2024年版

公益財団法人

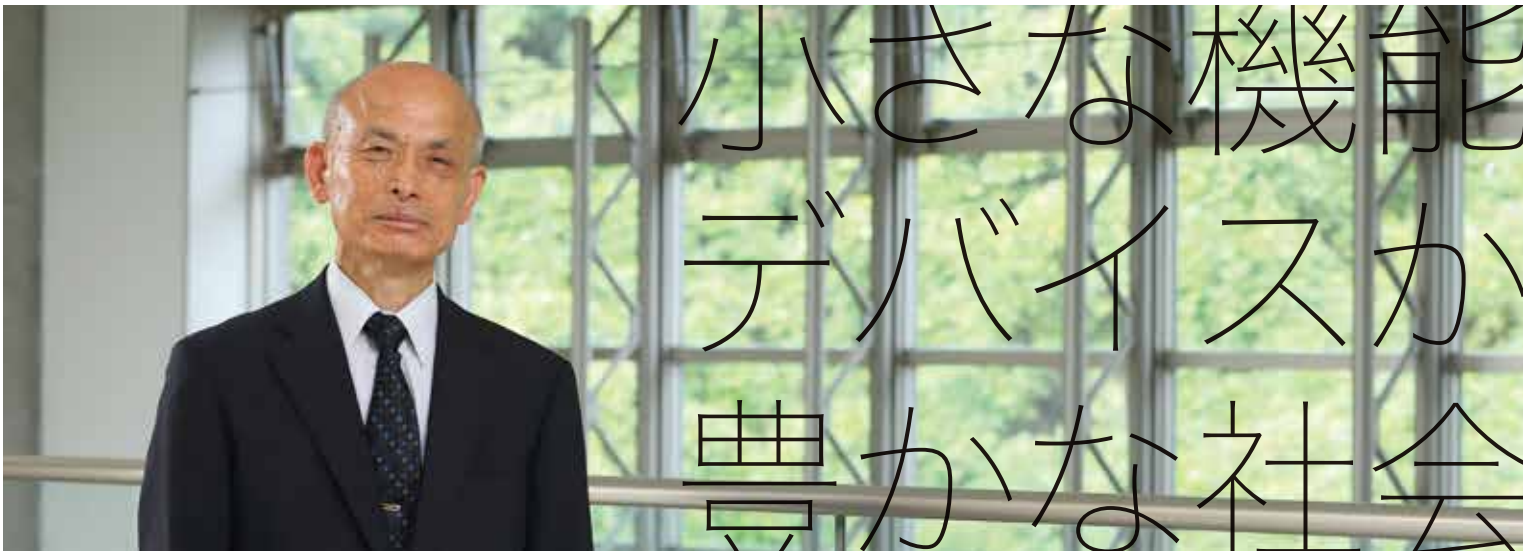
電磁材料研究所

Research Institute for Electromagnetic Materials

要 覧 | Handbook

小さな機能材料やデバイスから豊かな社会を！

DENJIKEN



理事長より…… 03

交通アクセス…… 34
構成・規模…… 35

法人本部

理事長より…… 03
研究所の変遷…… 04
沿革…… 06
組織…… 07
本法人の事業…… 08

研究開発事業部

研究開発事業部…… 10
実施体制…… 11
研究紹介…… 12
事業支援室…… 24
施設紹介…… 26
材料・デバイス開発技術相談室…… 29
研究成果…… 32

理事長より

本法人は、平成23年7月1日付で内閣府から公益財団法人としての認定を受け、名称を旧来の「財団法人電気磁気材料研究所」から「公益財団法人電磁材料研究所」へと改め、新たな出発をしました。この新法人の設立目的は、「電磁に関連する機能材料およびデバイスの研究開発を行うと共にその実用化を図り、学術およ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資すること」であり、この目的の実現に向かって、全職員および関係者が一丸となって研究開発に励んでおります。

本法人の歴史は、昭和19年に設立された文部省所管の「財団法人航空計器材料試作研究所」に始まります。東北帝国大学の外郭研究組織として同大学金属材料研究所の本多光太郎所長指導の下、増本量博士らが発明したスーパーインバー、コエリンバー、アルフェル、センダスト、新KS磁石鋼などの特殊合金材料の航空機関係計測器への応用を目指す試作・工業化研究を使命としていました。第二次世界大戦終結後の昭和20年12月に、名称を「財団法人電気磁気材料研究所」に改め、その使命を平和時の計測工業の発展に寄与することを目的として、特殊合金を時計用ヒゲゼンマイや動力用ゼンマイ材料の実用化に成功することで、我が国の時計および計量器の高性能化に大きく貢献してきました。また、磁気記録再生用ヘッド材料は一時期市場の6割を占めるなど、その研究開発成果は高く評価されております。

本法人は創立以来主たる研究対象をバルク機能材料としてきましたが、平成期に入ってからは、薄膜機能材料およびそれらを用いたデバイスを新たな研究分野として加え、「独創的発想と創造的考察に基づいた研究開発を行うこと」を基本方針に研究開発を進めてきました。今後は、物質・材料がもつ本質的な機能的物性を有効に利用する電磁に関連する新たな高機能電磁材料を自らの手で探索し、それら材料を活用する新機能や次世代に必要な高機能かつ超小型電磁デバイスを開発してその実用化を図る研究を行うとともに、その有効な応用分野の開拓を進め、実用化のための試作研究にも一層の努力を傾注したいと考えております。得られた成果は、広く一般に公開して、学術及び科学技術ならびに産業の振興を通じて、公益財団法人として次世代社会の発展と幸福に寄与したいと考えておりますので、皆様のご教示とご支援を宜しくお願い致します。

早稲田 嘉夫（わせだよしお）
公益財団法人電磁材料研究所理事長、工学博士（東北大学）

1986年　7月　東北大学選鉱製錬研究所 教授
1990年　11月　選鉱製錬研究所長・素材工学研究所長・多元物質科学研究所長を併任
2002年　11月　東北大学 副総長（総務担当）・理事（中期計画・情報システム総括担当）
2009年　3月　東北大学 停年退職・東北大学名誉教授
2023年　6月　公益財団法人電磁材料研究所 理事長
その他、日本金属学会会長、資源・素材学会会長、日本学術会議（第3部）会員、カナダトロント大学・米国ペンシルバニア大学の客員教授等を務める。

富谷研究所　平成30年1月 ～

八木山南の研究所は、研究棟等の建物およびライフラインなどのインフラが、築40年以上を経過して老朽化し、また、平成23年3月の東日本大震災により被害を受けたことから、富谷市成田の旧YKK金属材料研究所の跡地（土地:15,200㎡）および建物（鉄筋コンクリート四階建：3,699.2㎡、鉄骨平屋建：17.6㎡）を購入し、四階建物を全面改装して研究棟および試作開発棟とし、クリーンルーム棟（延床面積661.2㎡）を増築し、平成30年1月に全面移転しました。加えて、令和５年9月に効率的配置、ならびに安全作業スペース確保のために試作開発作業棟（延床面積99.25㎡）を増築しました。

八木山南研究所　昭和51年2月 ～

昭和51年2月、東八番丁の研究所は、仙台駅の東口から道幅50mの道路が敷地中央を貫通することになったので、仙台市太白区八木山南に土地（13,645坪）を購入し、鉄筋コンクリート七階建て（延2,406坪）の研究棟、鉄骨ブロック積平屋建て（340坪）の試作工場および付属建物五棟（102坪）を新築して、全面移転しました。

東八番丁研究所　昭和33年12月 ～

昭和33年12月、仙台駅前の区画整理事業（現・青葉通り）のため、仙台駅東口近くの東八番丁に土地を購入して、東三番丁から全面移転しました。この場所は、昭和51年2月に仙台市八木山南（政令都市指定後は仙台市太白区八木山南）へ移転するまでの17年有余の研究拠点となりました。

東三番丁研究所　昭和19年10月 ～

戦時中の昭和19年10月、国および企業からの支援を受けて文部省所管「財団法人航空計器材料試作研究所」として東北帝国大学金属材料研究所内に設置され、その後昭和20年2月には東三番丁に移転しました。上図は、当時の研究所の全景を示すスケッチ図です。この研究所は、同年7月の仙台大空襲により建物と全設備を焼失しましたが、終戦後の昭和20年12月、文部省所管財団法人として名称を「財団法人電気磁気材料研究所」と改めて再建を開始、翌年12月に完了し、新たに精密機器用材料の研究事業を再開しました。

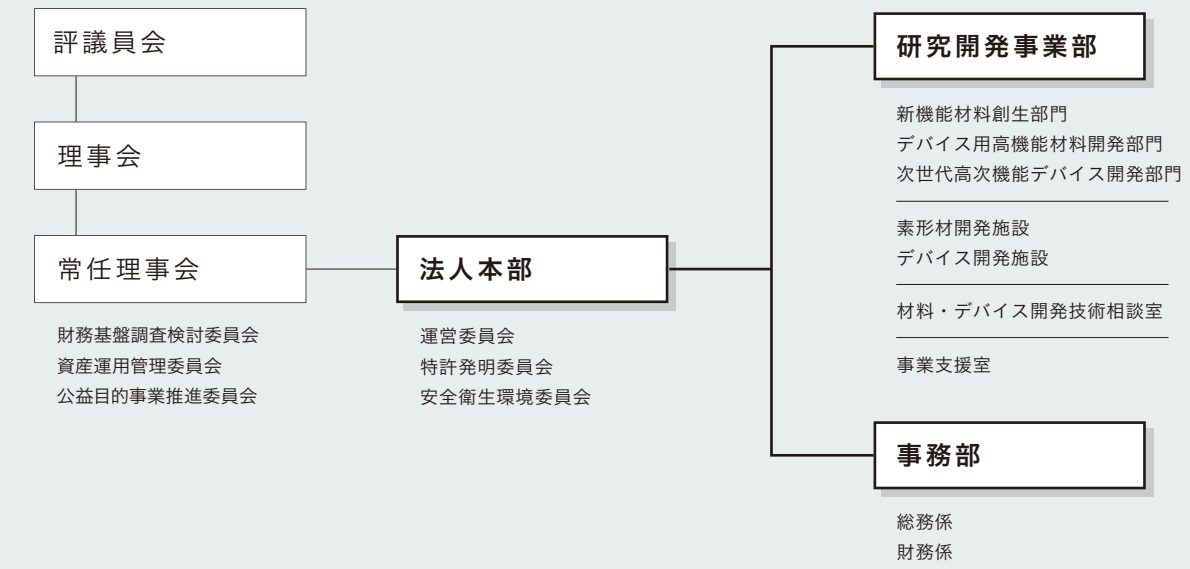
沿革 | HISTORY

年・月		概　要
1944 年（昭和 19 年）	10 月	文部省所管財団法人航空計器材料試作研究所として東北帝国大学金属材料研究所内に設立 理事長：本多光太郎　博士（金属材料研究所　所長）
1945 年（昭和 20 年）	2 月	国および企業からの寄付により仙台市東三番丁（現仙台市青葉区五橋）に土地を購入し移転
1945 年（昭和 20 年）	12 月	財団法人電気磁気材料研究所に改名
1955 年（昭和 30 年）	3 月	恒弾性合金「エルコロイ」、高弾性合金「ダイヤフレックス」を発明
1958 年（昭和 33 年）	7 月	時計用ヒゲゼンマイ材料として恒弾性合金「コエリンバー」を開発
1958 年（昭和 33 年）	12 月	区画整理のため、仙台市東三番丁より仙台市東八番丁（現仙台市宮城野区榴岡）へ移転
1970 年（昭和 45 年）	6 月	磁気記録再生ヘッド用高透磁率合金「ハードパーム」を発明（全国発明賞）
1975 年（昭和 50 年）	4 月	吸振合金「ジェンダロイ」を発明
1976 年（昭和 51 年）	2 月	区画整理のため、仙台市東八番丁より仙台市八木山南（現仙台市太白区八木山南）に移転
1976 年（昭和 51 年）	9 月	アモルファス軟磁性合金「アモメット」を発明
1978 年（昭和 53 年）	1 月	液体急冷法として「単ロール法」を開発
1979 年（昭和 54 年）	3 月	恒電気抵抗合金「パラシル」を発明
1981 年（昭和 56 年）	4 月	永久磁石合金「プラチロン」を発明
1992 年（平成 4 年）	10 月	超微粒子膜を用いた高感度ガスセンサを開発（全国発明賞）
1994 年（平成 6 年）	4 月	クリーンルームを設置、薄膜デバイスの研究を開始
1995 年（平成 7 年）	3 月	ナノグラニュラー構造を持つ軟磁性薄膜および TMR 薄膜を発明
1995 年（平成 7 年）	4 月	法人本部・付属研究所・事務部の 3 部体制に改組
1995 年（平成 7 年）	10 月	高感度 Cr-N 薄膜ひずみセンサを発明
1997 年（平成 9 年）	9 月	TMR 薄膜を用いた磁気センサ「GIGS」を発明
2000 年（平成 12 年）	8 月	薄膜触覚センサ（ロボット用など）を発明
2010 年（平成 22 年）	4 月	法人本部の下に研究開発事業部・事業支援部・事務部の３部を置く体制に改組し、研究開発事業部内に５研究グループを置く
2011 年（平成 23 年）	3 月	東日本大震災により建物が大きく被災
2011 年（平成 23 年）	7 月	公益財団法人として発足、名称を「公益財団法人電磁材料研究所」とする
2014 年（平成 26 年）	7 月	ナノグラニュラー薄膜のトンネル磁気－誘電（TMD）効果を発見（Nature Comm. に発表）
2014 年（平成 26 年）	9 月	不感磁性エリンバー・インバー鉄合金（Fe-Mn 系）の発明
2016 年（平成 28 年）	8 月	高温用 Cr 基薄膜ひずみセンサの発明
2016 年（平成 28 年）	9 月	ナノグラニュラー透明磁性薄膜の開発
2016 年（平成 28 年）	12 月	Li イオン電池検査用二次元アレー磁気イメージ装置の開発
2017 年（平成 29 年）	1 月	東日本大震災の被災と研究棟建屋の老朽化等のため評議員会で移転を決定（理事会決定は平成 28 年 12 月）
2017 年（平成 29 年）	3 月	水素用 Cr 基薄膜ひずみセンサの発明
2017 年（平成 29 年）	4 月	法人本部の下に研究開発事業部、事務部の 2 部を置く体制に改組し、研究開発事業部内に 3 研究開発部門、2 開発施設、 および事業支援室を設置
2017 年（平成 29 年）	6 月	宮城県富谷市成田に移転先用地および建物を取得
2017 年（平成 29 年）	11 月	宮城県富谷市成田にクリーンルーム棟を増築
2018 年（平成 30 年）	1 月	宮城県富谷市成田へ移転
2018 年（平成 30 年）	3 月	巨大ファラデー効果を有するナノグラニュラー薄膜材料の開発
2018 年（平成 30 年）	8 月	鉄酸化物を用いた可視光域対応型光触媒の開発
2018 年（平成 30 年）	10 月	移転・創立 75 周年記念式典開催
2019 年（平成 31 年）	3 月	Cr 基薄膜の等方的ひずみ感度の利用による超小型高耐荷重力センサの発明
2019 年（令和元年）	10 月	創立 75 周年
2020 年（令和 2 年）	1 月	ヒューマンバイオメカニクス用靴システムの開発
2021 年（令和 3 年）	4 月	５G移動体通信対応の高性能電磁波吸収材料の開発
2021 年（令和 3 年）	5 月	鉛フリー圧電セラミック厚膜材料を用いた高性能振動発電デバイスの開発研究
2022 年（令和 4 年）	4 月	開発事業部内に材料・デバイス開発技術相談室を設置
2023 年（令和 5 年）	9 月	試作開発作業棟増築

法人本部を中核とした法人組織

公益財団法人電磁材料研究所は、法人組織の中核であり本法人の事業全体を統括する法人本部、並びにその下に設置される研究開発事業部および事務部で構成されます。

組織図



法人本部

法人本部は、理事会および常任理事会の審議および決議に沿って、法人の管理および運営に関する総合的職務を行います。法人本部には、法人業務の円滑な運営を図るための運営委員会、特許発明に関する事項を調査および審議する特許発明委員会、職員の安全衛生および環境管理に関する事項を調査および審議する安全衛生環境委員会が設置されています。

研究開発事業部

研究開発事業部は、本法人の事業を実施する組織であり、3研究開発部門（新機能材料創生部門、デバイス用高機能材料開発部門、次世代高次機能デバイス開発部門）、2開発施設（素形材開発施設、デバイス開発施設）および材料・デバイス開発技術相談室、ならびに事業支援室で構成され、相互に密接な連携を保ちつつ事業を行います。研究開発部門および開発施設では、公益目的事業としての研究開発事業を実施します。材料・デバイス開発技術相談室では、企業等からのバルク機能材料および薄膜電磁材料の作製、高性能化および特性評価ならびにデバイス化などに関する技術相談に応じます。事業支援室は、公的および私的研究機関および企業等との受託研究・共同研究・試作開発研究の契約、知的財産権の出願・登録・維持・管理および民間企業への実施権供与、研究成果の公開など事業の支援に関する業務を行います。

事務部

事務部は、理事会および常任理事会等の審議および決議に基づいて、本法人を健全かつ効率的に運営するための法人全般の総務および財務関係の事務処理を行います。

本法人の事業 | BUSINESS PLAN

電磁に関連する機能材料および デバイスの研究開発を行い実用化を図る

事業の目的

本法人は、1944 年（昭和 19 年）に、特殊合金の工業化研究を目的として、文部省所管の「財団法人航空計器材料試作研究所」として発足しました。戦後は、「財団法人電気磁気材料研究所」と改名し、電気磁気材料に関する調査研究を目的として、精密機器用および電気磁気機器用金属材料の研究開発を実施し、多くの優れた材料を実社会に送り出してまいりました。

2011 年（平成 23 年）7 月に内閣府から、研究開発事業の内容および成果などを社会一般の研究者、技術者、企業家等に広く公開し提供することを基本方針とする公益財団法人としての認定を受け、名称を「公益財団法人電磁材料研究所」に改め、新たにスタートしました。

この公益財団法人電磁材料研究所は、「国民生活の安定と向上および経済の健全な発展に資することを最終目標とし、電磁に関連する機能材料およびデバイスの研究開発を行うと共にその実用化を図り、学術およ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資すること」を設置の目的としています。

事業の目的を達成するために、本法人は、次の事業を行います。

① 電磁に関連する機能材料およびデバイスの研究開発ならびに試作に関する事業

公益目的事業として位置付けられるもので、新たな高機能電磁材料を自らの手で探索し、それら材料を活用して新たな高性能機能デバイスを開発し、その実用化を図り、社会に貢献することを目的としています。

② その他本法人の目的を達成するために必要な事業

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す。

公益目的事業

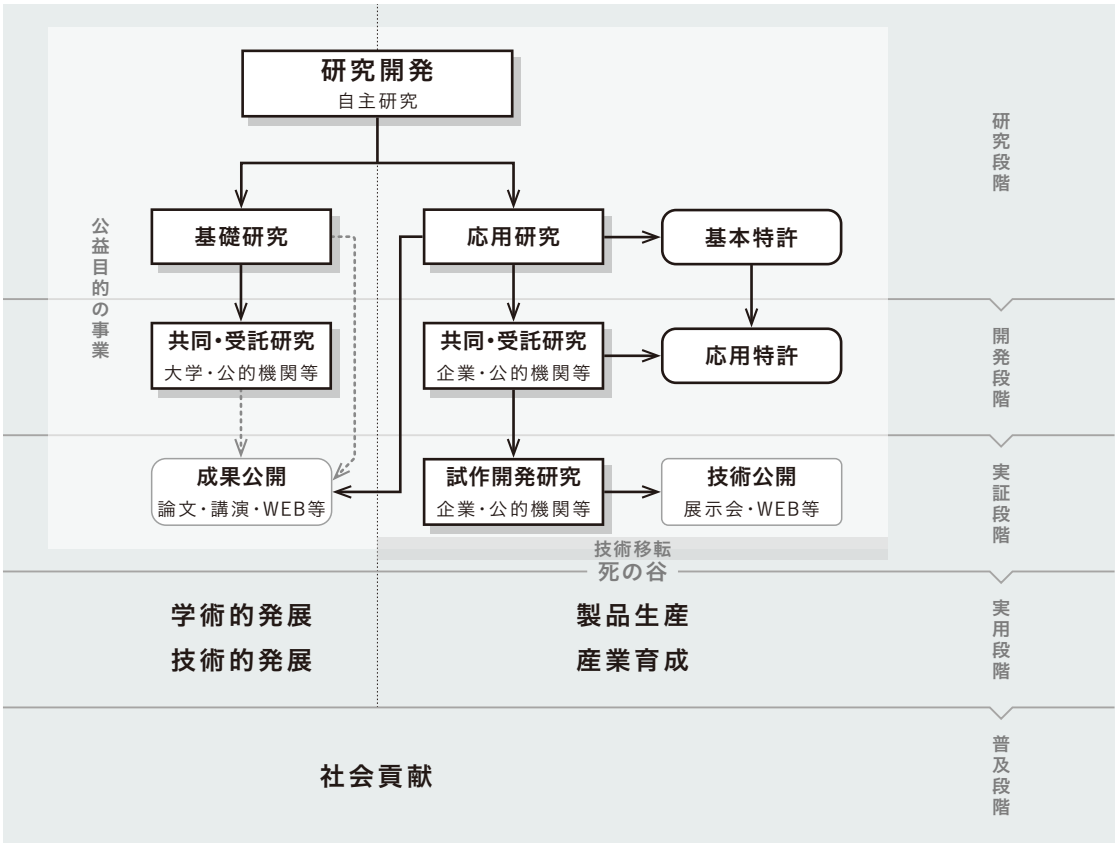
事業の内容

本法人では、公益目的事業として、物質・材料が持つ物性・機能を効果的かつ有効に利用した高機能電磁材料を探索し、新たに見出した材料を活用して次世代に必要不可欠で高性能機能デバイスの開発と実用化に関する研究を行います。

とくに次世代社会において重要な「情報」、「健康」、「福祉」および「安全」分野の発展の基盤である電気・電子機器を高性能化するため、可能な限り少量の素材を使い、それら素材をナノレベルで複合化して機能の融合および新機能の発現を図った電磁材料の開発と、これら材料の高機能性を効果的に活用して超小型・軽量化および省電力化を目指した新機能デバイスの設計および試作から製造プロセスの開発に至るまでの総合的かつ系統的な研究開発事業を実施します。

すなわち**「小さな機能材料やデバイスから豊かな社会を !」**をキャチフレーズとして、省資源のために可能な限り少量の素材を使い、新規で小型・高機能なデバイスを開発し、豊かな未来社会の実現と発展に貢献したいと考えています。

事業の範囲と研究の実施形態



小さな機能材料やデバイスから豊かな社会を！

本事業では、研究成果が実用化に至るまでの研究開発を公益目的事業の範囲と考えており、その研究開発の過程を**「研究段階」**、**「開発段階」**および**「実証段階」**の３段階に分け、それら過程の研究開発を自主研究、受託研究、共同研究および試作開発研究として実施します。

最初の**「研究段階」**における研究開発は、本法人の研究員が独自の発想で進める自主研究がこれに相当します。自主研究には基礎研究と応用研究があり、この自主研究が以降に続く「開発段階」の研究の基になります。

「開発段階」における研究開発は、自主研究のさらなる発展、展開および推進を図るための受託研究および共同研究として進められます。ここで受託研究とは、政府省庁等の公的機関および私的機関からの競争的資金を獲得して行う研究および公的機関が計画・実施するプロジェクト等に参加して行う研究です。共同研究は、企業や公的機関からの研究協力の申し出により行う研究で、学術情報の交換および保有技術の相互利用などを目的とする研究も含まれます。

「実証段階」は、応用研究の「開発段階」の後のステップとして位置づけられる研究開発の過程で、試作開発研究として実施します。試作開発研究は、研究開発成果の実用化の促進および成果の完成度の更なる向上を目的とするもので、企業や公的研究機関で本法人の事業成果としての試作品を実際に使用してもらい、その評価結果を基に、成果の有効性の検証、新規応用分野の開拓および実用上での問題点の改良を図るものです。この研究では、企業や公的研究機関からの委託により、本法人が試作品を提供します。

この試作開発研究は、本法人独自のもので、「実証段階」終了後に企業が研究開発成果の事業化を独力で進める際に経験する「死の谷」を無事に越えて、製品生産および販売に繋げる実用化段階へと進むための技術移転を容易にする上で、極めて重要であると考えています。

開発部門と相談室／支援室との連携

研究開発事業の内容

本法人は、本法人の設置目的を達成するため、公益目的事業として「電磁に関連する機能材料およびデバイスの研究開発ならびに試作に関する事業」を行っています。本事業は、現在はもとより、次世代社会においても重要な情報・環境・健康・福祉・安全分野の発展を支える電気・電子機器の高性能化を図るための基盤とも言うべき材料およびデバイスに関するもので、その重要性および必要性は、今後一層増すものと予想されます。

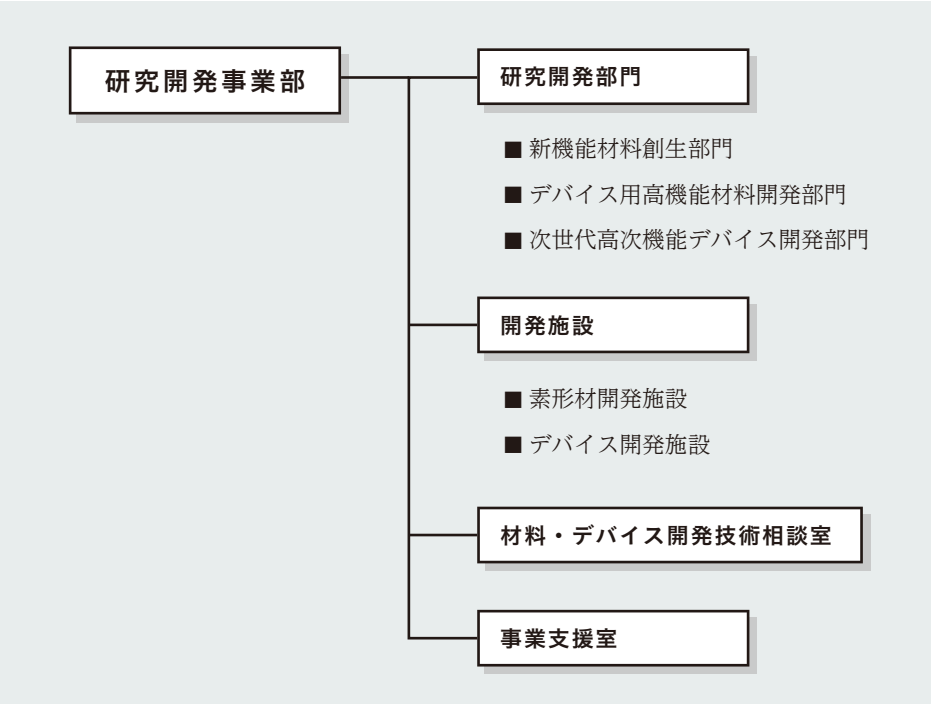
本法人の 2022 年度当初から開始される研究開発事業は、2022 年 3 月に定時理事会で承認された新たな事業計画（2022 年度から 2026 年度までの 5 年間の計画）に従い、前中期事業で得られた成果を最大限に生かし、その延長線上で、バルクおよび薄膜などの材料形態に囚われることなく、国内外の研究開発の動向を見定めつつ、高性能・高機能性を有する新規電磁材料の開発ならびに電気および電子デバイスの研究開発を進め、その実用化を図ることを事業方針とすることとしました。

研究開発事業の実施体制

研究開発事業部は、3研究開発部門、2開発施設及び材料・デバイス開発技術相談室ならびに事業支援室で構成されています。

研究開発部門および開発施設

研究開発部門および開発施設の構成は、以下の通りです。



研究開発部門

新機能材料創生部門

新機能電磁材料の研究開発

ナノグラニュラー材料、多元素系･複合系･準安定相材料、人体有害元素などを除外し環境保全を図った材料，希少元素を代替した材料等をとり上げ、電気、磁気および光に関連する新機能性、高次機能性および複合機能性を発現する新たな材料の創生に関する研究開発を行います。なおこの際、マテリアルズ・インフォマティクスなどのデータ科学および放射光等を利用した新たな評価・分析法を積極的に導入します。

① 電磁機能材料分野
② 光機能材料分野
③ 高周波磁性材料分野

デバイス用高機能材料開発部門

デバイス用高機能薄膜材料の研究開発

キーデバイスとして広く用いられているセンサ、アクチュエータ、電磁波デバイス、光化学デバイス、パワーエレクトロニクスデバイス等をとり上げ、その小型・軽量・省電力化を含めた高性能化を実現するため、機械学習等のデータ科学も利用し、デバイスを構成する電磁材料の高機能化および新規高機能電磁材料の開発に関する研究を実施します。

① 光化学材料分野
② アクチュエータ材料分野
③ センサ材料分野
④ 電磁波デバイス材料分野

次世代高次機能デバイス開発部門

次世代高次機能デバイスの研究開発

電気・電子機器の高品位化を図る上で重要性が今後益々高まると予想されるデバイス、例えば、情報の処理・制御デバイス、光デバイス、生体からの極微弱情報を検出し制御する生体情報デバイス、世界市場の成長が著しいウェアラブルデバイス等において、新たな原理および発想に基づく高次機能性を有するデバイスの創成・登場が熱望されていることから、これに応えるべく AI 技術などのデータ科学を積極的に取り込んだ次世代高次機能デバイスの研究開発を実施します。

① 情報処理･制御デバイス分野
② 生体情報デバイス分野

素形材開発施設およびデバイス開発施設

素形材開発施設

次世代バルク機能材料の開発およびその試作開発研究

バルク機能材料に関する試作開発研究を実施し、その実用化の促進を図ります。また、各研究開発部門が進める研究開発における材料の試作および性能評価に関する支援ならびにバルク機能材料の更なる高性能化、製造・評価技術の開発および新たな用途開発研究を行います。

デバイス開発施設

高性能電磁薄膜材料およびデバイスの開発ならびにその試作開発研究

薄膜電磁材料およびデバイスに関する試作開発研究を実施し、実用化の促進を図ります。また、各研究開発部門が実施する研究開発における薄膜電磁材料およびデバイスの試作、性能評価に関し全面的な支援を行うと共に、それらの製造技術および評価技術の開発を進めます。

研究紹介

研究開発部門の研究事例紹介

新機能材料創生部門

電磁機能材料分野の研究開発 …… 13
光機能材料分野の研究開発 …… 14
高周波磁性材料分野の研究開発 …… 15

デバイス用高機能材料開発部門

光化学材料分野の研究開発 …… 16
アクチュエータ材料分野の研究開発 …… 18
センサ材料分野の研究開発 …… 19
電磁波デバイス材料分野の研究開発 …… 20

次世代高次機能デバイス開発部門

情報処理・制御デバイス分野の研究開発 …… 21
生体情報デバイス分野の研究開発 …… 23

電磁機能材料分野の研究開発

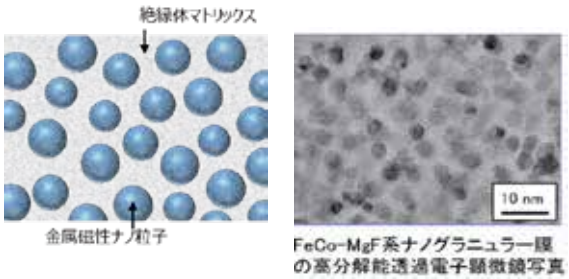


図１：（左）ナノグラニュラー薄膜の模式図と高分解能、（右）電子顕微鏡写真

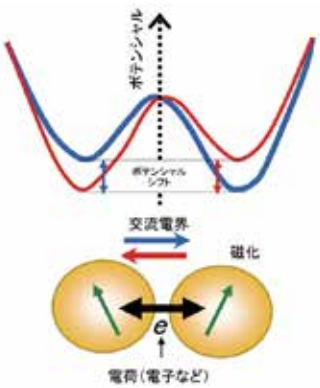


図２：粒子間のトンネル伝導による電気分極の形

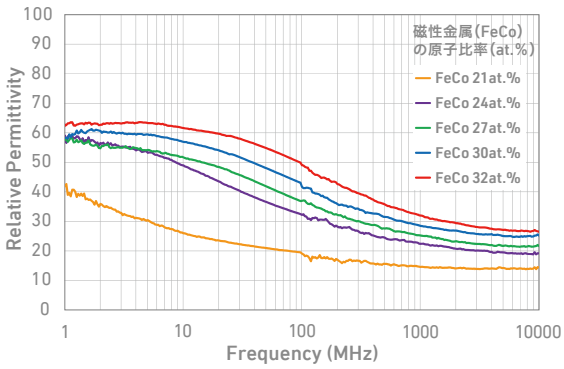


図３：ナノグラニュラー薄膜の誘電率の周波数依存性

ナノグラニュラー薄膜

本分野では、本法人が独自に開発した「ナノグラニュラー薄膜」を一層発展させるため、新しいメカニズムに基づく電磁気効果による多機能性を持つ新たな複合機能材料の創生を行っています。ナノグラニュラー薄膜とは、図１に示すように、nm（ナノメートル：10^{-9}m）サイズの磁性金属粒子が絶縁体のマトリックス中に均一に分散した薄膜材料です。この材料は、膜中の金属と絶縁体の比率に応じて高周波軟磁気特性、トンネル型磁気抵抗効果、さらには光透過性と磁気-光学効果など、様々な機能性を示します。

トンネル磁気誘電効果（TMD 効果）

ナノグラニュラー薄膜において観測される磁気－誘電効果は、本分野の研究で世界に先駆け見出されたもので、ナノグラニュラー構造による量子効果、すなわち一対の粒子間のトンネル伝導による電気分極に起因したトンネル磁気－誘電効果（TMD effect:図２）によるものです。ナノグラニュラー薄膜の磁気－誘電効果は、常温において発現することが大きな特徴です。また、トンネル伝導によって電気分極を形成するため、磁性粒子間の間隔に応じて電気分極の形成しやすさが変化します。

磁気－誘電効果の高周波特性

磁性粒子間のトンネル伝導の確率を高め、電気分極を形成しやすくすると、高い周波数まで誘電性を維持することが可能になります。図３に示すように、磁性金属の比率が高くなると粒子間の間隔が狭くなるため、高周波数帯域においても高い誘電率が得られるようになります。今後この研究が進めば、従来別々の受信機を必要とした携帯電話などの高周波無線通信を一つの機器で受信することが可能となり、より小さい機器の開発に寄与すると考えています。また、従来にない新しい特性を持つ機能材料であることから、微小電池や高周波高誘電率デバイスなどの新たな有用な用途も考えられます。

光機能材料分野の研究開発

磁気ー光学効果

ナノグラニュラー膜のマトッリクスを形成する MgF_2、BaF_2、AlF_3 等のフッ化物結晶は、光透過性に優れレンズ等の光学用材料として広く用いられています。一方、FeCo 合金は、最も大きな磁化を有する強磁性合金であり、その粒径が 10 nm を超える場合、室温において超常磁性臨界直径より大きいため、膜中でも強磁性を示します。また、粒径が 10nm 程度というのは、光波長に比べて非常に小さいことから、ナノグラニュラー膜は光透過性を有します。図４は、膜厚が約 1μm の FeCo-AlF 膜の一例ですが、膜背面の文字がはっきりと透けて見えていることが分かります。この膜は同時に強磁性を示し（図５）、透明な強磁性体です。ナノグラニュラー膜の光透過性と磁気特性の挙動は、単純には FeCo グラニュールが強磁性の起源であり、AlF_3 マトリックスが光透過性に寄与していると説明することができます。

透明な磁性体であることから、ナノグラニュラー膜はファラデー効果を示します。ファラデー効果とは、磁性体に加えた磁界に平行方向に入射する光の偏光面が、磁性体を透過する際に回転する現象のことです（図６）。ナノグラニュラー膜のファラデー効果を詳細に検討した結果、ナノグラニュラー膜のファラデー回転角は、従来材（Bi-YIG）に比べていずれも極めて大きく、特に光通信に用いられる波長 (1,550nm) では、$Fe_{21}Co_{14}Y_{24}F_{41}$ 膜は約 40 倍もの大きな値を有します（表１）。

表１：ナノグラニュラー膜と実用材料 (Bi-YIG) のファラデー回転角の比較

材料	ファラデー回転角 θ_f（deg./μm）	
	波長 λ=650nm	波長 λ=1,550nm
$Fe_{26}Al_{28}F_{46}$	2.9	-0.53
$Fe_{13}CO_{10}Al_{22}F_{55}$	1.6	-1.3
$Fe_{25}Y_{23}F_{52}$	2.7	-0.71
$Fe_{21}CO_{14}Y_{24}F_{41}$	8.0	-4.0
Bi-YIG	-0.6	-0.11

図４：$Fe_9Co_5Al_{19}F_{67}$ ナノグラニュラー膜 (厚さ 1μm) の写真（膜は透明で、膜の背面の赤、青、黄色の文字がくっきりと見ることができます。）

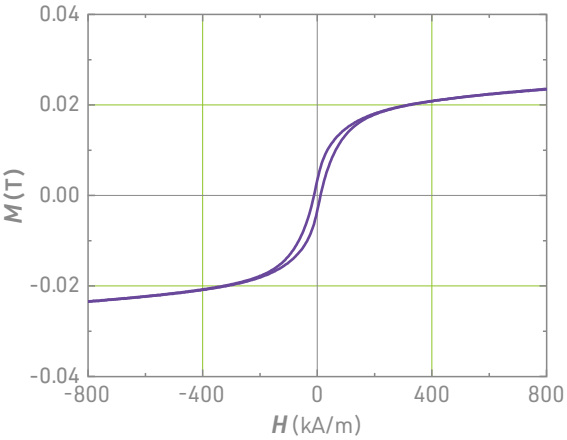


図５：$Fe_9Co_5Al_{19}F_{67}$ 膜の磁化曲線（この膜の磁化は 0.025 T であり、磁化曲線は残留磁化と保磁力を伴うヒステリシスを示しています。）

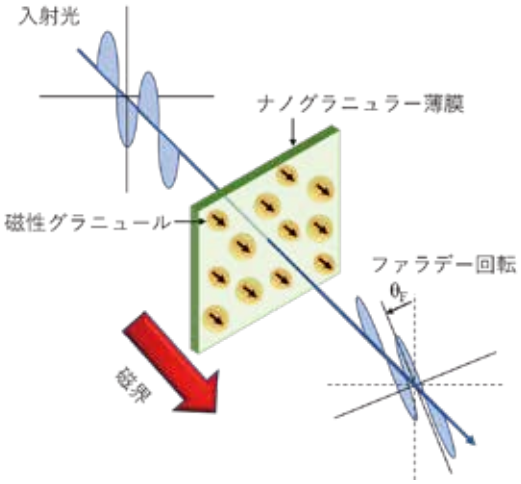


図６：ナノグラニュラー膜におけるファラデー効果 のイメージ図

高周波磁性材料分野の研究開発

GHz に対応した薄膜材料の研究開発に向けて

本分野では、3 GHz 以上の周波数をフロントエンドとする第 5 世代移動体通信機器向けの磁気デバイスの小型化および磁気ノイズ抑制のための高周波磁性材料を開発しており、半導体バイスに磁気デバイスが内蔵されることが予想される将来の技術動向も考慮し、その際のデバイス化プロセスに適した薄膜材料に焦点を当てています。

磁性体を高周波領域で実用化するためには、検討しておかなければならない多くの課題があります。例えば、電気的および磁気的損失です。電気的損失には渦電流損失があり、周波数の二乗で増加します。また、複素透磁率の虚数部（μ''）に起因する磁気的損失があり、高周波では磁気共鳴により急激に増加します。このμ''と周波数を掛けたものが、デバイスの損失となる交流抵抗に相当します。本分野では、本法人が開発した強磁性ナノグラニュラー薄膜に注目し、新たな成膜方法の開発、成膜条件および膜組成等を検討することにより、高周波領域でも損失の小さい優れた特性を有する新規な材料開発を進めつつあります。

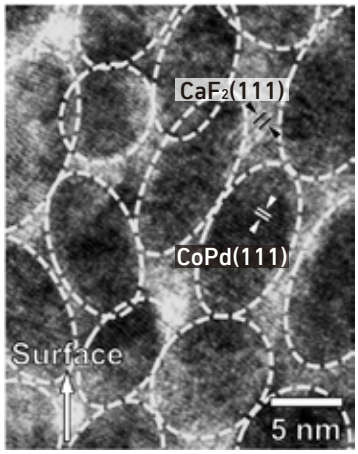


図１：高周波ナノグラニュラー薄膜のナノ組織
（透過電子顕微鏡による断面像、破線で囲われた色の濃い部位が、磁性金属ナノ粒子）

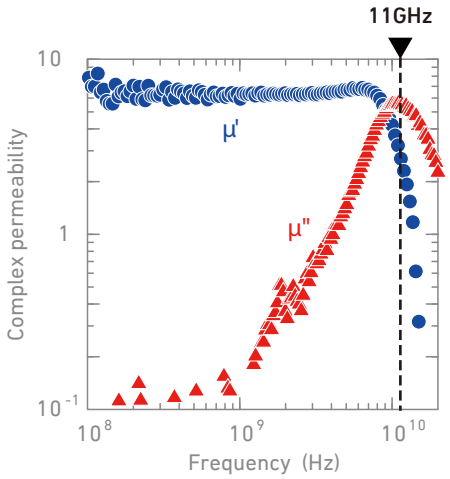


図２：代表的な、高周波ナノグラニュラー薄膜の複素透磁率スペクトル
（短絡マイクロストリップライン法による）

強磁性ナノグラニュラー薄膜

一般に、高周波用の低損失磁性体を実現するためには、材料が、高い電気抵抗率、高い飽和磁化、および高い異方性磁界を兼ね備えることが必要です。図１は、透過電子顕微鏡で撮影した、高周波ナノグラニュラー薄膜のナノ組織です。磁性金属ナノ粒子 (この場合、fcc-CoPd 合金) が、極めて高い絶縁性を有するフッ化物絶縁体 (この場合、$cF12$-CaF_2) 中に孤立分散しています。本膜は、電気抵抗率が高く優れた高周波特性を有する材料として知られるアモルファス金属磁性材料の、数倍の高い電気抵抗率を持っています。また、ナノ粒子を構成する磁性金属は、高い飽和磁化と結晶磁気異方性を併せ持つ Co 基又は CoFe 基合金です。本膜は、独自開発技術であるタンデムスパッタ法で成膜することにより、長細い磁性金属ナノ粒子が、膜厚方向 (⇧) からほぼ同じ角度に膜面内へと傾いて配向することにより、膜面内方向に高い異方性磁界が誘起されます。このように、強磁性ナノグラニュラー薄膜は、高周波磁性体として望まれる要素をほぼ満たしております。

本膜の高周波複素透磁率例を示したものが図２です。μ''が最大となる磁気共鳴周波数 (▼) が 10 GHz を超えており、高周波磁性膜として優れた特性を有することが理解されます。しかし、μ''の低周波からの立ち上がりが非常に緩慢で、透磁率の実数部（μ'）の絶対値も 10 以下と低いため、これらの改善が今後の研究課題であると考えております。

光化学材料分野の研究開発

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が求められています。本分野では、革新的な光化学材料の研究開発を通じて、これらの課題解決に取り組んでいます。具体的には、安定的な資源調達が可能である「鉄」の酸化物に着目し、独自の手法で特異な二層構造を形成させて可視光応答性の光触媒に応用する研究を行っています。

鉄酸化物は、酸化の度合いに応じて様々な特長を有する化合物に相転移しますが、熱酸化に比較的弱いため化合物の安定性を高めることが課題でした。本分野では、特定の元素を微量添加することで耐酸化性を高めることに成功しています。例えば、強磁性体である Fe_3O_4 は、所定の温度で酸化が進行し、磁化を消失して α-Fe_2O_3 に相転移します。これに対し、Ge を微量添加すると 500 日間の長期にわたって大気中で熱処理しても、ほとんど磁化を失うことなく高い耐酸化性を発現します(図１)。さらに、熱処理を通じてナノスケールの凹凸を有する α-Fe_2O_3 層が薄膜表面に出現し、二層構造を自己形成します（図２)。これは、Ge を添加した Fe3O4 が熱酸化環境でも安定して保持されることで創出された構造です。また、両層の間で電気的な整流性を発現し、二層構造の界面で pn 接合を形成することが示唆されます。

この特異な二層構造は、「焼結体」や「粉末」でも同様に出現し、物質の形態に依存しない本質的な挙動であることを確認しています。特に、「粉末」では、Ge 添加 Fe_3O_4 粒子の表面を α-Fe_2O_3 が覆った二層構造、いわゆるコア - シェル構造を自己形成します（図３)。現在、これを室内の汚染物質を除去する光触媒として活用することを検討しています。屋内照明は、蛍光灯から白色 LED への代替が急速に進行しています。白色 LED 照明は、ほぼ紫外線フリーであるため、可視光で活性化する光触媒が求められています。α-Fe_2O_3 は有望な候補材料ですが、従来、光を吸収して生成した荷電担体の寿命が短いため、光触媒機能が低いことが大きな課題でした。本研究により創出された特異な二層構造は、両層の界面で荷電担体を生成・分離することから、光触媒機能の飛躍的な向上が期待されます。

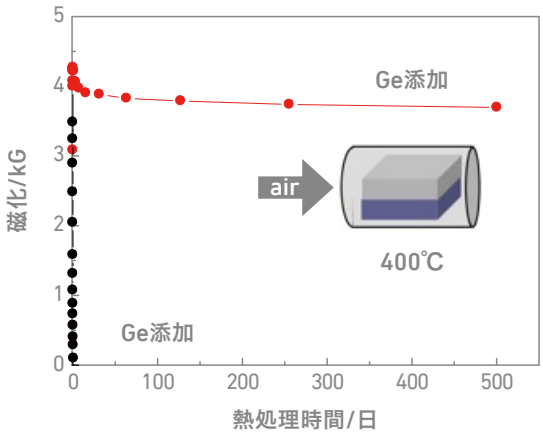


図１：薄膜の磁化と熱処理時間の関係

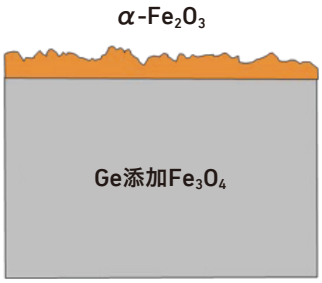


図２：Ge 添加 Fe3O4 薄膜を大気中で熱処理した後の断面模式図

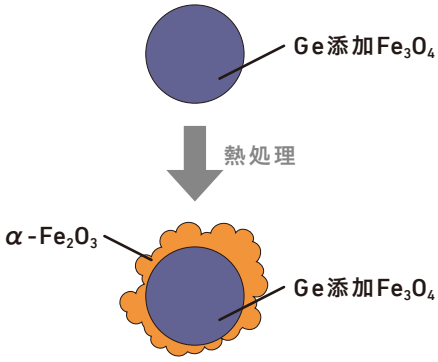


図３：Ge 添加 Fe3O4 粉末の断面模式図（上：熱処理前、下：熱処理後）

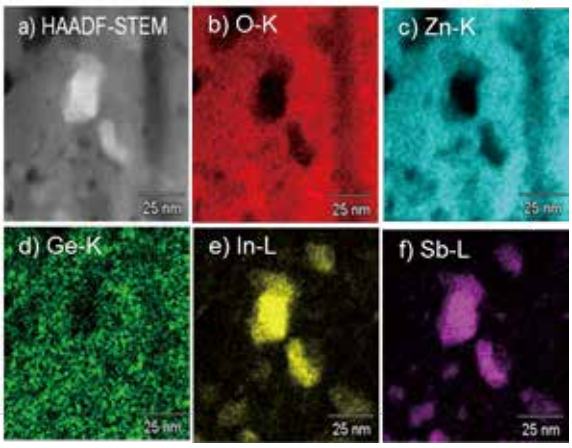


図４：InSb ナノ結晶が Ge 添加 ZnO マトリックス中に分散した半導体ナノコンポジット薄膜の組成マッピング像（Ge が選択的に ZnO に固溶してコンポジット薄膜の電気抵抗が約四桁減少します。他方、InSb はナノスケール化して見かけ上の禁制帯幅が増加します。）

半導体ナノコンポジット薄膜

２種類以上の半導体から構成される薄膜で、単独の半導体では得られない特性を発現することができます。禁制帯幅の小さい半導体を、禁制帯幅の大きな半導体マトリックスで包みナノスケールまで微小化すると、見かけ上の禁制帯幅が増加します。もしこの禁制帯幅の小さい半導体のサイズを太陽光の最も強度の強い波長に調整できれば、光を効率よく電気に変えることが可能になります。本分野では、独自のワンステップ成膜法を開発してこの薄膜合成に取り組んでいます。例えば、InSb と Ge を禁制帯幅の大きな ZnO に共添加すると、Ge が選択的に ZnO 固溶して低電気抵抗化し、相分離した InSb がナノスケール化する薄膜が得られます（図４）。

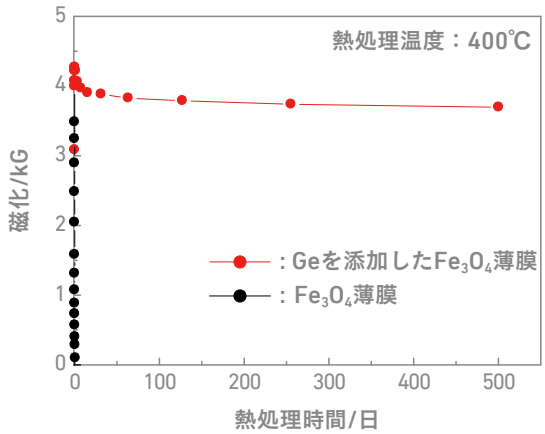


図５：Fe_3O_4 薄膜の磁化と熱処理時間の関係（Ge を添加した鉄酸化物薄膜は、耐酸化性が飛躍的に向上します。また、熱処理を通じて表面に α-Fe_2O_3 層を自己形成し、Fe_3O_4 層との二層構造化します。その結果、光応答性も発現します。）

鉄酸化物薄膜

鉄酸化物は、酸化の度合いに応じて様々な化合物に変化することが知られています。特に､ありふれた元素である｢鉄｣は、希少元素フリーの観点から魅力的です。しかし、鉄酸化物は、｢酸化に弱い｣､｢作り方が複雑｣ 等の課題を抱えていました。本分野では、特定の元素を微量添加することで課題を解決する取り組みを行っています。例えば､強磁性体であるFe_3O_4は、比較的容易に酸化され磁化を失うという問題がありました（図５：約 1 日で磁化が消失)。これに対し、Ge を微量添加すると 500 日保持しても比較的高い磁化を保持し、優れた耐酸化性を発現します。また、この薄膜は、熱処理で二層構造化し、光応答性も発現します。

アクチュエータ材料分野の研究開発

鉛を含まず優れた圧電特性を有する鉛フリー圧電セラミック厚膜の実用化に向けて

本分野では、機械的柔軟性・堅牢性に優れたフェライト系ステンレス基板上に、エアロゾルデポジション法（以下「AD 法」といいます。）により厚さ数μm～数十μmの圧電セラミック厚膜を形成し、それを用いたマイクロデバイスの研究開発を進めています。膜厚が厚いことは、力やエネルギーが関係するマイクロデバイスには極めて有利です。圧電セラミック材料は、電気的エネルギーと機械的エネルギーを相互に変換できる機能性材料ですが、現在広く用いられている材料には毒性のある鉛が多く含まれています。本分野では、鉛を含まず優れた圧電特性を有する圧電セラミック厚膜の開発と、その実用化に関する研究を進めています。

鉛フリー圧電厚膜の特性向上に関する研究

鉛を含まない代表的な圧電セラミックス材料である $BaTiO_3$（以下「BT」といいます。）は、その優れた機能特性を発揮させるためには高温での焼結が必要です。本分野では、この BT 材料を採り上げ、熱酸化処理を施して表面に Al_2O_3相を析出させたステンレス基板上にPt電極膜をスパッタ成膜し、その上に AD 法で BT 厚膜を積層形成した後、高温で熱処理し、組成の相互拡散状況を分析しました。その結果、図１に示すように、1200℃で熱処理を施しても BT 膜と基板間で相互拡散が生じないことが確認されました。また、ステンレス基板上に BT 厚膜を成膜し種々の温度で熱処理した後、基板一端を固定し片持ち梁とし、これに電圧を印加して自由端の変位を測定しました。その結果、熱処理温度を高温にすることでアクチュエータとしての変位特性が向上することが確認されました（図２）。

次に、ステンレス基板上に形成した BT 圧電厚膜の応用例を紹介します。図 3a）は、圧電素子を手首の橈骨動脈に押し当て、脈拍を測定した結果です。明瞭に脈動波形が検出されております。図 3b）は、素子の曲げ変形を利用した振動発電デバイスとしての評価を行ったもので、片持ち梁状に固定した素子を１回スナップ振動させた場合の出力電圧波形を示します。この結果から、数十μJ の発電が可能であることが確認されました。

今後は、さらに機能性圧電セラミック材料の組成および厚膜形成技術並びに応用デバイスの検討を進める予定にしております。

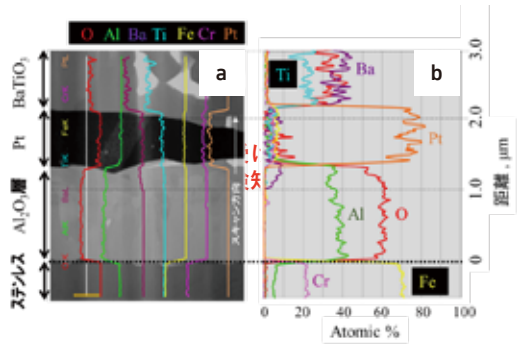


図１：1200℃で熱処理したステンレス基板と $BaTiO_3$ 膜の界面の組成分析結果
a）TEM による明視野像、b）元素分析結果

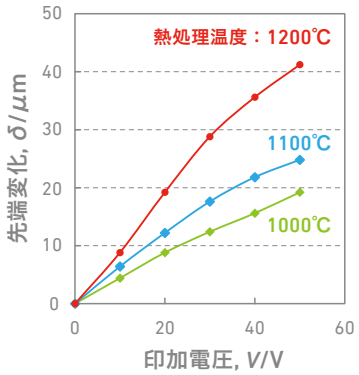


図２：$BaTiO_3$ 圧電厚膜の片持ち梁状アクチュエータの変位特性

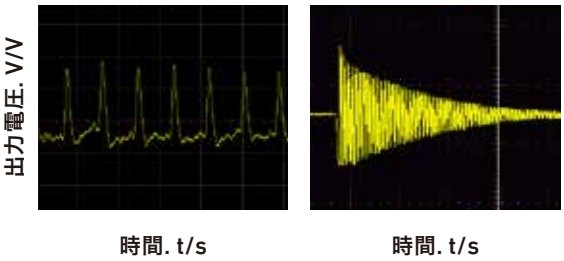


図３：$BaTiO_3$ 圧電厚膜のデバイス応用例
a）脈拍測定結果、b）振動発電による出力電圧

センサ材料分野の研究開発

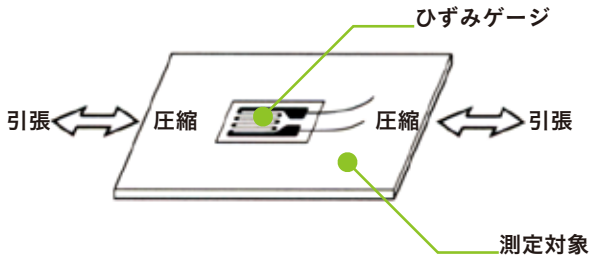


図１：ひずみゲージの使い方

センサ（ひずみゲージ）の研究

当分野では、様々な装置や機械を正確、安全に動かすのに必要なセンサの開発を進めています。特に、引張りや圧縮といった変形により物体内に生じるひずみを測定するセンサ（ひずみゲージ）の研究を行い、優れた特性をもつ Cr-N 薄膜ひずみセンサを開発しました。

表１：ひずみセンサ用 Cr-N 薄膜の特徴

性能項目	従来の市販ゲージ		新ゲージ	Cr-N 薄膜の特徴
	Cu-Ni 箔	半導体	**Cr-N 薄膜**	
ゲージ率	2	120	**12 ～ 17**	Cu-Ni 箔と比較して 6 倍以上 **感度が大きい**
直線性	○	×	○	直線性に優れ、精度が高い
抵抗値	○	◎	◎	**数 10kΩも可能**で分解能に優れる。 **消費電力低減**
温度安定性	◎	×	○	TCR：±50ppm/℃以内 TCS：±200ppm/℃以内

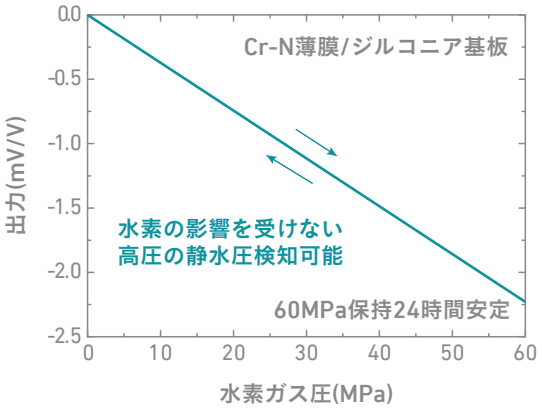


図２：高圧水素環境用 Cr-N 薄膜の出力

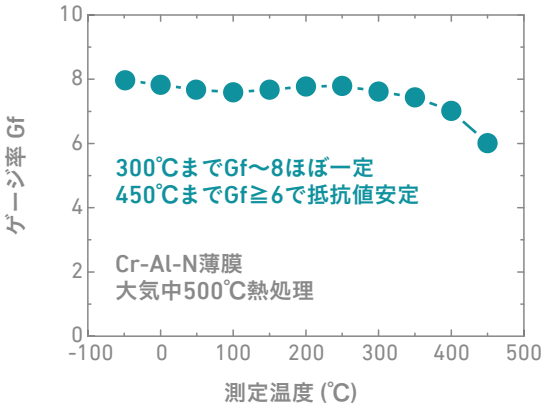


図３：高温用 Cr-Al-N 薄膜のゲージ率

従来に無い新たなセンサの開発

そのセンサ薄膜は、表１に示す通り、ひずみに対する感度（ゲージ率）が大きく、抵抗温度係数 (TCR) および感度温度係数（TCS）はゼロ近傍と小さいなどの特長をもちます。その応用としては、ひずみの外に圧力、荷重、力、変位、トルクなどの各種力学量の計測に利用されます。さらに、高感度なことからステンレスなど剛性の高い（即ち頑丈な）基材や構造材での測定が可能となり、安全性の確保ならびに従来の低感度な金属箔ひずみゲージでは難しかった高耐荷重、高速応答、他軸干渉の低減、超小型化ならびに高精度検出などを実現することができます。

また近年、特殊環境で使用可能なひずみセンサが熱望されています。本法人では、図２および図３に示すように、高圧水素ガスおよび高温の環境下において安定で高感度に使用可能なひずみセンサおよび圧力センサなどの開発にも成功しました。従来に無い新たなセンサの開発により社会に貢献します。

電磁波デバイス材料分野の研究開発

グラフェンベース電磁波吸収複合膜の合成

5G 移動体通信などの普及に見られるように、SHF 帯（cm 波：3～30GHz）から EHF 帯（mm 波：30～300GHz）に踏み込んだ周波数帯域の用途が急速に拡大しており、これら帯域に対処可能な電磁波吸収材料の開発が極めて重要になりつつある。

本研究では、高導電性の二次元（2D）ナノカーボン材料として様々な応用分野で世界的に注目されているグラフェンをベースとし、Aerosol Deposition（AD）法および分散溶液を用いた成膜の検討を行っている。その結果、30GHz 弱の国内 5G サブミリ波帯において伝送減衰率 Rtp が 45dB 以上と、他のカーボン系ノイズ抑制シート製品と比較しても高い特性が得られることがわかった（図１）

図２に、グラフェン粉末とカルボニル鉄粉を原料とし、アルミナ基板上に He ガスを用いて AD 成膜した膜の断面 SEM 像を示す。グラフェン粉の集合体中にカルボニル鉄粉が分散していることが確認できる。X 線回折の広域逆格子マッピングから、グラフェンの c 軸配向性が確認されている。近傍界でのノイズ抑制効果は、マイクロストリップライン上に試料を配置し、ベクトルネットワークアナライザから得られた反射係数 S11 および透過係数 S21 を用いて、規格化した ΔPloss/Pin および伝送減衰率 Rtp で評価を行った。グラフェン＋還元鉄複合 AD 膜の非磁性ノイズ抑制シート製品３種とのノイズ抑制効果の比較を図 8 に示す。国内５ G のいずれの帯域においても、グラフェン複合 AD 膜が非磁性製品よりも高い特性を示すことがわかるが、特に 30GHz 付近の帯域で高特性が得られている。この大きなノイズ抑制効果は、渦電流および変位電流で生じるジュール損失に起因すると考えられ、特性発現にはシート抵抗 RS の調整が重要であることがわかった。AD 法は複合組成の制御が困難なため、現在、分散溶液を用いたウェットプロセスでの成膜を試みている。本研究は、東北大・杉本研究室との共同研究である。

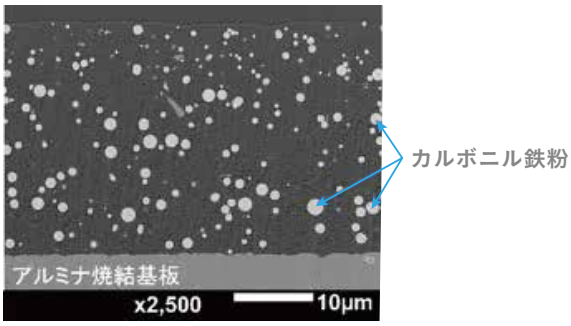


図１：グラフェン＋カルボニル鉄複合 AD 膜の断面 SEM 像

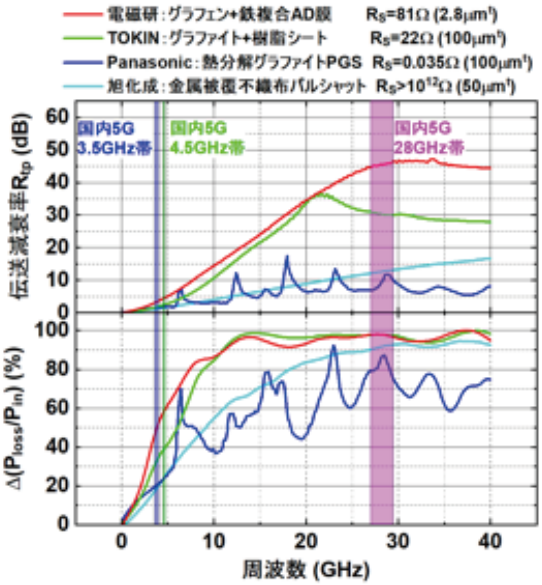


図２：グラフェン複合 AD 膜の非磁性ノイズ抑制シート製品との比較

情報処理・制御デバイス分野の研究開発

ナノグラニュラー磁性薄膜等の機能性材料を用いた研究開発

本分野では、本法人で開発されたナノグラニュラー磁性薄膜等の機能性材料を用いて高性能かつ超小型の各種センサ素子や、それらを活用した電子・情報系応用システムの研究開発を行っております。また、外部の学術機関や民間企業との共同研究や試作開発研究を通して、研究成果の実用化を推進しております。

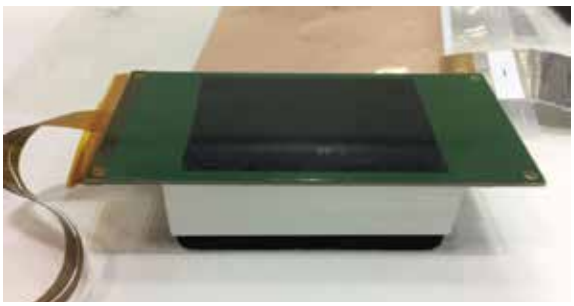


図１：GIGS® を用いた 300ch 磁気センサアレイモジュール

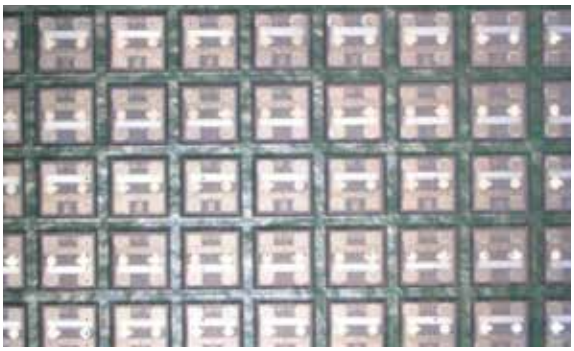


図２：GIGS® 素子の実装外観図

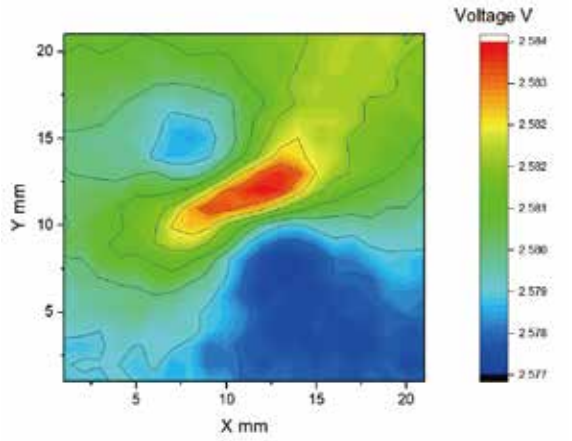


図３：磁気センサアレイモジュールによる磁場分布

多次元磁気情報センシング技術の研究開発

現代の高度情報化社会では、より安全・安心な社会基盤を構築するために、あらゆる人工物、例えば自動車、航空機などに搭載されている電子部品や精密機器、或いは土木・建築構造物等の内部の動作状態を高度に診断、解析、評価する技術が求められております。本分野では、被検体内部から発生する磁気エネルギーを可視化して、非破壊で、簡便に内部の動作異常を検出するための検査システムを開発しております。

図 1 には、本分野で開発した超高感度磁気センサ GIGS® (nano-Granular In Gap magnetic Sensor) を用いた高密度二次元磁気センサアレイモジュールの外観写真を示します。本モジュールは、リチウムイオン 2 次電池の漏洩電流検査を目的として開発中のもので、300ch の GIGS® 素子を 2mm ピッチで約 70 mm×50 mmのエリアに実装（図２参照）し、基板裏面には全チャンネルに対応する専用同期検波 IC を搭載しており、図 3 に示すように、1mA の微弱な電流を流したときの磁場分布をリアルタイムで可視化することができます。将来的には、リチウムイオン２次電池の微小金属異物の混入やデンドライト成長による極微弱な短絡電流の発生と、その位置を短時間で検出することを目標としています。

微小金属異物の高感度検出技術の研究開発

食料品等の中に含まれる有害な微小金属異物を検出して排除することは、安全・安心な日常生活を支える上で極めて重要です。本研究は、非金属材料中に含まれる微小な金属異物を磁気センサを用いて高感度で検出する技術の確立を目指しております。具体的には、数百 MHz 帯の磁気共鳴現象を利用して、材料中の 100μm 以下の微小金属の検出を検討しております。

磁気マーカを用いた三次元位置計測システムの開発

医療分野や福祉・リハビリ分野において、生体動作の計測を可能とするデバイスやシステムのニーズが高まっており、この要求に対しマーカを生体に取付け、そのマーカが存在する三次元位置を計測し、その位置情報を外部に出力するモーションキャプチャ技術が必要になります。

モーションキャプチャ技術には光学式、磁気式などがありますが、本分野では光学式位置計測システムが使えない閉鎖された空間や被測定体が隠された環境下でも安定して使用可能な新たな磁気式三次元位置計測システムの実現に関する研究を進めています。

具体的には、既に下記の開発を行いました。

① 複数個の高分解能磁気センサ処理回路

② ＦＰＧＡを用いた高速微小信号低雑音処理回路及び計測データの無線伝送機能を内蔵した位置計測システム本体（300×300×30mm）

③ 磁気マーカの位置を高速度で高精度計算を行うアルゴリズム開発とその可視化

④ ケーブルレス小型磁気マーカ（Φ4×15mm）とその複数化および励磁処理回路

図１は、本分野で開発した位置計測システム本体部に内蔵されている回路基板を示したものです。図２は、親指、人差し指、中指に装着した磁気マーカとマーカ用励磁処理回路ユニットを示したものです。図３は、PC 上で磁気マーカの位置を 3D 可視化した例を示したものです。

本システムでは、マーカ部は、位置計測システム本体部と独立しており、３個のマーカを位置計測システム本体の上部空間で同時に動かしても、毎秒 10 回～ 20 回の速度で高感度な位置検出が可能です。

今後、更なる性能向上を図り、新たな他分野への応用展開も目指す予定です。

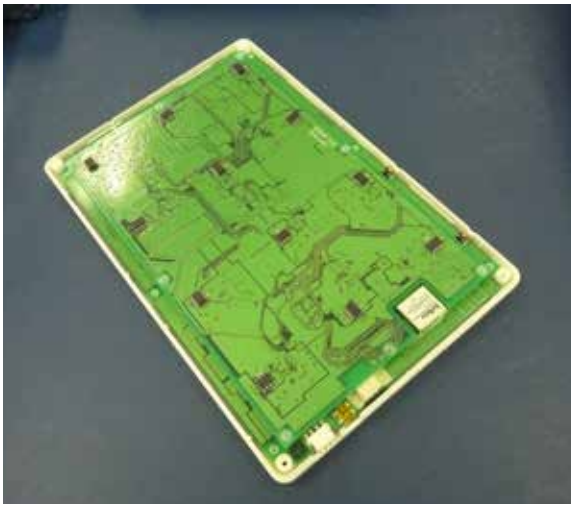


図１：位置計測システム本体（内蔵回路基板）

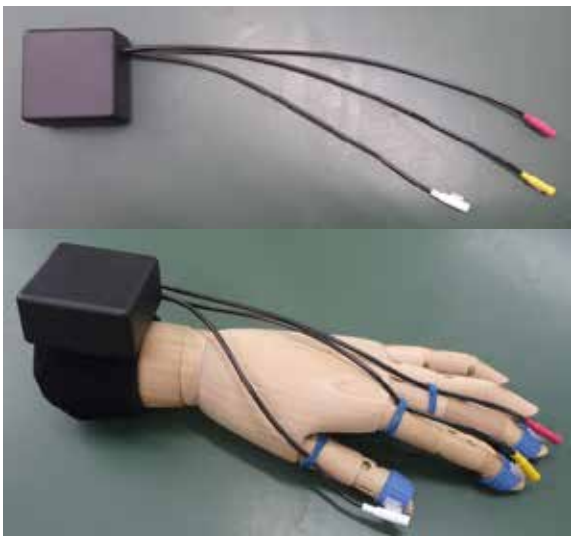


図２：ケーブルレス小型交流磁気マーカ（上図は外観、下図は指先取付時）

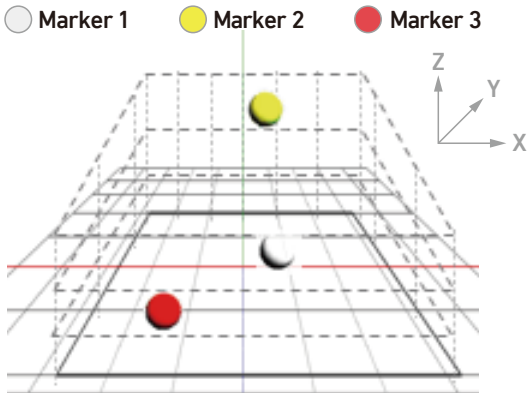


図３：磁気マーカの位置を PC で 3D 可視化した例

生体情報デバイス分野の研究開発

図２：靴センサシステム内部構造

図３：靴センサシステム

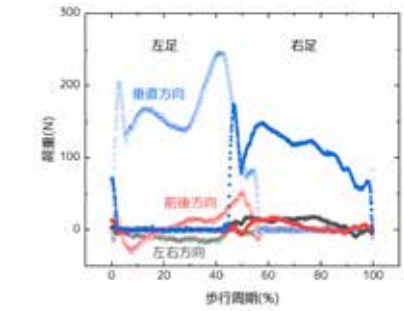


図４：歩行時にかかる３軸荷重の測定例

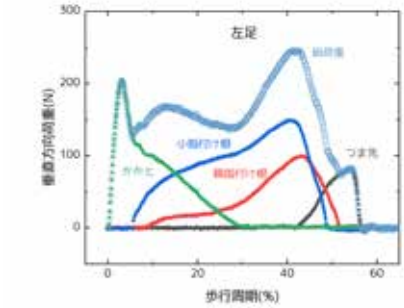


図５：歩行時にかかる垂直荷重の測定例

装着型運動情報計測システムの研究開発

本分野では、本法人で開発した高感度 Cr-N ひずみセンサ薄膜の応用として、小型３軸力センサ（荷重ベクトルセンサ）を開発しました（図１）。一般に、耐荷重を一定としてセンサを小型化する場合には、剛性の高い素材を使用する必要があることから荷重印加に伴うひずみ量が小さくなってしまい、従来のひずみゲージでは検出が困難でしたが、ひずみ感度が高い Cr-N ひずみセンサ薄膜を用いることにより、検出が可能となりました。

本分野では、この小型荷重ベクトルセンサの医療・健康・福祉分野への応用として、複数の荷重ベクトルセンサを靴底に取り付け、歩行時に足裏にかかる力の向きと大きさを計測する靴センサシステムを開発しました（図２・図３）。このシステムは、使用場所や歩数に制限がなく、また荷重ベクトルセンサおよび信号処理回路をアウトソールに内蔵することにより、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センサシステムとなりました。例えば、様々な運動の際に、足のどの部分にどれだけの力が加わっているかが分かり、スポーツ分野などへの応用が期待されます。

荷重ベクトルセンサは、図２に示すアウトソールに、Cr-N ひずみセンサで構成した４個の荷重ベクトルセンサを内蔵し、ｘ、ｙ、ｚ 方向の力を計測します。運動靴の親指、親指付け根、小指付け根およびかかと部に荷重ベクトルセンサを取り付けて、歩行したときの測定結果の一例を図４・図５に示します。図３に示す左右方向では、足がついた瞬間は外側（図の上）方向、その後は内側（図の下）方向に力の向きが変化しています。前後方向では、かかとがついたときに後ろ向きの制動、つま先でけり出すときに前向きの推進となっていることなどがわかります。図５に示すように部位ごとの荷重情報を詳しく知ることができます。このような測定により、人の歩き方のクセや、病気やけがの回復の状態を知ることができます。

図Ｉ：Cr-N 系歪センサ

事業支援室 | BUSINESS SUPPORT OFFICE

知的財産を守り事業の公益性を保つ事業支援室

事業の公益性確保のための基本方針

本法人は、事業成果の幅広い活用と普及を図ると同時に公益性を確保するため、事業内容およびその成果は、全て、外部の研究者、技術者、企業家等に広く公開することを基本方針としています。

研究開発テーマの名称、事業内容および成果の概要ならびに提供可能な試作品の内容は、本法人の事業計画書および報告書に記載し、事務部に保管して一般の閲覧に供すると共に、Web サイト、要覧および展示により広く公開しております。事業成果の詳細に関しては、論文（約６割が英論文)、関係する学会誌、講演会、研究会、国際会議等で公表します。

事業支援室の業務内容

① 研究開発事業計画および報告に関すること。

② 知的財産権に関すること。

③ 受託研究、共同研究および試作開発研究の受入および報告に関すること。

④ 要覧およびホームページ並びに研究開発事業報告会および研究成果の公開に関すること。

⑤ 安全衛生および環境管理に関すること。

⑥ 公益目的事業推進委員会および特許発明委員会ならびに材料・デバイス開発技術相談室に関すること。

⑦ その他研究開発事業の支援に関すること。

多数の国内外特許および商標を保有

本法人は、電磁を含む機能材料およびデバイスに関し、多数の国内外特許および商標を保有しています。更に今後、研究開発の進展に伴い、新たな知的財産権の取得が期待されます。本事業は、これら知的財産権の実施を希望する企業に実施権をライセンスし、企業活動の中で幅広く利用し、社会に役立ててもらうことを目的としています。

ライセンスする知的財産権は、できるだけ多くの企業を対象にして広範囲な普及を図るという本事業の基本方針に基づき、原則として通常実施権としています。

特許の取得と社会的貢献

知的財産である「特許」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すので、国内外に適切かつ積極的に出願・登録し、本法人独自の技術資産の蓄積を図ります。この知的財産権に関しての情報は、本法人の Web サイト、事業報告書等で広く一般に公開し、知的財産権のライセンスを希望する企業に対して広く平等に門戸を開放しています。ライセンスする知的財産権は、できるだけ多くの企業を対象にして広範囲な普及を図るという本事業の基本方針に基づき、原則として通常実施権としています。

また、本法人では、事業成果を広く公開することにより、公的機関や民間企業等の外部機関と共同研究および受託研究を積極的に実施し、成果の実用化に努めると共に、有用な製品の試作開発研究を行うことにより、社会的貢献を図っております。更に、地域社会への貢献重視の観点から、地方自治体並びに地元の大学および企業との協同事業（展示会･発表会等）にも積極的に参加して、学術的および社会的貢献を果たしたいと考えております。

施設紹介

素形材開発施設

素形材開発施設・外観

施設の概要

素形材開発施設は、研究開発事業部の 3 研究開発部門が実施する研究開発において、バルク電磁材料の試作およびそれらの性能評価に関して全面的な支援を行うと共に、バルク電磁材料の高性能化、製造技術及び評価技術の開発、並びに用途開発を行うことを目的としております。

また、試作開発研究を実施し、外部機関の求めに応じて本法人の研究成果であるバルク機能材料の試作品の提供を行っております。

高周波溶解炉（5Kg）

エアーハンマー（250Kg）

太線引き装置

溝型ロッド圧延機

中間、細線引き装置

素形材開発施設・内観

主要設備

高周波誘導溶解炉（２基）	冷間伸線機（２基）	切断機・切削機（２基）
アーク溶解炉（１基）	熱間・冷間圧延機（２基）	研磨機（２基）
エアーハンマー（２基）	スウェージングハンマー（３基）	真空・水素雰囲気中熱処理炉（２基）

デバイス開発施設

施設の概要

デバイス開発施設は、本研究開発事業部の 3 研究開発部門が実施する研究開発において、薄膜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て全面的な支援を行うと共に、薄膜素子及びデバイスの製造技術および評価技術に関する独自の開発を行うことを目的としております。

また、試作開発研究を実施し、外部機関の求めに応じて本法人の研究成果である薄膜素子およびデバイスの試作品の提供を行っております。

デバイス開発施設の主要設備および維持管理体制

本施設では、クリーンルーム棟 1 階にクラス 1,000 の成膜室（73m²）とクラス 100 のイエロールーム（68m²）を設置し、最新の RF マグネトロンスパッタ装置、イオンミリング装置、両面マスクアライナーや化学薬品の処理を行うためのドラフトチャンバー等の約 10 台の微細加工装置および各種検査機を保有しております。

また、研究開発業務を円滑に実施するために、 常に 3 名の専門職員がその維持・管理を行っております。

RF マグネトロンスパッタ装置（昭和真空製 SPM-5204）

半自動両面マスクアライナー（EVG 製 EVG620NT）

薬品処理用ドラフトチャンバー

試作開発研究で提供可能な材料および素子

事業成果の実用化に向けて

本法人では、研究開発成果の実用化の促進および成果の完成度の更なる向上を目的として、試作開発研究を実施しております。この研究は、本法人の事業成果としての試作品を企業等で実際に使用して頂き、有効性の検証、新規応用分野の開拓、実用上での問題点の改良などを図るものです。この研究では、企業等からの委託により、本法人が以下に示す材料および素子の試作品を提供します。

各種機能性金属材料（® 付記は本法人の登録商標です）

材料名	品名	特性	用途
磁性材料	ハードパーム ®	高透磁率、高硬度	磁気ヘッド、計測機器用部品
磁石合金	プラチロン ®	高保磁力、高耐食性	医療、歯科、音響部品
インバー合金	スーパーインバー	低熱膨張	精密機器用部品
	ニュースーパーインバー	超低熱膨張	測量尺、精密機器部品
	コバール	低熱膨張	ガラス封着材
エリンバー合金	コエリンバー	恒弾性率	ヒゲゼンマイ、スプリング
	エルコロイ ®Ⅱ、Ⅳ、Ⅵ	高弾性率、恒弾性率	測量用吊線、ヒゲゼンマイ
	パラコロイ	耐磁性、高弾性、恒弾性	ヒゲゼンマイ
インバー・エリンバー合金	Fe-Mn 系	恒弾性、非磁性 、低熱膨張	精密機器用部品
高弾性合金	ダイヤフレックス	高弾性率、高耐食性	ゼンマイ、バネ材
	ウルトラフレックス	高弾性率、非磁性	バネ材

薄膜材料および素子（® 付記は本法人の登録商標です）

材料および素子名	品名	特性	用途
TMR 型磁気センサ	GIGS® 素子	高磁気感度、超小型 低消費電力、低コスト	磁気（磁界）センサ （位置、回転角、電流、金属等）
ひずみセンサ薄膜	Cr-N 系薄膜	高感度（高ゲージ率）	ひずみゲージ
センサ素子	ひずみセンサ	高電気抵抗 低 TCR（低抵抗温度係数） 低 TCS（低感度温度係数）	各種力学量センサ （力、圧力、トルク等）

腕時計に組み込まれている
パラコロイ製のひげぜんまい

磁気感知に使用されている
パーマロイコア

企業などからの技術相談や要望に応える 材料・デバイス開発技術相談室

材料・デバイス開発技術相談室の業務内容

① バルク機能材料の高性能化及び作製に関する技術相談

② 薄膜電磁材料の高性能化及び作製に関する技術相談

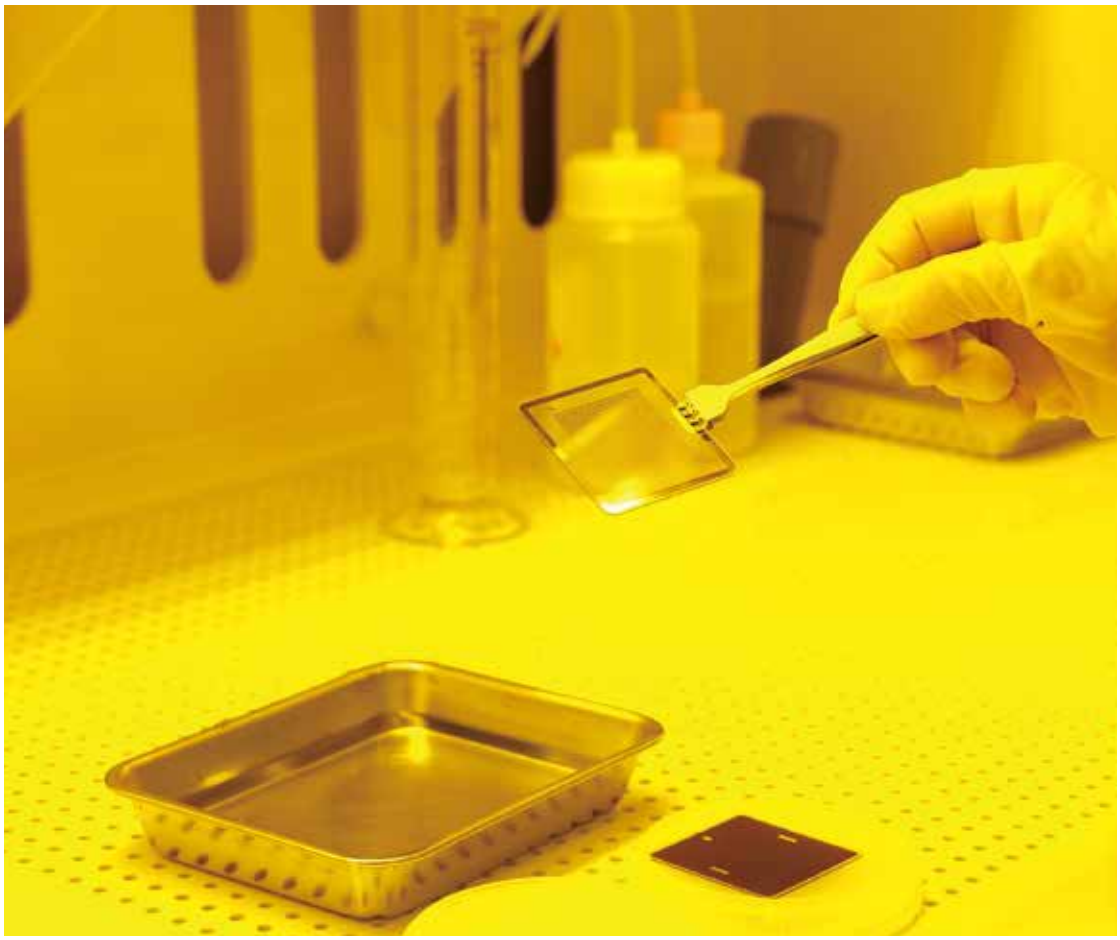
③ バルク機能材料及び薄膜電磁材料の特性評価に関する技術相談

④ バルク機能材料及び薄膜電磁材料のデバイス化技術に関する技術相談

研究開発事業部では、試作開発研究で提供可能な金属系バルク及び薄膜機能材料に関する技術相談、および新規金属系バルク及び薄膜機能材料の研究開発などの相談を受け付けています。ご希望の方は、材料・デバイス開発技術相談室までご連絡ください。

材料・デバイス開発技術相談室

Tel：022-347-3788（代表）　Fax：022-341-6568



所有実験装置

試料作製関係装置

多元マグネトロンスパッタ装置

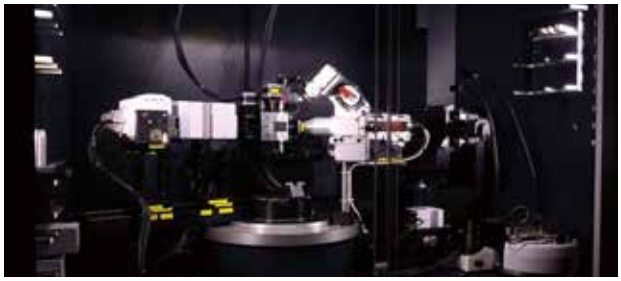
回転磁場中熱処理炉

エアロゾル・デポジション（AD）成膜装置

主要装置一覧

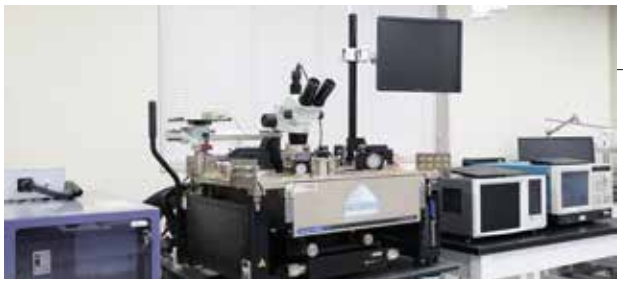
- クリーンルーム（2室）
- スパッタ成膜装置（マグネトロン・対向ターゲットなど10数台）
- 真空蒸着装置
- ホットウォール成膜（HWD）装置
- 真空アーク溶解炉
- イオンミリング装置
- マスクアライナー
- 電子線描画装置
- ダイシングソー
- 熱処理炉（回転磁場中熱処理炉、高真空熱処理炉、ガス雰囲気熱処理炉）
- 超音波洗浄器
- エアロゾル・デポジション（AD）成膜装置

分析関係装置



多機能材料評価 X 線回折装置

FE 走査型電子顕微鏡



プローブステーション

蛍光 X 線分析装置

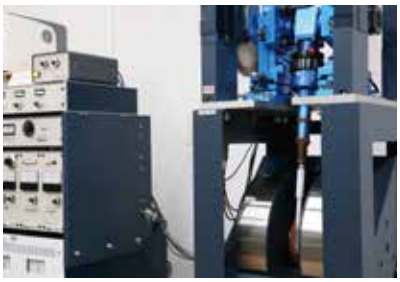
主要装置一覧

- FE 走査型電子顕微鏡（EDX、WDX 付き）
- 表面形状測定装置
- 多機能材料評価 X 線回折装置
- 蛍光 X 線分析装置
- 分光感度測定装置
- フーリエ変換赤外分光光度計
- 紫外可視近赤外分光光度計
- 高感度示差走査熱量装置
- プローブステーション

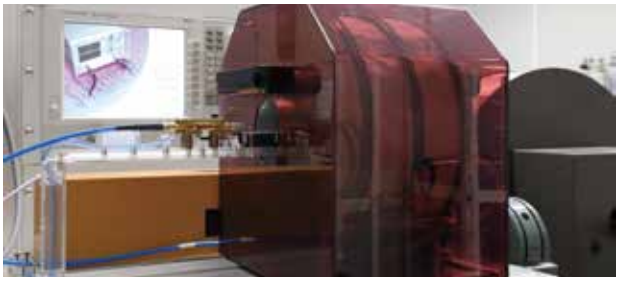
物性測定関係装置

ファラデー効果測定装置

磁気抵抗効果測定装置

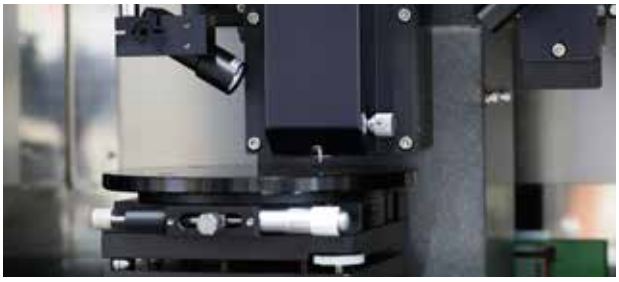


試料振動型磁力計



高周波透磁率測定装置

マイクロカー効果測定装置



表面形状測定装置

熱膨張測定装置

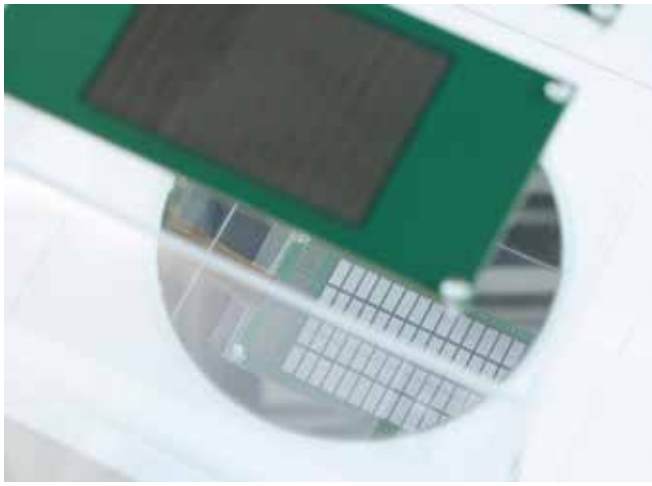
主要装置一覧

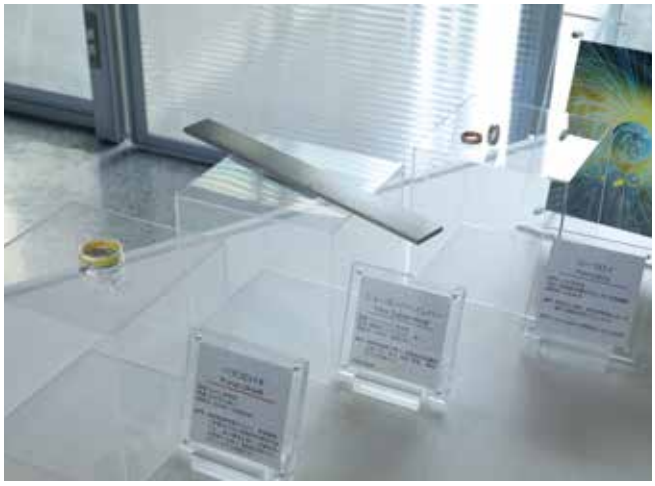
誘電率測定装置	ネットワークアナライザー	万能機械試験機
試料振動型磁力計	スペクトラムアナライザー	ビッカース硬度計
交番力磁力計	多用途偏光解析装置	ロックウェル硬度計
薄膜磁歪測定装置	光電気伝導測定装置	ヤング率測定装置（共振法）
マイクロカー効果測定装置	電気抵抗・歪測定装置	熱膨張測定装置
直流磁気磁束計	表面形状測定装置	ファラデー効果測定装置
高周波透磁率測定装置	膜厚計	
インピーダンスアナライザー	磁気抵抗効果測定装置	

展示コーナー

本法人においてこれまで発見・発明した新素材、開発した機能素子およびこれらを利用したデバイス製品の例を玄関ホール、１階展示コーナー、２階展示コーナーにて展示しています。

玄関ホール展示コーナー





玄関ホール展示コーナー

１階展示コーナー

I 階展示コーナー

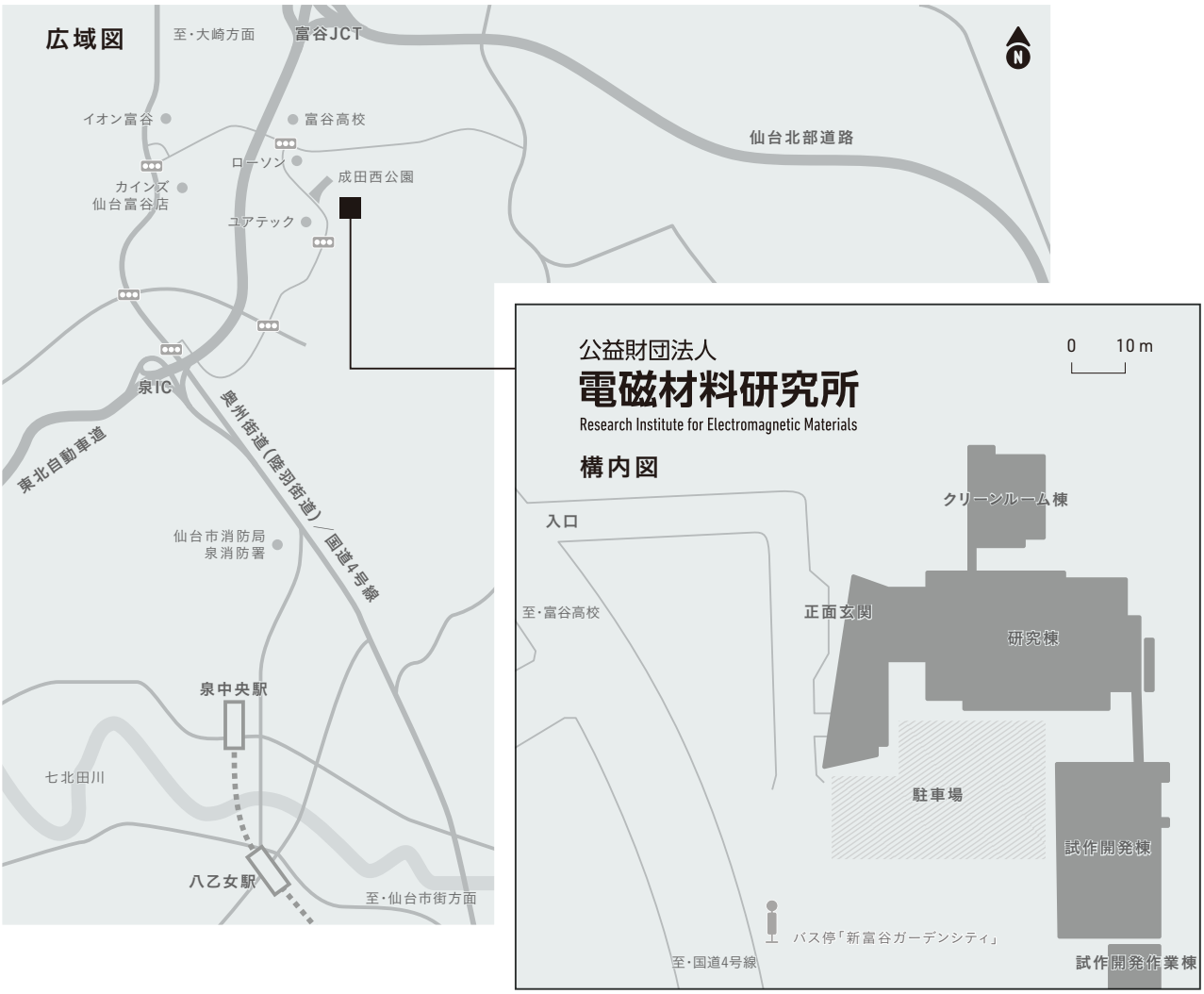
I 階展示コーナー

2 階展示コーナー

交通アクセス

公益財団法人電磁材料研究所

〒981-3341　宮城県富谷市成田九丁目 5-1　　Tel. 022-347-3788（代表）　Fax. 022-347-3789（代表）



交通案内

仙台市地下鉄 南北線の場合

泉中央駅からタクシーで約 15 分です。

泉中央駅からバスで約 20 分です。

JR 仙台駅から仙台市地下鉄 南北線（泉中央行き）へ乗車、終点「泉中央」で降車。

※泉中央駅からバスを利用する場合

＜宮城交通バス＞

仙台市地下鉄 泉中央駅より宮城交通 新富谷ガーデンシティ線：新富谷ガーデンシティ行に乗車し、「新富谷ガーデンシティ」（終点）で降車、徒歩 200m（約 5 分）。

自動車の場合

JR 仙台駅から約 30 分です。

東北自動車道 泉 IC から、奥州街道（陸羽街道）／国道 4 号線を大崎方面へ向かい、1 つ目の信号を右折し、宮城県富谷高校方面へ。右手に電磁材料研究所があります。

構成・規模

役員など

評議員		荒井　賢一
		猪俣浩一郎
		内田　龍男
		岡田　益男
		小山　茂典
		佐川　眞人
		前川　禎通
理事	理事長（常勤）	早稲田嘉夫
	専務理事（常勤）	鈴木　耐三
	理事（非常勤）	今野　豊彦
		杉本　諭
		高梨　弘毅
		中嶋　薫
		増本　博
監事		柴田　純一
		岡村　直斯
相談役		岩崎　俊一
		増本　健
研究開発事業部長（兼務）		鈴木　耐三
事務部長		邉見　裕

職種別職員数（2024年1月1日現在）

研究職員	12人
技術職員	14人
事務職員	8人
合計	34人

土地

〒981-3341
宮城県富谷市成田九丁目　15,200.00㎡

建物

法人本部および研究棟	2,923.50㎡
試作開発棟	775.67㎡
試作開発作業棟	99.25㎡
クリーンルーム棟	661.24㎡
倉庫	17.55㎡

表紙デザイン

電磁材料研究所ロゴマーク（商標登録番号：第5923611）

公益財団法人 電磁材料研究所 要覧 の表紙デザインは、所内で長年慣れ親しまれてきたロゴマークの外形である楕円を用い、磁力が内部から外部へ出るその瞬間の力を線で表現しています。

また、表紙・裏表紙の全体をモノトーンで仕上げているのは、所内で研究開発されている電磁材料をイメージするとともに、冊子内の多種多様で色とりどりな研究成果を鮮やかに魅せるためです。

公益財団法人 電磁材料研究所
要覧 2024年版

発行	公益財団法人 電磁材料研究所
企画・制作	公益財団法人 電磁材料研究所 事業支援室
編集・デザイン	酒井聡（SAKAI DESIGN STUDIO）
写真	森谷遼太郎
発行日	2024年1月1日

公益財団法人 電磁材料研究所

〒981-3341　宮城県富谷市成田九丁目5-1
https://www.denjiken.or.jp/

Printed in Japan
本冊子内容の無断転載、複写、引用などを禁じます。
版権は「公益財団法人 電磁材料研究所」が所有しています。

公益財団法人
電磁材料研究所
Research Institute for Electromagnetic Materials

〒981-3341　宮城県富谷市成田九丁目5-1

Tel　：022-347-3788（代表）
Fax　：022-347-3789
web：https://www.denjiken.or.jp/

電磁材料研究所 WEB サイト