

2020年度事業報告

目次

- I 事業の状況
 - 1. 事業と公益性
 - 2. 公益目的事業
 - 2-1 公益目的事業の範囲
 - 2-2 研究開発事業の内容と実施体制
 - 2-3 各研究開発部門及び開発施設の研究開発実施状況
 - 2-4 共同研究及び試作開発研究等
 - 2-5 研究成果の報告、特許出願及び主な取得設備
 - 3. 収益事業
 - 3-1 事業内容
 - 3-2 収益事業に係る契約
- II 処務の状況
 - 1. 規則及び規程等の整備
 - 1-1 制定
 - 1-2 改正
 - 1-3 廃止
 - 2. 諸会議
- III 事業報告の附属明細書

I 事業の状況

1. 事業と公益性

公益財団法人電磁材料研究所（以下「本法人」という。）は、「自然と調和しつつ健全な人類社会を支える公益目的事業の重要性を強く認識し、新規で優れた性能を持つ機能材料の開発とその有効な応用分野の開拓を進め、得られた研究成果を広く一般に公開して、学術及び科学技術並びに産業の振興を通じて次世代社会の発展と幸福に貢献するための研究活動を行う」ことを設立の目的としている。

この目的を達成するため、本法人は、以下の事業を実施している。

- (1) 電磁に関連する機能材料及びデバイスの研究開発並びに試作に関する事業
- (2) その他本法人の目的を達成するために必要な事業

ここで、(1)の事業は、公益目的事業であり、(2)の事業は、公益目的事業を実施するのに必要な財源の一部に充当するための収益事業である。

本法人は、事業の公益性を確保するため、「事業の内容、成果等は、一般の研究者、技術者、企業家等に広く公開・提供する」ことを基本方針としている。このため、実施している研究開発の課題、事業内容及び成果の概要並びに提供しうる試作品については、本法人の事業計画書及び事業報告書に記載し事務部に保管して一般の閲覧に供すると共に、インターネットのホームページ、要覧、展示等により広く公開している。研究開発成果の詳細に関しては、関連する学会誌、講演会、研究会、国際会議等で一般に公表している。また、事業内容等についての外部からの問い合わせには事業支援室が対応するなどして、公益性の確保に努めている。

なお、本法人の知的財産権に関する情報は、インターネットのホームページ、事業報告書等で広く一般に公開し、供与を希望する企業に対して平等に門戸を開放すると共に、知的財産権についての外部からの問い合わせには事業支援室が対応している。

2. 公益目的事業

2-1 公益目的事業の範囲

本法人の公益目的事業の内容は、「物質・材料がもつ本質的な機能的物性を有効に利用した電磁材料を探索し、新たに見出した材料を活用して高性能かつ超小型機能デバイスを開発すると共にその実用化を図る」ことであり、事業の範囲は、電磁材料及びデバイスの研究開発からその成果が実用化に至るまでである。

これら事業は、研究開発事業部の研究員が行う「自主研究」、公的及び民間機関からの「科学研究費補助金等の競争的資金による研究」、大学等の公的研究機関又は研究員が進める研究に興味を持ち協力を申し出た企業との「共同研究」、そして、本法人独自の「試作開発研究」として実施する。ここで、試作開発研究とは、研究開発成果の完成度の更なる向上と実用化の促進を図

るため、企業及び公的研究機関からの要請（委託）に応じて試作品を提供し、実装又は実機試験を行い、その評価結果を基に、実用上での問題点の抽出とその改良、新規応用分野の開拓及び有効性の実証を行うものである。

2-2 研究開発事業の内容と実施体制

2020年度（以下本年度という。）に実施した事業は、2016年（平成28年）11月7日開催の臨時理事会において承認された「中期事業計画」（計画期間は、2017年（平成29年）度から5年間である。）に記載されている中期事業目標及び計画に基づくものである。

上記の研究開発事業は、研究開発事業部の三つの研究開発部門及び二つの開発施設で実施され、その各々の研究開発テーマは、以下の通りである。

[研究開発部門]

- (1) 新機能材料創生部門：研究開発テーマ「新機能電磁材料の研究開発」
- (2) デバイス用高機能材料開発部門：研究開発テーマ「デバイス用高機能薄膜材料の研究開発」
- (3) 次世代デバイス開発部門：研究開発テーマ「次世代デバイスの研究開発」

[開発施設]

- (4) 素形材開発施設：研究開発テーマ「次世代バルク機能材料の開発及びその試作開発研究」
- (5) デバイス開発施設：研究開発テーマ「高性能電磁素子及びデバイスの試作開発研究」

なお、本年度の各研究開発部門、開発施設、事業支援室及び事務部に所属する職員数は、以下の通りである（2021年3月31日現在）。

（ ）内は、委嘱者で外数

部門及び施設名等	研究員	嘱託研究員	技術員	嘱託技術員	事務員	嘱託事務員等	合計
新機能材料創生部門	4名	0名	4名	0名	0名	1名	9名
デバイス用高機能材料開発部門	3名	0名	1名	1名	0名	0名	5名
次世代デバイス開発部門	2名	3名	1名	1名	0名	0名	7名
素形材開発施設	0名	0名	4名	0名	0名	0名	4名
デバイス開発施設	0名	1名	2名	0名	0名	0名	3名
事業支援室	0名	0名	0名	0名	1名	(1)名	1(1)名
事務部	0名	0名	0名	0名	3名	3名	6名
計	9名	4名	12名	2名	4名	4(1)名	35(1)名

2-3 各研究開発部門及び開発施設の研究開発実施状況

各々の研究開発部門及び開発施設の本年度の研究開発実施状況は、以下の通りである。

[1] 新機能材料創生部門

本部門は、異種の機能性材料をナノサイズで複合化し、組織制御するなどして電磁に関する新機能性、高次機能性及び複合機能性を発現する新たな実用的機能材料の創生を図ることを目的としている。

本年度の具体的な研究テーマ及び得られた主な成果は、以下の通りである。

1-1) 透明強磁性ナノグラニューラー薄膜の磁気-光学効果に関する研究

本部門では、昨年度までに、磁性ナノグラニューラーとフッ化物マトリックスから成るナノグラニューラー薄膜が、室温で可視光から光通信領域を含む広い波長帯域の光に対して優れた透過性を示す透明強磁性体であり、光通信帯域の波長において YIG などの従来材料の 40 倍もの巨大なファラデー効果を示すことを世界に先駆けて見出した。また最近、ナノグラニューラー薄膜の磁気光学効果の性能指数が、基板過熱とその後の熱処理によって向上することも明らかにした。

本年度は、成膜後の熱処理が磁気光学効果に及ぼす影響を詳細に検討した。その結果、ナノグラニューラー薄膜のファラデー効果は、磁界中、また、更には希薄な酸素雰囲気中で熱処理することにより大幅に向上することが明らかとなった。これは、磁性ナノグラニューラーの磁気異方性及びナノグラニューラーの構造がそれら熱処理によって変化するためであると考えられる。

1-2) ENZ (Epsilon Near Zero) 材料を用いたナノグラニューラー薄膜の検討

本研究は、ナノグラニューラー薄膜の集積フォトニクスデバイス及び光導波路用コア材料への応用を目指し、それらデバイスに適応可能な大きなファラデー効果を有する薄膜の実現を目的とする。

本年度は、誘電率の実数成分がほぼ零である ENZ (Epsilon Near Zero) 材料である ITO をマトリックス材料とするナノグラニューラー薄膜を作製し、誘電率テンソルの対角成分を減少させることによるファラデー効果の増強を試みた。その結果、磁性ナノグラニューラーと ITO を同時スパッタすることにより、光通信帯域の波長で ENZ 特性を有するグラニューラー薄膜が作製可能であることを明らかにした。しかしながら得られた薄膜でのファラデー回転角の増加率は、期待したほどではなかった。この要因としては、ITO マトリックスの誘電損失の増加及び磁性ナノグラニューラーによる光吸収が考えられる。

来年度は、ナノグラニューラー薄膜の作製条件を種々検討し、更には、成膜後に熱処理工程を組み合わせるなどして ITO マトリックスの結晶性を向上させ、キャリアの移動度を高め誘電損失を低減化し磁気光学効果の向上を図る予定である。

1-3) 光機能性酸化物薄膜の光触媒特性に関する基礎研究

本部門では、サステナブル社会の実現に向けて、環境浄化や希少元素を使わない材料体系の構築を目標とする光機能性材料の探索研究を進めており、近年、Ge を添加した Fe_3O_4 薄膜

を大気中で熱処理すると、表面に α - Fe_2O_3 層を有するヘテロ構造が自己形成され、純 α - Fe_2O_3 単体よりも優れた光触媒特性を発現することを見出した。

本年度は、Geを添加した $\text{Ge}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 固溶体を大気中で熱処理した粉末試料を用いその微細構造観察を行った結果、薄膜試料の場合と同様に、粉体表面に α - Fe_2O_3 層を有するヘテロ構造が自己形成されることが確認され、ヘテロ構造の形成は、粉末や薄膜等の形態に依存しないGeを添加した Fe_3O_4 材料の本質的な挙動であることが明確になった。また、この材料は、紫外線をほぼ含まないLED白色光の照射により光触媒機能を発現することから、可視光応答性を有することが明らかになった。

来年度は、光触媒に有効な特異なヘテロ構造を比較的短時間で得るための作製条件を詳細に検討すると共に、可視光応答性光触媒としての性能を詳細に検討する予定である。

1-4) 鉄酸化物エピタキシャル単結晶薄膜の合成(電磁波吸収複合磁性AD膜の合成)

近年、5G移動体通信システム、高度道路交通システム、無線LANの利用展開等に見られるように、SHF帯(3~30GHz)からEHF帯(30~300GHz)に踏み込んだ周波数帯の用途が急速に拡大しており、これら周波数帯域における電磁波吸収材料の開発が今後ますます重要になると見込まれる。

本年度は、約50GHz付近で強磁性共鳴を示すストロンチウム(Sr)フェライト微粒子をベース原料としたエアロゾル・デポジッション(AD)法による成膜を試みた。その結果、Srフェライトのみを粉末原料とした膜では、成膜プロセス中に加わる機械的衝撃のため結晶格子に大きな歪が加わり、保磁力及び角型性などの磁気特性の劣化が確認された。しかしながら、Srフェライトと導電性ナノカーボン材料であるグラフェンとを複合化した粉末原料を用いて成膜すると、結晶性及び磁気特性の劣化は殆ど見られず、グラフェンが衝撃緩和効果を持つことが明らかになった。

[2] デバイス用高機能材料開発部門

本部門は、センサ、高周波デバイス及びアクチュエータ等のデバイスの高性能化を図るため、それらを構成する電磁薄膜材料の高機能化と新規機能薄膜材料の開発を目的としている。

本年度の具体的な研究テーマ及び得られた主な成果は、以下の通りである。

2-1) 新規高性能ひずみセンサ薄膜及び素子に関する基礎的研究

本部門で開発されたCr-N薄膜ひずみセンサは、高感度ひずみ特性及び安定した温度特性を有することから、各種力学量計測に広く使用されている。

本年度は、理論計算から見積もられたCr、Fe及びVのゲージ率がそれらの薄膜での実測値とほぼ一致し、Crの高ゲージ率はCrのスピン密度波に起因する磁気体積効果により発現することが明らかになった。また、Cr-Nひずみセンサの大きな横感度特性を有効利用した直径5mmの小型ロードセルの試作に成功し、安定な出力が得られることを確認した。さらに本年度は、基板材料及び塗布型絶縁膜の開発にも取り組み、絶縁特性のバラツキの低減及び製品化に向けた安定製造条件等の確立に成功した。

来年度は、Cr-N薄膜中の窒素原子がひずみ特性に及ぼす効果について理論的検討を継続し、更なるひずみセンサ特性の向上を図ると共に、低コストで高感度なCr-N薄膜ひずみ

センサの市場展開並びに横感度特性を利用したデバイスの用途開拓を進める予定である。

2-2) 特殊環境用新規ひずみセンサ素子の開発

内燃機関や各種プラント等における高温環境、或いは高圧水素雰囲気中などの特殊環境下での力学量計測のため、それらの環境下でも安定した高感度ひずみ特性を有する安価なひずみセンサの実現が熱望されている。

本年度は、高温用 Cr 系ひずみセンサ薄膜の各種力学量センサとしての実用化の検討を進め、それらの試作品においても良好な性能が得られることを実証した。また、水素環境用圧力センサに関しては、低圧用の高感度小型センサ素子を試作し、1MPa 以下の低圧力域においても安定で十分な大きさの出力が得られることを確認した。

来年度は、企業による高温用 Cr 系薄膜ひずみセンサの市場投入を後押しすると共に、650℃まで使用可能なひずみセンサ薄膜材料の開発を継続し、また水素ガス環境用圧力センサに関しては、高圧用及び低圧用ともにモジュール化を図り、用途開拓を含め実用化に向けた検討を進める予定である。

2-3) 高周波ナノグラニューラ薄膜の下地層の検討による実用膜の開発

近年、高周波パワーエレクトロニクス分野において、次世代高速パワー半導体の登場に伴い、それに対応可能な 100 MHz 以上でも高透磁率でかつ低損失特性を有する新たな高周波磁性薄膜の実現が熱望されている。本研究は、この要望に応えるため、ナノグラニューラ薄膜を取り上げ、十分に対応できる優れた高周波磁気特性の実現を図ることを目的としている。

昨年度は、ナノグラニューラ磁性薄膜の磁気特性が、下地層を導入することにより制御可能であることを見出し、膜面内で等方的な高周波磁気特性を示すナノグラニューラ積層磁性膜を得ることに成功した。

今年度は、高透磁率特性を実現するための手段として高い飽和磁化を有する磁性金属をナノグラニューラとして用いた場合、同時に磁歪定数も高いことから磁気ひずみに起因した磁気異方性が誘発され、結果的に透磁率が低下してしまうことが明らかになり、今まで殆ど影響が無いものと考えられてきた磁気ひずみの影響が無視できないことが明確になった。

来年度は、更に検討を進め、高周波特性の優れたナノグラニューラ磁性薄膜の実現を目指す予定である。

2-4) 非鉛系圧電セラミック膜の形成及びデバイス化に関する研究

本研究は、機械的堅牢性に優れているステンレス基板上に鉛フリーの圧電厚膜を AD 法により形成し、その圧電特性の向上を図ると共に、IoT 技術における情報の無線送受信のための振動発電デバイスへの応用を目的とする。

昨年度は、鉛フリー圧電材料である BaTiO₃ 材の緻密で均質な厚膜を形成することを目的に、AD 法で使用する粉末の一次粒子径を調整することにより厚膜形成技術の改良を行い、平滑な表面を有する厚さ約 40 μm の緻密な厚膜を形成することに成功した。

本年度は発電エネルギーの更なる向上を目指し、改良した厚膜形成技術を用いて厚膜化による発電エネルギー増加の検討を行った。その結果、外形 40×20(mm)の基板両面に形成

した厚さ $26\mu\text{m}$ の厚膜で、市販品で報告されている 1 回のスナップ振動による発電エネルギー $170\mu\text{J}$ に近い $167\mu\text{J}$ の発電エネルギーが観測され、圧電式振動発電の鉛フリー化に向けた大きな技術的進展が得られた。

来年度は、目標である $200\mu\text{J}$ の発電エネルギーが得られるように厚膜化による発電エネルギー向上の検討を継続して行う予定である。

【3】 次世代デバイス開発部門

次世代デバイス開発部門は、本法人で開発した各種機能薄膜材料を用いて高性能かつ超小型の次世代情報処理・制御デバイス、電磁変換デバイス及び生体情報デバイスの研究開発を行うと共に、外部機関との共同研究や試作開発研究を通して成果の実用化を推進し、広く社会に貢献することを目的としている。

本年度の具体的な研究テーマ及び得られ主な成果は、以下の通りである。

3-1) 多次元磁気情報センシング技術の研究開発

次世代社会では電子機器、建築物、生体など様々な物体から発生する磁気エネルギーを可視化して、それらの内部情報を非破壊で読み取り、その動作状態や機能を診断する新たな技術開発が望まれている。

本年度は、CPW 線路上に軟磁性薄膜を配した高周波キャリア型薄膜磁気センサ素子と信号検出モジュールを試作し、生体の活動に伴って発生する数 nT 以下の極微弱な磁気信号の計測を試み、生体刺激に対する応答波形を得ることができた。このセンサは伝送線路の動作伝送行列の S_{11} 要素成分を利用するもので、高感度で、かつ構造が極めて簡素で生産性に優れた特長を有しており、生体磁場計測のみならず、建物の構造ヘルスマニタリングなどへの応用も期待できる。

次年度は、磁気センサモジュールの小型化と検出磁界感度の更なる向上を図るため、複数素子による差動検出法の適用を検討する。また、昨年度に続き生体から発生する磁気エネルギーの可視化に加え、各種の応用展開を見据え、本センサを利用した他の物理量計測に関わる基礎的検討を行う。

3-2) 磁気光学応用デバイスの開発

本研究は、新機能材料創生部門で現在研究開発が進められつつあるナノグラニューラー薄膜を持つ優れた磁気光学効果を有効に利用した新規な磁気光学デバイスの開発を目的とする。

本年度は、FeCo-MgF 系、FeCo-SiN 系及び FeCo-BaF 系ナノグラニューラー薄膜のファラデー効果を利用した光磁界センサの周波数依存性を検討し、FeCo 組成が約 6mol% から約 30mol% の薄膜の高周波磁界検出特性が、いずれも 30kHz から約 40MHz までは平坦であるが 100MHz を超えると低下することを明らかにした。また、検出磁界の多次元化を検討し、2次元磁界検出用センサについて、1枚のナノグラニューラー薄膜を光学プリズムで挟み、膜内で互いに 90deg の角度で交差する 2本のレーザ光を入射させる方式と、垂直にレーザ光が入射する 2枚のナノグラニューラー薄膜を互いに 90deg の角度で配置する方式の 2案について検討・試作を行い、それぞれについて問題点などの課題を明らかにした。

次年度は、本年度に検討・試作したセンサの構成を基に、1枚のナノグラニューラー薄膜を光学プリズムで挟み、膜内で互いに90degの角度で交差する2本のレーザ光を入射させる方式について再検討し、2次元磁界検出センサの試作を試みる。また垂直にレーザ光が入射する3枚のナノグラニューラー薄膜を、互いに90degの角度で配置する方式についても検討し、3次元磁界検出センサの試作を行う予定である。

3-3) 三次元位置計測システムの研究開発

本研究は、光などが遮蔽された環境下でも安定して位置計測が可能な新たな磁気式三次元位置計測システムの開発を目的としている。

本年度は、位置計測が可能な空間範囲の拡張及び位置計測の高精度化を目指し、従来用いていたGIGS磁気センサより高感度特性を有する新たな磁気センサを採用した場合に、現用の三次元位置計測システムに生じる問題点の抽出等に関する基礎的検討を行った。また、この場合に計測される磁界強度からマーカ位置を推定するアルゴリズムに関し、磁気マーカの寸法及び方向並びに磁気センサとの距離を考慮した新しい位置推定アルゴリズムの検討も進めた。

次年度は、磁気センサとして、本部門内で新たに研究開発が進められつつある高周波キャリア型薄膜磁気センサ素子を本位置計測システムに使用することを想定し、環境磁気雑音等の削減を図るための新電子式グラジオメータの研究開発を行う。また、昨年度検討を進めた位置推定アルゴリズムの実用性能を確認し、更にその完成度を高める予定である。

3-4) 装着型小型運動情報計測システムの研究開発

本研究では、複数の各種センサシステムを組合せ一体化し、生活情報及び運動情報を外部に発信する装着型小型運動情報計測システムの実現を最終目的とし、運動時に靴底にかかる反力等を計測する靴底反力計測システムの開発を中心に研究開発を進める。

昨年度は、靴底反力計測システムの市場への供給や貸し出し等を考え、実用上の観点からシステム全体の見直しを行った。その結果、増幅回路をセンサ素子に組み込むことによりノイズの低減化とセンサデバイスの小型化を実現し、外観上普通の靴と殆ど変わりなく履き心地においても違和感のない靴底反力計測システムに纏め上げることに成功した。また、それらを展示会等に出展し、特にヘルスケア分野で大きな反響を呼んだ。

本年度は、靴底反力計測システムの更なる高機能化を図った。すなわち、靴底内に力覚センサと同時に新たに記憶素子を組み込むことにより、無線通信環境が悪い状況下でも得られた反力データを記憶素子に記録蓄積し、必要時に取り出して再生することを可能とするデータストレージ式靴底反力計測システム、更には、靴底に慣性センサを同時に組み込み歩行速度、歩行距離、靴の踏み出し角度等の測定も可能とした高機能靴底反力計測システムを実現し、デモンストレーション用として無線式システム3足、高機能システム2足を準備した。

次年度は、デモンストレーション用システムをリハビリ、医療、スポーツ関係等の技術者、研究者に積極的に貸し出すなどして実際に使用してもらい、本システムの問題点の抽出、新たな用途開拓などを進めて広範囲な普及を図ると共に、本システムの更なる小型・軽量・高性能化を進める予定である。

[4] 開発施設

素形材開発施設及びデバイス開発施設は、研究開発部門が実施する研究開発において必要とする材料、素子及びデバイスの試作並びにそれらの性能評価に関し全面的な支援を行うと共に、それらの製造技術及び評価技術に関する独自の開発を行う。また、試作開発研究を実施して、外部機関の求めに応じて本法人の研究開発成果である素形材並びに電磁素子及びデバイスの試作品の提供も行うことを目的としている。

4-1) 素形材開発施設

素形材開発施設では、本法人で発明・開発した各種機能性バルク材料の実用化を目的に、積極的に試作開発研究を進めている。

本年度も、より安定した材料の提供を目指し製造条件と材料特性の相関を明らかにすることに重点を置き、主として下記材料の開発研究を行った。

また、昨年度に引き続き老朽化した大型設備のオーバーホールにも取り組んでいる。

(1) バイカロイ

圧延工程・伸線工程の機械設備の微妙な調整と最適条件の見直しを行い、歩留まりの向上を図っている。更に並行して、磁気特性の測定や結晶組織の観察なども進めた。

(2) コエリンバー

根本的な製造工程の改善は昨年度にほぼ終了したので、本年度は更なる品質安定のため、疵取り作業などの細かい作業の工程改善に取り組んだ。

(3) パラコロイ

昨年度に引き続き、パラコロイ（本法人で開発した耐磁性・恒弾性・高弾性特性を有する時計用ひげゼンマイ材料）に比べ更にヤング率が高い新たな合金材料の開発研究を進めた。

4-2) デバイス開発施設

本年度は、本法人のクリーンルームを安定かつ安全に年間を通して運用すると共に、クリーンルーム内に設置されている各種実験装置の維持管理及び作業の標準化を進め、各研究開発部門の高精度、高効率な電磁素子及びデバイスの作製に積極的に支援協力を行った。

研究開発の支援に関しては、ひずみセンサの作製プロセスを改良する事により、小型起歪体（φ5.4×t2.0mm）上にCr-N膜ひずみセンサを作製することに成功した。

また、熱安定性に優れたCr-Al-B薄膜ひずみセンサの研究開発では、Au電極膜層とTi下地膜層との間にW膜層を形成する事により、500℃の熱処理温度においても安定な電極膜が得られることを明らかにした。

2-4 共同研究及び試作開発研究等

本法人では、研究成果の学術的・社会的貢献の観点から、公的研究機関や企業との共同研究及び試作開発研究並びに公的機関からの競争的科学費補助金による研究を精力的に進めた。

本年度に本法人が実行した他機関との共同研究、試作開発研究及び公的機関からの競争的科学

学研究費補助金による研究は、以下の通りである。

[1] 共同研究（27件）

- 1 新機能材料創生部門関係・・・・・・・・・・・・・・・・ 10件
（共同研究先：東北大学学際科学フロンティア研究所、東北大学工学研究科2件、東北大学医工学研究科、東北大学材料科学高等研究所、東北大学金属材料研究所、芝浦工業大学デザイン工学部、企業3社）
- 2 デバイス用高機能材料開発部門関係・・・・・・・・・・・・・・・・ 13件
（共同研究先：東北大学工学研究科、東北大学環境科学研究科、新潟大学工学部、福島工業高等専門学校、信州大学工学部2件、企業7社）
- 3 次世代デバイス開発部門関係・・・・・・・・・・・・・・・・ 2件
（共同研究先：東北大学工学研究科、東北大学歯学研究科）
- 4 開発施設関係・・・・・・・・・・・・・・・・ 2件
（共同研究先：企業2社）

[2] 試作開発研究（150件）

（素形材開発施設）

- 1 バルク機能材料・・・・・・・・・・・・・・・・ 150件

[3] 公的機関からの競争的科学研究費補助金による研究（8件）

（交付者：独立行政法人 日本学術振興会）

- 1 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（C）（2018.4～2021.3）
研究テーマ：「特異な構造を自己形成する鉄酸化物薄膜の開発と光触媒機能の発現」
研究代表者：阿部世嗣（電磁材料研究所主席研究員）
- 2 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（A）（2019.4～2022.3）
研究テーマ：「圧電・磁歪材料力学設計による電子複合材料の高エネルギー変換機能の創出」
研究代表者：成田史生（東北大学工学研究科教授）
研究分担者：川上祥広（電磁材料研究所主任研究員）
荒木雅子（埼玉大学・理工学研究科・准教授）
栗田大樹（東北大学工学研究科助教）
森孝太郎（茨城大学・理工学研究科助教）
宮本直人（東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授）
- 3 補助金の名称：科学研究費助成 挑戦的研究（萌芽）（2019.4～2021.3）
研究テーマ：「強磁性ナノグラニューラ膜を用いた非相反ナノフォトニックデバイスの創出」
研究代表者：岩本 敏（東京大学生産技術研究所教授）
研究分担者：小林伸聖（電磁材料研究所主席研究員）

- 4 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（B）（2020.4～2023.3）
 研究テーマ：「巨大ファラデー効果を示すナノグラニューラー薄膜材料の開発」
 研究代表者：小林伸聖（電磁材料研究所主席研究員）
 研究分担者：池田賢司（電磁材料研究所主任研究員）
 増本 博（東北大学学際科学フロンティア研究所教授）
 藪上 信（東北大学医工学研究科教授）
- 5 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（C）（2020.4～2023.3）
 研究テーマ：「零磁界動作するナノグラニューラー磁気光学薄膜の開発」
 研究代表者：池田賢司（電磁材料研究所主任研究員）
 研究分担者：小林伸聖（電磁材料研究所主席研究員）
- 6 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（B）（2020.4～2023.3）
 研究テーマ：「トンネル磁気誘電効果を有するナノ複相構造薄膜の新機能生体センサの展開」
 研究代表者：増本 博（東北大学学際科学フロンティア研究所教授）
 研究分担者：小林伸聖（電磁材料研究所主席研究員）
 池田賢司（電磁材料研究所主任研究員）
 曹 洋（東北大学学際科学フロンティア研究所助教）
 青木英恵（東北大学学際科学フロンティア研究所助教）
 佐々木啓一（東北大学歯学研究科教授）
 鈴木 治（東北大学歯学研究科教授）
- 7 補助金の名称：科学研究費助成 基盤研究（S）（2019.6～2024.3）
 研究テーマ：「デュアルフェーズエンジニアリングによるIoT社会に貢献する広帯域電波吸収体の創製」
 研究代表者：杉本 諭（東北大学工学研究科教授）
 研究分担者：松浦昌志（東北大学工学研究科講師）
 渡邊雅人（電磁材料研究所主任研究員）：2020年10月から

（交付者：国立研究開発法人 科学技術振興機構）

- 1 補助金の名称：CREST（2019.10～2025.3）
 研究領域：「トポロジカル材料科学に基づく革新的機能を有する材料・デバイスの創出」
 研究課題：「トポロジカル集積光デバイスの創成」
 研究題目：「新規磁性コンポジット材料及びプロセス技術の開発」
 研究代表者：岩本 敏（東京大学生産技術研究所教授）
 研究担当者：岩本グループ 岩本 敏 他
 小林グループ 小林伸聖（電磁材料研究所主席研究員）
 池田賢司（電磁材料研究所主任研究員）
 早坂淳一（電磁材料研究所主席研究員）
 大場裕行（電磁材料研究所特任研究員）
 高橋グループ 高橋 駿（京都工芸繊維大学助教） 他

2-5 研究成果の報告、特許出願及び主な取得設備

本法人は、研究開発により得られた成果を一般の研究者、技術者、企業家等に広く公開・提供すると共に、地域社会への貢献重視の観点から地方自治体、地元大学、企業との協同事業（展示会・発表会等）にも積極的に参加するなどして、学術的・社会的貢献を果たしている。また、知的財産権の取得は、わが国の科学技術の発展に寄与するばかりでなく、最先端技術の保護としても極めて重要であることから、国内外に積極的に出願・登録し、本法人独自の技術資産の蓄積を図っている。

本年度の本法人の研究成果の報告、特許出願及び主な取得設備等は、以下の通りである。

[1] 研究成果の報告

(1) 論文(12編)

(新機能材料創生部門関係)

査読有

- 1 Yang Cao, Nobukiyo Kobayashi, Shigehiro Ohnuma, and Hiroshi Masumoto: Large tunneling magneto-dielectric enhancement in Co(Fe)-MgF₂ granular films by minor addition of Si, Applied Physics Letters, 117, 072904, <https://doi.org/10.1063/5.0014137> (2020.8)
- 2 Hanae Kijima-Aoki, Yang Cao, Nobukiyo Kobayashi, Saburo Takahashi, Shigehiro Ohnuma, and Hiroshi Masumoto: Large magneto-dielectric effect based on spin-dependent charge transfer in metal-insulator type Co-(BaF₂) nanogranular films, Journal of Applied Physics, 128, 133904, <https://doi.org/10.1063/5.0021636> (2020.10)
- 3 K. Shinoda, S. Abe, K. Sugiyama and Y. Waseda: The local structure around Ge atoms in Ge-doped magnetite thin films: High Temperature Materials and Processes, 39, 645-652, <https://doi.org/10.1515/htmp-2020-0099> (2020.12)
- 4 Yang Cao, Nobukiyo Kobayashi, Shigehiro Ohnuma, and Hiroshi Masumoto: Composition-graded multilayer nanogranular films enabling broadband tunneling magneto-dielectric effect: Role of the granular distribution, Appl. Phys. Lett. 118, 032901, <https://doi.org/10.1063/5.0027233> (2021.1)
- 5 S. Abe: Phase transformation from PbS to PbSe:S in hot-wall deposition of nanocomposite thin film with evaporation sources of PbS and ZnSe, SN Applied Sciences, 3, 212 1-9, <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04236-w>, (2021.2)
- 6 小林 伸聖, 池田 賢司, 荒井 賢一: FeCo-BaF₂ 及び FeCo-SiN 系ナノグラニューラー膜の巨大ファラデー効果, 電気学会論文誌 A (基礎・材料・共通部門誌), 2021 年 141 巻 2 号 p. 123-127, <https://doi.org/10.1541/ieejfms.141.123> (2021.2)

(デバイス用高機能材料開発部門関係)

査読有

- 1 Tanaike, Y. Noguchi, S. Hayashi, I. Sugai, E. Niwa, T. Iijima, T. Ebina : Study on the cross-sectional microstructure of a thin ceramic coating on stainless steel surface fabricated by the application and calcination of an aqueous clay mineral paste, Applied Clay Science, 193, 105665 (2020)
- 2 Hiraku Matsukuma, Keisuke Adachi, Takuma Sugawara, Yuki Shimizu, Wei Gao, Eiji Niwa, Yoshihiro Sasaki: Closed Loop Control of an XYZ Micro Stage and Designing of Mechanical Structure for Reduction in Motion Errors, Nanomanufacturing and Metrology, Vol.4, pp.53-66, 2021.

著書・解説

- 3 松下伸広, 遠藤 恭, 曾根原誠, 直江正幸, 池田慎治, 石田光一, 越智厚雄, 加藤充次, 後藤太一, 近藤幸一, 菅原 聡, 佐藤敏郎, 竹澤昌晃, 辻本浩章, 中山英俊, 能崎幸雄, 宗像 誠, 藪上 信, 山口正洋, 山田啓壽, 山本節夫, 松村武, 鈴木健司: スマートデバイス用マグネティックスの研究開発動向 (共著, 担当範囲: 5章スマートデバイス構築のための磁性材料), 電気学会技術報告 第1508 (2021.2)

査読なし

- 4 内山純一郎, 田代晋久, 脇若弘之, 直江正幸: FeCoV 合金丸棒の磁気式トルク検出方法に関する検討, 電気学会研究会資料 (MAG-20-116/MSS-20-052~MAG-20-126/MSS-20-062), MAG-20-116/MSS-20-052, (2020.12)

(次世代デバイス開発部門)

査読有

- 1 若生直樹: 最近の電磁特性技術に関するトピックス, エレクトロニクス実装学会誌, Vol.24, No.1 (2021) 12-14

著書・解説

- 2 若生直樹: これからのEMC, 科学情報出版株式会社, 電磁環境工学情報誌 EMC, No.393 (2021) 64

(2) 国内会議発表 (17件)

(新機能材料創生部門関係)

- 1 曹 洋, 野川健太, 小林伸聖, 大沼繁弘, 増本 博: Structure and dielectric properties of (CoF/FeF)-C nanocomposites, 日本セラミックス協会第33回秋季シンポジウム (2020年9月, オンライン開催)
- 2 阿部世嗣: マグネタイト薄膜の耐酸化性と Ge 添加濃度の関係, 日本金属学会秋期第167回講演大会 (2020年9月, オンライン開催)
- 3 青木英恵, 曹 洋, 大沼繁弘, 小林伸聖, 増本 博: トンネル効果に与える Co-BaF₂ ナノグラニューラ層状膜の Co 粒子の形状と周期性の影響, 日本金属学会秋期第167回講演大会 (2020年9月, オンライン開催)
- 4 木村 萌, 曹 洋, 青木英恵, 大沼繁弘, 小林伸聖, 増本 博: Co-MgO 系ナノコンポジット薄膜の電気及び磁気特性, 日本金属学会秋期第167回講演大会 (2020年9月, オンライン開催)

- 5 荒木航, 田邊匡生, 阿部世嗣, 小山裕, 超唐, 美野輪光樹: 金属元素添加 α -Fe₂O₃ のテラヘルツ帯屈折率測定、日本金属学会秋期第 167 回講演大会 (2020 年 9 月, オンライン開催)
- 6 唐 超, 渡辺克也, 荒木航, 石岡功己, 美野輪光樹, 田邊匡生, 阿部世嗣, 小山裕: The terahertz and infrared optical properties of hot-wall deposition grown ZnTe and solution grown InSe、日本金属学会秋期第 167 回講演大会 (2020 年 9 月, オンライン開催)
- 7 野川健太, 曹 洋, 青木英恵, 小林伸聖, 大沼繁弘, 増本 博: Fe-PtFe 系ナノ複相薄膜の構造と磁気-誘電特性, 令和 2 年度 日本セラミック協会 東北北海道支部研究発表会 (2020 年 11 月, オンライン開催)
- 8 小林伸聖, 池田賢司, 岩佐忠義, 荒井賢一: ナノグラニューラー(FeCo)-(BaF, SiN)膜の巨大ファラデー効果, 令和 3 年電気学会全国大会(2021 年 3 月, オンライン開催)
- 9 池田賢司, 小林伸聖, 荒井賢一: SiN をマトリックスとしたナノグラニューラー薄膜の磁気光学効果, 令和 3 年電気学会全国大会, (2021 年 3 月, オンライン開催)
- 10 阿部世嗣: GexFe_{3-x}O₄ 固溶体粉末の大気中熱処理による特異構造の形成, 日本金属学会春期学会春期第 168 回講演大会 (2021 年 3 月, オンライン開催)
- 11 青木英恵, 曹 洋, 大沼繁弘, 小林伸聖, 増本 博: 粒子の形状制御によるナノグラニューラー膜の磁気異方性制御, 日本金属学会春期第 168 回講演大会 (2021 年 3 月, オンライン開催)
- 12 打越雄央, 青木英恵, 小林伸聖, 大沼繁弘, 増本 博: 磁性ナノ粒子を扁平化した Co-BaF₂ ナノグラニューラー膜の電気・磁気特性, 日本金属学会春期第 168 回講演大会 (2021 年 3 月, オンライン開催)
- 13 Tianji Liu, Nobukiyo Kobayashi, Kenji Ikeda, Yasutomo Ota, Satoshi Iwamoto: Investigation of enlarged topological band gaps in magneto-optical epsilon-near-zero photonic crystals, 2021 年第 68 回応用物理学会春季学術講演会 (2021 年 3 月, オンライン開催)
- 14 木村 萌, 曹 洋, 青木英恵, 大沼繁弘, 小林伸聖, 増本 博: Co-MgO 系ナノコンポジット薄膜の構造と磁気特性に及ぼすスパッタ照射面積の影響, 日本セラミックス協会 2021 年年会 (2021 年 3 月, オンライン開催)

(デバイス用高機能材料開発部門関係)

- 1 金田 蓮, 安部 隆, 寒川雅之, 丹羽英二: 高ゲージ率 Cr-N 薄膜及び設計改良による MEMS 触覚センサの感度向上, 電気学会・A (基礎・材料・共通) 部門大会 (2020 年 9 月, オンライン開催)
- 2 直江正幸: 高周波電源に関する最近の研究開発動向, 令和 2 年電気学会基礎・材料・共通部門大会 (2020 年 9 月, オンライン開催)
- 3 内山純一郎, 田代晋久, 脇若弘之, 直江正幸: FeCoV 合金丸棒の磁気式トルク検出方法に関する検討, 電気学会マグネティックス研究会 (2020 年 12 月, オンライン開催)

(4) 展示会への出展 (1 件)

(デバイス用高機能材料開発部門関係)

1 展示会名称：CEATEC2020

開催日：2020年10月20～23日

場 所：オンライン開催

展示テーマ：圧力センサ素子（出展者：ジオマテック株式会社，共同研究）

[2] 特許出願（14件）

(1) 国内出願（14件）

- 1 新機能材料創生部門関係・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3件
- 2 デバイス用高機能材料開発部門関係・・・・・・・・・・・・ 10件
- 3 次世代デバイス開発部門関係・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1件

[3] 主な取得設備

- 1 リボルバー式二元スパッタ装置（エイコーエンジニアリング）
- 2 USB ベクトルネットワークアナライザ P5007A（キーサイトテクノロジー）
- 3 卓上 X 線回折装置 D2PHASEER 2ND Generation（BRUKER）

3. 収益事業

上記の公益目的事業のほか、本法人の目的を達成するために必要な事業として、下記の収益事業を行った。

3-1 事業内容

[1] 知的財産権の供与

電磁関連の機能材料及びデバイスに関し、本法人が所有する有効な特許件数（登録及び出願中の特許）は、国内76件、国外3件（4カ国）である。本法人では、これら知的財産権を企業が広く利用し、社会に役立ててもらうため、所有する知的財産権の供与事業を行っている。

本年度は、3社に9件の知的財産権を供与した。

[2] その他の収益事業

その他の収益事業として、本法人の公益目的事業遂行の妨げにならない範囲内で、所有する土地の一部を民間に賃貸する事業を行っている。

本年度は、1件の賃貸事業を行った。

3-2 収益事業に係る契約

本法人が本年度に締結した収益事業に係る契約は、以下の通りである。

[1] 特許実施契約（継続3社、9件）

- 1 Cr-N ひずみセンサ関係・・・・・・・・・・・・ 3社（9件）

[2] 土地の賃貸契約（1件）

- 1 東北電力の電柱等敷地

II 処務の状況

1. 規則及び規程等の整備

1-1 制定

- 1 再雇用職員就業細則（2020年11月19日常任理事会決議、2021年4月1日施行）
- 2 有期雇用職員等就業細則（2020年11月19日常任理事会決議、2021年4月1日施行）

1-2 改正

- 1 組織規程（2021年3月8日理事会決議、2021年4月1日施行）
- 2 就業規則（2021年3月8日理事会決議、2021年4月1日施行）
- 3 育児休業、介護休業等育児又は家族介護に関する規程（2021年3月8日理事会決議、2021年4月1日施行）
- 4 被服貸与内規（2020年11月19日常任理事会決議、2021年4月1日施行）
- 5 表彰実施要領（2020年11月19日常任理事会決議、2021年4月1日施行）
- 6 慶事・弔事等に関する内規（2020年11月19日常任理事会決議、2021年4月1日施行）
- 7 旅費支給規程（2021年3月8日理事会決議、2021年4月1日施行）
- 8 研究活動上の不正行為の防止及び対応に関する規程（2021年3月8日理事会決議、2021年4月1日施行）

1-3 廃止

- 1 グランドフェローの設置（2020年11月19日常任理事会決議、2021年3月31日廃止）
- 2 嘱託職員等の就業に関する細則（2020年11月19日常任理事会決議、2021年3月31日廃止）
- 3 嘱託職員等の休暇に関する細則（2020年11月19日常任理事会決議、2021年3月31日廃止）
- 4 再雇用職員等の就業に関する細則（2020年11月19日常任理事会決議、2021年3月31日廃止）

2. 諸会議

(1) 評議員会

2020年6月12日（定時・書面決議）、2021年3月18日（臨時・書面による報告）

(2) 理事会

2020年5月27日（定時・書面決議）、2020年8月31日（臨時）、
2021年3月8日（定時）

(3) 常任理事会

2020年4月28日、 2020年5月21日、 2020年6月18日、
2020年7月16日、 2020年9月17日、 2020年10月15日、
2020年11月19日、 2020年12月17日、 2021年1月21日、
2021年2月18日、 2021年3月18日

(4) 諸委員会

- 1 財務基盤調査検討委員会：2回
- 2 資産運用管理委員会：4回
- 3 公益目的事業推進委員会（拡大会議）：2回

Ⅲ 事業報告の附属明細書

2020年度事業報告には、「一般社団法人及び一般財団法人に関する法律施行規則」第34条第3項に規定する附属明細書「事業報告の内容を補足する重要な事項」が存在しないので作成しない。

