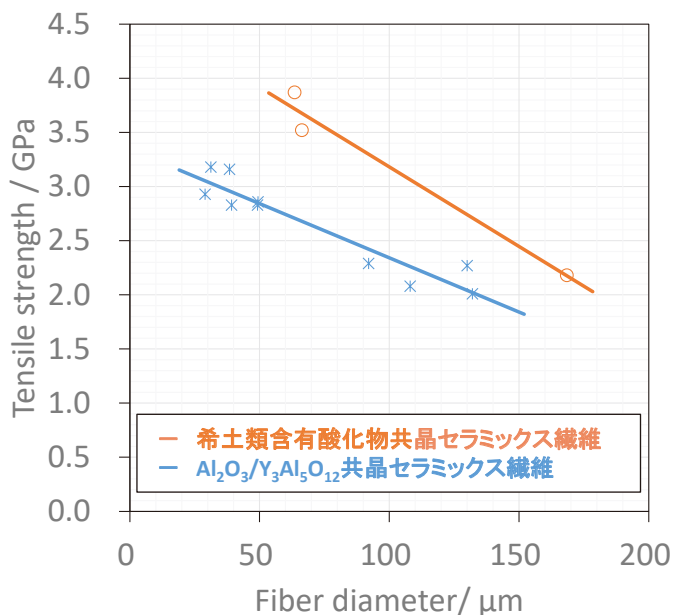


図1 共晶セラミックス繊維の繊維径と引張強度の関係

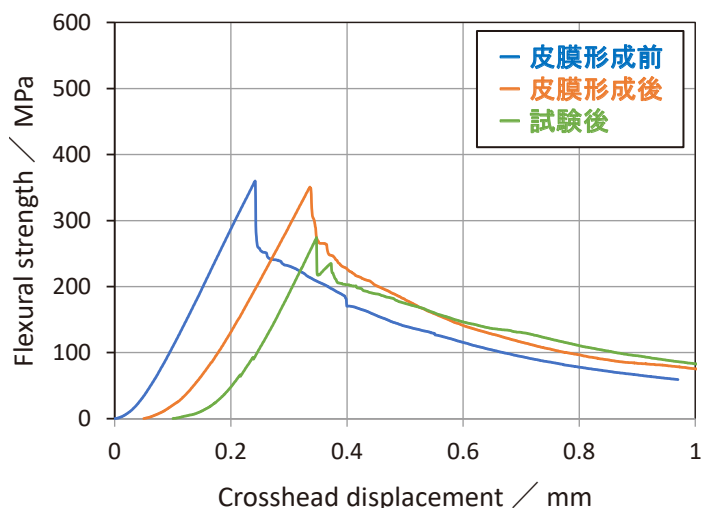


図2 燃焼ガス暴露試験前後の希土類複酸化物皮膜形成SiC繊維／希土類複酸化物セラミックスマトリックス複合材料の応力変位曲線

海中移動体へ大電力を送る革新的ワイヤレス給電に関する研究

研究期間 平成30-令和4年度
研究総経費(契約額) 676,051 千円

研究代表者: パナソニックコネクト株式会社
小柳 芳雄

研究の概要

本研究では、海中にポジションフリーワイヤレス給電システム及び海中充電スタンドを設置し、kW級の電力を伝送効率80%以上で海中移動体(AUV)へ給電することを目的として、強電磁界に対する海水物性の解明とワイヤレス給電システムを構成する各要素部の損失メカニズムの解明のための研究を実施しました。

その結果、海中に3連コイルによる海中充電スタンドを設置し、3kWの電力を伝送効率75%以上で海中移動体(AUV)へポジションフリーでワイヤレス給電できることを明らかにしました。本技術により、AUVを給電させながら無人で長期間運用できる可能性が高まり、関連する産業分野の発展に幅広く寄与し得る結果を得ました。

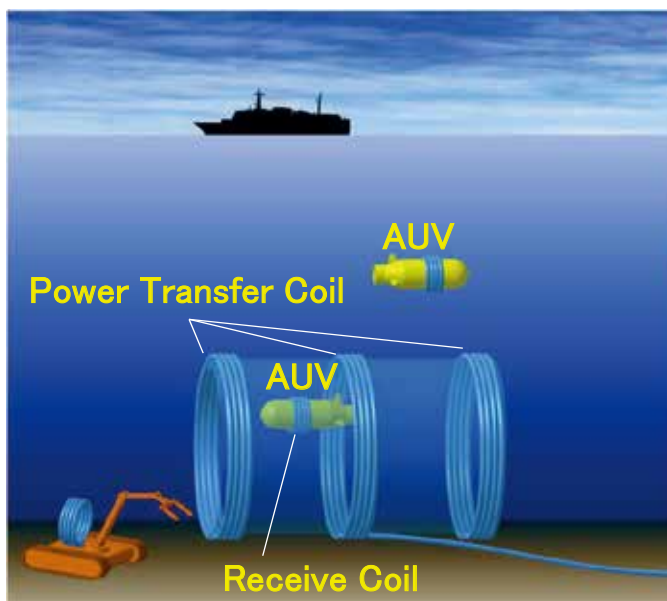


図1 AUVのポジションフリーワイヤレス給電イメージ

発表実績

学術論文: 3件

- [1] 榑場亮祐, 岡本克也, 川田壮一, 江口和弘, 小柳芳雄, "Magnetic Resonance Wireless Power Transfer Over 10 m with Multiple Coils Immersed in Seawater", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.67, No.11, 2019.
- [2] 榑場亮祐, 八木達雄, 岡本克也, 川田壮一, 山口修一郎, 江口和弘, 小柳芳雄, "小型AUV向け位置自由度と伝送効率の高い海水内無線電力伝送と海中内損失の一検討", 日本AEM学会 学会誌号, 2021.

他1件

学会発表: 15件

- [1] R. Hasaba, T. Yago, K.Okamoto, S. Kawata, S. Yamaguchi, S. Kotani, K.Eguchi, Y. Koyanagi, "A Highly Efficient and High Degree of Freedom of Position kW-class Wireless Power Transfer system in Seawater for Small AUVs", IEEE Wireless Power Technology Conference (WPTC), 2022. (Best Industry Paper受賞)

他14件

特許出願: 12件



図2 実海域試験の様子
(海中に設置した送電コイルの中に受電コイル搭載のAUVを進入させ、ワイヤレス給電を実証)

二次元機能性原子薄膜を用いた革新的赤外線センサの研究

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 1,807,108 千円

研究代表者: 富士通株式会社
佐藤 信太郎

研究の概要

本研究では、室温動作や広帯域性に利点を有するグラフェンを赤外線吸収材料として採用し、さらに異種の遷移金属ダイカルコゲナイド(TMDC, Transition metal dichalcogenide)を積層した超格子をフィルタとして活用することで波長選択性を与え、従来冷却が必要な量子型赤外線センサにおいてのみ実現されていた、高速かつ高感度な撮像を室温で実現する、新たな赤外線センサ構造の要素技術の確立を目指しました。

グラフェン合成技術、グラフェン評価技術、デバイス作製技術、積層転写技術、素子評価技術の開発を着実に進め、さらに、標準的なバックゲート構造を基本とした異種金属電極構造や部分ゲート構造のセンサ素子の試作・評価を行い、目標には及びませんでしたが、既報よりも2桁程度の高感度化($D^* \geq 10^5 \text{ cm} \cdot \text{Hz}^{1/2} / \text{W}$)を達成しました。

また、当初目標のほかに、工業利用に繋がるグラフェン薄膜の基板への自動転写技術や、多層グラフェンの大面積合成技術など、多くの副次的な成果を得ました。

発表実績

学術論文: 17件

- [1] W.T. Geng, J.B. Lin, V. Wang, Q. Gu, Q. Peng, T. Ohno, J. Nara, "Displacement vorticity as the origin of moiré potentials in twisted $\text{WSe}_2/\text{MoSe}_2$ bilayers", Matter 6, 493-505, 2023.
- [2] X. Yang, S. Li, Y. Sakuma, "Highly Efficient Deposition of Centimeter-Scale MoS_2 Monolayer Film on Dragontrail Glass with Large Single-Crystalline Domains", Small Methods 6, 2201079, 2022.

他15件

学会発表: 41件

- [1] 近藤大雄、林賢二郎、片岡真紗子、乗松正明、佐藤信太郎、「CVD法によるランダム多層グラフェン合成とその光学特性II」、第81回応用物理学会 秋季学術講演会, 2020年

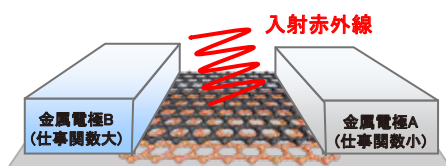
他40件

特許出願: 41件



異種金属電極センサ素子

グラフェン光熱電効果デバイス



原理検証、センサ試作、アレイ化

図1 本研究の狙い



図2 直径100mmのサファイア基板上に単層グラフェンを繰り返し自動積層して形成した104層の多層グラフェン

超高耐圧 α 型酸化ガリウムパワー半導体とパルス電源の基礎研究

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 1,808,129 千円

研究代表者:株式会社FLOSFIA
四戸 孝

研究の概要

本研究では、高電圧・大電流のパルス電源の実現を目的として、酸化ガリウム(α -Ga₂O₃)を用いたスイッチング素子の開発、及び開発した素子を用いたパルス電源のシステム化の研究を実施しました。

本研究により、スイッチング素子の開発では、完全縦型SBD(ショットキーバリアダイオード)で耐圧1.7kVアンペア級動作実証、完全縦型トレンチゲートMOSFETで0.4A通電実証に成功しました。また、酸化ガリウムパワーデバイスに期待されているp型半導体を組み込んだ要素開発に成功する、横型PiNダイオードによる耐圧10kV実証、薄型PiNダイオードで伝導度変調を確認する等、世界初の成果をあげました。

パルス電源のシステム化では、独自の小型モジュールを用いたパルス電源を仮作して、1.1kV 4.6kA 10msecのパルス出力を実証しました。

発表実績

学術論文: 5件

- [1] 大島祐一, 河原克明, 大島孝仁, 沖川満, 四戸孝 “Rapid growth of α -Ga₂O₃ HCl-boosted halide vapor phase epitaxy and effect of precursor supply conditions on crystal properties”, Semicond. Sci. Technol. 35, 055022, 2020.
- [2] 大島祐一, 柳生慎吾, 四戸孝, “Epitaxial lateral overgrowth of r-plane- α -Ga₂O₃ with stripe masks along $\langle -12-10 \rangle$ ”, J. Appl. Phys. 130, 175304, 2020.

他3件

学会発表: 7件

- [1] 大島祐一, “Crystal quality improvement of ultra wide bandgap semiconductor α -Ga₂O₃ toward power device applications”, UK Semiconductors 2022. (プレナリー講演)

他6件

特許出願: 52件

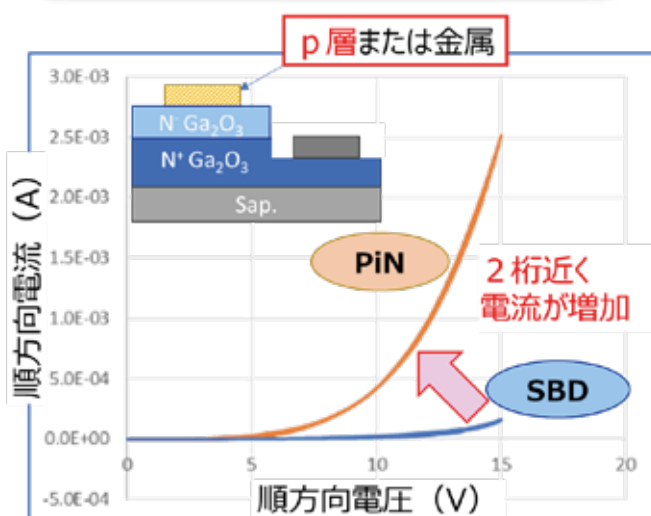


図1 エピタキシャル薄膜でのPiNダイオードで伝導度変調を確認できた(世界初)

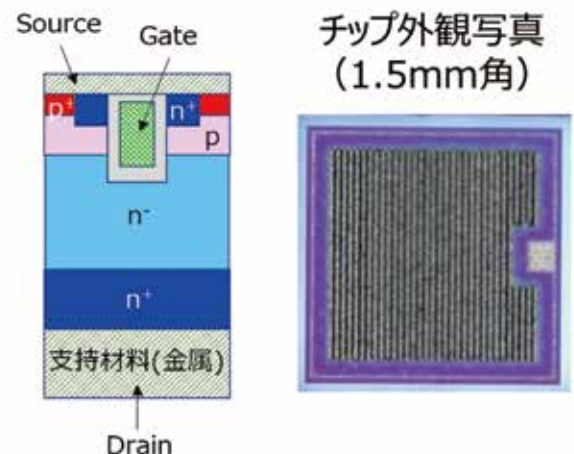


図2 完全縦型トレンチゲートMOSFETで0.4A 通電を確認

グラフェン等2次元機能性原子薄膜を用いた光検知素子の基礎研究

研究期間 平成30-令和4年度

研究総経費(契約額) 441,935 千円

研究代表者: 三菱電機株式会社
佐竹 徹也

研究の概要

本研究は、将来の高性能な赤外線検知素子及びこれらの検知素子をアレイ化した画像センサの実現を目指しました。

グラフェン光検出器について、可視～赤外線波長域の各波長域において支配的な応答メカニズムを解明しました。特に、下地基板の光応答がグラフェンにより増幅される光ゲート効果を明らかにしました。この光ゲート効果により赤外線波長域で高感度化の実現ならびに高速応答を実証しました。

さらに、キャリア移動度 $5,000\text{cm}^2/\text{Vs}$ 以上のグラフェン成膜技術の確立、グラフェン/InSbヘテロ接合構造(光ゲートダイオード構造(GPD: Graphene Photogated Diode))の考案、バリア層(HfO_2)の導入等により、赤外線にて光感度指標 D^* の最大値 $1.85 \times 10^{11} \text{ cm Hz}^{1/2}/\text{W}$ を実現しました。

加えて、赤外線検知素子を $15\mu\text{m}$ 画素ピッチ、VGA(640×512 画素)にアレイ化した赤外線画像センサを試作し、世界で初めてグラフェンによる赤外線画像および可視画像の取得に成功しました。

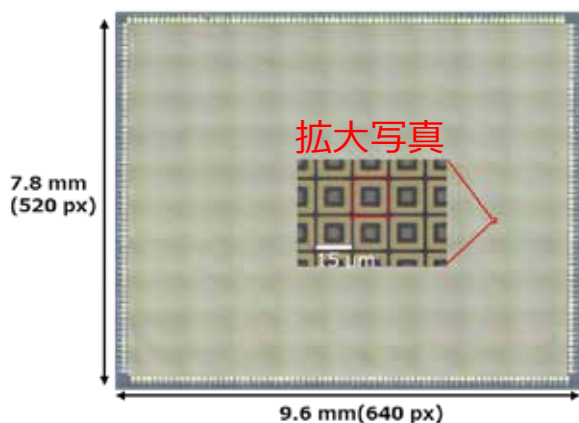


図1 VGAグラフェン赤外線センサアレイ

発表実績

学術論文: 12件

[1] Shoichiro Fukushima, Masaaki Shimatani, Shinpei Ogawa, "Graphene nanoribbon/graphene hybrid broadband infrared photodetectors", Optical Engineering, 61(11), 11503 (2022).
他11件

学会発表: 52件

[1] Shinpei Ogawa, Masaaki Shimatani, Shoichiro Fukushima, "Graphene photogated diodes for high-performance infrared imaging", The 22nd International Conference on the Science and Applications of Nanotubes and Low-Dimensional Materials, 2022. (招待講演)
他51件

特許出願: 22件

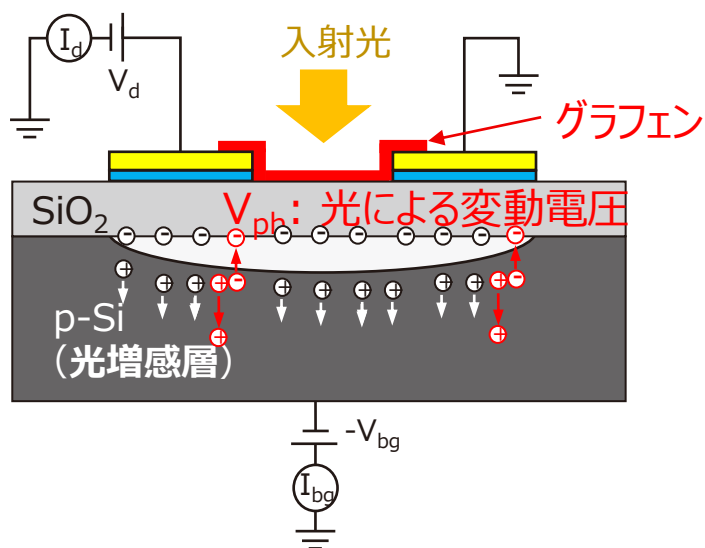


図2 グラフェン光ゲート効果のメカニズム

船舶向け軽量不揮発性高エネルギー密度二次電池の開発

研究期間 令和元-4年度

研究総経費(契約額) 120,132 千円

研究代表者:株式会社日立製作所
奥村 壮文

研究の概要

本研究では、密閉空間で使用可能な、高安全・長寿命・コンパクト蓄電システムの実現を目指しました。

先行研究で見出していた不揮発性電解質を用い、高エネルギー密度リチウムイオン二次電池(LIB)の要素技術として、その揮発温度向上、高エネルギー密度化、大容量化と充放電サイクルの長寿命化を実現するための材料技術、製造技術、解析技術の研究に取組みました。

本研究で実施した、低粘度化溶媒やその配合比の検討、高エネルギー密度化のための電極設計、高密度電極への不揮発性電解質の含浸性向上、容量劣化原因の解明と電解質開発へのフィードバック等の結果、電解質揮発温度140℃、エネルギー密度302Wh/kg、電池容量1.7Wh、充放電100サイクル経過時の容量維持率83%、と、いずれの項目に対しても目標を達成しました。

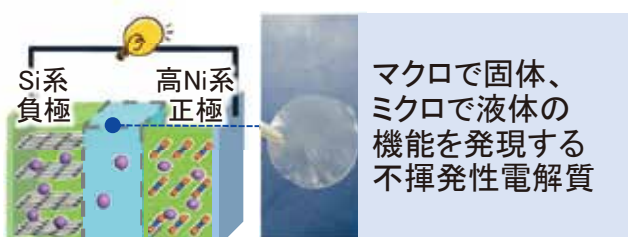


図1 不揮発性二次電池

発表実績

学術論文: 3件

- [1] Jun Kawaji, Makoto Morishima, Motoyuki Hirooka, Takefumi Okumura, "Microstructure analysis of Si/graphite composite anode during charge-discharge cycle for lithium-ion battery with tetraglyme- and sulfolane- based less volatile electrolyte", Electrochimica Acta Vol.447 142115, 2023.

他2件

学会発表: 4件

- [1] Takefumi Okumura, Jun Kawaji, "Thermally Durable Electrolyte for Lithium Ion Battery", 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2021. (招待講演)

他3件

特許出願: 2件

また、本研究成果を含む、研究代表者らの電池研究業績に対し、社団法人電気化学会より技術賞(棚橋賞)が授与された。

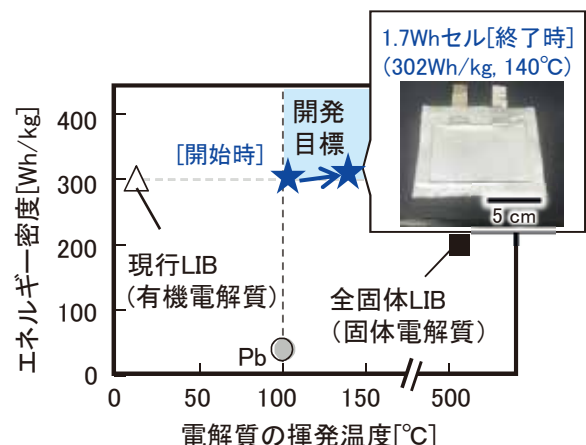


図2 ベンチマーク

超熱AOによるソフトマテリアル表面へのナノ構造付加と機能制御

研究期間 令和2-4年度

研究総経費(契約額) 110,992 千円

研究代表者:宇宙航空研究開発機構
宮崎 英治

研究の概要

本研究では、超熱AO※ビームを利用し、プラスチックなどの表面にナノスケールの微細構造を付加する加工を施して、ユニークな物理的、化学的特性を発現させ、その特性を制御することを目的として、2種のプラスチックフィルムに対し、超熱AO照射実験を行い、表面形状の変化と光学特性、濡れ性、電磁波吸収特性を測定しました。それにより、表面形状と特性変化の相関関係の把握と、それら挙動の数値解析による予測を試みました。

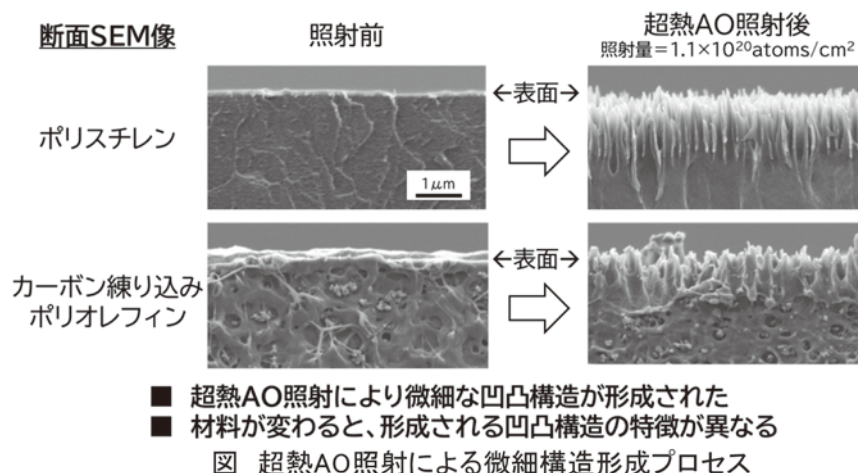
本研究により、光学的特性は未処理に比べて低反射率、高透過率の方向に変化する結果を得ました。濡れ性は、ポリスチレンでは超熱AO照射量が増加するに伴って、親水側に大きく変化する結果を得ました。また、カーボン練り込みポリオレフィンについては、変化量は目標達成できなかったものの、照射量変化に伴って、親水側/撥水側の両方向に変化する結果を得ました。電磁波吸収特性については、表面形状ではなく、膜厚に依存することがわかりました。

発表実績

学会発表: 11件

- [1] Nishimoto et al, "Molecular dynamics modeling of interaction between hyperthermal AO and polymer surface," The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, 2021.
- [2] Goto et al, "Comparison of Nano and Microstructure Formation Between Two Types of Polymers' Surfaces Irradiated with Hyperthermal Atomic Oxygen," The 2021 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, 2021.
- [3] Miyazaki et al, "An Application of Atomic Oxygen Beam on the Ground to Modify the Surface Properties of Polymeric Materials in Terms of Nano and Micro Scale Morphological Fabrication," 15th international Symposium on Materials in the Space Environment 13th international Conference on Protection of Materials and Structures from the Space Environment (ISMSE 15 ICPMSE 13 Leiden, the Netherlands, 2022.

他8件



※ 超熱AO (Atomic Oxygen: 原子状酸素): 常温の熱運動エネルギーを超えた超熱状態にある原子状酸素のこと

マルチスケールバブルによる摩擦抵抗低減効果の向上

研究期間 令和2-4年度

研究総経費(契約額) 116,422 千円

研究代表者: 海上・港湾・航空技術研究所
久米 健一

研究の概要

本研究では、船底にミリメートルサイズ(ミリバブル)の気泡を注入し船底表面を覆うことで摩擦抵抗を減らす空気潤滑法について、「マイクロメートルサイズの気泡(マイクロバブル)」を利用することで、従来より少ない空気量で、従来よりも高い摩擦抵抗低減効果を得ることを考え、船底とミリバブルの間にマイクロバブルを注入するアイデアを考案し、これを「マルチスケールバブル」と称し、要素ごとの課題解決に取り組みました。

本研究では、マイクロバブルを発生させ、ミリバブル中に注入したものの、摩擦抵抗低減効果を向上させることはできませんでした。これはマイクロバブル濃度を十分に上げられなかったこと等が原因と判断されました。

一方で、これまで明らかにされていない抵抗低減メカニズムの解明の端緒を掴むことができました。

さらに、本研究で開発した計測器、計測システムは汎用性が高く、広く流体力学研究的の進展に貢献できることが期待されます。

発表実績

学術論文: 1件

- [1] 拾井隆道, 濱田達也, 川北千春, “ダブル光ファイバプローブを用いた気泡による乱流摩擦抵抗変化に関する研究”, 日本船舶海洋工学会論文集33巻, 2021. (日本船舶海洋工学会奨励賞(乾賞)受賞)

学会発表: 4件

- [1] 拾井隆道, 川北千春, “抵抗低減の生じる気泡流における壁面せん断応力, 液相流場および気泡分布の同時計測”, 日本流体力学会年会 2021, 2021.
他3件

特許出願: 1件

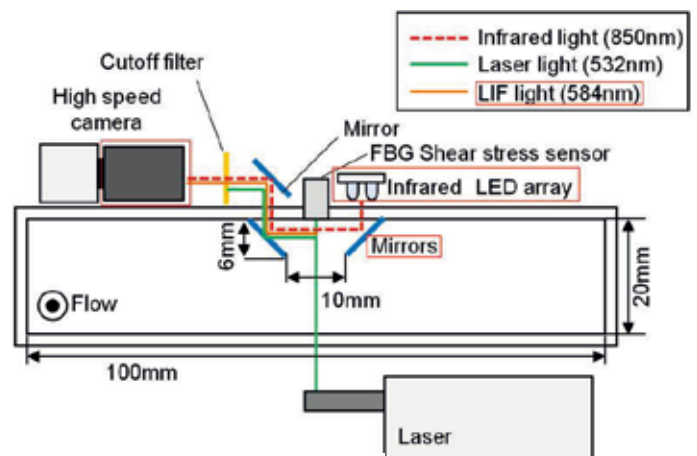


図1 時系列流場気泡形状計測システム (TR-PTV-Shadow)

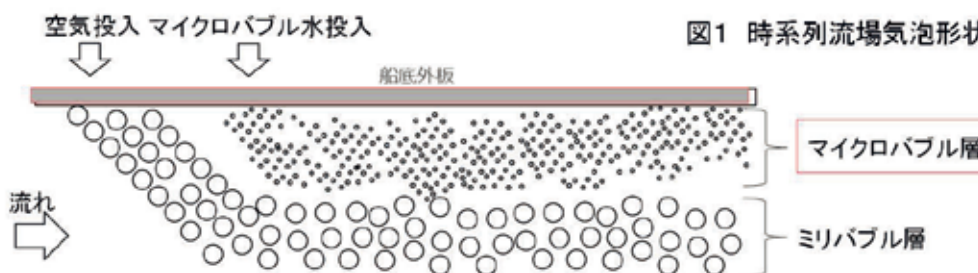


図2 マルチスケールバブル法のイメージ図

ランダム配向FRPの耐衝撃性の解明と最適設計技術開発

研究期間 令和2-4年度

研究総経費(契約額) 95,919 千円

研究代表者: 海上・港湾・航空技術研究所
松尾 剛

研究の概要

本研究では、高い耐衝撃性能を実現できる見込みがあるランダム配向FRP※1※2の耐衝撃性の発現メカニズムの解明を目的として、ランダム配向FRPの多様な損傷プロセスを実験的かつ理論的に解明する研究を実施しました。

本研究では、ランダム配向FRPの破壊メカニズムを各種試験法、評価法により明らかにし、それを基に有限要素法による数値解析シミュレーション用の力学モデルを構築しました。これを用いて平板の曲げ変形挙動の再現を試みたところ、実験結果と精度良く一致したことから、構築した力学モデルの妥当性が証明されました。

さらに、これらの結果を元に損傷エネルギーを改善するための平板の層構造を提案して、数値シミュレーションでモデル化して曲げ変形挙動を再現したところ、エネルギー吸収特性を増加させる効果が発現できることを見出しました。

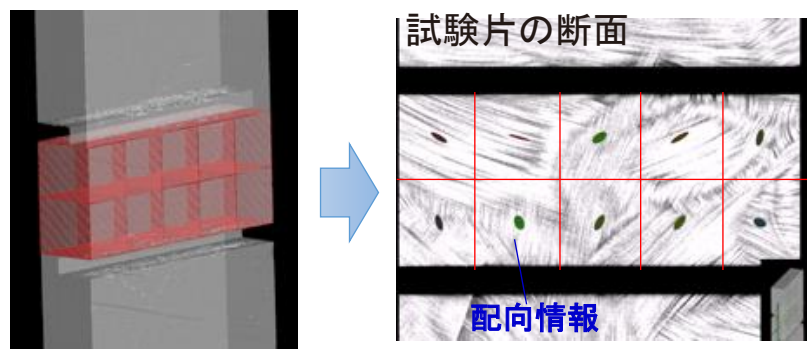


図1 3次元X線CT装置による繊維配向情報の取得

発表実績

学術論文: 3件

- [1] 村上岳, 松尾剛, 末益博志, “単軸荷重を受けるランダム配向UDテープ強化複合材料のひずみ分布の確率特性と弾性率の導出に関する実験的研究”, 日本複合材料学会誌, vol.49, 2022.
他2件

学会発表: 5件

- [1] 松尾剛, 村上岳, “ランダム配向FRPの面外せん断試験法による損傷挙動の一考察”, 第13回日本複合材料会議, 2022.
他4件

特許出願: 1件

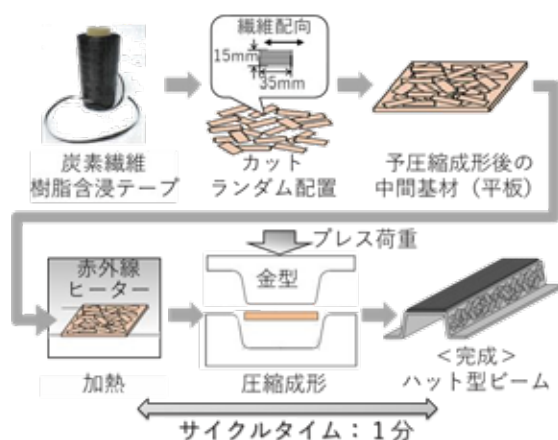


図2 ランダム配向FRPを用いた部品成形(イメージ図)

※1 FRP: Fiber Reinforced Plastics (繊維強化プラスチック)

※2 ランダム配向FRP: 繊維配向がランダムになるように層状に積層した繊維強化プラスチック

半導体カーボンナノチューブを用いた微量物質検知の研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 74,080 千円

研究代表者: 東レ株式会社
村瀬 清一郎

研究の概要

本研究では、高感度で選択性が高く、低温で動作可能なガス検知基礎技術の構築を目的として、半導体カーボンナノチューブ(CNT)の高品質化、素子構成改良による高感度化、およびCNTと酸化物半導体の複合化によるガス選択性発現メカニズムの解明検討を実施しました。

ガス検知感度が高感度化する温湿度条件や、トランジスタ型センサ素子のゲート電圧が感度に影響することを見出し、pptオーダーのガス検知を実現しました。また、酸化物半導体、及びドーパントをそれぞれ半導体CNTと複合化することによって、CNT単独よりも詳細なガス選択性付与が可能となることを見出しました。さらに、低温(100℃以下)で、複数種類のガスが存在する中、対象(NOガス)の検知を実証できました。

得られた成果は、低消費電力、選択的ガス検知が必要な工場用ガスセンサー等の新しい分野への展開が期待できます。

発表実績

学会発表: 1件

[1] 平井 孝佳, 渡辺 伸博, 加藤 智博, 村瀬 清一郎, “半導体カーボンナノチューブを用いた選択的ガス検知の研究”, 第70回 応用物理学会 春季学術講演会, 2023

特許出願: 3件

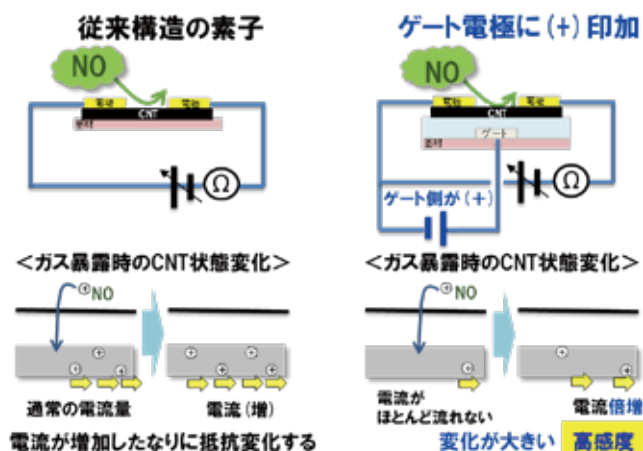


図1 感度向上のコンセプト

混合ガスからの微量ガス選択的検知達成

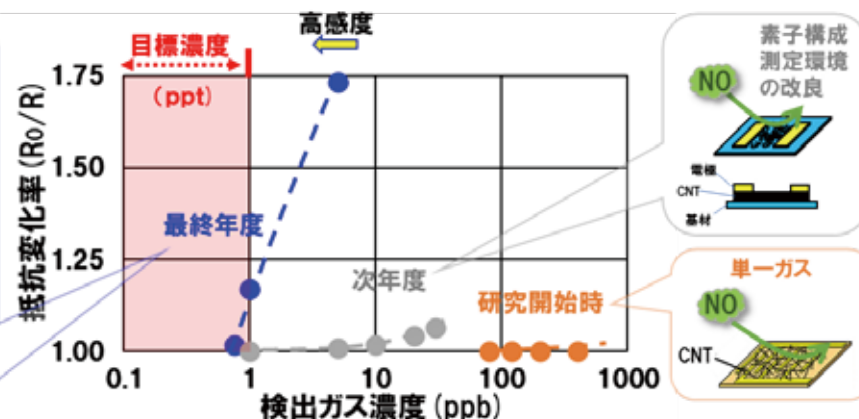
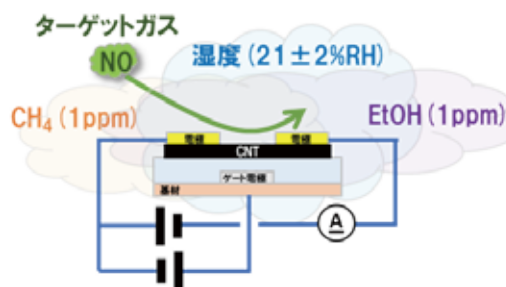


図2 低温での選択的低濃度ガス検知を達成

深層強化学習を用いた自律サイバー推論システムの研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 36,400千円

研究代表者: 情報セキュリティ大学院大学
大塚 玲

研究の概要

本研究は、CTF*を解くための自律サイバー推論システムのプロトタイプを、深層強化学習を用いて構築し、強化学習を用いたセキュリティシステムの有効性を示し、サイバーセキュリティの発展に寄与することを目指しました。

自然言語処理(NLP)技術をシェル(Metasploit Shell)レスポンスの認識に利用した深層学習により現在の状態を推定し、CTF問題のフラグ獲得を報酬とするPOMDP(部分観測マルコフ決定過程)型の深層強化学習に適用することで、攻撃機序の異なる6種類のUnixサーバーへ侵入するCTF問題の求解に必要な最適戦略を、従来よりもはるかに効率的(少ないエピソード数)に獲得する技術の開発に成功しました。

さらに、革命的進化が見られた大規模言語モデル(LLM)のCTF問題への活用可能性を探究し、上位のスコアが達成されることが確認されました。

これらにより、LLMと深層強化学習を組み合わせた技術がAI for Securityの中核技術として発展する可能性が示唆されました。

発表実績

学術論文: 1件

- [1] Ryotaro Nakata and Akira Otsuka, "CyExec*: A High-Performance Container-Based Cyber Range With Scenario Randomization," IEEE Access Vol.9, pp. 109095–109114, 2021.

学会発表: 9件

- [1] Minami Someya, Yuhei Otsubo, Akira Otsuka, "FCGAT: Interpretable Malware Classification Method using Function Call Graph and Attention Mechanism", NDSS Workshop on Binary Analysis Research (BAR2023), 2023.
[2] 米田智紀, 大塚 玲, "自律サイバー推論システムにおけるBERTモデル導入による状態推定の強化," 情報処理学会 コンピュータセキュリティシンポジウム(CSS2022), 2022.
[3] 佐竹達也, 大塚 玲, "Capture The Flag における大規模言語モデルの応用," 人工知能学会全国大会, 2023.

他6件

* CTF : Capture The Flagの略。コンテスト形式で情報セキュリティ技術者の訓練に一般的に用いられる問題。



図1 将来の展望: AIによるサイバー攻撃対応

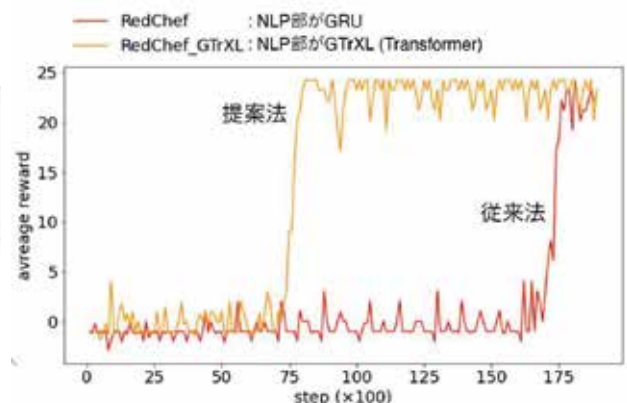


図2 最適戦略への収束速度の比較

量子雑音ランダム化ストリーム暗号の安全性向上に関する基礎研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 39,000千円

研究代表者: 玉川大学
二見 史生

研究の概要

本研究では、共通鍵を用いた光ファイバ暗号通信システムの安全性向上を目的として、量子雑音を発生源とする予測不可能性の高い乱数で駆動されるランダム化拡張技術及びそのランダム性を暗号に組み込み安全性向上を図る技術を開発し、これらの技術を適用した光ファイバ暗号通信システムの通信特性及び安全性を評価しました。

量子雑音の揺らぎに基づく予測不可能性の高い乱数で高速発生可能な手法を考案、発生速度100Gb/s(オフライン信号処理方式)で量子雑音を発生源とする乱数発生に成功し、本乱数で駆動するランダム化拡張技術である量子雑音駆動型DSR(Deliberate Signal Randomization)を実現しました(80%以上の暗号信号拡散率)。さらに、これを組み込んだ新たな量子雑音ランダム化ストリーム暗号の伝送実験を、屋外敷設光ファイバ回線と光増幅中継器を含めたシステムで実施し、暗号通信に成功しました(通信容量10Gb/s、距離400km)。この際、送信機から受信機までの間のいずれのポイントにおいても、光信号パワーに依存せずに、桁違いに安全性を高められたことを確認しました。

また、50Gb/sという高速(論文発表時、量子雑音揺らぎに基づく乱数発生手法の中で世界最速)でリアルタイムに乱数を発生する乱数発生技術を開発しました。

- 従前のデジタル的手法は、共有している暗号鍵を用いて $\theta_{\text{デジタル}}$ だけデータのランダム化を実施するまで。
- 提案手法では、この次に、量子雑音で駆動するランダムな位相の曖昧さを加える。

発表実績

学術論文: 7件

- [1] K. Tanizawa, K. Kato and F. Futami, "Spatially Multiplexed Quantum Entropy Source With Single LD for 100-Gbps Random Numbers and Beyond," IEEE Photonics Technology Letters, vol. 35, no. 5, pp. 229-232, 2023.
- [2] F. Futami, K. Tanizawa, and K. Kato, "Field-installed fiber transmission of Y-00 quantum noise stream cipher with quantum deliberate signal randomization," Proceedings Volume 12429, Next-Generation Optical Communication: Components, Sub-Systems, and Systems XII; 124291J, 2023.

他5件

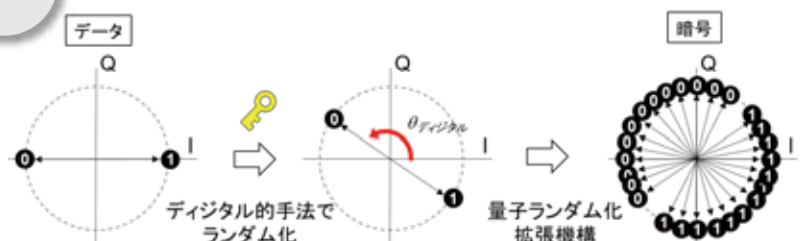
学会発表: 12件

- [1] K. Tanizawa, K. Kato, and F. Futami, "Real-time 50-Gbit/s Spatially Multiplexed Quantum Random Number Generator Based on Vacuum Fluctuation," Optical Fiber Communication Conference and Exhibition (OFC 2023), paper Th4A.8, San Diego, Mar. 2023.

他11件

特許出願: 1件

量子雑音ランダム化拡張の概要



合成開口レーダによる埋設物探査におけるクラッタ分離技術の研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 31,152 千円

研究代表者:宇宙航空研究開発機構
植松 明久

研究の概要

本研究では、観測衛星や航空機のレーダを用いた地下に埋設された物体の探査を目的として、地下埋設ターゲットを同定するための条件の解明や技術開発を行いました。妨げとなる目標物以外の物体からの信号(クラッタ)やノイズの影響を回避し、できるだけ少ない走査時間・走査回数での実現を目指すにあたり、室内実験とシミュレーション及び地球観測衛星による屋外観測実験を組み合わせ研究を実施しました。

室内では埋設物探査や埋設物・表層クラッタの分離に関わる実験を実施し、適切な走査位置の選定により埋設物が予め同定できれば、1回の1次元走査で、近傍に地上物体(クラッタ)が存在する状況下でも埋設物のモニタリングが可能であることを確認しました。また、走査本数を絞り込んでも同等の結果を得られる条件を見出しました。

だいち2号(ALOS-2)搭載Lバンド合成開口レーダによる屋外観測実験では、昼間と夜間の衛星軌道の違いを活用して埋設したパイプ状散乱体(ターゲット)と地上に設置したクラッタを模した物体(コーナリフレクタ)の識別が可能であることを実証しました。

発表実績

学会発表: 5件

- [1] Akihisa Uematsu, Toshiyuki Nishibori, “Detection of buried targets under limited number of scans with a synthetic aperture radar”, ISAP2021 (2021 International Symposium on Antennas and Propagation), doi : 10.23919/ISAP47258.2021.9614599, 2021. (Best Paper Award を受賞)
- [2] Akihisa Uematsu, Toshiyuki Nishibori, “Imaging performance of various buried targets under various number of scans with a synthetic aperture radar”, ICSANE2021 (International Conference on Space, Aeronautical and Navigational Electronics 2021), 2021.
- [3] Akihisa Uematsu, Toshiyuki Nishibori, “Experiment and Simulation of Buried Targets in the Vicinity of Objects on the Ground with a Synthetic Aperture Radar”, IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, pp. 1676-1679, doi: 10.1109/IGARSS46834.2022.9883281), 2022.

他2件

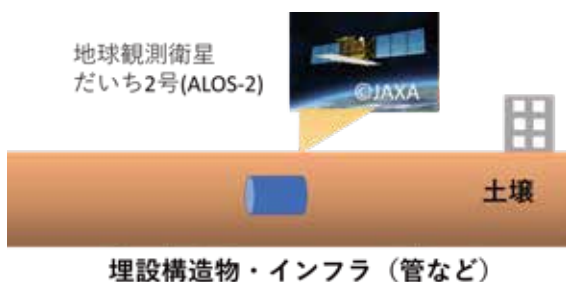


図1 成果の応用イメージ

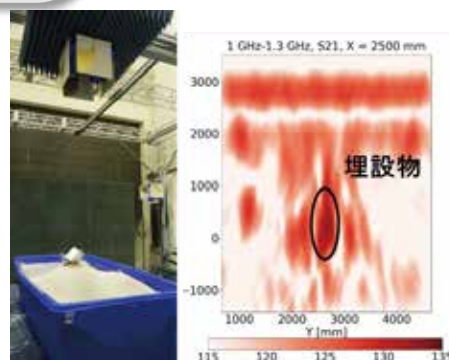


図2 室内実験イメージ

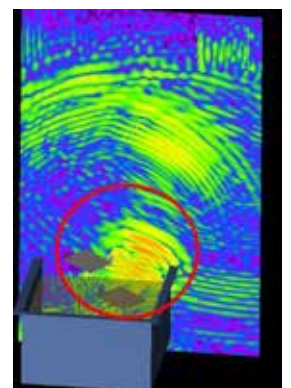


図3 電磁界シミュレーションイメージ

4D印刷技術によるスマート・メカニカルメタマテリアルの開発

研究期間 令和2-4年度

研究総経費(契約額) 38,997 千円

研究代表者: 物質・材料研究機構
宇都 甲一郎

研究の概要

本研究では、外部刺激に応答して新奇な物性変化や動きを引き起こすスマート・メカニカルメタマテリアル創製を目指して、積層造形技術を駆使し、複雑な三次元形状を有する高性能形状記憶高分子材料やスマートポリマーの合理的設計論を構築し、幾何学形状と機械的特性の連関性を検証しました。

オリジナル印刷素材・インクを開発し、印刷条件の最適化を行うことで、当初の目標を遥かに上回る700%以上のひずみ変形を達成すると同時に、ひずみ変形時の形状固定化率と形状回復率がほぼ100%という驚異的な大変形/形状記憶特性を示し、世界最高性能の形状記憶高分子3D造形体を作製することに成功しました。

さらに、「刺激応答性の拡張」、「可逆的形状変化能」、「形状書換能」、「自己修復能」、「分解性・リサイクル特性」を形状記憶高分子造形体に付与できることや、外部刺激の印加により物性や構造を変化できることを実証しました。

発表実績

学術論文: 4件

- [1] X. Zheng, K. Uto, W.-H. Hu, T.-T. Chen, M. Naito, I. Watanabe “Reprogrammable flexible mechanical metamaterials”, Applied Materials Today 29, 101662, 2022
- [2] T. Hirai, K. Uto, M. Ebara, K. Uchida “Elastocaloric effect of shape memory polymers in elastic response regime”, Journal of Physics: Energy 5, 034011, 2023

他2件

学会発表: 10件

- [1] 宇都 甲一郎、荏原充宏、“形状記憶高分子を用いたマテリアルバイオロジー研究～細胞運動の動的制御～”、第44回日本バイオマテリアル学会 2022年11月22日 (ハイライト講演賞に選出) 他9件

オリジナル印刷素材/インクの開発により世界最高性能の形状記憶高分子印刷体の作製に成功

形状固定化率

> 95%

(700%ひずみ時)

形状回復率

~100%

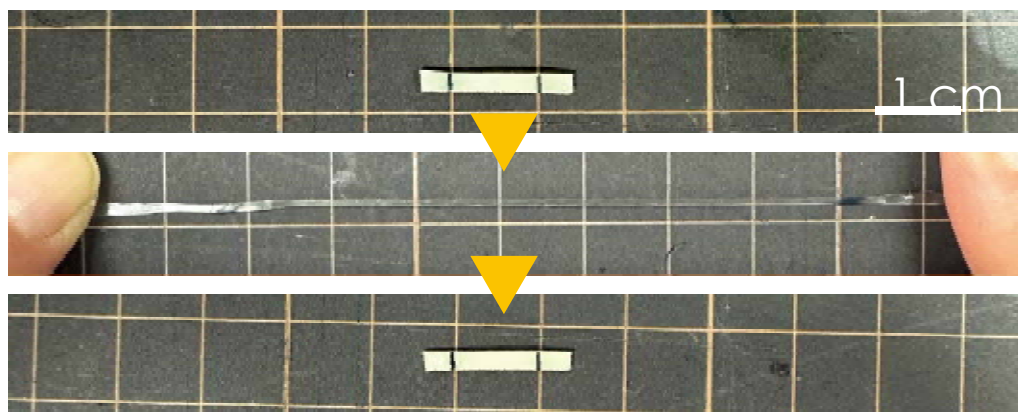


図 本研究で開発した印刷材料の変形及び形状回復の様子

SiC繊維強化型複合材の超高温疲労試験に関する高度化技術研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 39,000 千円

研究代表者:物質・材料研究機構
下田 一哉

研究の概要

本研究では、SiC繊維強化型複合材(SiC/SiC)を対象に、1500℃まで対応可能な、紫外線光(UV)を用いた直接観察技術及びデジタル画像相関法(以下、DIC法)による非接触歪み計測技術を確立することで、超高温疲労試験の標準化を目指しました。

典型的な破壊挙動を示す2種類(高強度型・高擬延性型)のSiC/SiCの試験片を作成し、実際に1200℃、1400℃での超高温疲労試験を行い、DIC法を用いた非接触型の動的なひずみ計測の精度を検証した結果、既存の接触型のひずみ計測よりも有効であることを明らかにしました。

また、電子顕微鏡で試験片の微細組織を観察することで、界面相の酸化によって疲労強度が低下する劣化メカニズムを明らかにしました。

さらに、紫外光によるDIC法を用いた非接触型の動的なひずみ計測で、1200℃までの超高温疲労試験が実施可能な、微小試験片を用いたセットアップを構築しました。

発表実績

学術論文: 4件

- [1] Kazuya Shimoda, Hideki Kakisawa, "Novel production route for SiC/SiC ceramic-matrix composites using sandwich prepreg sheets", Journal of the European Ceramic Society 43(3), pp. 805-813, 2022.
- [2] Kazuya Shimoda, Tatsuya Hinoki, "Effect of BN nanoparticle content in SiC matrix on microstructure and mechanical properties of SiC/SiC composites", International Journal of Applied Ceramic Technology, 20[4] 2466-2477, 2023.

他2件

学会発表: 6件

- [1] Kazuya Shimoda, Hideki Kakisawa, "High temperature fatigue properties of SiC/SiC CMCs", International Symposium on High-temperature Oxidation and Corrosion 2022, 2022.(招待講演)

他5件

SiC/SiC(高擬延性型)

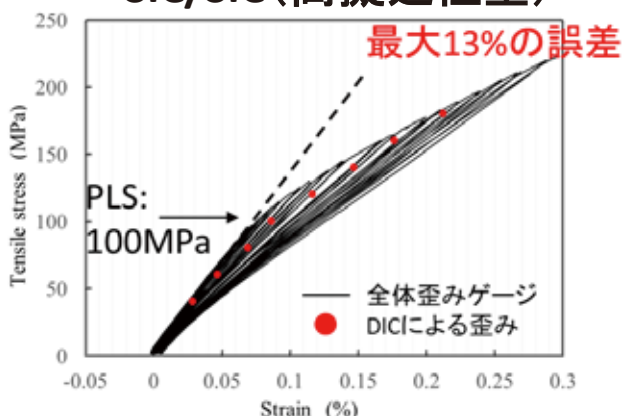


図1 DIC法の評価(既存手法との比較)

サイクル引張

疲労

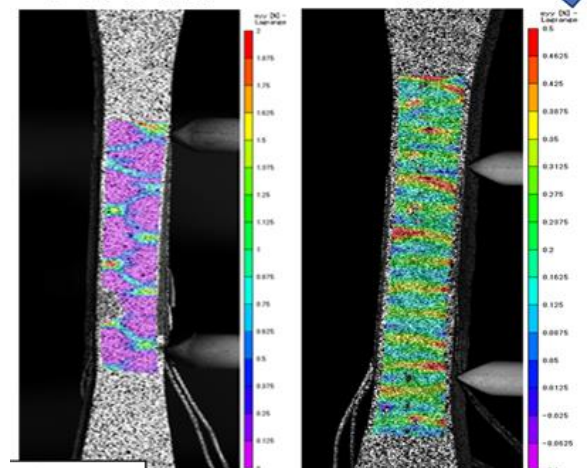


図2 破断直前のDIC法によるひずみ計測

ナノ構造デザインによる赤外輻射スペクトル制御

研究期間 令和2-令和4年度

研究総経費(契約額) 38,990 千円

研究代表者: ファインセラミックスセンター
奥原 芳樹

研究の概要

本研究では、表面プラズモン※の顕著な発現によって赤外光物性をコントロールする新規な薄膜材料の開発と、それを基盤材料とした薄膜構造デザインにより、熱マネジメント等に貢献できる赤外輻射スペクトル制御の実現を目指しました。

赤外屈折率の高い半導体シリサイド β -FeSi₂をベース母材として選択し、そのマトリックス中に自由電子密度の高いAgナノ粒子を高濃度で均一分散させる成膜・熱処理プロセスを開発しました。

その結果、化学量論組成 β -FeSi₂層と純Ag層の組合わせで、ナノ組織制御によって発現させた顕著なプラズモン共鳴により、赤外域にて世界最高レベルの屈折率 $n \geq 8$ 、消衰係数 $k \leq 1$ を達成しました。

さらに、その赤外高屈折率膜をもとに、狙った波長帯に輻射率95%以上のピークをもつ積層構造を光学設計・成膜し、高温in situで放射される熱輻射スペクトルの実証に成功しました。

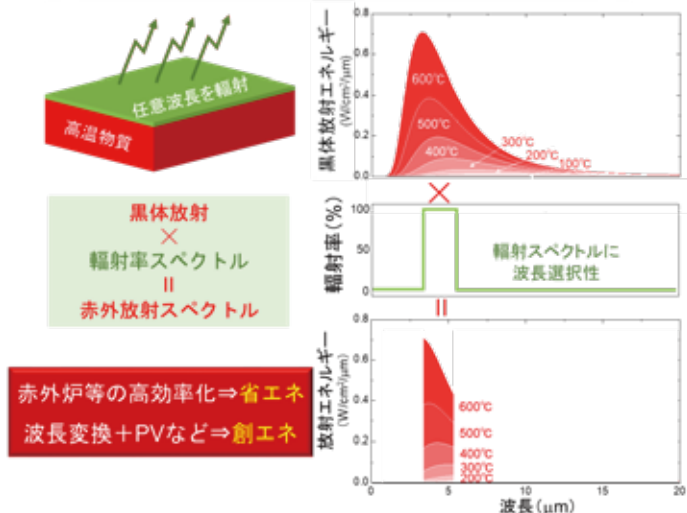


図1 本研究の背景と目的

発表実績

学会発表: 1件

[1] 奥原芳樹、黒山友宏、横江大作、加藤文晴、
「半導体 β -FeSi₂膜中Agナノ粒子の表面プラズモンによる赤外輻射制御」, 日本セラミックス協会
2022年年会, 2022

特許出願: 2件

※ 固体あるいは液体中の電子が、入射した光によって集団振動を誘導される現象あるいはその集団振動のこと

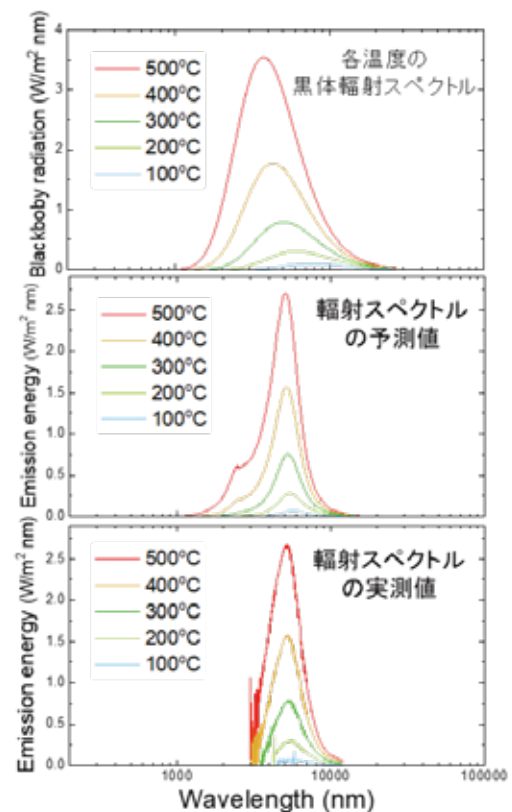


図2 輻射スペクトルの設計と実証

電界結合による海水中ワイヤレス電力伝送利用法の基礎研究

研究期間 令和2-4年度
研究総経費(契約額) 36,354 千円

研究代表者: 富士ウェーブ株式会社
栗井 郁雄

研究の概要

本研究では、近海航路を走行する海上船舶や無人潜航艇(AUV)へのワイヤレス給電の実現に向け、電界結合方式による給電に着目し、その原理解明と特性向上を図りました。また、従来研究されてきた磁界結合方式との比較検討により、給電に関する基礎研究を行いました。

人工水路内で、模型船に対して海水中でのワイヤレス給電を試みた結果、想定外に低い伝送効率しか得られず、これを説明可能な適切な電磁界シミュレーションや、現実とのスケール則の成立条件等を見出せませんでした。また、電界結合方式と磁界結合方式の、電磁界シミュレーションによる比較も、適切な外部境界条件等が見つからず、実現できませんでした。

本研究の結果、様々な課題について、研究者を結集させ取り組んでいく必要性が明らかとなり、水中WPT(Wireless Power Transfer)研究連合を結成しての研究につながっています。

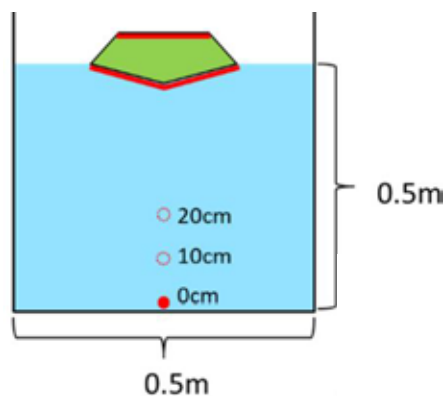
発表実績

学会発表: 5件

- [1] Ikuo Awai, Kazuya Yamaguchi and Dai Futagami, "Electrically Coupled Undersea Wireless Power Transfer System with Shielded Electrodes", The 6th International Electric Vehicle Technology Conference, 2023
 - [2] Ikuo Awai, Kazuya Yamaguchi and Dai Futagami, "Reduction of Capacitively Coupled Wireless Power Transfer Loss under Sea", Proc. Asia Pacific Microwave Conference, 2022.
- 他3件



(a) 模型船



(b) 水路断面図

図 簡易水路による伝送実験

ワイヤレス受電機能を有する共振補償方式コアレス超軽量誘導モータの基礎研究

研究期間 令和2-4年度

研究総経費(契約額) 36,649 千円

研究代表者:株式会社ウィティー
保田 富夫

研究の概要

本研究では、ドローン等への搭載が期待される、超軽量・高出力密度なモータの基本技術として、大トルク化及びモータ巻線の軽量化に有利な「トロイダル巻アキシャルギャップ誘導モータ」のコアレス化による軽量化と、出力低下・効率低下を防止する共振補償方式の採用による高出力密度化を目指しました。さらに、固定子コイルを受電コイルとしても機能させることによる、新たなコイルの追加なしでのワイヤレス充電の実現可能性を検討しました。

新たに磁気回路法による電気-磁気連成解析ツールを開発し、それを用いて試作を行いました。最終目標の達成はできませんでした。そこで、かご形導体構造を変更した改良かご形回転子を考案し、性能を解析ツールによりシミュレートしたところ、最終目標の出力、出力密度及び効率を達成可能であるとの結果を得ました。

また、試作した誘導モータ巻線と送電コイルの組合せにより、低周波数(400Hz)でも電力4kW、効率42%でワイヤレス給電できることを明らかにしました。

発表実績

学会発表: 4件

- [1] 保田富夫, トロイダル巻線方式アキシャルギャップ誘導モータの高出力密度化に関する基礎検討, 電気学会全国大会, 2021
 - [2] 保田富夫, 共振補償磁気結合エネルギー伝送技術開発の取組み, 電気学会マグネティックス研究会, 2022
- 他2件

特許出願: 1件

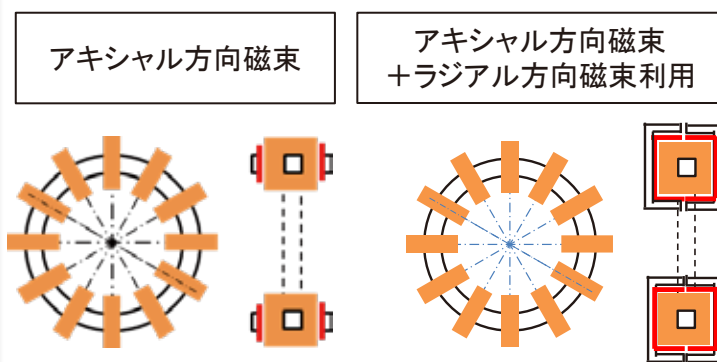


図1 トロイダル巻アキシャルギャップコアレス誘導モータ
(左:従来型、右:改良型)

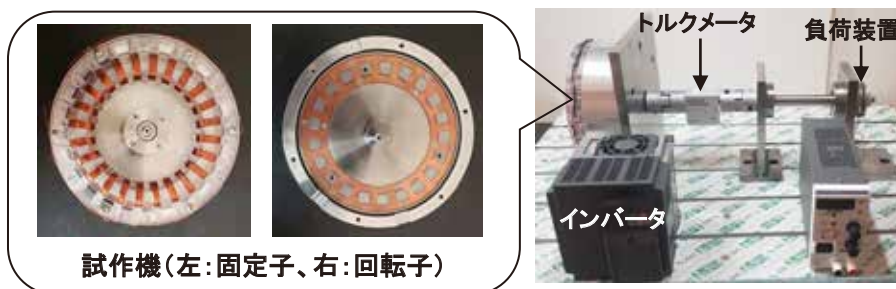


図2 実機試験評価状況

超広域リアルタイムイメージングと光操作による脳高次機能の解析

研究期間 令和3-4年度
研究総経費(契約額) 53,941 千円

研究代表者: 理化学研究所
道川 貴章

研究の概要

本研究では、運動の意図の形成および運動制御の脳内メカニズムの解析に用いることができる、リアルタイムに計測した広範囲のニューロン活動の時空間パターンをもとに、その活動を操作する光刺激を加えることが可能な新たな顕微鏡システムの開発を目指しました。

本研究にて、蛍光カルシウムセンサー(YC2.60)を特定のニューロンに発現するトランスジェニックマウス的大脑及び小脳について、そのニューロン活動の位相とパワーを、高い時空間解像度で同時に計測可能な超広視野顕微鏡を開発しました。さらに、視野の任意の領域のニューロン活動を、任意の周波数で光刺激可能な光学系および制御ソフトウェアを作成しました。

また、自発的な運動が開始される際に、脳の広範囲に渡って特定の周波数のニューロン活動が関与していることを明らかにしました。

発表実績

学会発表: 3件

- [1]磯部圭佑, 道川貴章, 並木香奈, 宮脇敦史, 緑川克美, “時間多重化時空間集光を用いた3次元多光子パターン照明技術”, 第83回日本応用物理学会秋季学術講演会, 2022
 - [2]道川貴章, 磯部圭佑, 宮脇敦史, 緑川克美, “随意運動中のマウス大脑および小脳活動のカルシウムイメージングによる大規模同時計測”, 第9回日本BMI研究会, 2022
- 他1件

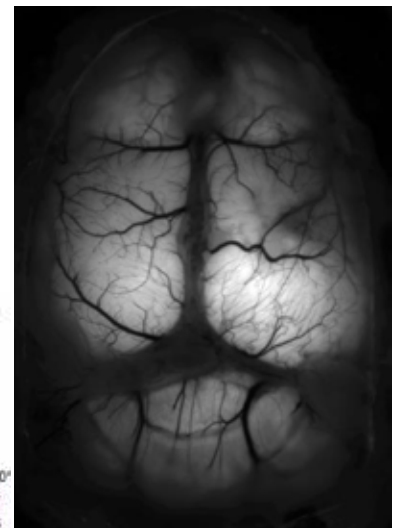


図2 大脳と小脳の同時イメージング

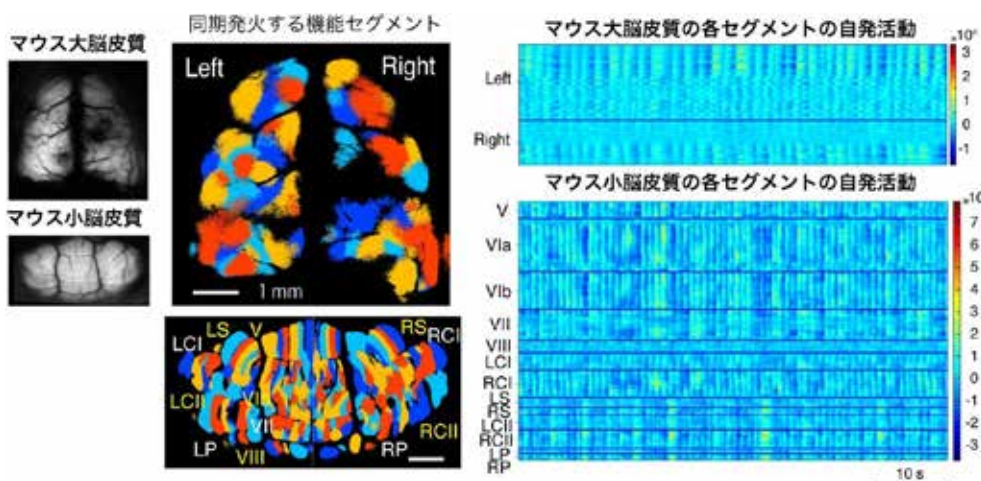


図1 独立成分分析により同定した大脳皮質および小脳皮質の機能セグメント

溶融池における合金化による新規機能性材料の開発

研究期間 令和3-4年度
研究総経費(契約額) 54,312 千円

研究代表者: 川崎重工業株式会社
岩崎 勇人

研究の概要

本研究では、積層造形の一つであるDED (Directed Energy Deposition: 指向性エネルギー堆積)のプロセス中に形成される溶融池を活用して合金を形成し、新規機能性材料の開発に取り組みました。題材として摺動材料を取り上げ、DEDプロセスの特長を活用した鉛フリー摺動材料を創製することを目的としました。

本研究により、熱力学解析を用いて決定した合金組成を用い、ベンチマークとした鉛青銅鑄造材と同等以上の摺動特性(耐摩耗性、耐焼付き性)を有する鉛フリー摺動材料を創製しました。

得られた摺動材料は急冷凝固であるDEDプロセスに特徴的な微細分散相を含む材料組織を呈しており、本組織により良好な摺動特性を発揮したと考えられます。

また、選定したプロセス条件における温度計測技術を確認し、プロセスシミュレーション技術および金属組織シミュレーション技術を活用することで、合金組成から合金組織を予測・制御するための基盤技術を構築しました。

発表実績

学会発表: 1件

[1] 渡邊 健太郎, 小野 裕貴, 山本 晃大, 坂根 雄斗, 藤田 大河, 石原 一宏, 岩崎 勇人, “溶融池における合金化による機能性材料創製の基礎的検討—新規鉛フリー銅合金の開発—”, 2023年度溶接学会春季全国大会, 2023.

特許出願: 2件

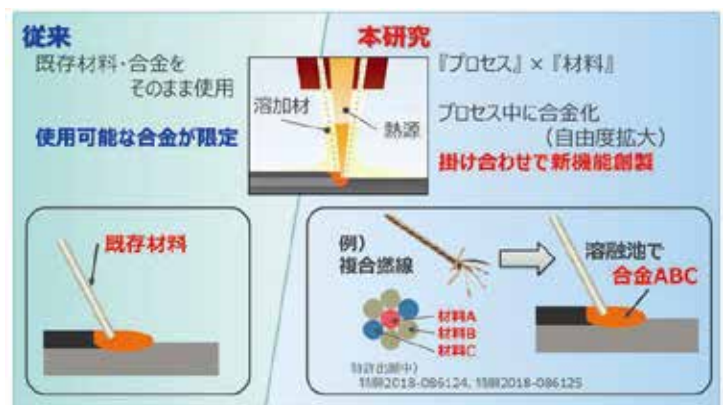


図1 DEDプロセスイメージ

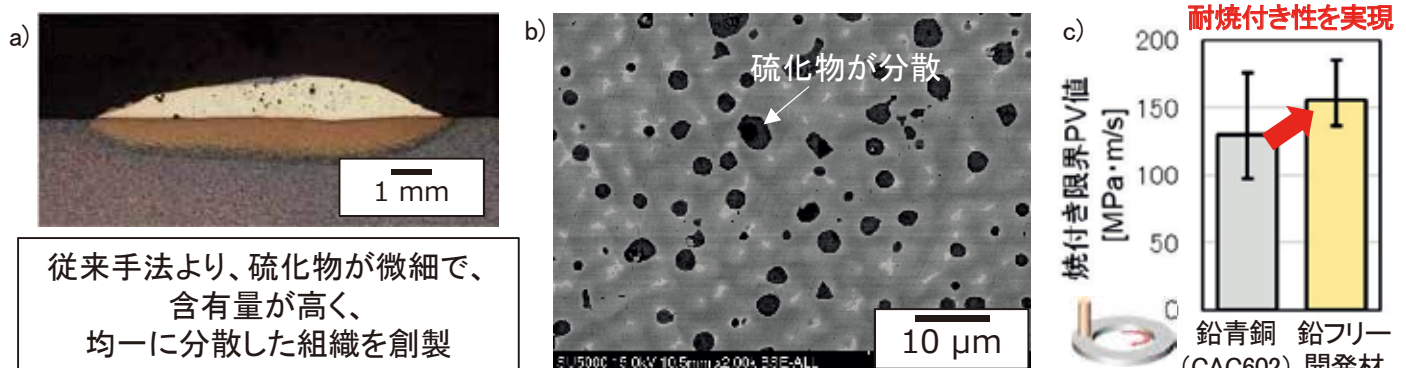


図2 DEDプロセスによる新規の合金開発例 (Cu-9.9Sn-1.6S) a) 断面状態 b) 金属組織 c) 焼付き性評価

□ 現在実施中の研究課題

令和5年度採択

【大規模研究課題(タイプS)】10件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
層状無機固体の精密構造制御に基づく新規プロトン伝導体の創製	本研究では、プロトン伝導を担うゲスト層と骨格を担うホスト層とを分離して設計できる電解質としてナノシート積層膜に注目し、燃料電池の電解質として機能するかの原理検証とその基盤技術を構築するとともに、ナノシート積層構造に基づく新しい機能を創出します。	熊本大学 (伊田 進太郎)
災害医療対応・外傷処置・外傷手術XR ^{※1} 遠隔支援システムの開発	本研究では、災害やテロ等の現場での被災者医療対応において、メタバース ^{※2} 内に被災者および被災地環境デジタルツイン ^{※3} を半自動生成し、そのデジタルツインを通して現場医療者と遠隔地の医療者が協力して最適な医療対応ができるシステムを実現します。	北海道大学 (近野 敦)
パワーデバイス冷却機能強化を指向したダイヤモンドウェハ大型化	本研究では、高耐压素子の冷却能力を飛躍的に向上させる高熱伝導かつ高耐压な放熱板を実現するため、熱伝導率に抜群の物性値を有するダイヤモンドを利用したウェハの大面積化に取組みます。また、結晶成長技術、プロセス・評価技術と共に、冷却能力の最大化を目指します。	産業技術総合研究所 (山田 英明)
計算力学とゲームAIを応用したOODA意思決定・群制御の研究	本研究は、複数無人機の運用者支援のため、リスク観測・状況判断・計画決定・実行のOODAループ ^{※4} を自律化する研究です。計算力学とゲームAIを応用した階層型自律アーキテクチャ ^{※5} とデータモデル ^{※6} で、学習軽量化、意思決定の冗長化、判断根拠の見える化を(高岡 秀年)目指します。	クラスターダイナミクス(株) (高岡 秀年)
超短パルスレーザを用いたCBRNE検知ライダシステムの開発	本研究では、超短パルスレーザを用いた多光子励起によって発生する共鳴ラマン散乱 ^{※7} の現象を明らかにするとともに、本原理に基づく広域遠隔検知技術の実現に向けた基礎研究を行い、CBRNE ^{※8} 災害に対処できる新たなライダ技術 ^{※9} の確立を目指します。	(株)四国総合研究所 (朝日 一平)
実験・計算科学の融合による革新的塗膜創製と機序解明の基礎研究	本研究では、ナノ炭素の微量添加により初めて発現する低摩擦性を含む革新的多機能材料を、計算科学とマイクロ・マクロ領域評価の融合による新規SEM ^{※10} 評価法の活用により創製し、その多機能性の原理を明らかにすると共に、深海のような高圧など過酷な環境での適用可能性を追求します。	(株)GSIクレオス (柳澤 隆)
UHTCマトリックス複合材料及びプロセス技術に関する研究	本研究では、UHTC ^{※11} の組成探索を行い、マトリックス ^{※12} 及び皮膜としたUHTC複合材料の研究により、耐環境性及び韌性に優れたUHTCマトリックス複合材料を実現します。また、曳糸性 ^{※13} に優れたUHTC組成を見出して、繊維化技術を開発し、高温耐性に優れたUHTC繊維を実現します。	(株)超高温材料研究センター (中川 成人)
高速放電技術のための新規コンデンサ材料の探索	本研究では、スマホなどの電子部品材料に使用されるコンデンサ材料について、マテリアル(一財)ファインセラミックス・インフォマティクス ^{※14} を駆使して、80年以上発見できていない、チタン酸バリウムを凌駕する誘電率を持つ材料を探索します。	センター (森分 博紀)
超高耐压 α 型酸化ガリウムパワー半導体の高度化のための基礎研究	本研究では、超高耐压 α 型酸化ガリウムパワー半導体 ^{※15} の実現に向けて、先行研究で蓄積したエピタキシャル成膜 ^{※16} 技術、デバイス作製技術を高度化して高耐压・大電流化の開発に取組み、耐压10kV級MOSFET ^{※17} で100Aでの動作実証を目指します。	(株)FLOSFIA (四戸 孝)
衛星による測位・時刻同期の革新的な欺瞞対策技術の開発	測位衛星による測位・時刻同期システムは、自動運転、ドローン管制、高速無線通信システム等を支える社会インフラですが、欺瞞や改竄等の攻撃に脆弱であることから、本研究では、LocationMind ^{※18} 現状有効な対策がないミーコニング ^{※18} に対し、無線指紋 ^{※19} 技術を活用した革新的な防御(柴崎 亮介)手法を開発します。	(株) (柴崎 亮介)

※1 XR(クロスリアリティ):VR(仮想現実)、AR(拡張現実)、MR(複合現実)など現実世界と仮想世界を融合する技術の総称。

※2 メタバース: 多人数が自由に行動できる、通信ネットワーク上に構築された三次元の仮想空間のこと。

※3 デジタルツイン: 現実世界に実在するものを、サイバー空間上に再現する先進技術のこと。

※4 OODAループ: Observe, Orient, Decide, Act のプロセスを繰り返す意思決定方法。変化の予測が困難な状況で用いられる。

※5 階層型自律アーキテクチャ: 自律化の意思決定に階層構造の要素を取り込んだアーキテクチャ。

※6 データモデル: この場合、学習情報を意思決定階層の視点に応じたデータ構造に格納したもの。

※7 共鳴ラマン散乱: 物質を励起した際に生じる散乱現象の一つ。物質ごとに固有の波長の散乱が生じる。

※8 CBRNE: Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, Explosive

※9 ライダ技術: 通常の場合は、レーザ光を照射して、その反射光情報を元に、対象物までの距離やその性質などを計測する技術。

※10 SEM: Scanning Electron Microscope(走査型電子顕微鏡)

※11 UHTC: Ultra-High Temperature Ceramics(超高温セラミックス;ここでは2,000℃以上の極限の高温にも耐えることが出来るセラミックスのこと)

※12 マトリックス: 複合材料の強化材料を支持するための母材。

※13 曳糸性: 液状の材料を引き延ばした時に、どれほど糸の形になりやすいかを表す性質。

※14 マテリアルズ・インフォマティクス: 機械学習などの情報科学を用いて、材料開発の効率化を図る取り組みのこと。

※15 パワー半導体: 高い電圧や大きな電流を取り扱うことのできる半導体。電力・周波数の制御や直流交流の変換等に用いられる。

※16 エピタキシャル成膜: 単結晶基板上濃度・厚さを制御した高品質半導体単結晶膜を形成すること。

※17 MOSFET: 金属酸化膜半導体(MOS)構造の電界効果型トランジスタ(FET)のこと。動作速度が速く、緻密な制御が可能。

※18 ミーコニング: 受信した測位信号をコピーして時間差をつけて再放送することで、測位を妨害する技術。

※19 無線指紋: 無線電波信号の中に発生する、送信機のアナログ回路の製造ばらつきや、通信環境により発生するゆらぎ等が由来の、機器個体を判別可能な特徴

【小規模研究課題(タイプA)】5件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
マルチ機能を持つ軽量・高強度マグネシウム合金の基盤構築	本研究では、研究代表者らが開発した、高熱伝導性・高強度・高延性・不燃性・高耐食性というマルチ機能を持つ画期的な軽量・高強度Mg-Al-Ca-Mn系合金を対象に、マルチ機能マグネシウム合金の材料設計指針の確立と実用化を見据えた基盤技術の開発を行います。	熊本大学 (河村 能人)
混晶エンジニアリングによる超高耐圧AlGaInパワー素子の創出	本研究では、大幅な省エネルギーに貢献するパワー素子の候補として、超ワイドギャップ半導体であるAlGaIn混晶を用いた縦型パワー素子の研究を行います。同材料の特異な物性を利用した混晶制御および分極ドーピングにより、新概念の超高耐圧・高速パワー素子の創出を目指します。	産業技術総合研究所 (三浦 喜直)
ISBT※20の革新による未開拓周波数・常温動作QCLの研究開発	本研究は、半導体のサブバンド間遷移機構の革新と窒化物半導体の導入により、これまで実現が不可能であったテラヘルツ波※21量子カスケードレーザー※22(QCL)の常温動作、な	理化学研究所 (平山 秀樹)
積層造形によるAl合金の熱物性と機械的特性の制御に関する研究	本研究では、積層造形用のAl合金を対象に、極低温における熱物性や機械的特性・造形時の凝固割れを支配する因子を解明し、それぞれの予測モデル式構築、および制御指針の獲得を目指します。さらに、モデル式からマテリアルズ・インフォマティクス技術による新	川崎重工業(株) (森橋 遼)
脳科学とAIによる精神状態、認知能力の最適化に関する基礎研究	不安、落ち着き、感情といった精神状態の揺らぎは認知能力に影響します。本研究では、脳科学とAI技術を融合させ、行動・生体情報から精神状態を推定し、より良い精神状態に誘導することで認知能力を向上させる視聴覚刺激提示AIの研究開発に取組みます。	(株) KDDI総合研究所 (小林 亜令)

【小規模研究課題(タイプC)】8件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
電離圏プラズマを利用する新しい宇宙推進エネルギー工学	本研究では、地球低軌道を覆う電離圏プラズマ※23中で電子プラズマ波を操り、電子ビームを長距離伝送させ、スペースデブリ※24に照射し軌道変換させるというシナリオについて検討を行い、「電離圏プラズマ」を利用する新しい宇宙推進・エネルギー工学を切り拓きます。	大阪公立大学 (森 浩一)
高耐性を有する水中音響通信デジタル変復調方式の研究	本研究では、周囲騒音やドップラーシフトなど水中音響通信にとって過酷な条件を克服する通信技術確立するため、新発想のデジタル変復調※25方式とディーブラーニング※26を利用した新方式の受信機について検討し、従来の通信方式との比較検討及び水槽実験により有効性を実証します。	北見工業大学 (吉澤 真吾)
荒天中操船に対応したHMD型デジタルツインシミュレータ開発	荒天時の海難事故の多くは適切な操船判断により回避できると考えられることから、本研究では、デジタルツインを利用した荒天中での操船訓練及びリアルタイム操船支援の実現を目指し、操船機能を有するHMD※27型シミュレータの実用化に向けた研究・開発を行います。	海上・港湾・航空技術研究所 (岡 正義)
ヒドリドイオンを利用した還元的分子検知と除去に関する基礎研究	本研究では、半導体表面のヒドリドイオン※28を利用した還元的分子検知と除去に資する基礎研究に取組みます。酸素の授受を用いた従来法に対し、真逆のアプローチを検証することで、分子検知と除去技術に新たな自由度を付与し、機能向上に貢献します。	物質・材料研究機構 (飯村 壮史)
異種材料の低温大気圧耐食性接合と固相分離を両立する極薄架橋層	本研究では、移動体IoT用の電子基板や構造部品の製造基盤となるCu、Feなどの金属材料と樹脂材料を複合化した構造に対し、低温大気圧下での接合性と耐水性、冷却による効率的な分離回収性を付与可能な、極薄架橋※29層の形成手法を確立します。	物質・材料研究機構 (重藤 暁津)
スピン波のカオス的干渉を利用する超高速物理演算デバイスの開発	本研究では、従来のデバイスより高集積かつ低消費電力で動作する超高速物理演算デバイスの実現に向けて、磁性体内で起こるスピン波※30の複雑なふるまいを利用した新規の脳型情報処理技術を研究し、幅広い分野で利用できるAI機能搭載機器へ応用するための道筋を開拓します。	物質・材料研究機構 (土屋 敬志)
スピン偏極電子の磁場応答の可視化	本研究では、試料への磁場印加とスピン分解光電子分光※31を両立した革新的な計測装置を開発し、量子機能性材料内部のスピン偏極電子の磁場応答を可視化します。また、物質と磁場の相互作用や磁壁移動の物理を微視的に解明し、次世代磁気デバイス開発を推進	量子科学技術研究開発機構 (岩澤 英明)
物理法則に立脚した解釈性・説明性の高いマルチモーダルAI	本研究では、物理法則の性質を組み込むことで信頼性と解釈性を高め、さまざまな形式の実測データに対応することで精度と実用性を高めたAIモデルを構築し、工業製品等の最適な設計やより高度な制御のための汎用的なフレームワークの構築を目指します。	(株)RICOS (堀江 正信)

※20 ISBT: Inter Sub-Band Transition(サブバンド間遷移)の略。量子井戸中に形成されたエネルギー準位間の遷移のこと。厚みにより遷移エネルギーが決まることから、複数の結晶格子をもつ材料の周期的な薄層等により、同じ材料系で広範な波長の光を発振できる。

※21 テラヘルツ波: 電波のような透過性とレーザー光線のような直進性を兼ね備えた電磁波。

※22 量子カスケードレーザー: 単一の電子から複数の光子が放出される「量子カスケード」過程を利用することで、通常の半導体レーザーより強い強度のレーザを発振する半導体レーザー。

※23 電離圏プラズマ: 大気圏上層部で太陽光により大気の一部が電離した状態。

※24 スペースデブリ: 過去に打ち上げられた人工衛星など、現在使われなくなった宇宙のごみ。

※25 変復調: データを送信する際に送信側で適切な電気信号に変換し、受信側で電気信号をデータに復元すること。

※26 ディーブラーニング: 人の脳を模したニューラルネットワークを用いた機械学習の手法の一つ。

※27 HMD: Head Mounted Display、ヘッドマウントディスプレイ

※28 ヒドリドイオン: 水素化物イオン。水素原子が電子1個を受け取ってイオン化した陰イオンのこと。H⁻。

※29 架橋: 原子やイオンまたは分子の間を、他の原子などが橋を架けるようにつなぐこと。

※30 スピン波: 磁石の性質を持つスピンのベクトルが、その向きを変えながら波として空間を伝搬する現象。

※31 スピン分解光電子分光: 物質中の電子の束縛エネルギー、運動量及びスピンを測定する手法。

令和4年度採択

【大規模研究課題（タイプS）】 11件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
飛沫中のウイルスを検出するグラ フェン共振質量センサの研究	本研究では、架橋グラフェン上に吸着した分子の質量を高感度で計測する共振質量センサと特異性の高いDNAアプタマー※1を組み合わせ、空気中のバイオエアロゾルを高感度に検出する環境測定型ウイルスセンサに関する基礎研究を行い、これまで難しかった環境中(高橋 一浩)のウイルスの可視化を目指します。	豊橋技術科学大学
マルチマテリアル接着接合を用いた 航空機実現のための基礎研究	本研究では、マルチマテリアル接着接合に取り組み、接着界面における接合メカニズムを解明するとともに、接着力が発現する/失われるメカニズムの探求、実際の運用を模擬した環境における検査技術の確立および接着接合の耐久性検証試験を通じて、信頼できるマ(森本 哲也)ルチマテリアル接着構造の実現を目指します。	宇宙航空研究開発機構
データ科学と単粒子診断法を融合 した新規赤外蛍光体開発の高速化	本研究では、単粒子診断法を基盤技術に、データ科学とスマートラボラトリ技術の融合を図ることで、効率的に探索領域を拡大し、これまでに無い革新的な蛍光体材料開発法の確立(物質・材料研究機構)を通じて新蛍光体を開発し、光センシング技術に必要な高輝度・広帯域の新規蛍光体光源(森田 孝治)の実現を目指します。	
レーザー推進による衛星の運動制 御のための宇宙用レーザーの開発	本研究では、姿勢や軌道制御ができなくなってデブリ化した衛星の除去に資するため、レーザアブレーション※2により発生する推力について、様々なレーザー照射条件で実験的に(理化学研究所)研究を行い、従来よりも短時間でデブリの除去が可能な宇宙用のピコ秒およびフェムト秒(和田 智之)レーザーを開発することを目指します。	
マイクロ流体チップによる新規生物 学的影響評価法に関する研究	本研究では、ミニ臓器内蔵マイクロ流体チップに関して、ミニ臓器形成に適した生体高分子培養基材を創出し、複数のミニ臓器を多孔質化したチップ内で形成・連結させ、微量化学物質の影響や臓器間作用を評価し、データベース化することで、AIによるリスク判定を可能と(田口 光正)する基礎基盤を確立することを目指します。	量子科学技術研究開発機構
水中自律航行システムに向けた画 像解析による位置推定手法の開発	本研究では、水中自律移動体のための音響以外の手法による位置推定について、SfM※3を発展させた移動量推定「MEfI(Motion Estimate from Image)」と、画像地図を用いて、画像いであ(株)の特微量をAIで処理する相対自己位置推定「REfI(Relative self-position Estimate from Image)」の2つの手法を確立させ、これらの実装および精度検証を行います。(木川 栄一)	
高速及び低電圧動作EMP※4防護素 子とその回路に関する基礎研究	本研究では、高速デジタル信号で動作するマイクロエレクトロニクスを被防護対象とした対Electromagnetic pulse (EMP)防護技術の実用化に向けて、回路挿入時の並列容量が小さく音羽電機工業(株)動作電圧が低い非線形抵抗素子の実現を目指すとともに、その素子の実状況での使用を(塚本 直之)考慮に入れた基礎的な実証実験ならびに電気回路シミュレーションを実施します。	
水中航走体用レーザ通信に向けた 光トラッキング技術の研究開発	本研究では、移動中の水中航走体に対する長距離海中レーザ通信を実現するため、リングレーザのフォトンを検知して移動中の水中航走体を捉える粗追尾と、リングレーザの中心に(ソフトバンク(株))据えた通信用レーザ光源のフォトンを検知してレーザ光軸合わせと通信を行う精追尾を複(陰山 弘道)合した、光トラッキング技術の研究開発を行います。	
有機正極二次電池の充放電機構の 解明と高エネルギー密度化の研究	本研究では、現行のリチウムイオン電池より大幅に軽量化が可能な有機正極二次電池に着目し、その充放電機構の解明や、課題であるサイクル特性と高容量の両立に取り組み、(ソフトバンク(株))長時間滞空可能な無人飛行機等への適用を目指します。(齊藤 貴也)	
波長・空間選択性に優れた量子カ スケード素子の研究	本研究では、光の波長と伝搬を制御可能なフォトリソニック結晶を利用した、面型量子カスケードレーザならびに面型量子カスケード検出器の素子を開発し、これらを組み合わせた動作を(株)東芝(斎藤 真司)実現させ、高速・高感度な中赤外域検出を目指します。	
海中通信・センシング向けの高性能 配向圧電セラミックスの基礎研究	本研究では、従来送受波器より小型で高い音響性能の実現に向けて、PZT※5系圧電セラミックスおよび無鉛系圧電セラミックスの配向化により、優れた性能を有する圧電セラミック材料(日本電気(株))を開発し、圧電振動子に適用可能な高性能配向圧電セラミック材料を実現することを(山本 満)目指します。	

※1 DNAアプタマー:特定の物質と特異的に結合する核酸分子
※2 レーザアブレーション:固体や液体の表面にレーザー光を照射したとき、表面の構成物質が爆発的に放出される現象
※3 SfM: Structure from Motion (カメラで撮影した2次元画像から被写体等の3次元情報を推定する方法)
※4 EMP: ElectroMagnetic Pulse (電磁パルス。電子機器を損傷・破壊する、強力なパルス状の電磁波)
※5 PZT: Lead Zirconate Titanate (チタン酸ジルコン酸鉛)

【小規模研究課題（タイプA）】 8件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
新たなデータ同化手法を使った海中水温・塩分推定／予測手法研究	本研究では、海中水温・塩分の推定に対して新たな機械学習手法を使うことで、新しい面的な海面高度情報を効率的に用い、初期値の決定精度の飛躍的向上をはかるデータ同化手法及びデータ予測手法を確立することを目指します。	宇宙航空研究開発機構 (松井 快)
革新的SiCヘテロ接合技術を使った高周波デバイスの基礎研究	本研究は、産総研が開発した炭化珪素(SiC)ヘテロ接合技術をベースとし、次世代高速通信用の高電子移動度トランジスタ(High Electron Mobility Transistors: HEMTs)を作製し、ヘテロ接合界面の2次元電子ガスの特性支配因子を原子レベルで解明することを目指します。さらにこの接合技術を大口径ウエハーへ展開するとともに、SiC-HEMTsの動作実証を目指します。	産業技術総合研究所 (佐沢 洋幸)
ワイアレスな量子鍵配送のためのポータブル固体量子光源の開発	本研究では、次世代情報通信技術に応用可能な高性能量子光源の開発について、半導体量子ドットの作製技術を高度化し、液体窒素温度でも安定に光る量子ドットの実現と、量子もつれ光子対の発生を実証し、大型冷凍機なしで動作するポータブルな量子光源を実現することを目指します。	物質・材料研究機構 (黒田 隆)
CMC ^{※6} 強化材用高耐熱性ジルコニア連続繊維の量産プロセスの確立	本研究では、SiC/SiCより耐環境性に優れる酸化物系CMCの実現に向け、より高温における強度に優れたジルコニア連続繊維の開発を進めます。さらに、ジルコニア連続繊維の大量生産プロセスからCMC化までの基本プロセスを確立し、それらを統合することを目指します。	物質・材料研究機構 (鉄井 利光)
3D積層造形プロセスのマルチフィジックスシミュレーション技術	3D積層造形プロセスは、ジェットエンジン部材等の製造技術として利用が広まっており、単結晶組織実現が大きな研究課題となっています。マルチフィジックスシミュレーション技術を開発し、部材の形状を考慮した温度場や凝固組織等の予測により、単結晶組織を実現するための最適条件を明らかにします。実部材開発へ応用可能な基礎技術の確立を目指します。	物質・材料研究機構 (渡邊 誠)
光ファイバDAS ^{※7} と微動探査による地盤モニタリング手法の開発	本研究では、大都市が立地する堆積平野の地盤リスク評価手法の高度化を目指し、光ファイバDASと、微動探査や地震波干渉法を融合した解析手法を開発し、高密度・高精度な広域での詳細地盤モニタリングのための基礎的な基盤技術を開発します。	防災科学技術研究所 (藤原 広行)
全脳ネットワークを活用した革新的脳ダイナミクスイメージング法	本研究では、全脳ネットワークダイナミクスモデルを活用した電流源推定法の開発により、(株)国際電気通信基礎技術非侵襲でありながら、脳深部活動を含めた全脳の神経集団活動を高い時間・空間分解能で可視化する「革新的脳ダイナミクスイメージング手法」を開発します。	研究所 (山下 宙人)
極超音速飛行における可変機構の耐熱性・気密性向上に関する研究	本研究では、弾性変形金属シールについて、耐熱性と気密性を各段に向上させることが可能なシール技術に関する基礎研究を実施し、極超音速エンジンの一部に適用することを目指します。	(株)ネッツ (東野 和幸)

【小規模研究課題（タイプC）】 5件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
小型衛星用マルチ加速モード同軸スラスタの基礎研究	本研究では、宇宙機用推進システムの小型軽量化、低コスト化の実現に向けて、一つの推進システムで加速モードを使い分けることにより、化学推進のような大推力作動と、電気推進のような低燃費作動の両方ができるようなスラスタの基礎研究を行います。	宇宙航空研究開発機構 (張 科寅)
軟磁性材料の高強度・高延性化に向けた欠陥磁気物性の計測と設計	本研究では、モーターの芯材や電子機器等に広く用いられている軟磁性材料について、転位に局在する磁性に着目し、高強度・高延性と低履歴効果を両立させる格子欠陥の磁気特性制御と、その実空間イメージングを行うことを目指します。	物質・材料研究機構 (新津 甲大)
グラフェンのスピン誘起ディラック電子とスピン拡散長の可視化	本研究では、試料に電圧印加しながら高空間分解能でスピン分解光電子分光を行う計測システムを開発します。本装置を用いてスピントロニクス of の主要材料となることが期待されるグラフェンのスピン伝導について検証します。材料の動作環境におけるスピン偏極電子の深い理解につながることが期待されます。	物質・材料研究機構 (矢治 光一郎)
海洋状況把握(MDA ^{※8})等に適用可能な革新的画像処理技術の研究	本研究では、夜間に人工衛星から撮像された光学画像から、人の目では判別できない程度の明るさの海上船舶等を、自動的かつ確実に検出する新たな画像処理アルゴリズムを生成・開発し、昼夜を問わず海洋状況把握を可能にすることを目指します。	川崎重工業(株) (久保田 伸幸)
EHD ^{※9} ポンプによるヒレ推進魚ロボットの研究	本研究では、海洋調査、海難事故対応、海洋防衛など多目的に応用可能な静音型、省電力消費の魚型ロボット開発に向けて、実用に適したEHDアクチュエータの開発および揺動型ヒレ推進機構を備えた魚ロボットの開発を行います。	(株)テムザック (川久保 勇次)

^{※6} CMC: Ceramic Matrix Composite (セラミックス基複合材料)
^{※7} DAS: Distributed Acoustic Sensing (分散型音響センシング)
^{※8} MDA: Maritime Domain Awareness
^{※9} EHD: Electrohydrodynamics (電気流体力学現象)

令和3年度採択

【大規模研究課題（タイプS）】 9件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
超高強度ヘテロ ^{※1} ナノ組織金属の特異な変形挙動のメカニズム解明	本研究では、金属の全く新しい組織形態であるヘテロナノ組織の機械的性質の発現機構を明らかにするとともに、その支配因子を解明し、得られた知見を基に、ヘテロナノ組織化による超高強度金属材料の実用を見据えた最適加工プロセスや材料設計の指針について検討します。	豊橋技術科学大学 (三浦 博己)
難接着複合材と軽金属とのレーザー直接接合機構解明と特性評価	本研究では、難接着複合材と軽金属とのレーザー直接接合において、最先端の観察・分析と数値解析を通じて接合メカニズムを解明し、接合界面で発生する剥離現象から接合の支配的な因子を導出、その因子を制御して宇宙・深海にも対応できる接合強度と信頼性を目指します。	海洋研究開発機構 (川人 洋介)
高レジリエンス画像SLAM ^{※2} とその情報融合画像生成への適用	本研究では、VR(仮想現実)・AR(拡張現実)等のデジタル空間の生成・融合・表示に応用できる、明度変化・移動物体のある実環境で機能する高レジリエンス画像SLAM技術を確認し、生成した環境地図等から、自由視点かつ高精度の情報融合画像を生成するための基礎研究を行います。	(株)アイヴィス (川村 英二)
メタ認知の脳情報基盤解明と日常生活・学習環境の構築	本研究では、知覚・情動・記憶・思考などの自己の認知活動を客観的に捉え、評価した上で制御する「メタ認知」能力を向上させるためのブレインマシンインターフェース技術の確立と日常生活実装を目指し、メタ認知能力を持つ人工エージェントの構築、機能的MRIを用いた脳内メカニズム解明のための基礎研究を行います。	(株)国際電気通信基礎技術研究所 (川鍋 一晃)
体内精密情報デジタルツインシステム	本研究では、体内のナノ～ミクロスケールの生体情報をデジタル空間に再現すると同時に、体内の微小な変化を感知・制御できるシステムの構築を目指し、デジタルツイン技術、生体ナノマシン、埋め込み型中間デバイス、そしてこれらの運動システムに関する基礎研究を実施します。	(株)国際電気通信基礎技術研究所 (佐藤 匠徳)
超小型ナビゲーショングレードIMU ^{※3} およびその自律航法の研究	本研究では、2種類の革新的なMEMS ^{※4} センサを用いて超小型・高ダイナミックレンジ・高精度なIMUを開発し、今後の普及が期待されるドローンや自動運転車の位置をGPSに頼らずに高精度に計測する自律航法技術の実現を目指します。	(株)東芝 (富澤 泰)
海洋仕様のCFRP ^{※5} ブレード接着接合構造に関する基盤技術の開発	本研究では、海中での長期使用における複合材料と金属材料との接着接合構造の接着強度や界面の変化を評価し、接着部の劣化・破壊機構を解明するとともに、強度低下を低減する接着剤やプライマの技術開発を目指します。	ナカシマプロペラ(株) (山磨 敏夫)
ナノチューブネットワーク制御による新規赤外線検出素子の研究	本研究では、半導体型カーボンナノチューブと負熱膨張材を用いた新たな赤外線検出デバイスの実現を目指し、マテリアルインフォマティクスを活用して構成要素・作製法を最適化し優れた赤外線感度を実現させ、その技術を使った印刷型の赤外線素子の有効性を検証します。	日本電気(株) (弓削 亮太)
環境制御観察における超高感度3D電磁場顕微鏡法の開発	本研究では、燃料電池や人工光合成に利用される触媒や電極の高効率化・低コスト化実現のカギを握る、実際に反応が起こるガス中・液中環境下における反応メカニズムを解明するため、電子顕微鏡による超高感度電磁場計測技術を発展させることで、反応中の構造や電磁場を原子レベルで解析する技術を開発します。	(株)日立製作所 (谷垣 俊明)

※1 ヘテロー：異質な一
※2 SLAM：Simultaneous Localization and Mapping（自己位置推定と環境地図作成の同時実行）
※3 IMU：Inertial Measurement Unit（慣性計測装置）
※4 MEMS：Micro Electro Mechanical Systems（マイクロマシンシステム）
※5 CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastics（炭素繊維強化プラスチック）

【小規模研究課題（タイプA）】 6件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
次世代二次電池のためのオペランド ^{※6} 核磁気共鳴法に関する研究	本研究では、安全かつ高速での充放電が可能な次世代電池の実現に向けて、全固体電池などの二次電池が失活、熱暴走する原因となる電池内部の金属リチウム（デンドライト）の析出現象をリアルタイムで鋭敏に検出できるオペランド核磁気共鳴評価法を開発します。（後藤 和馬）	北陸先端科学技術大学院大学
海底・地下での長距離量子センシングに関する研究	本研究では、磁場や温度を計測可能な量子センサでの長距離計測において課題となる、計測系の光や高周波の減衰に焦点を絞り、SiC ^{※7} を母材とするセンサ内の電子スピンを制御することで、観測点が遠方であっても安定で高感度な量子センシングを可能とする技術を開発します。（大島 武）	量子科学技術研究開発機構
フォトンカウンティングによるX線スペクトル分析を活用した散乱線画像計測技術の研究	本研究では、対象物に照射したX線散乱成分をフォトン毎に検波する量子計測法により、物質固有のエネルギースペクトルを検出し、地中にある対象物の形状および構成する元素成分を識別することで、埋設物の同定を的確に行なえる新たな探査システムの技術開発を行います。（小池 昭史）	(株)ANSeeN
3次元一体成型によるMEMS半球共振ジャイロ스코ープの研究	本研究では、移動体が衛星測位信号無しで自立的な移動を可能にする慣性航法の鍵となるジャイロ스코ープを、MEMSによる3次元一体成型プロセスで製作する技術を確認することにより、高精度で小型かつ安価な半球共振ジャイロ스코ープの実現を目指します。（東京計器(株) 山口 高功）	東京計器(株)
全固体電池の開発に向けた電極-電解質のナノ構造界面設計	本研究では、固体電池内部の膜構造や電極-電解質界面をナノレベルで解析することで、（一財）ファインセラミックスセION伝導メカニズムや界面の抵抗支配因子などを明らかにし、最適プロセス条件を抽出することにより、高性能固体電池の設計指針を得ることを目指します。（幾原 裕美）	（一財）ファインセラミックスセンター
熱制御の高度化による革新的遮熱コーティングシステムの基盤構築	本研究では、トップコートの輻射熱反射性能の向上と超低熱伝導化により、高温の燃焼ガスを環境下において優れた遮熱性を有する革新的な遮熱コーティングシステムの基盤技術を開発します。（北岡 諭）	（一財）ファインセラミックスセンター

【小規模研究課題（タイプC）】 6件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
グラフェン被覆アルミ粉末からなる高熱伝導焼結合金の界面設計	本研究では、酸化グラフェンをアルミニウム粉末に被覆した上で、真空放電下で焼結したときの、界面におけるグラフェンの状態を明らかにすることで、熱伝導性の大幅な向上と同時に、構造用材料としての強度を確保したグラフェン分散アルミニウム合金を創出することを目指します。（宇都宮大学 馬淵 豊）	宇都宮大学
不整地での移動を支援するバイオメディックアシストスーツ	本研究では、機能性材料によって関節部の動きを動的に変化させることによって、モータ等を用いたアシストスーツよりも軽量で低エネルギーなアシスト原理を実現するとともに、膝と大腿関節の運動を模擬もしくは阻害しないセミアクティブアシストスーツの技術開発を行います。（菊池 武士）	足利大学
高エネルギー物質を用いた高性能固体推進薬に関する実験的研究	本研究では、ロケット用固体推進薬の高性能化と高機能化を目的として、燃焼速度を制御する触媒の探索、宇宙環境を汚染しないクリーンかつ高性能な固体推進薬組成の提案、新しい固体ロケット推進システムの提案とその動作実証を目指します。（千葉工業大学 和田 豊）	千葉工業大学
波浪中応答解析と実験技術を利用したHMD ^{※8} 操船シミュレータ開発	本研究では、荒天時の船舶事故の防止に向けて、波浪中での船体応答を忠実に再現するための技術を開発し、実海域環境を視覚的・物理的に再現できるHMD等を用いた操船シミュレータを実現することにより、波浪中での操船訓練等への反映を目指します。（海上・港湾・航空技術研究所 岡 正義）	海上・港湾・航空技術研究所
反応環境下にあるガスの精密電子状態の研究	本研究では、X線コンプトン散乱 ^{※9} 法によって、エンジンやタービン内でのガスの燃焼過程を可視化する技術を開発し、圧倒的に不足している燃焼室内の実測データを提供することで、クリーンな排ガスを実現するエンジンやタービンの設計に貢献することを目指します。（物質・材料研究機構 山瀬 博之）	物質・材料研究機構
昆虫の偏光知覚を模倣した空の偏光航法に関する研究	本研究では、太陽光がレイリー散乱 ^{※10} して生じる天空の偏光パターンを、一部の昆虫が知覚していることに着想を得て、移動体への適用に向け、偏光パターンに基づく位置の天測と慣性航法を組み合わせた新しい非GPS複合航法である偏光航法の構築を試みます。（川崎重工業(株) 磯村 直道）	川崎重工業(株)

※6 オペランド(観察)：実際に反応または動作している実環境下でその場観察すること

※7 SiC：Silicon Carbide（炭化ケイ素）

※8 HMD：Head Mounted Display（ヘッドマウントディスプレイ）

※9 X線コンプトン散乱：X線を物体に照射したときに、X線と電子が弾き飛ばされて散乱する現象

※10 レイリー散乱：光の波長よりも小さいサイズの粒子による光の散乱

令和2年度採択

【大規模研究課題（タイプS）】 7件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
レーザー反射光を利用する海中海底ハイブリットセンシングの研究	本研究では、従来のソナーやカメラより高い精度と圧倒的に広い探索範囲を有する可視化技術及び、可視化した海底の状況を把握するレーザーを用いた新たな海中探索技術に関する基礎研究に取組みます。	海洋研究開発機構 (石橋 正二郎)
多元組成傾斜バルク材を用いた高温構造材料の網羅的な高効率探索	本研究では、耐熱合金の質・量ともに優れた材料データベースの実現に向けて、材料の組成と特性を大量かつ自動的に取得する試験環境を構築し、航空機用エンジン内で高温となる材料に適用することで、収集したデータの有効性を確認します。	物質・材料研究機構 (大村 孝仁)
ジャイアント・マイクロフォトニクスによる高出力極限固体レーザー	本研究では、レーザーに用いる原材料、その表面処理、接合の方法などを研究することにより、テラヘルツ波(周波数 10^{12} Hz前後の電磁波)を利用する中で世界最大の出力と輝度を誇る固体レーザーの机上サイズでの実現を目指します。	理化学研究所 (平等 拓範)
超小型ロバストテラヘルツ波イメージング装置の研究開発	本研究では、レーザーが発する光がテラヘルツ波(周波数 10^{12} Hz前後の電磁波)へと変換される現象の具体的なメカニズムを解明し、この現象を活用した小型で高出力な光源を製作することで、ロボットに搭載可能な小型の3D可視化装置の実現を目指します。	理化学研究所 (南出 泰亜)
反転MOSチャネル※1型酸化ガリウムトランジスタの研究開発	本研究では、従来実現が困難であった超高耐圧・大電流デバイスの実用化に向けて、それに適した物性を有する酸化ガリウム半導体を用いたトランジスタを実現するための基礎研究を行います。	(株)ノベルクリスタルテクノロジー (宮本 広信)
AI的画像解析によるオペランド※2電子顕微鏡計測技術に関する研究	本研究では、最先端の電子顕微鏡で取得した画像を、多数の計算機を用いたAIによる画像解析にかけることで、実環境下で観察可能な電子顕微鏡計測システムの実現を目指します。	(一財)ファインセラミックスセンター (平山 司)
強化学習を用いた環境適応型ファジニング※3システムの提案	本研究では、開発者や運用担当者が認知していない未知のセキュリティ上の不具合を、AIを用いて、攻撃者に悪用されるより、早く検出するシステムの実現を目指した基礎研究を行います。	(株)リACHEルカセキュリティ (木村 廉)

※1 反転MOSチャネル：電圧によってMOS(Metal Oxide Semiconductor)構造の表面の電荷が反転してできる電流の通り道
※2 オペランド(観察)：実際に反応または動作している実環境下でその場観察すること
※3 ファジニング：検査対象に問題が起きそうな様々な細工をした入力データを与えることで意図的に例外を発生させ、ソフトウェアの不具合を発見する手法

令和元年度採択

【大規模研究課題（タイプS）】 6 件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
高強度CNT※ ¹ を母材とした耐衝撃緩和機構の解明と超耐衝撃材の創出	本研究では、破壊緩衝現象の計算解析、実験的なナノレベルでの破壊現象の計測解析及び複合CNT材料の合成を通じ、耐衝撃緩和機構の学理的な解明を行うとともに、次世代炭素系超耐衝撃材を創出します。	筑波大学 (藤田 淳一)
結晶設計・格子操作技術による固体レーザーの高速探索と機能開発	本研究では、計算による最適な材料の組合せの予測とコンビナトリアル(材料の組成を連続的に変化させる)手法を用いることにより、試料の作製・評価を効率化させ、幅広い材料群の中から様々な波長帯域において発振に適したレーザー材料の探索・評価を効率的に実施できる、新しいR&Dモデルの確立を目指します。	エスシーティー(株) (鯉沼 秀臣)
沿岸域における海中サウンドスケープ観測システムの開発に関する基礎研究	本研究では、海中に存在する様々な音源をリアルタイムで分類する技術及び長距離水中通信の技術の検討を行い、多点観測により得られる音源の分布に関する情報をリアルタイムに可視化し、描画する手法を確立します。	(一社)全国水産技術協会 (原 武史)
ナノ構造制御による高透明・赤外反射部材の創出	本研究では、耐久性・反射性能に優れた樹脂を創出し、複数の樹脂をナノメートルオーダーで高精度かつ任意に数百層積層するナノ積層技術を確立することにより、ガラス並みに透明度を維持したまま幅広い帯域の赤外線を反射する部材を実現します。	東レ(株) (宇都 孝行)
高性能SiC/パワーデバイスを活用した大電力パルス電源小型化のための研究	本研究では、小型・高性能なパルス電源の実現に向け、高絶縁破壊電界強度及び高熱伝導度において優れた特性をもつSiCを用いた、高耐圧スイッチング素子に関する基礎研究を実施します。	(株)日立製作所 (島 明生)
量子干渉効果による小型時計用発振器の高安定化の基礎研究	本研究では、測位衛星搭載用の時計の発振器と同等の性能を有し、かつ、手のひらサイズの小型で、消費電力の少ない時計用の発振器を高安定化するための基礎研究を行います。	(一財)マイクロマシンセンター (池上 健)

※¹ CNT:Carbon NanoTube(カーボンナノチューブ)

【小規模研究課題（タイプC）】 1 件

研究課題名	概要	代表研究機関 (研究代表者名)
輻輳海域の海上交通流を対象とした衝突危険性評価システムの開発	本研究では、輻輳した海域における海上交通の流れを連続体で近似し、対象とする海域に計算格子を導入することにより、船舶の遭遇頻度を推定する手法を確立するとともに、衝突危険度の予測や衝突事故の防止のための対策に寄与するシステムを構築します。	海上・港湾・航空技術研究所 (河島 園子)

□ 研究成果一覧

【研究成果に係る実績】

採択年度	研究成果の公表(件)		産業財産権(件)
	論文発表※1	口頭発表※2	特許出願
平成27年度	14	63	30
平成28年度	15	106	11
平成29年度	65	310	141
平成30年度	103	246	161
令和元年度	62	259	61
令和2年度	31	216	17
令和3年度	22	130	69
令和4年度	2	23	4
合計	314	1353	494

(令和5年12月31日現在)

※1:学術論文、雑誌掲載等

※2:学会発表、プレス発表等

【プレスリリース※】

研究課題名	代表研究機関 (研究代表者)	件名	掲載日又は 発表日
超高耐圧 α 型酸化ガリウムパワー半導体とパルス電源の基礎研究	株式会社FLOSFIA (四戸 孝)	世界初、アンペア級・1700V耐圧級のコランダム型酸化ガリウムSBD開発に成功！	令和5年3月3日
ナノチューブネットワーク制御による新規赤外線検出素子の研究	日本電気株式会社 (弓削 亮太)	NEC、カーボンナノチューブを活用した高感度非冷却型イメージセンサを世界で初めて開発	令和5年4月10日
二次元機能性原子薄膜を用いた革新的赤外線センサの研究	富士通株式会社 (佐藤 信太郎)	自動転写グラフェンでFETを実現 (分担研究機関である(株)エアメンブレンによる発表)	令和5年5月26日

【展示・講演※】

研究課題名	代表研究機関 (研究代表者)	出展先	開催期間
反転MOSチャネル型酸化ガリウムトランジスタの研究開発	(株)ノバルクリスタルテクノロジー(宮本 広信)	インターネットコンジャパン	令和5年1月15日～ 令和5年1月27日
量子干渉効果による小型時計用発振器の高安定化の基礎研究	(一財)マイクロマシンセンター(池上 健)	MEMS センシング & ネットワークシステム展2023	令和5年2月1日
有機正極二次電池の充放電機構の解明と高エネルギー密度化の研究	ソフトバンク(株) (齊藤 貴也)	ギジツノチカラ ADVANCED TECH SHOW 2023	令和5年3月22日
メタ認知の脳情報基盤解明と日常トレーニング環境の構築	(株)国際電気通信基礎技術研究所(川鍋 一晃)	IRCN Computational psychiatry workshop	令和5年3月31日
レーザー反射光を利用する海中海底ハイブリットセンシングの研究	海洋研究開発機構 (石橋 正二郎)	Photonics West Exhibition	令和6年1月30日～ 令和6年2月1日

※:報告を受けたものの中から、一部を抜粋して掲載

[illegible]

※本制度の概要は、安全保障技術研究推進制度のトップページをご覧ください。



安全保障技術研究推進制度トップページ
<https://www.mod.go.jp/atla/funding.html>

※研究成果の詳細は、安全保障技術研究推進制度「評価結果」のページをご覧ください。



安全保障技術研究推進制度
終了評価結果一覧
<https://www.mod.go.jp/atla/funding/hyouka.html>



お問い合わせ先

〒162-8870 東京都新宿区市谷本村町5-1

防衛装備庁 技術戦略部 技術振興官

TEL:03-3268-3111 (代表) 内線 28523、28515、28514

e-mail:funding-kobo@cs.atla.mod.go.jp



防衛装備庁

2024.3